

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GRUPO ELECTRÓGENO
PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA PUCV”**

Memoria para optar al Título de:

INGENIERO MECÁNICO

ALUMNO: Christian Rodríguez Alarcón

PROFESOR GUÍA: Hugo Valenzuela R

Agradecimientos

Quisiera agradecer primeramente a mi familia más cercana que son mi padre, mi madre y mi hermano, que fueron un pilar fundamental en este largo proceso de estudio, en donde me apoyaron en todo el momento de dificultad dándome ese empujón anímico constante necesario para seguir trabajando.

Agradezco profundamente a todo el cuerpo docente que me enseñaron lo fundamental para poder desenvolverme como ingeniero y dejar en alto lo que es el nombre de la escuela. Esto incluye también a todo el personal involucrado en los talleres y laboratorio de máquinas.

También agradecer a mi profesor guía, el señor Hugo Valenzuela que me brindo sus conocimientos a la hora de poder realizar este trabajo, y también su apoyo en momentos de dificultad.

Finalmente agradecer a todas las personas que pude establecer un vínculo de amistad a lo largo de la carrera, ya que, al estar tanto tiempo junto a ellos, se crean vínculos cercanos que ojalá perduren para siempre.

Resumen

En la siguiente memoria “PROYECTO DE INSTALACIÓN DE GRUPO ELECTRÓGENO PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA PUCV” se busca hacer el estudio preliminar de la instalación de un grupo electrógeno en la escuela de ingeniería mecánica ya que no cuentan con uno.

Para este proyecto se dispuso de un grupo electrógeno muy antiguo que fue dado de baja por parte de la universidad, realizando el diagnóstico previo y decidir si es viable o no su uso.

Este proyecto pretende buscar una solución a los cortes de energía que pueden ocurrir en la escuela para que pueda seguir funcionando sin interrumpir las actividades ya que es importante que las actividades académicas, docentes y de necesidades básicas sigan continuando operativas.

Con los resultados se pudo descartar el equipo antiguo por problemas mecánicos pertenecientes a la bomba inyectora principalmente y seleccionar un equipo más moderno con repuestos en el mercado.

Índice

Capítulo 1. Introducción y Objetivos	1
1.1 introducción.	1
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
Capítulo 2. Antecedentes	3
2.1 ¿Que es un grupo electrógeno?	3
2.2 Partes que conforman el grupo electrógeno.	5
2.2.1 Motor.....	5
2.2.1.1 Componentes generales de un motor diésel.	6
2.2.2 Generador eléctrico (alternador).....	15
2.2.3 Panel de control	17
2.3 Normas	18
2.3.1 Emisiones de ruido	18
2.3.2 Declaración de emisiones (DS138/05).....	21
2.3.3 NCH Elec. 4/2003 y otras normas eléctricas	22
Capítulo 3. Diagnóstico del grupo electrógeno existente	25
3.1 Datos del grupo electrógeno existente.....	26
3.1.1 Datos del motor	26
3.1.2 Datos del alternador.....	28
3.2 Etapas del proceso de diagnóstico.	30
3.2.1 Panel eléctrico	30
3.2.2 Motor y componentes	32
3.2.3 Estado del motor de partida y componentes.....	33
3.2.4 Sistema de combustible.....	35

3.2.5 Proceso de purgado del sistema de combustible	37
3.2.6 Detección de problema en el encendido.....	41
3.2.7 Desmontaje, revisión de inyectores	45
3.2.8 Reglaje de válvulas.....	50
Capítulo 4. Proyecto de la instalación	53
4.1 Cálculo de fundación donde se montará el grupo electrógeno	53
4.3 Ubicación de la instalación del grupo electrógeno	58
4.4 Cuadro de cargas	60
4.4.1 Cuadro de carga de edificio de docentes.....	60
4.4.2 Cuadro de carga para salas de clases e iluminaria en general	61
4.4.3 Cuadro de carga para laboratorios, taller e iluminaria.	62
Capítulo 5. Costos asociados a la instalación del grupo electrógeno.....	64
5.1 Costos asociados a la obra civil e instalación eléctrica	64
5.2 Costo de adquisición del grupo electrógeno	66
Capítulo 6. Conclusiones	68
Capitulo 7. Nomenclatura General (Glosario).....	78
Capitulo 8. Bibliografía	80

Capítulo 1. Introducción y Objetivos

1.1 introducción.

Hoy en día la electricidad es un pilar fundamental del diario vivir de las personas, básicamente, para todo lo que hacemos esta la electricidad involucrada. Por ejemplo, en el accionamiento de las ampollas eléctricas, el uso de los electrodomésticos en las casas, para el uso de algunos medios de transportes, como también el accionamiento de maquinaria industrial, también centros de salud y en colegios. Es por eso por lo que es fundamental poseer sistemas de energía de accionamiento eléctrico en caso de algún desperfecto producido por múltiples factores como son un apagón general del sistema, o algún fenómeno natural externo que genere el corte del suministro eléctrico.

Los grupos electrógenos resuelven este problema, ya que dan un respaldo al corte del suministro, tienen la ventaja de funcionar en cualquier momento, en cualquier lugar donde se requiera y con una gama de potencias muy variadas que son utilizadas principalmente para hacer funcionar lo que el cliente crea que sea de mayor importancia en el lugar donde se ubique.

Al pasar el tiempo las tecnologías involucradas en los grupos electrógenos van mejorando en distintos aspectos, cada día aparecen grupos electrógenos más eficientes con el medio ambiente, de tamaños más pequeños teniendo una misma potencia, también con una disminución de ruido y un sinfín de pequeños cambios que lo hacen mejorar en todo aspecto.

En Chile el aumento de certificaciones cada año es más alta, según la superintendencia de electricidad y combustibles SEC en el año 2017 aumento de 20.014 a 25.096 la cantidad de certificaciones de grupos electrógenos. Con esto se verifica que el uso de grupos electrógenos va en aumento ya que cada vez más se hace más indispensable esta tecnología a pesar de que existen muchos otros que trabajan sin ninguna certificación. Lo importante de poder tener certificado los grupos electrógenos es llevar un catastro de la cantidad total que trabajan en el país, que tan negativamente afecta al medio ambiente y también algo importante es saber que

trabajen bajo las estrictas medidas de seguridad que se necesitan, para evitar accidentes de cualquier índole.

Dada la importancia de estas instalaciones eléctricas, es necesario tener normas y técnicas para un buen funcionamiento, para así no evitar accidentes que se puedan prevenir siguiendo los cuidados adecuados.

Este proyecto, busca hacer el estudio del diseño de la instalación de un grupo electrógeno en las dependencias de la escuela de Ingeniería Mecánica, para ello se analizará el lugar de la instalación, las condiciones del grupo electrógeno, las normas que todo esto conllevan como los costos asociados. Con esto se busca tener un respaldo en caso del corte del suministro eléctrico, para que así la Escuela de Ingeniería Mecánica siga funcionando sin ningún problema.

Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Realizar un proyecto de instalación de un grupo electrógeno para la Escuela de Ingeniería Mecánica PUCV, para suministrar energía eléctrica en caso de emergencia, con sus normas aplicables y todo lo que conlleva hacer una instalación de tal envergadura.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las condiciones del grupo electrógeno existente.
- Ver y analizar las normas específicas propias de la instalación del equipo.
- Analizar todo lo involucrado sobre la obra civil para la instalación del equipo y diagnosticar el equipo existente.
- Toma una decisión y evaluar económicamente el proyecto.

Capítulo 2. Antecedentes

2.1 ¿Que es un grupo electrógeno?

A simple rasgos un grupo electrógeno es una máquina generadora de electricidad, compuesta de un motor a combustión interna que mueve un generador eléctrico. Es decir, transformara energía química contenida en el combustible a energía mecánica en el eje del motor, y luego en energía eléctrica gracias al alternador. Los grupos electrógenos además poseen elementos auxiliares que son para su correcto funcionamiento como es el tablero de control, el chasis o soporte que es donde descansa el grupo electrógeno, además algunos grupos electrógenos poseen cámaras insonoras para evitar los altos decibeles producidos por el motor.

A continuación, en la figura 1 se representa de forma esquemática las partes que componen un grupo electrógeno.

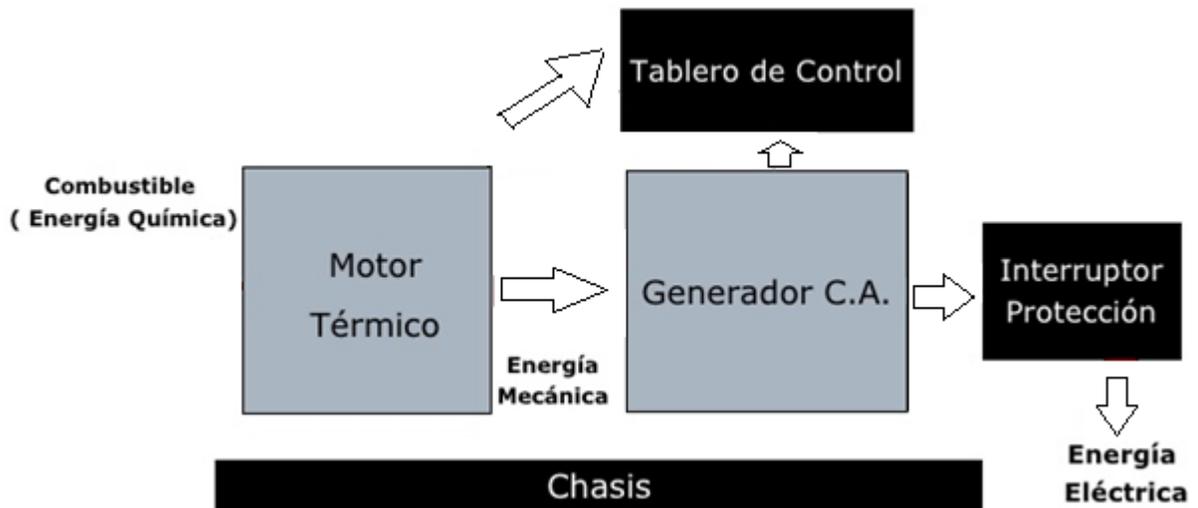


Figura 1: Representación general de un grupo electrógeno.

Su uso es bastante amplio y es una alternativa a la generación de electricidad. Se tienen 3 aplicaciones principales:

- Grupos electrógenos de emergencia: estos suplen de energía eléctrica en caso de interrupciones no programadas en el sistema. Estos pueden funcionar automáticamente después del corte, o manualmente mediante un operario. Este tipo de grupo electrógeno está principalmente destinado a zonas donde hay una densidad de personas grande como hospitales, centros universitarios, supermercados, aeropuertos, centros comerciales, cárceles, estadios e instalaciones deportivas, restaurantes, industrias, hoteles, etc. Esto se debe a la importancia de permanecer al resguardo en caso de algún accidente provocado por el corte.
- Grupos de servicio continuo: proporcionan ininterrumpidamente energía en donde se necesite, aquí el grupo electrógeno funciona como única fuente de energía, muy utilizado, por ejemplo, en embarcaciones marítimas.
- Cogeneración: permite a las industrias con energía sobrante acoplarse a la red y vender su excedente.

Por otro lado, los grupos electrógenos técnicamente y comercialmente se clasifican en portátiles y estacionarios de acuerdo con su aplicación:

- Portátiles: pueden ser transportados de un lugar a otro sin mayor dificultad, idealmente para faenas de construcción, pero también para servicio de cualquier tipo. Tienen una limitación en horas de funcionamiento dependiendo del tamaño del estanque de combustible y su consumo.
- Estacionarios: sirven de respaldo en procesos importantes en donde realmente se necesite la energía en todo momento. Este último es el de mayor importancia en el sector industrial ya que asegura un continuo funcionamiento al poseer sistemas de almacenamiento de combustible de grandes dimensiones, permitiendo el suministro de energía en donde se necesite alta demanda energética.

2.2 Partes que conforman el grupo electrógeno.

2.2.1 Motor

El motor representa la fuente de energía mecánica necesaria para girar el alternador.

Los motores fabricados por ALSTHOM usan como combustible diésel, y son motores de 4 tiempos, enfriados por aire y con inyección directa.

ALSTHOM es una corporación francesa iniciada en el año 1928 y se dedicaban principalmente a la construcción de locomotoras impulsadas por motores diésel y eléctricos, como también centrales y componentes eléctricos.

Entre los años 1961 y 1975 se construyeron estos motores modelos Dieselair 120 para grupos electrógenos con 10 y 12 cilindros en V, y también motores para maquinarias agrícolas más pequeños modelos Dieselair Agrom con motores de 2,3,4,6 cilindros en línea y motores V8.

Esta marca desde sus inicios a pasado por varios cambios administrativos y a crecido su imperio hasta llegar a la actualidad donde dejaron la fabricación de motores para dedicarse solo a los ferrocarriles (Metro) y turbinas a vapor. Actualmente la marca cambio su nombre a ALSTOM y es líder mundial en transporte.

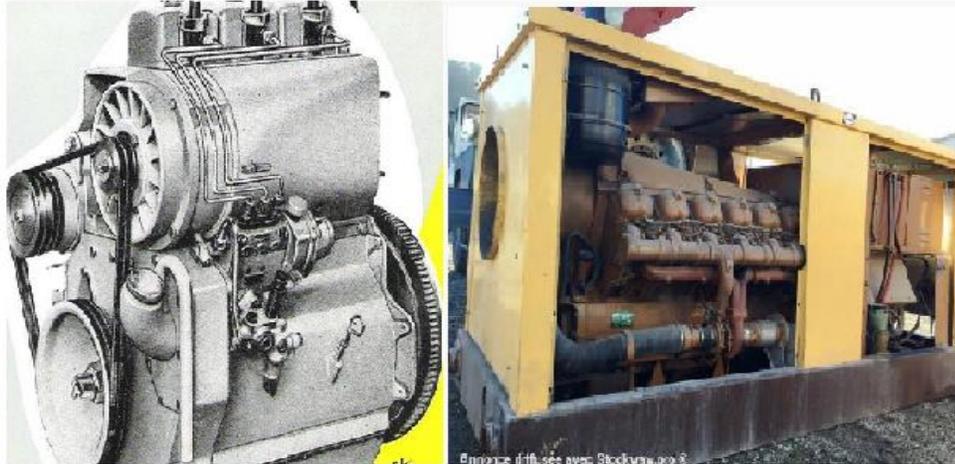


Figura 2: A la izquierda motor modelo Dieselair Agrom de 3 cilindros y a la derecha modelo Dieselair 120 de 12 cilindros utilizado para grupo electrógeno con cámara insonora. Fuente: manual de instrucciones de uso y mantenimiento, Dieselair agrom,

Como se aprecia en la figura 2, existe una amplia gama de motores diésel que satisface todas las necesidades que se requiera, desde pequeños tractores agrícolas hasta grandes motores utilizados en grupos electrógenos, como también en actividades ferroviarias y embarcaciones marítimas.

El motor diésel a diferencia del motor a gasolina no usa chispa para su funcionamiento, sino que la mezcla explota gracias a las altísimas presiones que se generan en la cámara de combustión.

2.2.1.1 Componentes generales de un motor diésel.

Los motores son elementos que están compuestos de múltiples piezas, fijas y móviles las cuales cada una dan el funcionamiento total del motor que es entregar energía mecánica para utilizarla en lo que se estime conveniente.

A continuación, se presentan los principales componentes que conforman el motor ALSTHOM modelo DieselAir 120.

Culata: la culata es el extremo superior cerrado, y a menudo desmontable de los motores. En ella están presentes una serie de elementos como válvulas, guías, resortes, balancines y una serie de ductos que para los motores enfriados por agua sirven de circulación del refrigerante, en cambio para este tipo motores que poseen enfriamiento por aire los ductos desaparecen ya que se emplean aletas, lo cual hace su diseño más simple y se construyen de materiales ligeros de buena resistencia mecánica como aleaciones de aluminio. En la figura 3 se observan las aletas refrigerantes para eliminar el calor y también elementos presentes acoplados a la culata.

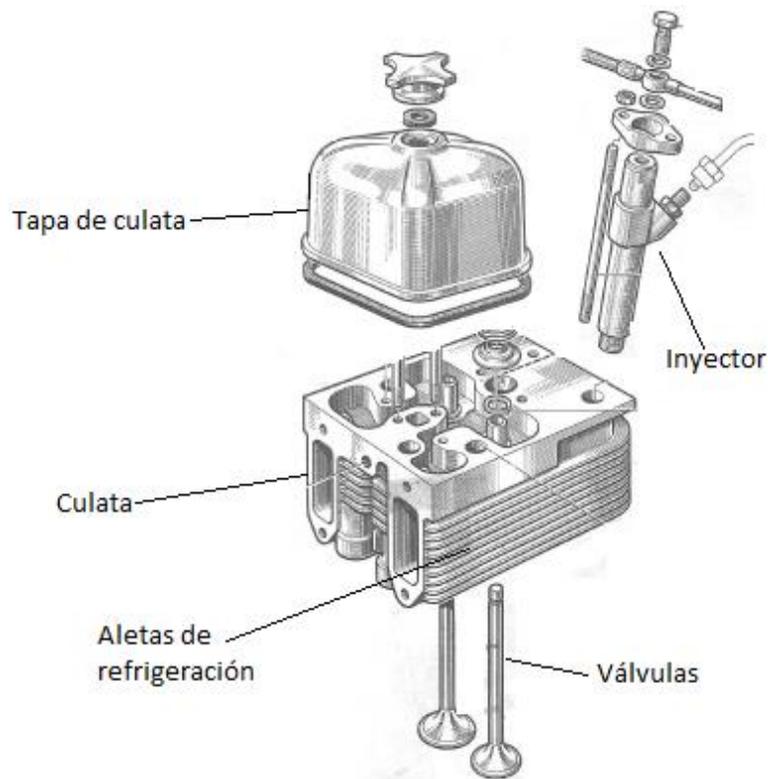


Figura 3: Culata tipo individual para motores Alsthom Dieselair. Fuente: Documento plan de engrase para motores Dieselair 120 y Agrom, 1967.

Bloque y cilindros: el block o bloque es la estructura central del motor, en el van alojados los cilindros, cigüeñal, árbol de levas y la mayoría de los componentes. Todas las partes del motor se montan en él. Esta construido de hierro fundido de alta resistencia.

Los cilindros del motor son las piezas por donde los pistones deslizan desde iniciada la marcha. Para motores enfriado por agua los cilindros son una parte interna del bloque con una serie de ductos por donde circula el refrigerante. Los motores Alsthom Dieselair al ser enfriados por aire tienen cilindros que se desmontan unidos por 4 tornillos tipo espárrago que unen el conjunto block, cilindro y la culata.

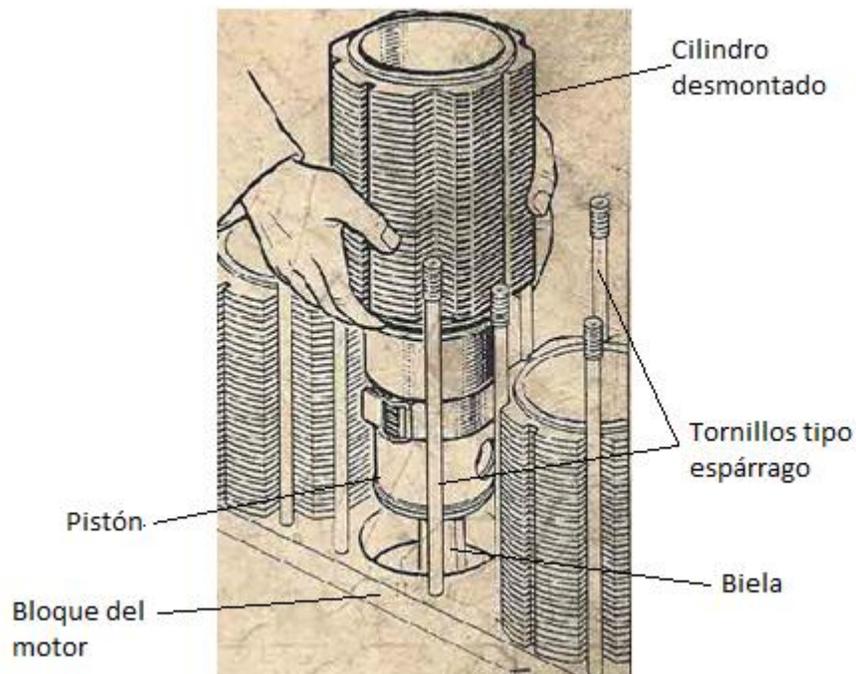


Figura 4: Bloque de motor y partes que lo conforman. Fuente: Documento plan de engrase para motores Dieselair 120 y Agrom, 1967.

Radiador de aceite y cárter: el cárter básicamente es un depósito que va en la parte baja del motor y contiene el aceite para lubricar todos los elementos móviles que componen el motor. La bomba aspira el aceite y lo impulsa a través del radiador para luego pasar por un filtro de aceite que finalmente llega a las piezas que se deseen lubricar.

El radiador de aceite se ubica donde van instalados los cilindros del motor para que el mismo aire impulsado por el ventilador sirva de refrigerante.



Figura 5: Depósito de aceite y radiador de motor Alsthom Dieselair 120.

Pistón y biela: el pistón es un embolo que se ajusta a la biela por medio de un pasador llamado bulón y va fijado por seguros tipo seeger que impiden el movimiento axial del propio bulón, pero a la vez pueda girar. La biela se encarga de transmitir el movimiento desde el pistón al cigüeñal y se construyen de aleaciones de acero y algunas veces aceros forjados para resistir los altos esfuerzos producidos por la combustión. Además, el pistón posee ranuras para anillos que cumplen funciones importantes a la hora del proceso de combustión como es poder dar hermeticidad a la cámara de combustión minimizando la distancia entre el pistón con la pared del cilindro.

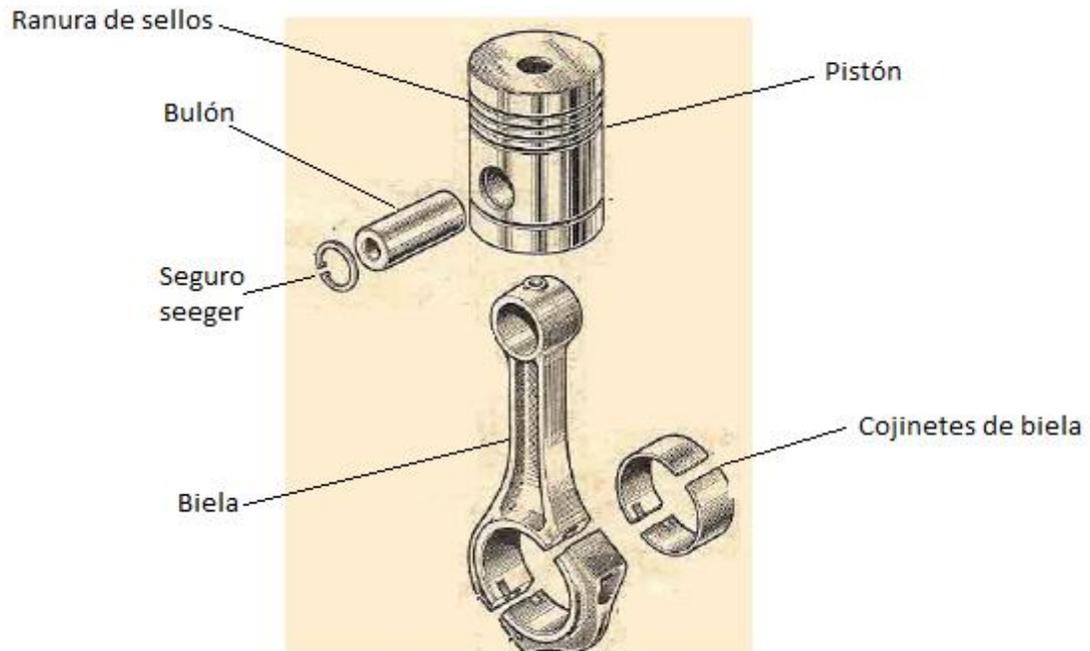


Figura 6: Conjunto biela y pistón. Fuente: Documento plan de engrase para motores Dieselair 120 y Agrom, 1967.

Fluidos: existen una serie de fluidos que recirculan por el motor que cumplen papeles importantes en el desempeño del motor entre ellos están:

- Lubricante: los lubricantes son esenciales en las piezas móviles o que estén en contacto una con otra, con ello se evita los desgastes producidos por el roce de las piezas, también disipa el calor bajando su temperatura por medio del radiador y además extrae material desprendido por el uso del motor o suciedad acumulada. El lubricante circula por conductos interiores del motor llegando a todas las zonas que requiera lubricación como son el cigüeñal, árbol de levas, balancines y engranajes, todo esto mediante una bomba de aceite conectada al cigüeñal por medio de engranajes helicoidales ubicada en el cárter. Los motores Dieselair utilizan aceite SAE 20 para climas fríos y SAE 30 para climas cálidos.

- Combustible: son principalmente refinados de petróleo y su función es entregar la energía química para luego mediante la combustión transformarse en energía mecánica. Existe una serie de combustibles para distintas aplicaciones, el más común es el diésel y la gasolina para motores. Los motores Dieselair pueden utilizar como combustible kerosene, fuel-oíl, pero el mas utilizado es el diésel.

Bomba inyectora: la bomba inyectora es el mecanismo encargado de elevar la presión del combustible del circuito para que al momento de ser inyectado en el motor este pulverizado a tal punto que se produzca una autoignición del combustible al entrar en contacto con el aire comprimido caliente. Las bombas inyectoras se usan en motores diésel ya que los motores a gasolina usan una bomba eléctrica que eleva la presión de la gasolina entre 3 y 5 bar a los inyectores y mediante una chispa detone el combustible, que a diferencia del motor diésel este detona por la elevada presión que se genera en la cámara. Estas bombas inyectoras en línea utilizan émbolos o pistones que comprimen el combustible mediante el accionamiento de un eje de levas conectado al cigüeñal por engranajes. La bomba inyectora utilizada por los motores ALSTHOM son marca SIGMA de procedencia francesa y se descontinuaron hace mas de 30 años por lo cual repuestos ya no existen, ya que a diferencia de las bombas inyectoras de BOSCH utilizaban pistones de mayor diámetro



Figura 7: Bomba inyectora S.I.G.M.A 12 cilindros con regulador S2.

Sistema de refrigeración: es el sistema encargado de mantener la temperatura del motor en óptimas condiciones extrayendo el calor para que no se produzcan sobrecalentamientos que generarían posibles deformaciones o grietas. Por un lado, se utilizan refrigerantes líquidos por su buena conductividad térmica. Existen además sistemas de refrigeración por aire como es el caso de los motores Dieselair. En este tipo de motores el diseño es apto para que el aire circule por las piezas críticas que generan altas temperaturas como son los cilindros, la culata ya que estos poseen aletas refrigerantes que permiten una mayor disipación del calor. Al no usar agua como refrigerante una de las ventajas es que se alcanza rápido la temperatura de trabajo, además no habrá problemas de corrosión en el interior del motor.

El movimiento del ventilador se genera por medio de 3 correas que son movidas por una polea conectada al cigüeñal del motor, estas poleas además mueven el alternador.

Con este mecanismo el aire constantemente barrero las zonas que requieran ventilación ya que mientras el motor este funcionando, el ventilador también lo hará.

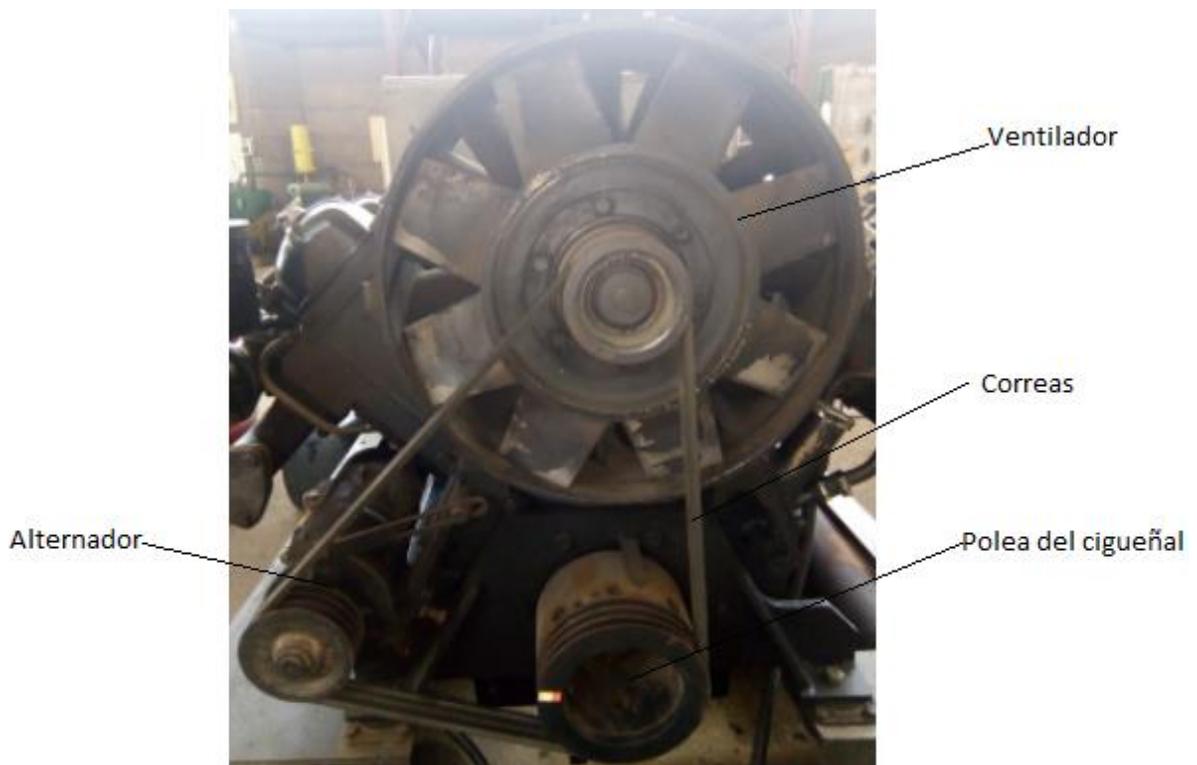


Figura 8: Ventilador y accesorios de motor Dieselair 120.

Tuberías de aire y silenciador: los motores, principalmente los motores diésel producen altos niveles de ruido al ambiente perjudicando el entorno que lo rodea, es por eso que es necesario el uso de silenciadores de escape para atenuar el ruido. Los motores Dieselair poseen silenciadores en cada salida del múltiple de escape atenuando el ruido. Como se aprecia en la figura 9 se ve el múltiple de admisión que es el encargado de llevar el aire previamente pasado por un filtro para llegar a la cámara de combustión.



Figura 9: Silenciador y múltiples de admisión y escape del motor Alsthom Dieselair 120.

2.2.2 Generador eléctrico (alternador).

Un generador de electricidad es la fuente de energía de los sistemas eléctricos, estos proporcionan potencia eléctrica en sus terminales que pueden provenir de algún tipo de energía como mecánica, térmica o química. Existen 2 tipos de generadores eléctricos básicos los cuales son:

- Dínamo: es un tipo de generador eléctrico que proporciona corriente continua en sus terminales.
- Alternador: generador eléctrico que proporciona corriente alterna y es el utilizado para la generación de energía eléctrica en centrales eléctricas.

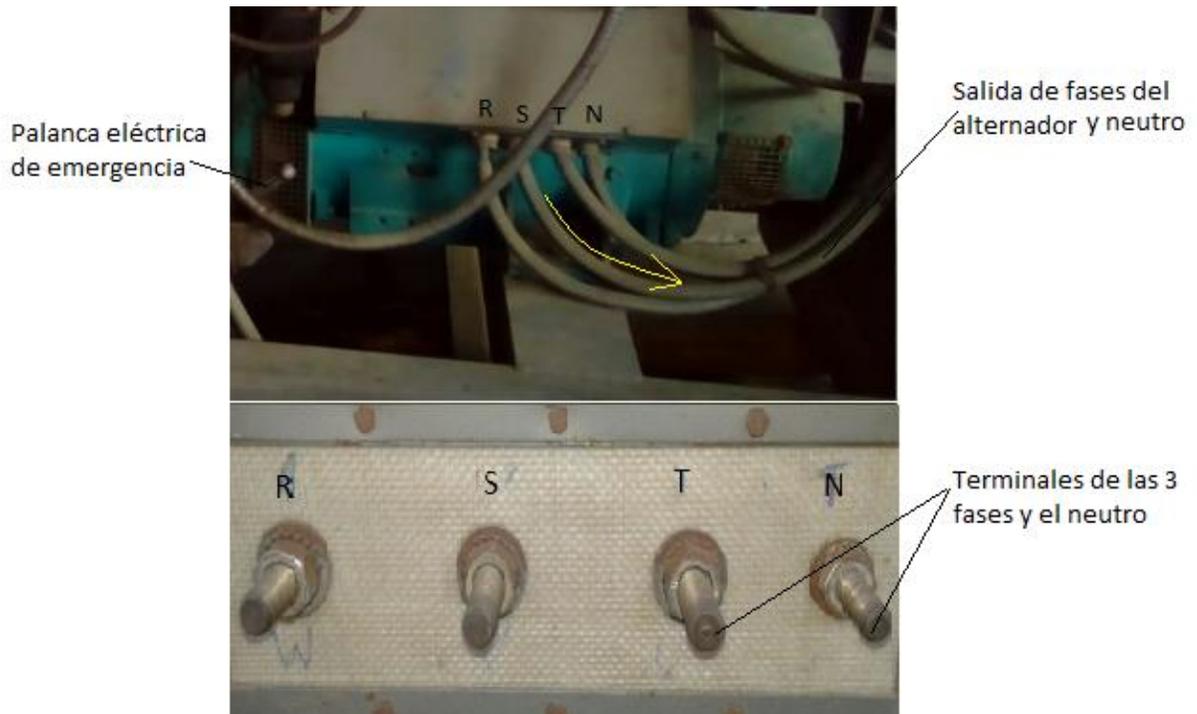


Figura 10: Alternador trifásico Alsthom-Unelec de 140 KVA.

Esta filial francesa Alstom-Unelec se creó en el año 1965 para la construcción de productos eléctricos de baja tensión. Actualmente Unelec vende productos eléctricos de menor tamaño.

Como se observa en la figura 10 superior del alternador salen 3 cables de fase y 1 cable neutro, por lo que se concluye que su conexión es del tipo estrella. En la figura de abajo también se observa la salida de los terminales de las 3 fases y el neutro que están ubicados al costado derecho del panel eléctrico para abastecer a las cargas.

2.2.3 Panel de control

El panel de control tiene la función de poder manipular el grupo electrógeno y observar sus parámetros de uso. El panel viene con todo lo necesario para poder manipular y ver los parámetros de acuerdo con las condiciones en las que va a trabajar como son corrientes, voltajes, frecuencia, funcionamiento automático o manual para este caso.

Está compuesto de una serie de sensores conectados a partes del motor o del generador que dan una lectura del uso. Los paneles más actuales poseen pantallas LCD para una lectura más precisa de la medición con poco margen de error.

El grupo electrógeno Alsthom al ser antiguo posee en su mayoría relojes de lectura análogos.

Al costado derecho del panel eléctrico están las salidas de las 3 fases y el neutro para su utilización.



Figura 11: Panel grupo electrógeno Alsthom Dieselair 120.

2.3 Normas

En las industrias o lugares donde se lleven a cabo procesos que involucren personas, es necesario tomar medidas drásticas para la prevención de accidentes u otro suceso indeseable. Para eso existen las normas que regulan como se realizan distintos procesos, trabajos u operaciones de distinto tipo. Para cada tipo de proceso u operación existen normas específicas y los grupos electrógenos no son la excepción ya que deben cumplir normas mínimas para su buen funcionamiento.

Las normas que se destacan en los grupos electrógenos abarcan 3 puntos. Uno es el tema eléctrico, otro el ruido generado principalmente por el motor a combustión y finalmente la emisión de gases y partículas.

A continuación, se detallarán las normas nacionales aplicables para los grupos electrógenos.

2.3.1 Emisiones de ruido

Los grupos electrógenos mediante el motor a combustión interna principalmente generan altos niveles de ruido a su alrededor, generando malestar en las personas, es por eso por lo que se tomaron medidas al respecto y se formularon normas para poder regular los niveles máximos de ruido. A continuación, se detallará el decreto supremo 38/2011 que hace hincapié a la emisión de ruidos.

El **decreto supremo 38/2011** regula los niveles máximos permitidos de ruido en el ambiente mientras se realiza alguna actividad. Ruidos muy altos generan problemas en las personas desde la sordera hasta problemas de irritación y cansancio, es por eso por lo que se debe tener en cuenta al momento de instalar el grupo electrógeno o cualquier otro tipo de generador.

Este decreto se divide en artículos en donde se especifica cada fuente emisora, para este caso, el artículo 6° específicamente el punto 4 detallado en el **ANEXO 1** señala instalaciones de educación como son las universidades.

Se debe seleccionar la zona para así poder hacer comparación con los decibeles emitidos por el grupo electrógeno, estos se dividen en 4 zonas principales además de la zona rural las cuales son:

Zona I: Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y algún de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.

Zona II: aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona I, Equipamiento de cualquier escala.

Zona III: aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.

Zona IV: aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de Actividades Productivas y/o de Infraestructura.

Zona Rural: aquella ubicada al exterior del límite urbano establecido en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo.

Para el caso en estudio, que se está en una infraestructura energética (grupo electrógeno), generando energía eléctrica para el normal funcionamiento de algún posible corte interrumpiendo la actividad normal, y según el artículo Art. 6° punto 10 ver **ANEXO 2** una instalación de generación cae dentro del grupo de infraestructura energética lo que señala en la zona IV.

En el artículo 7° del mismo decreto se especifica el nivel de ruido en decibeles máximo para cada zona.

Niveles Máximos Permisibles De Presión Sonora Corregidos (Npc) En db (A)		
	de 7 a 21 horas	de 21 a 7 horas
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70

Tabla 2: Decibeles permitidos. Fuente: Decreto Supremo 38/2011.

Es necesario medir los decibeles del grupo electrógeno para que el entorno de los vecinos no les genere malestar alguno. En la figura 12 se puede apreciar mediante la línea roja, la cercanía que va a estar el grupo electrógeno con el entorno de los vecinos, menos de 10 metros los separan uno de otro. La flecha roja indica la posición más desfavorable que puede estar instalado el grupo electrógeno. Se eligió ese lugar principalmente por la cercanía al panel principal eléctrico, y por la buena ventilación que genera para la disipación de calor y eliminación de gases.

El organismo regulador que fiscaliza esta norma es el servicio de evaluación ambiental SEA.



Figura 12: Ubicación del grupo electrógeno desde la calle solidaridad a la casa más cercana.

Fuente: Google Maps.

2.3.2 Declaración de emisiones (DS138/05).

La gran mayoría de los grupos electrógeno usan Diésel como combustible en su motor, que genera productos indeseados y tóxicos para el medio ambiente. Estos perjudican el ambiente en donde las personas están inmersas, es por eso por lo que es necesario hacer uso de las normas.

A continuación, se especifica el material que se expulsa al ambiente por el tubo de escape los motores diésel.

- Material particulado (MP), compuesto en gran parte por hollín, debido a la combustión incompleta del combustible.
- Óxidos de nitrógeno (NOx), debido al nitrógeno presente en el aire que reacciona con el oxígeno a altas temperaturas.
- Monóxido de carbono (CO) e Hidrocarburos (HC), debido a la combustión incompleta del combustible.
- Dióxido de azufre (SO₂), proveniente del azufre presente en el combustible.
- También posee en menor cantidad CO₂, vapor de agua (H₂O), oxígeno y nitrógeno.

El **decreto 138/05** ver **ANEXO 3** establece la obligación de declarar las emisiones, mediante un formulario que se completa y se valida enviándolo al organismo regulador el cual es el ministerio de salud. El artículo 2° del mismo decreto nombra las fuentes fijas que estarán afectos a este artículo:

- 1) Calderas generadoras de vapor y/o agua caliente
- 2) Producción de celulosa
- 3) Fundiciones primarias y secundarias • centrales termoeléctricas
- 4) Producción de cemento, cal o yeso
- 5) Producción de vidrio
- 6) Producción de cerámica
- 7) Siderurgia
- 8) Petroquímica

- 9) Asfaltos
- 10) Equipos electrógenos

Esta información también puede ser declarada mediante un formulario electrónico en un sitio web (<http://www.declaracionemision.cl>) en donde automáticamente el sistema web generara un certificado notificando la realización con los antecedentes aportados y validando que la empresa ha cumplido con lo estipulado en el decreto supremo DS138/05. Este no es el término de la validación ya que los datos deben ser analizados y validados respectivamente por el personal certificado.

2.3.3 NCH Elec. 4/2003 y otras normas eléctricas

La superintendencia de electricidad y combustible (SEC) es la más importante agencia pública responsable de supervigilar el mercado de la energía. Esta consta con una serie de normas que garantiza todas las actividades vinculadas al sector eléctrico.

La norma NCH Elec 4/2003 tiene como fin fijar las condiciones mínimas de seguridad en instalaciones eléctricas de baja tensión, de manera de mantener la seguridad a las personas que operan o hacen uso de las instalaciones, también para preservar el medio ambiente en donde se construirá la instalación eléctrica.

Por otro lado, la norma **NSEG 8.75** que es la encargada de fijar los niveles de tensión de los sistemas e instalaciones eléctricas. especifica y diferencia los tipos de niveles de tensión ver **ANEXO 4**, y especifica que la tensión bajo los 1000 v y sobre los 100 v se considera baja tensión.

En esta misma norma indica mediante la tabla 3 los valores de tensión nominal normal para instalaciones trifásicas de baja tensión.

Tensión Nominal del Sistema (V)
220/380
500
660

Tabla 3: Tensiones nominales de baja tensión. Fuente: norma NSEG 8.75

En los establecimientos educacionales como son las universidades los principales tipos de tensiones a utilizar es 220/380. Por un lado, la tensión de 220 v generalmente

se aplica a todos los electrodomésticos, luces, motores monofásicos, herramientas eléctricas, instalaciones eléctricas domiciliarias.

La tensión de 380 volts se utiliza principalmente en las industrias en donde se requiera una mayor tensión y corriente como son las maquinas principalmente para mover sus motores eléctricos, como son máquinas de herramienta, bombas, compresores, también se utilizan en asesores.

La escuela de ingeniería mecánica cuenta con un taller en donde dispone de muchas máquinas como las mencionadas anteriormente por lo cual requiere una tensión de 380 v, además cuenta con salas, oficinas, baños, bodega donde requiere tensión de 220v.

Entrando en detalle a la norma **NCH Elec 4/2003** se especifica en el punto 14 ver **ANEXO 5** los distintos tipos de sistemas de autogeneración.

En él se menciona los sistemas de emergencia y sus distintos fines al que están destinados ver **ANEXO 6**, entre uno de ellos están los recintos educacionales que es al grupo que pertenece la Escuela de Ingeniería Mecánica ya que alberga una cantidad significativa de personas, entonces se necesita resguardar la seguridad de las muchas actividades que se pueden hacer en una universidad como es este caso.

En los siguientes puntos de la norma NCH Elec 4/2003 es necesario seleccionar cuanto es el tiempo de interrupción de energía que puede tolerar el recinto donde alberga el sistema de emergencia a utilizar **ANEXO 7**, para este caso bastaría con estar en el grupo 2 que no tolera interrupciones sobre los 15 segundos, ya que no se están efectuando actividades vitales como es el caso de un hospital, pero aún se requiere un periodo corto de tiempo para resguardar las actividades realizadas en caso de alguna interrupción producto de algún fenómeno más grave como puede ser un movimiento sísmico u otro fenómeno importante.

Finalmente, y dependiendo de la necesidad se clasifican los sistemas de emergencia y el tipo de alimentación que abastece los sistemas de emergencia, en el cual está el motor generador, como se indica en el **ANEXO 8** este señala las características que deben poseer estos equipos al momento y circunstancias en que trabajan. Especifica que, si los grupos electrógenos son destinados a servir sistemas del grupo 2, estos deben contar con equipos de control que asegure su funcionamiento automático en

caso de corte del suministro eléctrico, además de contar con un suministro de combustible tal que pueda funcionar 90 minutos sin interrupciones.

Todo el trabajo realizado bajo las normas de electricidad debe ser fiscalizado por un técnico calificado que pueda responder sobre la calidad y seguridad del trabajo realizado. El personal específico para esa labor son instaladores eléctricos acreditados ante la superintendencia de electricidad y combustible (SEC), estos cuentan con distintos tipos de licencia que certifican la labor al que son especializados.

Capítulo 3. Diagnóstico del grupo electrógeno existente

La Escuela de Ingeniería Mecánica al ser un establecimiento educacional debe poseer un suministro de emergencia según la NCH Elec. 4/2003. Para este caso en específico llegó a la escuela un grupo electrógeno que fue dado de baja por parte de otra sede de la misma universidad.

El grupo electrógeno existente posee muy poca información, según lo conversado con un ex profesor de la escuela que les realizaba las mantenciones a los grupos electrógenos de todas las sedes de la universidad, toda la información escrita con respecto a sus posibles mantenciones, conexiones eléctricas, estado de los equipos, fueron desechadas. A continuación, se especificará la información disponible que se puede obtener mediante la observación del grupo electrógeno y material bibliográfico encontrado.

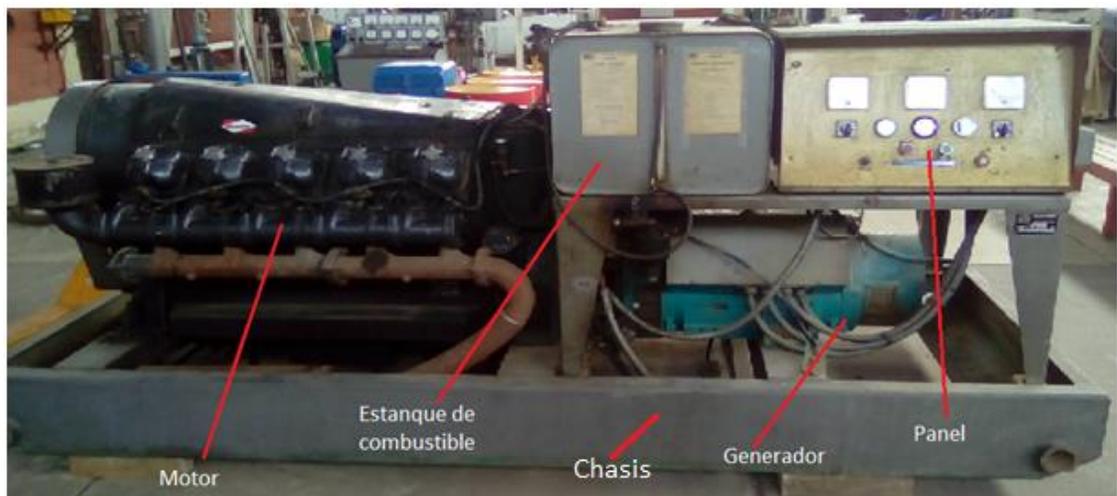


Figura 13: Partes principales que conforman el grupo electrógeno.

3.1 Datos del grupo electrógeno existente

Como se mencionó anteriormente en la escuela de ingeniería mecánica hay a disposición un grupo electrógeno que funcionaba en el edificio Monseñor Gimpert PUCV, este funcionaba de emergencia para abastecer de energía algún corte de suministro de la red eléctrica. Se le hacían mantenciones anuales, inspeccionando estado de filtros de aceite, aire y combustible, también si lo necesitara se cambiaba el aceite dependiendo de las horas de servicio.

Se indagó sobre documentación relacionada con el grupo electrógeno y sus partes, como así las mantenciones que se le realizaban, pero no existe ningún registro. Por esto, toda la información expuesta es obtenida por investigación de personas involucradas en los procesos de mantención del grupo electrógeno, también la información visual disponible en el propio grupo electrógenos, como son sus datos, accesorios que posee, etc. También algunos documentos bibliográficos obtenidos en diferentes fuentes.

A continuación, se especificarán los datos más relevantes propios del motor como del generador, y también ver el estado de sus partes.

3.1.1 Datos del motor: el motor es marca ALSTHOM de procedencia francesa, fabricado en el año 1975. Actualmente la marca cambio su nombre a Alstom y dejo la construcción de motores para dedicarse a los ferrocarriles y turbinas a vapor principalmente. Según el horómetro el motor posee 9600 horas de uso.

A continuación, en la tabla 4 se identifican los datos recopilados en la placa del motor y bibliografía.

Marca	Alsthom
Type	V10
Geometría	V
N° cilindros	10
Tipo de aspiración	Natural
N° de tiempos	4
Tipo de enfriamiento	Por aire
RPM	1500
Tipo de inyección	Directa
Potencia en kW	125 [kW]
Potencia en hp	167 [hp]

TABLA 4. Fuente Christian Rodríguez, Estudiante Ingeniería Mecánica PUCV.

El motor está compuesto por 10 cilindros en V, es refrigerado por aire impulsado mediante un ventilador axial que barre todas las zonas críticas de alta temperatura, principalmente los cilindros y la culata que poseen aletas de refrigeración como se muestra en la figura 14.

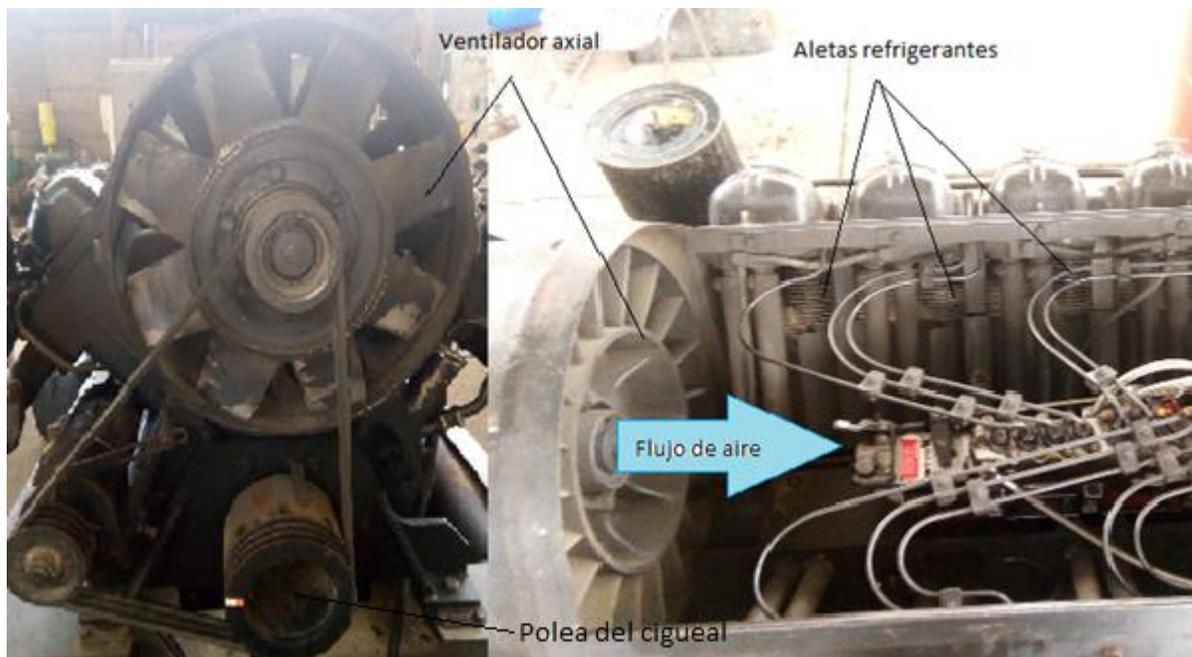


Figura 14. Partes de un sistema de refrigeración por aire (vista frontal y superior) del motor DieselAir 120.

El ventilador es accionado permanentemente mediante correas desde el cigüeñal del motor gracias a poleas.

Por otro lado, como desventaja de estos sistemas de refrigeración es que no es muy precisa la disminución de la temperatura en comparación con el sistema de refrigeración por agua, es por lo que es necesario instalar este tipo de motores en zonas donde haya buena ventilación para que permanentemente exista recambio de aire fresco y no se produzca una falla por calentamiento.

La marca Alsthom fabrico una serie de motores para uso de navegación marítima y fluvial, también en máquinas de agricultura con su modelo Dieselair Agrom con motores en línea de 2, 3, 4 y 6 cilindros y también en el uso de grupos electrógenos de funcionamiento continuo.

3.1.2 Datos del alternador

El alternador es marca Unelec, misma procedencia que el motor Alsthom al que este acoplado, es síncrono ya que trabaja a velocidad constante, en este caso a 1500 rpm. Se pudo obtener información mediante la placa que muestra sus principales características a trabajar. También posee otra placa con información relevante para la mantención de cambio de rodamientos.



Figura 15. Alternador síncrono de grupo electrógeno marca Unelec.

En la figura 16 se observa la información presente en la placa con sus características correspondientes.

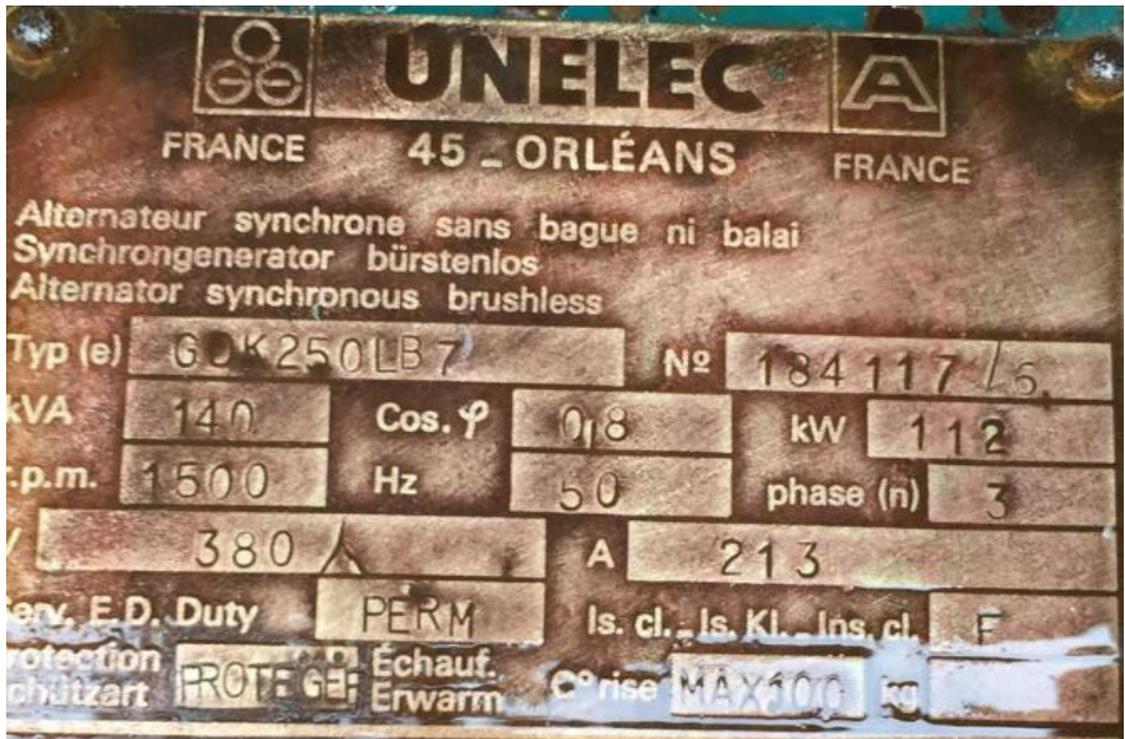


Figura 16. Placa de información de alternador Unelec.

Según la figura anterior se puede asegurar que el alternador es trifásico, conectado en estrella de 140 KVA (112 kW). Posee un factor de potencia de 0,8, y funciona a 1500 rpm y entrega una corriente de 213 amperes. Puede entregar una tensión de 380 si se realizan las conexiones entre línea, y 220 entra una línea y el neutro.

En la salida del panel eléctrico se encuentran los 4 cables, 3 cables conductores y 1 neutro. Con esto se da la opción de poder conectar aparatos que funcionen con 380 V y 220 V.

3.2 Etapas del proceso de diagnóstico.

3.2.1 Panel eléctrico

El panel eléctrico se encarga de facilitar el manejo de los parámetros del motor y el alternador. También facilita la lectura de los datos en tiempo real pudiendo analizar el funcionamiento.



Figura 17: Indicadores del panel eléctrico.

Como se puede apreciar en la figura 17, posee un voltímetro y abajo una llave selectora para cambiar a las distintas tensiones de línea. Al costado derecho se ubica un amperímetro y abajo su llave selectora. Se puede verificar también la frecuencia que no debiese variar de los 50 Hz ya que todos los artefactos en Chile funcionan a esa frecuencia. En el centro del panel posee un horómetro para tener un conteo de las horas de funcionamiento del motor.

Como se puede observar en la figura 18 el panel eléctrico del grupo electrógeno interiormente está en malas condiciones, muchos de los cables no tienen numeración visible como también algunos están cortados. Esto lleva a un posible reemplazo del tablero o reacondicionado si se quisiera utilizar el grupo electrógeno. Otro punto a

considerar es que también la incorporación de un tablero de transferencia automática que el grupo electrógeno no lo posee.



Figura 18: Vista interior del panel eléctrico.

3.2.2 Motor y componentes

Como primer análisis se verifico que el motor no estuviera trabado producto de algún agrietamiento interno entre el pistón y la camisa principalmente. Esto debido a que el grupo electrógeno que no posee ningún tipo de protección insonora estuvo expuesto a la intemperie aproximadamente más de 1 año.

Este proceso se hace manualmente girando la tuerca de la polea del cigüeñal mostrado en la figura 19 mediante una llave de tuerca (dado) y un extensor para facilitar la rotación. Con este sencillo proceso se evaluó que efectivamente el motor no presentaba trabaduras internas y eso se debió a la buena lubricación de los componentes internos debido a las mantenciones básicas correspondientes que se le realizaban como era el cambio de aceite y estado de filtros principalmente, y también si era necesario cambiar algún otro repuesto.

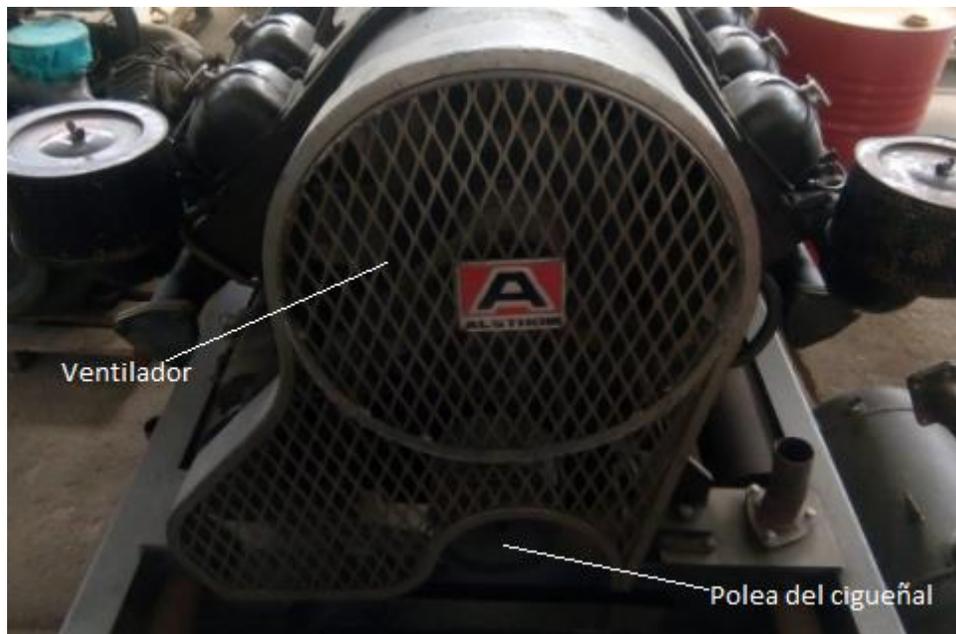


Figura 19. Frente del motor Alsthom DieselAir 120.

3.2.3 Estado del motor de partida y componentes

Para poner en marcha el motor diésel, es necesario que el motor de partida este en óptimas condiciones. Como se mencionó anteriormente el panel no está en buenas condiciones y por lo tanto no se pueden verificar los valores y tampoco poner en marcha con sus respectivas botoneras. Por lo que se decidió sacar el motor de partida y hacerle una prueba de funcionamiento como se muestra en la figura 20 para ir descartando posibles fallos.



Figura 20. Conexión de baterías al motor de partida.

Como se muestra en la figura 26, el motor de partida es de 24 volt, para ello se utilizaron 2 baterías de 12 volt conectadas en serie para obtener el voltaje deseado. Estas baterías estaban disponibles para su utilización en el laboratorio de motores de la escuela.

Uniendo manualmente los dos terminales indicados en la figura 20 (conexión de encendido) mediante cables de prueba se pudo poner en marcha el motor de partida y asegurarse de que el Bendix se encontraba en buenas condiciones, ya que es el mecanismo que hace girar el piñón de ataque y poder acoplarse al volante del motor a combustión para su posterior encendido. Con esta prueba se aseguró que el piñón está en buenas condiciones.

El siguiente proceso fue la instalación nuevamente del motor de partida y la instalación de las baterías como se muestra en la figura 21, pero se reemplazó un switch en la conexión para controlar el accionamiento del encendido y tener seguridad en el proceso.



Figura 21. Conexión directa de las baterías al motor de partida.

Con el procedimiento anterior se pudo analizar si el motor diésel está en condiciones para iniciar la marcha, lo cual no era así, ya que se dio contacto al switch pero sólo giraba el motor de partida sin ningún indicio de encender el motor a combustión, por lo que se siguió analizando algún posible problema.

3.2.4 Sistema de combustible

El siguiente procedimiento a realizar fue el análisis y revisión de todo el circuito de combustible o sistema de alimentación, ya que posee una serie de elementos que es necesario revisar en caso de tener algún desperfecto o impurezas que no dejen circular al combustible.

En la figura 22 se muestra el circuito de combustible con todos los elementos presentes para este caso específico.

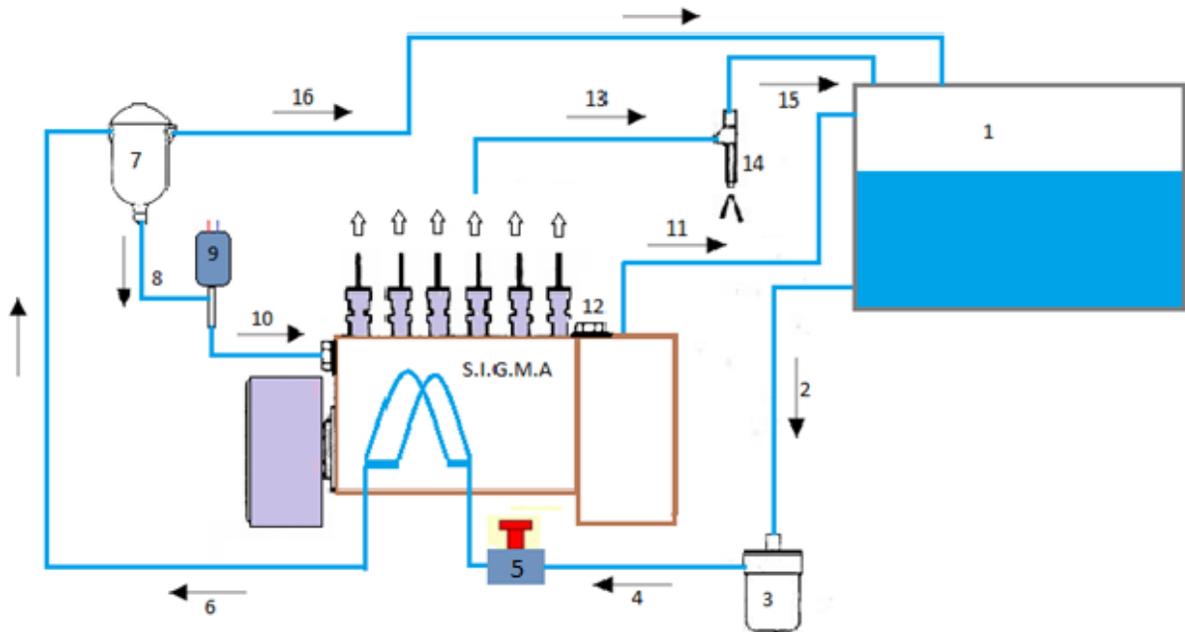


Figura 22. Esquema del circuito de combustible de la bomba inyectora S.I.G.M.A.

Como se muestra anteriormente en la figura 22, el combustible se almacena en un depósito (1) y es aspirado mediante una bomba manual (5) que eleva la presión entre 1 y 2 bar, suficiente para llenar el circuito, pasando anteriormente por un filtro (3) que es la primera barrera al paso de las partículas. Luego de pasar por unos acumuladores y mediante la cañería número 6, llega al segundo filtro en donde se eliminan las posibles impurezas que puede haber dejado el primer filtro, con esto se asegura de que el combustible entra a la bomba inyectora lo más limpio posible. Antes de la entrada del combustible a la bomba inyectora, hay conectada una electroválvula (9) con una entrada (8) y una salida de combustible (10).

Esta electroválvula permanece siempre abierta, pero cuando en sus terminales se aplican 24 volts, la electroválvula se cierra, impidiendo el paso de combustible y por lo tanto actuando como parada de emergencia.

Luego al entrar el combustible a la bomba inyectora esta eleva su presión y sale por las válvulas de impulsión para que mediante las cañerías de alta presión (13), llegue al inyector (14) y pulverice en la cámara de combustión. El combustible sobrante se va por las cañerías de retorno (15) que va hacia el depósito nuevamente, cerrando el circuito. (1).

3.2.5 Proceso de purgado del sistema de combustible

El proceso de purgado es una parte importante en la instancia de poner en funcionamiento la bomba inyectora y sus componentes, ya que asegura de que el circuito de combustible no tenga aire en su interior y así la bomba funcione en óptimas condiciones.

Como primera acción es necesario revisar el nivel y si está bajo, agregar combustible al depósito para que haya suministro continuo en el momento de realizar la aspiración manual.

En la figura 23 se ve parte del circuito de alimentación en donde se señala la dirección que sigue el combustible. Se verificó cada una de las uniones de llegada de las cañerías para observar algún tipo de obstrucción del flujo, soltándolas media vuelta para saber si transita combustible, no se encontró ninguna anomalía ya que en todas ellas había flujo.



Figura 23. Parte del circuito de combustible antes de llegar a la bomba inyectora.

El primer purgado de aire se realizó en el filtro primario de la figura 32, se soltó media vuelta la tuerca superior y mediante el accionamiento de la bomba manual se eliminó el aire que estaba en el circuito. No se observaron burbujas de aire, ya que el depósito nunca dejó de estar con combustible.

El siguiente proceso fue la revisión de la acumulación de residuos de agua en el combustible. Este proceso se realiza en el filtro secundario, ya que en la parte inferior existe un tornillo de purga de agua. El agua al tener una densidad de 1000 kg/m^3 en comparación con los $830\text{-}850 \text{ kg/m}^3$ del diésel, este se deposita en el fondo del filtro, pudiendo eliminarse como se señaló anteriormente.

En la siguiente figura 24 se aprecia el filtro secundario con todas sus cañerías de baja presión, de salida, entrada y retorno de combustible. Soltando la tuerca mariposa inferior se pudo retirar depósitos pequeños de agua que estaban estancados en el fondo del filtro.

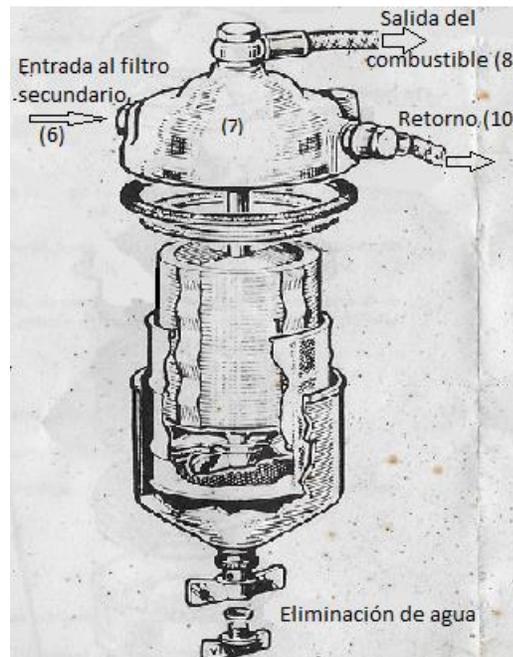


Figura 24. Filtro secundario con eliminador de agua. Fuente: Manual dieselair 316 agrom, motores Alsthom para tractores.

El último proceso en el purgado del circuito de combustible, y el más importante es la eliminación del aire en la bomba inyectora. Esto se realiza soltando media a una vuelta

un perno hexagonal ubicado al final de la última válvula de impulsión como se indica en la figura 25. Esta etapa semejante a la anterior, se hace accionando la bomba manual, y pacientemente observando hasta que el combustible salga libre de burbujas.

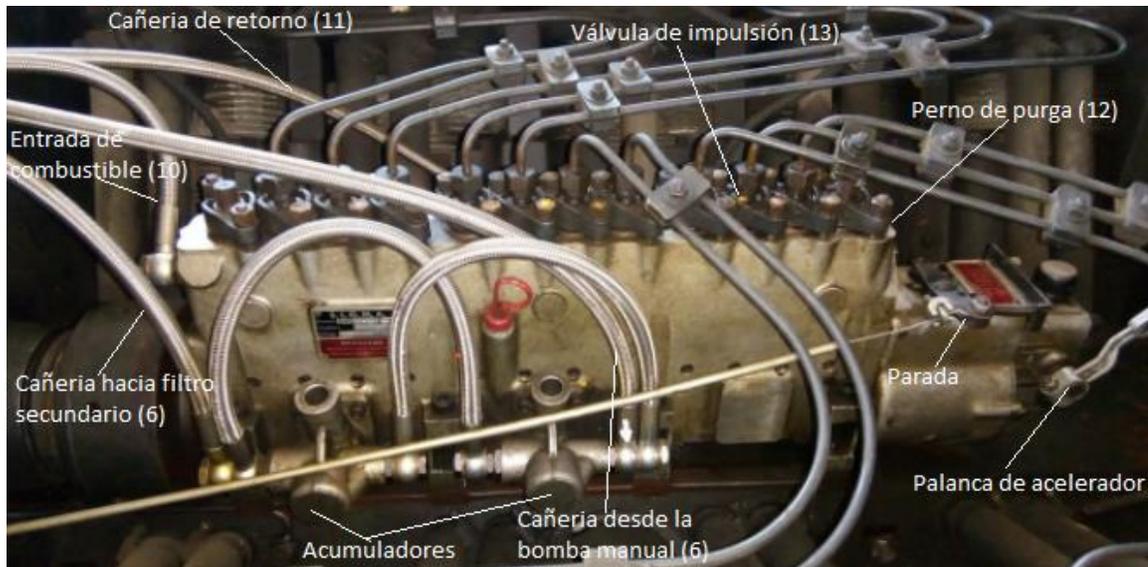


Figura 25. Bomba inyectora S.I.G.M.A con sus cañerías y componentes.

En la figura 26, se puede apreciar la imagen superior donde se puede ver el perno hexagonal nº12, para realizar la purga (12), al costado se ve también la cañería de retorno de la bomba inyectora (11) hacia del depósito.

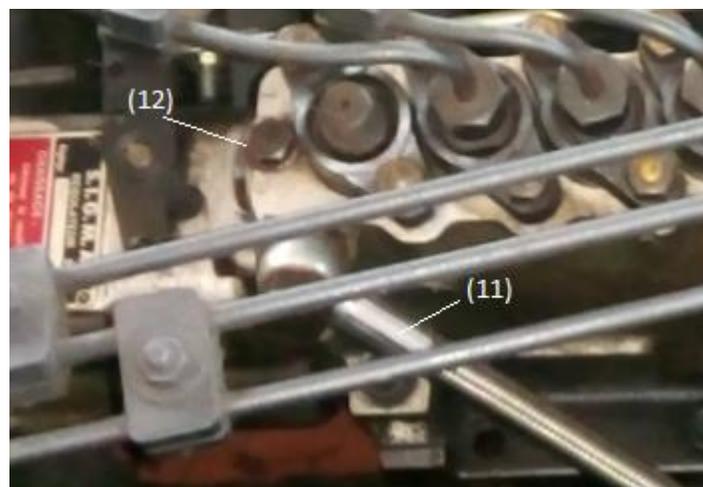


Figura 26. Ampliación de la ubicación del perno de purga.

Finalmente, y después de revisar todo lo anterior, se procede a eliminar el aire de las últimas cañerías antes de llegar al inyector, como se aprecia en la figura 27, estas cañerías salen de la bomba inyectora para llevar el combustible a alta presión, a la cabeza del inyector, donde este pulveriza el combustible en la cámara de combustión.



Figura 27. Parte del motor donde se identifican algunos componentes de llegada del combustible.

Este último proceso se realiza soltando la tuerca n°19 en la cabeza del inyector, girándola media a una vuelta. En esta etapa como viene el combustible desde la bomba inyectora propiamente tal, no es necesario el uso de la bomba manual, siguiendo el procedimiento anterior de la purga de aire. Para este caso, se pone en contacto el motor de partida, accionando el switch instalado anteriormente para que, mediante el movimiento del motor, accione la bomba inyectora e impulse el combustible hacia las cañerías efectuando la eliminación de aire.

Este procedimiento se realizar a todos los inyectores antes de iniciar la marcha del motor, que para este caso se encontraron anomalías descritas en el siguiente apartado.

3.2.6 Detección de problema en el encendido

Después de haber realizado todos los pasos anteriores de eliminación de aire se observó que no llegaba combustible a los inyectores y por lo tanto el motor rotaba, pero no encendía. Esto se pudo analizar al momento de realizar la última purga, ya que se dieron impulsos al motor de partida indicado en la figura 20, y revisando uno por uno las entradas a los inyectores, sólo llegaba combustible al inyector número 10.

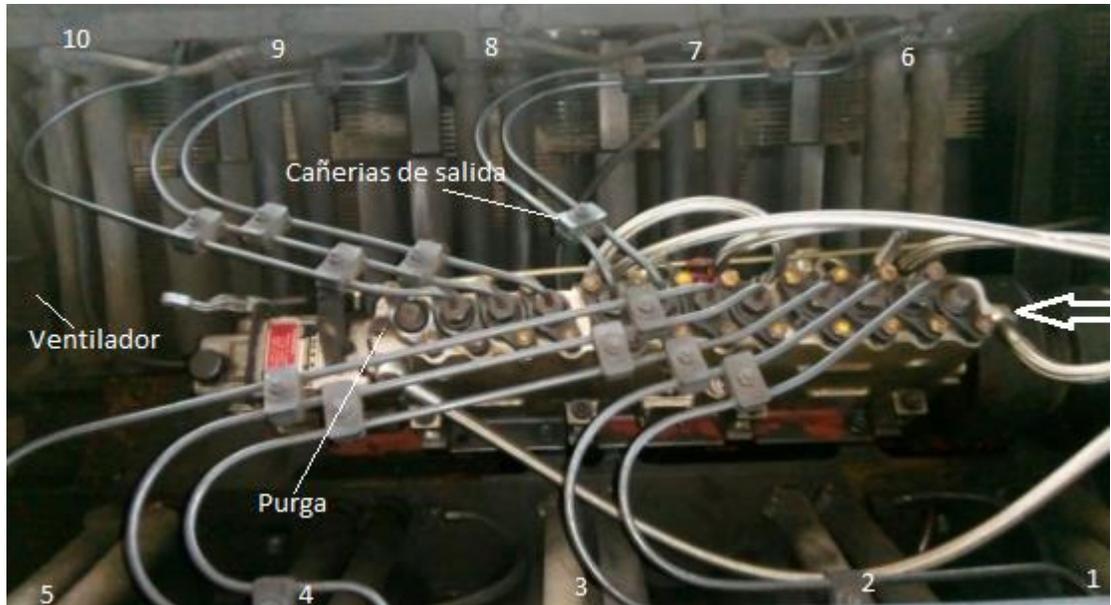


Figura 28. Numeración de cada cilindro con su respectiva tobera desde la bomba inyectora.

Fuente: Christian Rodríguez, Estudiante de Ing. Mecánica PUCV.

En la figura 28 se pueden ver los números que corresponden a la disposición de cada cilindro, cabe recordar que el motor tiene los cilindros en geometría en V. Al llegar las cañerías provenientes de las válvulas de impulsión de salida de la bomba inyectora. De derecha a izquierda, las válvulas de impulsión están ordenadas del 1 a 10, la penúltima válvula antes de llegar al perno de purga, pertenece al cilindro número 10.

En primera instancia se pensó que el sistema de combustible haya quedado mal purgado y se realizaron todos los procedimientos anteriores en más de una ocasión para asegurarse de que no quedara aire en el circuito, hasta el punto de vaciar las cargas enteras de las baterías, aun así, salía combustible solo por la válvula del último cilindro. Por lo tanto, se identificó que el problema estaba en la bomba inyectora propiamente tal, ya que no se presentan problemas antes de la entrada a la bomba inyectora.

Por la descripción que se hizo anteriormente, se puede afirmar que el motor gira normalmente, pero no arranca. Ante este síntoma son muchas las causas que pueden provocar esta situación. Según (Castro, 1987) pueden ser 5 las anomalías presentes.

- a) Poco tiempo en el uso de las bujías de precalentamiento.
- b) Filtro de aire obturado.
- c) Alimentación de combustible defectuosa.
- d) Calado incorrecto de la inyección.
- e) Compresión insuficiente.

Siguiendo la revisión anterior descrita en la bibliografía indicada, este tipo de motores no posee bujías de precalentamiento o incandescentes. Estas son útiles en los motores diésel para elevar la temperatura de la cámara de combustión y así facilitar el encendido.

El filtro de aire fue revisado, si bien no estaba 100% limpio, generaba una entrada continua de aire. En las últimas instancias de encendido, se decidió quitar el filtro para asegurar el completo llenado del cilindro de aire.

El sistema de alimentación de combustible se revisó en reiteradas ocasiones, como se explicó anteriormente haciéndole pruebas de purgado, teniendo siempre el mismo resultado.

Un punto importante de revisar es el calado, o puesta a punto de la inyección, ya que esto asegura de mandar el combustible en el momento preciso de la compresión de cada cilindro. Este motor posee una transmisión por engranajes helicoidales, y se

revisaron que las marcas impresas en los dientes coincidieran para que el motor y la bomba funcionen en sincronía.

Finalmente, el ultimo síntoma de la falla es falta de compresión en el combustible, y este problema puede haber sido generado por algún problema presente en las múltiples piezas internas de la bomba inyectora.

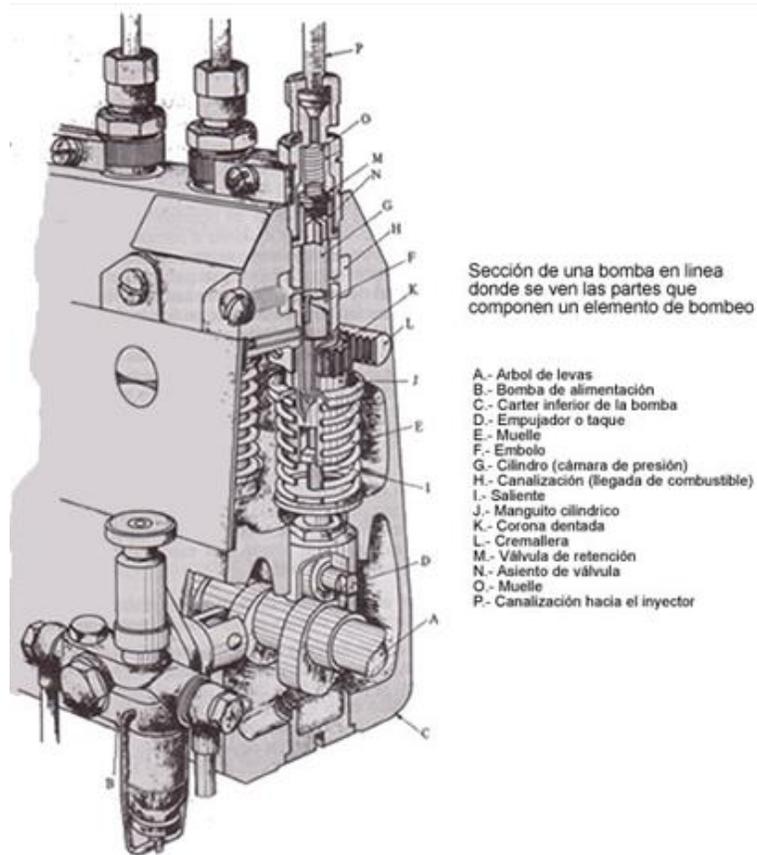


Figura 29. Vista interior de elementos que conforman una bomba inyectora lineal en detalle.

Fuente: Castro, M. (1987). El motor diésel en el automóvil.

Como se aprecia en la figura 29 la bomba inyectora se compone muchas piezas y mecanismo pequeños que son indispensables para el correcto funcionamiento. La mecánica de las bombas inyectoras es muy precisa, con ajustes en el rango de 2-4 micrómetros y con tolerancias de máximo 1 micrómetro. Por lo tanto, al dañarse alguno de estos elementos la bomba no cumple su función.

Con toda esta información se decidió llevar el material recopilado a EBERLEIN, empresa ubicada en Limache y que es miembro de la organización mundial de servicios BOSCH efectuando mantención y reparaciones de algunas marcas de bombas inyectoras en el país.

Pese a que se consultó con esta prestigiosa empresa, no pudieron efectuar ningún tipo de reparación hacia la bomba SIGMA, ya que según lo señalado la bomba era muy antigua y quedando obsoletos en tema de repuestos. Independientemente de querer desarmarla para ver el problema, no existen los repuestos específicos.

Si bien se puede reemplazar la bomba inyectora, en el mercado nacional no existen representantes que vendan bombas inyectoras de 10 cilindros, ya que la mayoría de los motores para grupos electrógenos actuales poseen 4 o 6 cilindros. Si bien son menos cilindros poseen una mayor tecnología y generan potencias iguales o superiores que un motor antiguo de 10 cilindros.

3.2.7 Desmontaje, revisión de inyectores

Los inyectores son los últimos componentes que están en un circuito de combustible diésel, y son los encargados de ingresar el combustible a determinada presión en la cámara de combustión. Es por esto que es conveniente de efectuar una revisión de presión de salida del combustible, estanqueidad del inyector, y otros posibles problemas.

Antes de realizar las pruebas correspondientes a los inyectores, se desmontaron para observar algún tipo de anomalía presente.



Figura 30. Extremo del inyector de motor Alsthom Dieselair 120.

Como se observa en la figura 30 se aprecia el extremo de salida del inyector partículas de hollín generadas por la combustión que se depositan por el tiempo en uso. Es conveniente retirar toda la suciedad posible aprovechando el desmontaje.

El proceso de limpieza exterior se realiza utilizando un cepillo metálico de cerdas finas para retirar las partículas más impregnadas. Para que la limpieza sea aún más efectiva, se suele sumergir el cepillo en el mismo combustible diésel.

A continuación, en la figura 31 se ve el inyector completo y limpio con sus entradas y salidas de combustible.



Figura 31. Cuerpo del inyector.

Esta limpieza se les hizo a todos los inyectores para prolongar su vida útil.

A continuación, y para efectuar las pruebas de presión de inyección, estanqueidad y ver alguna anomalía en los chorros, se utilizó una bomba de pruebas como se aprecia en la figura 32 que estaba disponible en el laboratorio de motores de nuestra Universidad. Para comparar datos, se utilizó un catálogo de inyectores del fabricante BOSCH del año 1973, en donde se pudo comparar que para motores de la marca ALSTHOM modelo Dieselair con geometría en V utilizan inyectores de orificio, con una presión de inyección de 150 kg/cm². Se realizó esta prueba a todos los inyectores como se aprecia en la figura 32.



Figura 32. 1, palanca manual de accionamiento de la bomba. 2, válvula de cierre. 3, depósito de combustible. 4, manómetro. 5, cañería. 6, inyector.

El siguiente proceso fue una prueba de estanqueidad y consiste en ver hasta qué punto el inyector cierra de modo que no se vean fugas a valores bajo los que dice el fabricante del inyector. Para este proceso se acciona la palanca lentamente hasta llegar a una presión de aproximadamente 15 kg/cm² menor que la presión de inyección y en ese punto se acciona la válvula de cierre. Con este proceso mantenemos el combustible en el interior a la presión señalada y se debe verificar que la punta del inyector no se observen gotas, ya que daría un indicio de mala estanqueidad.

Finalmente, la última prueba es la observación de los chorros de cada inyector como se ve en la figura 33, ya que deben ser 5 chorros continuos y se hace manipulando la palanca rápidamente con la válvula de cierre abierta, con esto se analizó de que no se produzcan cortes en el suministro.



Figura 33. Momento exacto en que los inyectores liberan el combustible.

A continuación, en la tabla número 5 se detallan los resultados de las pruebas anteriores que se efectuaron a los inyectores con su respectiva numeración por cilindro.

N° cilindro	Presión de inyección	Estanqueidad	Chorros
1	150	Buena	5
2	130	Buena	5
3	150	Buena	5
4	130	Buena	5
5	150	Buena	5
6	150	Buena	5
7	130	Buena	5
8	120	Buena	5
9	150	Buena	5
10	150	Buena	4

TABLA 5. Datos de las pruebas efectuadas a los inyectores.

Si bien los inyectores de los cilindros 2, 4, 7 y 8 se desviaron de las presiones indicadas por el fabricante, no representan algún problema serio. Igual es conveniente si se llegasen a utilizar, efectuar una revisión en profundidad para mantener las presiones adecuadas según el fabricante. Por otro lado, todos los inyectores pasaron la prueba de estanqueidad, ya que no se produjeron goteos antes de la presión indicada.

Finalmente, el inyector numero 10 fue el único que expulso solo 4 chorros de combustible, quedando uno tapado, generalmente por residuos acumulados, o producto de la degradación del diésel. Se realizo una prueba de limpieza sumergiendo en diésel por unos minutos la punta del inyector tapado para luego limpiar con un cepillo de cerdas finas obteniendo el mismo resultado.

3.2.8 Reglaje de válvulas

El reglaje de válvulas es necesario realizarlo cada cierta cantidad de kilómetros o horas de uso del motor, según el manual (Moteurs Dieselar, 1960) cada 200 horas de funcionamiento del motor, es necesario realizar este procedimiento.

Debido a las altas temperaturas que se generan en la cámara de combustión, se producen dilataciones térmicas en las piezas del motor, es por esto que es necesario mantener una holgura que compense aquella dilatación.

Como se aprecia en la figura 34 la varilla transmite el movimiento desde el eje de levas hacia el balancín, en donde este empuja a las válvulas para generar la apertura de ellas. En el recuadro se aprecia el detalle de la holgura con la letra h, entre el balancín y un extremo de la válvula.

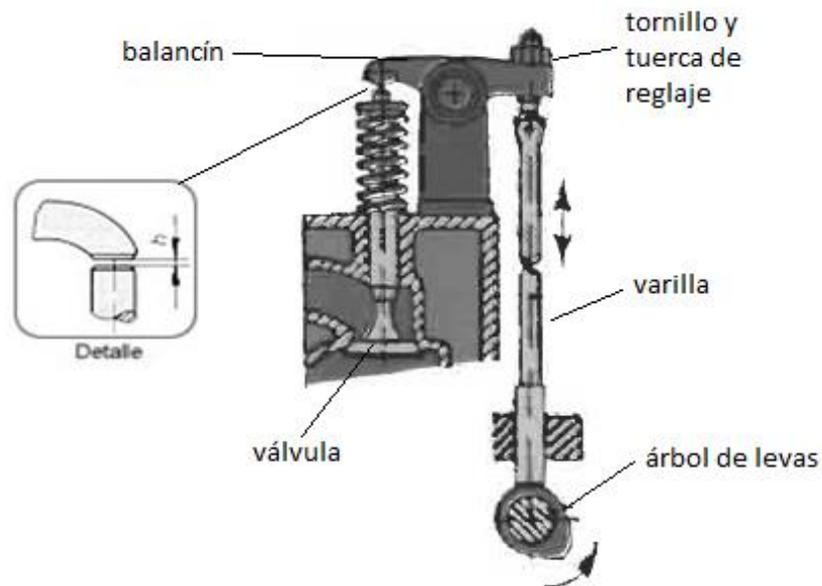


Figura 34. Elementos que conforman el sistema de funcionamiento de las válvulas. Fuente: PONS. (2003). Mecánica vehículos pesados.

Esta holgura debe ser calibrada con unas galgas para medir espesores, que son básicamente láminas de metal con un cierto espesor.

Según el manual (Moteurs Dieselar, ALSTHOM) la holgura con el motor frío entre el balancín y la válvula es de mínimo 0,3 mm y máximo 0,4 mm. Estas medidas de holguras son para las válvulas de admisión y escape.



Figura 35. 1, Galga de espesores. 2, Balancín de admisión. 3, Balancín de escape. 4, Tuercas para regulación de holgura. 5, Resorte de válvula.

Para esta prueba se utilizó una galga como la mostrada en la figura 35 en que tiene una graduación de 0,05 mm.

Para realizar esta prueba, la galga se desliza por la zona en donde se quiere medir la holgura, en este caso señalada en la figura anterior, entre el balancín y el extremo de la válvula donde se produce el contacto. Utilizando una llave de extensión se gira el cigüeñal hasta que ambas válvulas estén cerradas, con esto se asegura medir la máxima holgura que se produce.

El deslizamiento entre ambas partes no debe ser forzoso, ni tampoco demasiado flojo. Con este procedimiento se asegura de comparar la holgura del fabricante, con el estado actual.

N° cilindro	Admisión	Escape
1	0,35	0,3
2	0,3	0,4
3	0,35	0,3
4	0,35	0,35
5	0,35	0,35
6	0,4	0,35
7	0,3	0,35
8	0,35	0,35
9	0,4	0,35
10	0,3	0,4

TABLA 6. Datos de las pruebas efectuadas a los balancines.

Con los datos aportados por la tabla 6, se verifico el buen estado de las holguras entre balancín y válvulas, ya que dieron valores dentro del rango especificado por el fabricante.

Finalmente y para cumplir con el proyecto dado ya que el motor no está en condiciones de seguir operando por lo dificultoso de su reparación, se optó por la renovación de un grupo electrógeno más actualizado y con repuestos que estén en el mercado actual.

Capítulo 4. Proyecto de la instalación

En el momento de realizar este tipo de instalaciones eléctricas es bueno tener en cuenta 3 puntos que se deben analizar para que el proyecto funcione con las medidas que corresponden. Por un lado, está la parte mecánica propiamente tal del motor, también está el tema eléctrico y finalmente la parte de la obra civil.

La instalación del grupo electrógeno debe dar un cimiento apropiado para sostener el peso del equipo y prevenir que vibraciones se transmitan al edificio o se pueda propagar por el suelo.

4.1 Cálculo de fundación donde se montará el grupo electrógeno

Para el cálculo del espesor de la fundación donde se ubicará el grupo electrógeno, se utilizará una fórmula que aparece en la mayor cantidad de manuales para la instalación de estos equipos y también en el manual POWER GENERATION que da las bases para la instalación de grupos electrógenos de la marca CUMMINS enfriados por agua.

$$D = \frac{W}{d \times B \times L}$$

Donde:

W: peso del grupo electrógeno

d: densidad del hormigón utilizado

B: ancho del bloque de hormigón

L: largo del bloque de hormigón

Para utilizar la fórmula anterior se representa al peso del grupo electrógeno como una fuerza puntual actuando en el centro de la losa de hormigón como se aprecia en la siguiente figura 36. El largo y ancho del bloque de hormigón estará definido por el largo y ancho del grupo electrógeno más 15 cm por tema de comodidad al momento de efectuar alguna mantención y seguridad. A la altura también se suma 15 cm.

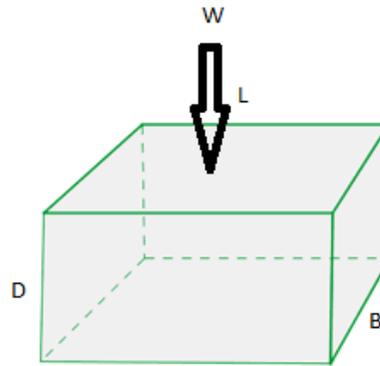


Figura 36: Representación del peso del grupo electrógeno sobre la base de hormigón.

Según la normal chilena Nch 170, la densidad del hormigón varía entre 2000 y 2800 kg/m^3 dependiendo de su composición y elementos extras. Se utilizará una densidad de 2370 kg/m^3 para los cálculos del espesor ya que se utilizará un hormigón H30 que es una denominación que se le dan a los hormigones dependiendo de su resistencia a la compresión y estos son específicos para fundaciones y elementos de alta sollicitud como es un grupo electrógeno ya que genera vibraciones que son propias de la máquina y deben disiparse por medio de la fundación al suelo.

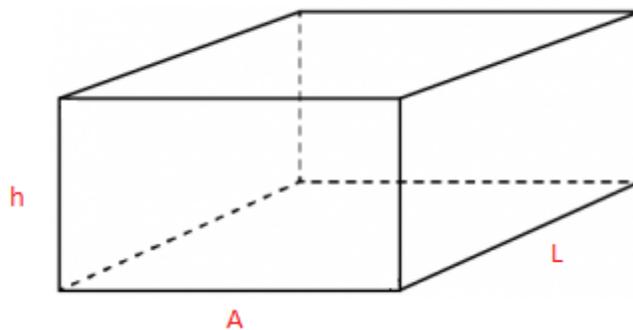


Figura 37: Medidas rectangulares del grupo electrógeno.

Las dimensiones del grupo electrógeno son las siguientes:

- Largo [L]= 2,4 m
- Ancho [A]= 0,97 m
- Altura [h]= 1,465 m

Para este caso el grupo electrógeno a utilizar y descrito más adelante, tiene una masa de 1053 kilogramos.

Se procede a calcular el espesor, ya que se tiene todos los datos.

W: 1053 kg

d: 2370 kg/m³

B: 0,97+0,15= 1,12 m

L: 2,4+0,15= 2,55 m

$$D = \frac{1053}{2370 \times 1,12 \times 2,55}$$

Utilizando la fórmula anterior se obtiene un espesor mínimo para el hormigón de 0,155 metros o 15,5 cm.

A esta altura mínima se le debe sumar una altura h, que es lo que sobresale de la superficie para que el grupo electrógeno no esté en contacto directo con el suelo en caso de derrame o circulación de agua.

Por lo tanto, la altura final del bloque de hormigón será de 31 cm.

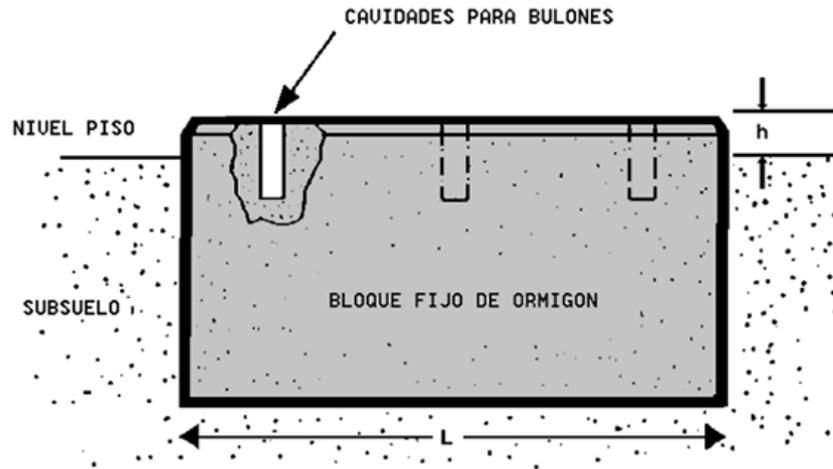


Figura 38: Fundación tipo bloque para grupos electrogenos. Fuente: manual de instalación empresa Cramelectro.

Con todos estos datos ya calculados de las dimensiones de la fundación, se procederá a la cubicación de todos los elementos que lo conforman.

Como se utilizará un hormigón específico para losas y fundaciones se pueden obtener las partes de cada elemento según la tabla siguiente en donde se especifica la mezcla para 1 m³ de varios grados de hormigón.

Dosificación Hormigón por metro cúbico

	Resist. Mpa	Cemento kg	Gravilla kg	Arena kg	Agua lt
		127,5	1010	980	195
5	H5	170	1025	910	195
10	H10	230	1055	835	195
15	H15	275	1070	800	195
20	H20	340	1095	715	200
25	H25	380	1120	645	200
30	H30	440	1145	585	200

Tabla 7: Dosificación de diferentes grados de hormigón. Fuente: www.chilecubica.com, visitado 05/08/2018.

Como las medidas del bloque de hormigón serán de 2,55 x 1,12 x 0,31 obtenemos un volumen total de 0,8853 m³ o 885 litros.

El siguiente procedimiento es calcular la cantidad exacta de materiales para el volumen total dado, por lo que se debe multiplicar la cantidad de materiales dada en la tabla para el grado H30, por el volumen obtenido del bloque.

- Cantidad de cemento: $440 \times 0,8853 = 389,5 \text{ Kg}$
- Cantidad de gravilla: $1145 \times 0,8853 = 1013,66 \text{ Kg}$
- Cantidad de arena: $585 \times 0,8853 = 517,9 \text{ Kg}$
- Cantidad de agua: $200 \times 0,8853 = 177,06 \text{ Kg}$

Se optará por comprar 1 m³ de hormigón ya que no se vende por menos de esa cantidad, al menos que se prepare manualmente.

A continuación, se detalla los pasos a seguir para la realización de esta obra.

1. Se realizará una excavación donde ira instalado la fundación para el grupo electrógeno.
2. La preparación de la cancha consta en realizar los trabajos previos a la instalación de moldajes: compactación, nivelación de suelo e instalación de enfierradura si fuera necesario.
3. Se instalarán moldajes, estos deben estar afiatados al suelo a través de estacas.
4. Se instalarán bulones dentro del espacio donde irá el bloque de hormigón para que se unan al grupo electrógeno. Los bulones son adecuados para mantener firme el grupo electrógeno contra la losa.
5. Se solicitará 9 m³ de hormigón h30, quienes darán la resistencia necesaria para las cargas generadas por el grupo electrógeno.
6. Se procederá a realizar la limpieza del lugar y retirar los escombros generados por los trabajos.

4.3 Ubicación de la instalación del grupo electrógeno

Se buscó un lugar preciso dentro de las instalaciones de la escuela de Ingeniería Mecánica, en donde cumpla todas las normas de ruido, como también en donde haya buena ventilación para asegurarse la buena eliminación de calor y emanaciones gaseosas producidas por el motor diésel. Otro punto a considerar es la cercanía con el tablero eléctrico principal para que las conexiones sean cercanas y suba su costo.

Para efectos de estudio se ubicó el grupo electrógeno en la pared posterior de la escuela de ingeniería mecánica (ver lay-out) **ANEXO 9**, colinda con la calle Solidaridad específicamente por fuera de la pared en donde se ubica el panel principal. Se decidió seleccionar esa ubicación por el buen espacio que otorga, también el panel principal que alimenta a la escuela se encuentra en ese sector haciendo más simple y menos costosa la conexión, por otro lado, como el lugar está a la intemperie, se aprovechara para la buena ventilación que otorgara a la salida de los gases de escape, como también para la disipación de calor que genera el grupo electrógeno.



Figura 39. Ubicación donde se instalará el grupo electrógeno en la escuela de Ingeniería Mecánica.

Como se ubicó el grupo electrógeno en una zona sin protección, es necesario contar con paredes que lo protejan de la intemperie, además de disminuir el ruido emitido por el motor, es por eso, que es necesario tener una cámara insonora que lo proteja. En la actualidad existen diferentes alternativas, y hay empresas específicas que diseñan y fabrican cámara insonora dependiendo del grupo electrógeno.

Para este caso, se seleccionó un grupo electrógeno con cámara insonora incorporada, que cumple con lo especificado anteriormente y con la normativa actual.

4.4 Cuadro de cargas

El grupo electrógeno estará destinado a los principales consumidores de energía, y también por importancia. Para este caso, el consumo estará destinado para todas las salas de clases, oficinas de profesores, secretaria, también iluminación de puntos importantes como son los postes en el estacionamiento, y a la salida de la universidad. Otros sectores a considerar es la caseta de guardia y el motor eléctrico para abrir o cerrar la puerta de salida.

4.4.1 Cuadro de carga de edificio de docentes

El edificio de docentes consta de 3 niveles. En el primer nivel se encuentra la biblioteca, con la capilla. En el segundo nivel se encuentran la oficina de secretarías y 2 oficinas más. Por último, en el tercer nivel se encuentran 14 oficinas de profesores, y una sala de reuniones. Para este proyecto no se considerará la energía consumida por la calefacción.

En la tabla 7 se muestra el consumo suponiendo que todos los artefactos estén encendido al mismo tiempo o con un factor de simultaneidad de 100%.

Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Consumo total (KW)	Tensión [V]	Corriente (A)
Ampolletas 60 w	20	60	1,2	220	5,45
Tubo fluorescente 60 w	12	60	0,72	220	3,27
PC portátil	7	70	0,49	220	2,22
PC torre pantalla	7	150	1,05	220	4,77
Hervidor	1	1500	1,5	220	6,81
Proyector	2	400	0,8	220	1,81
Aire acondicionado	2	1000	2	220	9,09
TOTAL			7,76		33,42

Tabla 7: Cuadro de carga para edificio de la Escuela de Ingeniería Mecánica PUCV.

4.4.2 Cuadro de carga para salas de clases e iluminaria en general

Otro punto importante que considerar es el continuo funcionamiento de las salas de clases, en donde se desarrolla la actividad académica y en donde se genera la mayor concentración de personas.

La escuela de ingeniería mecánica consta con 10 salas de clases que tiene en promedio 4 ampolletas encendidas al momento de necesitarlo, y también 1 proyector para la realización de clases.

Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Consumo total (KW)	Tensión [V]	Corriente (A)
Ampolletas 60 w	40	60	2,4	220	10,9
PC portátil	5	70	0,35	220	1,59
Proyector	10	400	4	220	18,18
Aire acondicionado	2	1000	2	220	9,09
Total			8,75		39,76

Tabla 8: Cuadro de carga para salas de clases e iluminaria en general de Escuela de Ingeniería Mecánica PUCV.

4.4.3 Cuadro de carga para laboratorios, taller e iluminaria.

La escuela de ingeniería mecánica consta con un amplio taller donde es común el tránsito del alumnado como también de docentes. En él están ubicados 2 salas de laboratorio en el primer nivel, y en el segundo nivel 2 salas donde hay alumnos trabajando permanentemente, como también iluminaria. Para este proyecto no se considerará las maquinas herramientas, como también otros dispositivos de consumo trifásico.

En el taller van ubicado en el techo una gran cantidad de ampolletas de bajo consumo, también posee 4 focos de 400 W. En este ítem se incluirá el consumo que genera la caseta de guardia, si bien es un consumo menor, pero es permanente.

También se añadirá los postes de alumbrado que son importantes en caso de una evacuación del personal con automóviles.

No se considerará el portón eléctrico ya que su consumo hora es muy bajo.

Descripción	Cantidad	Potencia [W]	Consumo total [KW]	Voltaje [V]	Corriente [A]
Notebook guardia	1	70	0,07	220	0,31
Focos	4	400	1,6	220	7,27
Postes alumbrados	5	60	0,3	220	1,5
Taller y laboratorios	20	60	1,2	220	5,45
PC torre y pantalla	4	150	0,6	220	2,72
Total			3,77		17,25

Tabla 9: Cuadro de carga para laboratorios y taller de Escuela de Ingeniería Mecánica PUCV.

Para proyección de cálculo se aplicará un factor de simultaneidad del 80%, este valor se asigna ya que nunca se da la condición real de que todos los artefactos estén encendidos al mismo tiempo, por lo que se debe multiplicar a la potencia total.

Sumando los resultados anteriores se tiene una potencia instalada total de los suministros descritos anteriormente de 20,28 KW, y un consumo eléctrico de 90,43 A. Para este proyecto se seleccionó un grupo electrógeno de 33 KVA que cumple con las exigencias señaladas. Se selecciono un grupo electrógeno con motor y componentes

Perkins ya que posee una gran variedad de repuestos en el mercado nacional, también con personal capacitado para realizar tareas de mantenimiento y reparación si es necesario.

En el plano 2 adjunto se muestra el diagrama unifilar de la instalación del grupo electrógeno.

Capítulo 5. Costos asociados a la instalación del grupo electrógeno

Toda instalación eléctrica de cualquier tipo conlleva a la compra de materiales, transporte de material o maquinaria y disposición de profesionales expertos para el trabajo. Lo cual es un gasto económico importante que debe ser considerado para cualquier tipo de obra de cualquier índole.

En este tipo de instalaciones es necesario una serie de materiales de distintos tipos. Por un lado, hay que considerar todo lo necesario para la obra civil, como son cantidad de cemento, arena, enfierradura, mano de obra, etc. Por otro lado, también hay que considerar todos los materiales necesarios propia de la instalación eléctrica como son cables, interruptores, gabinetes. También hay que considerar todo lo relacionado al reacondicionamiento eléctrico necesario si se llegase utilizar el grupo electrógeno existente, ya que sería necesario restaurar o cambiar como sea necesario el panel eléctrico, y comprar e instalar un tablero de transferencia automático. Aparte de la necesaria compra de una cabina insonora.

5.1 Costos asociados a la obra civil e instalación eléctrica

El presente presupuesto considera la provisión, instalación y puesta en marcha de todos los elementos que componen el proyecto. La finalidad del mismo establece la autonomía eléctrica de los recintos más sensibles del edificio tales como pasillos de acceso, laboratorios, salas de clase y equipos de almacenamiento digital.

Los precios que a continuación se detallaran fueron seleccionados del manual de costos para materiales y construcción ONDAC. La edición del manual es de junio del 2017, por lo tanto, puede que los valores cambien un poco con respecto a los precios actuales.

Construcción	Fundación para grupo electrógeno				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	\$ UN	\$ TOTAL
A	Excavación	m ³	1	\$10.000	\$10.000
B	Preparación cancha	gl	1	\$30.000	\$30.000
C	Instalación moldaje	ml	20	\$5.000	\$100.000
D	Instalación bulones de fijación	gl	1	\$10.000	\$10.000
E	Hormigonado H-30 aditivo	m ³	1	\$48.700	\$48.700
F	Retiro de escombros	m ³	2	\$17.000	\$34.000
Electricidad	Instalación transferencia eléctrica automática				
G	Instalación Módulo TTA 35 KVA	gl	1	\$550.000	\$550.000
H	Canalización metálica EMT 2"	m	6	\$40.500	\$243.000
I	Sistema de puesta a tierra	gl	1	\$158.000	\$158.000
J	Conductor libre de halógenos, terminales y pruebas de aislación	mts	40	\$5.750	\$230.000
K	Tramitación SEC.	gl	1	\$350.000	\$350.000

Tabla 10: Costos asociados a la instalación del grupo electrógeno. Fuente: manual de costos para materiales y construcción ONDAC.

El total estimado entre obra civil e instalación eléctrica sin IVA es de \$1.763.700, con IVA incluido sumaría un total de \$2.098.803.

5.2 Costo de adquisición del grupo electrógeno

Para la selección de la compra del grupo electrógeno se optó por alguna marca del mercado reconocida a nivel mundial y también que el stock de repuestos sea variado para que, en algún posible futuro en caso de alguna reparación, existan los repuestos disponibles en el mercado nacional. Para esto se seleccionó por la marca de motores CUMMINS marca estadounidense con vasta experiencia en motores diésel y con una variedad de productos en Chile.

EL grupo electrógeno a seleccionar posee una potencia de 33 kVA. Con esta potencia supe las exigencias calculadas para que, en caso de corte, las actividades sigan funcionando.

Cabe señalar que estos grupos electrógenos poseen cámaras insonoras para aislar el ruido y además proteger el interior de contaminación y también agua. Además posee un estanque de 98 litros lo suficiente para estar trabajando 14 horas aproximadamente con un consumo de 6,7 lt/hr según el manual del fabricante.



Figura 40. Grupo electrógeno modelo CUMMINS GS33GLC. Fuente: empresa SEGENER.

El costo de adquisición del grupo electrógeno señalado en la figura 40 es de \$ 5.721.937 + IVA y el tablero de transferencia automática para este grupo electrógeno en específico es de \$458.150.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los costos utilizados para el proyecto.

Obra civil	\$232.700
Instalación eléctrica	\$1.531.000
Grupo electrógeno	\$6.777.000
Costo total del proyecto	\$8.540.700

Tabla 10: Resumen de costos para la instalación del grupo electrógeno.

Capítulo 6. Conclusiones

El trabajo realizado terminó de manera satisfactoria, ya que se pudo realizar un estudio detallado del estado del grupo electrógeno existente en la escuela. Como también haber hecho todo el proyecto para la instalación del mismo.

Si bien no se cumplió con la intención de instalar el grupo electrógeno en desuso por los motivos señalado en el diagnóstico, específicamente la bomba inyectora. Se decidió finalizar el proyecto de igual manera seleccionando un grupo electrógeno de menor tamaño y que sirviera para suministro eléctrico de artefacto e iluminaria principalmente.

Este proyecto pone en énfasis la importancia de tener respaldos de emergencias para locales de reunión de personas como en este caso una universidad, en donde es de vital importancia generar siempre un suministro de energía eléctrica de al menos iluminaria principalmente para no producir accidentes en caso de algún problema.

Anexos:

Anexo 1: Extracto del artículo 6° del decreto 38/2011.

Actividades de servicio.

(Art. 6°, 4):

- Instalaciones destinadas principalmente al servicio, público o privado, de salud, de educación, de seguridad, social, comunitario, religioso, servicios profesionales, y similares.

Anexo 2: Extracto del artículo 6° del decreto 38/2011.

Elementos de infraestructuras.

(Art. 6°, 10)

- Infraestructura de transporte: estaciones ferroviarias, terminales de transporte terrestre, recintos marítimos, portuarios y aeroportuarios, y similares. Incluye dispositivos.
- Infraestructura sanitaria: plantas de tratamiento aguas servidas, rellenos sanitarios y redes de agua potable o de aguas servidas, evacuación de aguas lluvias y similares.
- Infraestructura energética: instalaciones de generación, distribución o almacenamiento de energía, combustibles o telecomunicaciones; y redes de distribución o conducción de energía, combustible o telecomunicaciones.

Anexo 3: Extracto del artículo 1° del decreto 138/2005.

Artículo 1°:

Todos los titulares de fuentes fijas de emisión de contaminantes atmosféricos que se establecen en el presente decreto, deberán entregar a la secretaria regional ministerial de salud competente del lugar en que se encuentran ubicadas, los antecedentes necesarios para estimar las emisiones provenientes de cada una de sus fuentes, de acuerdo con las normas que se señalan a continuación.

ANEXO 4: Extracto de la norma NSEG 8.75.

Clasificación de los niveles de tensión.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 11° del reglamento de instalaciones eléctricas, existirán dos categorías o instalaciones: de bajas tensiones y de altas tensiones.

Estas dos categorías estarán subdivididas, de acuerdo a los niveles de tensión en:

Bajas tensiones.

- Tensión reducida: se consideran en este grupo las instalaciones con tensiones menores o iguales a 100 V.
- Baja tensión: se considerarán en este grupo los sistemas o instalaciones con tensiones superiores a 100 V con un máximo de 1000 V.

ANEXO 5: NCH4/2003

Sistemas de autogeneración.

Conceptos generales.

Los sistemas de autogeneración están destinados a proporcionar energía a instalaciones eléctricas en forma independiente de la red pública o en combinación con esta. Según su finalidad se clasificarán en:

- Sistemas de emergencia
- Sistemas de corte de puntas
- Sistemas de cogeneración.

ANEXO 6: Extracto de la norma eléctrica NCH Elec. 4/2003. Énfasis en el uso de sistemas de emergencia en recintos educacionales.

Sistemas de emergencia

Los sistemas de emergencia serán necesarios en recintos asistenciales, educacionales, hoteles, teatros, recintos deportivos, locales de reunión de personas, y todo otro recinto o institución de finalidades similares.

ANEXO 7: Extracto de la norma eléctrica NCH Elec. 4/2003. Clasificación de los sistemas de emergencia.

Clasificación de los sistemas de emergencia.

Desde el punto de vista de las necesidades de continuidad de servicio para asegurar el normal desarrollo de los procesos o actividades ligados al funcionamiento de sistemas de emergencia, éstos se clasificarán como sigue:

Grupo 0. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que, por la naturaleza de su finalidad no toleran interrupciones en su alimentación.

Grupo 1. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que no toleran interrupciones superiores a 0,20 segundos y variaciones de frecuencia no mayores a $\pm 0,5\%$.

Grupo 2. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que no toleran interrupciones superiores a 15 segundos.

Grupo 3. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que toleran interrupciones superiores a las indicadas, pero en ningún caso superiores a 15 minutos.

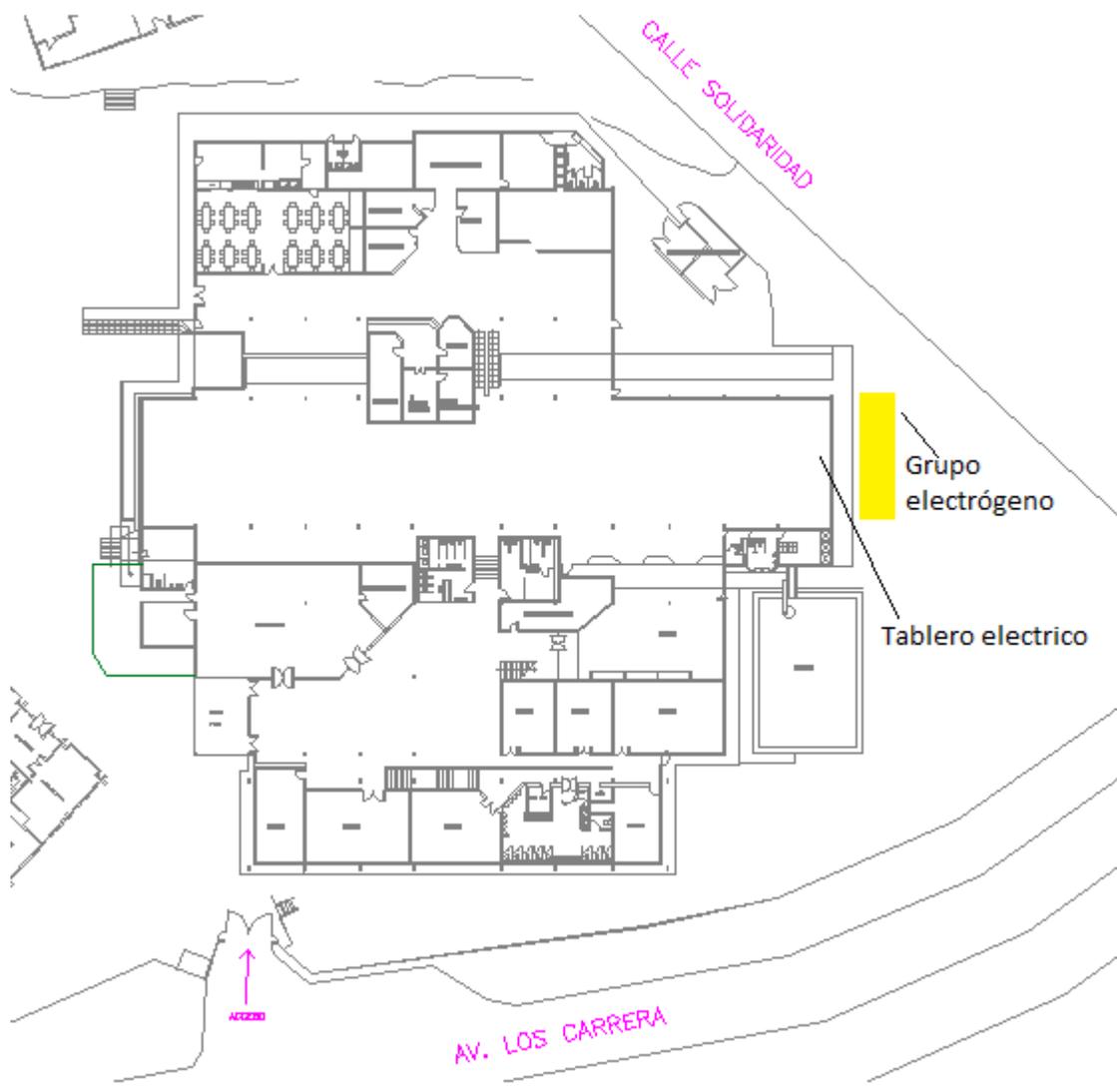
ANEXO 8: Extracto de la norma eléctrica NCH Elec. 4/2003. Condiciones que deben cumplir las fuentes de alimentación en los sistemas de emergencia.

Grupos motor-generator

Los grupos motor-generator accionados por motores de combustión interna podrán utilizarse para alimentar sistema de emergencia; aquellos grupos motor generator destinados a servir sistemas del grupo 1 y grupo 2 deberán contar con equipos de control, que aseguren la transferencia automática; los que alimentan sistemas del grupo 3 podrán ser de transferencia manual.

- Estos grupos motor generator deberán contar con un depósito de combustible que permita su funcionamiento a plena carga durante 90 minutos por lo menos.
- Los equipos que utilicen baterías para su partida deberán tener un cargador automático.

ANEXO 9 Ubicación de grupo electrógeno (G.E) en las dependencias de la escuela de Ingeniería Mecánica.



Plano 2 se detalla la instalación de tableros.

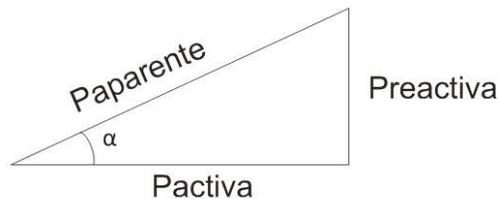
Capítulo 7. Nomenclatura General (Glosario)

Potencia activa: es la potencia útil que realmente se aprovecha del generador, su unidad de medida en el sistema internacional es el watt o vatio, abreviado [W].

Potencia reactiva: potencia que se consumen en motores, transformadores, o algún aparato eléctrico que posea bobinas como son los alternadores, transformadores, etc.

Potencia aparente: es la potencia total consumida por el alternador, se expresa como la suma vectorial entre la potencia activa y la reactiva, su unidad de medida en el SI es el [KVA].

$\cos\phi$: es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente matemáticamente, podríamos decir que es la eficiencia en como convierte la energía el alternador.



Hz: es la unidad de frecuencia en el sistema internacional de unidades, en nuestro país nuestra red de alimentación es de 50 Hz.

RPM: velocidad de giro expresada en revoluciones por minuto.

Amperios: unidad de la intensidad de corriente, su unidad es el Ámpere [A].

Factor de simultaneidad, (Fs.): Cociente entre la demanda máxima de un conjunto de instalaciones o cargas y la suma de las demandas máximas de las instalaciones o cargas individuales.

Norma: las normas son reglas que deben ser respetadas con el propósito de regular comportamientos y poder mantener un orden.

Conexión estrella: tipo de conexión utilizada en aparatos trifásicos como motores, alternadores.

Fase: es el conductor activo que lleva la corriente eléctrica de la red hasta el enchufe.

Neutro: es el conductor de retorno de la corriente eléctrica para que pueda circular la corriente.

Tierra: la tierra es un conductor que tiene la finalidad de proteger la instalación en caso de una sobretensión.

Aspiración natural: son motores convencionales que no están equipados con turbo, ósea el ingreso de aire es a presión atmosférica.

Inyección directa: tipo de inyección utilizada principalmente en motores diésel que como su nombre lo indica, inyecta el combustible a la cabeza del pistón.

Generador síncrono: generadores de corriente alterna que giran a velocidad constante.

Carga: todos los elementos que consumen corriente eléctrica como son los artefactos, iluminaria, etc.

Capítulo 8. Bibliografía

- Principios de electricidad y electrónica tomo 2, Antonio Hermosa Donate, Editor alfaomega.
- www.sec.cl Superintendencia de electricidad y combustibles
- Sistemas de inyección diésel, BOSCH.
- Documento, AVERIAS Y SOLUCIONES DE LAS BOMBAS DE INYECCIÓN EN LINEA, Universidad Politécnica Salesiana.
- Manual Alsthom Dieselair 316 AGROM, 1969.
- Manual Alsthom Dieselair 120, 1965.
- Miguel de Castro Vicente, 1987, El motor diésel en el automóvil. Editorial CAAC.
- Mecanica de vehículos pesados, 1996. Editorial PONS.