

**Universidad de Valparaíso  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial**



**Propuesta de respaldo energético utilizando energía  
renovable para el sistema operativo del Campus Santiago  
de la Universidad de Valparaíso.**

Por

**Károl Nicole Duamante Barrera**

Trabajo de Título para optar al Grado de  
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y Título de  
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Samuel Varela

Agosto 2017



*Dedicado a mi hermana Janis y mi sobrino Goran Ariel*

## ***Agradecimientos***

*A mis abuelos por su amor incondicional y la confianza que siempre me brindaron mientras estuvieron conmigo.*

*A mis padres que fueron un claro ejemplo y me otorgaron las herramientas necesarias para forjar mi camino universitario.*

*A mi tía que siempre creyó y me apoyo en todo el proceso universitario.*

*A todos los docentes que fueron parte de mi formación compartiendo sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de toda mi vida académica.*

*A mis amigos que siempre estuvieron preocupados por que terminara mi Trabajo de Título y a aquellos que fueron parte de él.*

*A mi hermana y sobrino por ser parte de mi alegría y una de las razones y motivaciones para seguir avanzando en mi vida profesional.*

*A cada uno de ustedes muchas gracias, espero devolver de algún modo todo lo que me han brindado.*

## Contenido

Resumen Ejecutivo .....	11
Capítulo 1: Introducción .....	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Objetivo General.....	13
1.3 Objetivos Específicos .....	14
1.4 Limitaciones.....	14
1.5 Resultados Esperados .....	14
1.6 Metodología.....	15
Capítulo 2: Antecedentes Generales.....	17
2.1 Contaminación de aguas por aceite vegetal usado.....	17
2.2 Aceite vegetal como desecho en Chile .....	18
2.2.1 Niveles.....	18
2.2.2 Aspectos legales y normativa vigente en Chile .....	18
2.2.3 Compromiso medioambiental.....	19
2.3 Aceite vegetal reciclado y sus usos.....	20
2.4 Biodiesel .....	21
2.5 Producción mundial de biodiesel .....	22
2.6 Biodiesel en Chile.....	23
2.7 Consumo energético en Chile.....	25
2.8 Matriz energética proyectada de Chile .....	26
Capítulo 3: Campus Santiago Universidad de Valparaíso .....	28
3.1 Institución .....	28
3.1.1 Visión .....	28
3.1.2 Misión.....	28
3.1.3 Valores.....	29
3.2 Ubicación .....	29
3.3 Estructura .....	29
3.4 Distribución planta física Campus Santiago.....	31
3.4.1 Patio 1. Primer piso .....	33
3.4.2 Patio 1. Segundo piso .....	34
3.4.3 Patio 2. Primer piso .....	35
3.4.4 Patio 2. Segundo piso .....	36
3.4.5 Patio 2. Tercer piso.....	37

3.4.6	Patio 3. Primer piso .....	38
3.4.7	Patio 3. Segundo piso .....	39
3.4.8	Patio 4. Primer piso .....	40
3.5	Sistema de suministro eléctrico .....	40
3.5.1	Disposición eléctrica del Campus Santiago .....	42
3.6	Consumos eléctricos del Campus Santiago .....	44
3.6.1	Brigadier de la Cruz.....	44
3.6.2	Salesianos 1 .....	46
3.6.3	Salesianos 2 .....	47
3.6.4	Consumos adicionales .....	50
3.7	Suspensión del suministro eléctrico.....	51
Capítulo 4: Propuesta .....		54
4.1	Biocombustible .....	54
4.1.1	Presentación de la máquina .....	54
4.1.2	Encendido de la máquina.....	55
4.1.3	Consideraciones para el uso de la máquina.....	55
4.1.4	Materias primas producción del biocombustible.....	56
4.1.5	Producción del biocombustible .....	56
4.1.6	Almacenamiento de productos .....	61
4.1.7	Materiales para producción del biocombustible.....	62
4.1.8	Recopilación del aceite.....	63
4.1.9	Inventario.....	63
4.2	Sistemas Campus Santiago .....	65
4.2.1	Nivel de criticidad de los sistemas del Campus Santiago .....	66
4.2.2	Apreciación de los sistemas.....	70
4.2.3	Cadena de valor .....	70
4.2.4	Docencia .....	72
4.2.5	Apreciación de los componentes del sistema de docencia .....	73
4.2.6	Matriz de jerarquización .....	74
4.3	Sistema auxiliar.....	75
4.3.1	Grupo electrógeno .....	75
4.3.2	Transferencia automática.....	78
4.4	Justificación del Proyecto .....	79
Capítulo 5: Costos .....		83

5.1	Costo total .....	83
5.1.1	Costo materiales biodiésel .....	84
5.1.2	Costos materias primas biodiésel .....	84
5.1.3	Costos almacenamiento .....	85
5.1.4	Costos elementos de protección personal (EPP) .....	85
5.1.5	Costos grupo electrógeno .....	85
Capítulo 6: Conclusiones.....		86
Capítulo 7: Anexos .....		89
Anexo 1: Salidas de sistema monofásico y trifásico.....		89
Anexo 2: Mapa de la ubicación de la Universidad, Campus Santiago .....		90
Anexo 3: Universidad primer piso.....		91
Anexo 4: Universidad segundo piso .....		92
Anexo 5: Universidad tercer piso .....		93
Anexo 6: Reporte de consumo Brigadier de la Cruz .....		94
Anexo 7: Reporte de consumo Salesianos 1 .....		95
Anexo 8: Reporte de consumo Salesianos 2 trifásico.....		96
Anexo 9: Reporte de consumo Salesianos 2 monofásico .....		97
Anexo 10: Registro de boletas consumo Brigadier de la Cruz .....		98
Anexo 11: Registro de boletas consumo Salesianos 1 .....		98
Anexo 12: Registro de boletas consumo Salesianos 2 trifásico.....		99
Anexo 13: Registro de boletas consumo Salesianos 2 monofásico .....		99
Anexo 14: Máquina de biodiesel .....		100
Anexo 15: Diagrama de flujo de la producción de biodiesel.....		101
Anexo 16: Prevención de riesgos.....		102
Anexo 17: Manual generación biodiesel .....		108
Anexo 18: Recomendaciones de la producción .....		112
Anexo 19: Actividades de los sistemas del Campus.....		114
Anexo 20: Fichas técnicas grupos electrógenos .....		116
Anexo 21: Conexión del grupo electrógeno .....		116
Capítulo 8: Bibliografía.....		117

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Análisis Teórico del Proyecto de Título.....	15
Ilustración 2: Alcance del Proyecto de Título .....	16
Ilustración 3: Proceso Productivo de Materia Prima del Trabajo de Título .....	16
Ilustración 4: Consideraciones agregadas.....	16
Ilustración 5: Facultades presentes en el Campus Santiago .....	29
Ilustración 6: Carreras que se imparten en el Campus Santiago de la Universidad de Valparaíso. .....	30
Ilustración 7: Organigrama de Escuelas o Carreras de la Universidad de Valparaíso .....	30
Ilustración 8: Bosquejo actual del Campus Santiago. ....	32
Ilustración 9: Bosquejo primer piso, patio 1, Campus Santiago .....	33
Ilustración 10: Bosquejo segundo piso, patio 1, Campus Santiago.....	34
Ilustración 11: Bosquejo primer piso, patio 2, Campus Santiago .....	35
Ilustración 12: Bosquejo segundo piso, patio 2, Campus Santiago.....	36
Ilustración 13: Bosquejo tercer piso, patio 2, Campus Santiago .....	37
Ilustración 14: Bosquejo primer piso, patio 3, Campus Santiago .....	38
Ilustración 15: Bosquejo segundo piso, patio 3, Campus Santiago.....	39
Ilustración 16: Bosquejo segundo piso, patio 3, Campus Santiago.....	40
Ilustración 17: Transmisión energía eléctrica.....	41
Ilustración 18: Disposición eléctrica del Campus. ....	42
Ilustración 20: Modelo 3D de la máquina de biodiesel.....	55
Ilustración 22: Insumos para 50L de aceite quemado .....	64
Ilustración 23: Insumos para 15L de aceite quemado .....	64
Ilustración 24: Sistemas que componen al Campus Santiago. ....	66
Ilustración 25: Análisis PESTLA del biodiesel.....	80
Ilustración 27: Imagen extintor .....	106

## Lista de Diagramas

Diagrama 1: de afinidad de los tableros del Campus. ....	43
Diagrama 2: Diagrama de árbol para suspensión de suministro eléctrico.....	52
Diagrama 3: Producción del biodiesel.....	56
Diagrama 4: de bloques de elaboración de biodiesel .....	60
Diagrama 5: Cadena de Valor de Porter.....	71
Diagrama 6: Cadena de valor .....	71
Diagrama 7: Detección de Emergencia .....	105

## Lista de Tablas

Tabla 1: Normas Chilenas relacionadas con el desecho de aceite de cocina usado.....	18
Tabla 2: Ventajas y Desventajas del aceite vegetal usado.....	21
Tabla 3: Características del biodiesel según la Norma Chilena .....	24
Tabla 4: Análisis estadístico descriptivo de los consumos de Brigadier de la Cruz .....	45
Tabla 5: Análisis estadístico descriptivo de los consumos de Salesianos 1 .....	47
Tabla 6: Consumos Salesianos 2. Monofásico .....	48
Tabla 7: Consumos Salesianos 2. Trifásico.....	50
Tabla 8: Consumo adicional Campus Santiago.....	51
Tabla 9: Contenedores para almacenamiento.....	62
Tabla 10: Materiales para la producción del biocombustible.....	62
Tabla 11: Apreciación de los sistemas. ....	70
Tabla 12: Desglose de los componentes del sistema docencia.....	72
Tabla 13: Apreciación de los componentes del sistema docencia.....	73
Tabla 14: Dimensionamiento del grupo electrógeno.....	77
Tabla 15: Dimensionamiento del patio 4.....	78
Tabla 16: Costos totales 1.....	83
Tabla 17: Costos totales 2.....	83
Tabla 18: Costos materiales biodiésel .....	84
Tabla 19: Costos materias primas.....	84
Tabla 20: Costos almacenamiento.....	85
Tabla 21: Costos elementos de protección personal.....	85
Tabla 22: Costos sistema de respaldo.....	85
Tabla 23: Criterios de probabilidad de riesgo .....	102
Tabla 24: Criterios de severidad de riesgos.....	103
Tabla 25: Clasificación de magnitud de riesgo .....	103
Tabla 26: Acciones de Emergencia en elaboración de metóxido.....	112
Tabla 27: Ficha técnica grupos electrógenos.....	116

## Lista de Gráficos

Gráfico 1: Producción mundial de biodiesel 2008-2014 (Millones de Toneladas).....	22
Gráfico 2: Consumo energético de Brigadier de la Cruz.....	44
Gráfico 3: Consumo medidor Salesianos 1 Trifásico.....	46
Gráfico 4: Consumo medidor Salesianos 2 Monofásico. ....	48
Gráfico 5: Consumo medidor Salesianos 2 Trifásico.....	49

### **Lista de Matrices**

Matriz 1: Nivel de criticidad de los sistemas.....	68
Matriz 2: Jerarquización .....	74
Matriz 3: de Riesgos .....	104

### **Lista de Ecuaciones**

Ecuación 1: Cálculo de energía .....	41
Ecuación 2: Ejemplo caso 1 cálculo de energía .....	41
Ecuación 3: Ejemplo caso 2 cálculo de energía .....	41
Ecuación 4: Transesterificación.....	57
Ecuación 5: Mezcla catalizadora .....	58
Ecuación 6: Cálculo de criticidad.....	67
Ecuación 7: Cálculo de potencia .....	77
Ecuación 8: Cálculo de potencia para Centro de Investigación .....	77
Ecuación 9: Cálculo de potencia final para Centro de Investigación .....	77
Ecuación 10: Cálculo de potencia para patio 4.....	78
Ecuación 11: Cálculo de potencia final para patio 4 .....	78
Ecuación 12: Cálculo de magnitud de riesgo .....	102

## Resumen Ejecutivo

Todos son testigo del alcance que va teniendo la electricidad no solo a nivel local, sino que mundial y de cómo este consumo básico nos vuelve totalmente dependientes en la vida cotidiana.

Se está tan acostumbrado a vivir con energía que no se valora hasta que no se tiene a disposición. En los hogares esta falta de suministro se traduce a la pérdida de entretenimiento, conectividad, de visualización de los espacios, alimentación, entre otros casos. Y para las instituciones, en la pérdida de información, de continuidad operacional, de monitoreos de seguridad, entre otros.

¿Existen aparatos que proporcionen energía mientras se reestablece el sistema?, ¿están al alcance esos aparatos?, ¿cómo se incorporan en el sistema existente?, ¿Se puede llegar y conectar o lo debe hacer un experto? Son varias las interrogantes que debiesen aparecer cuando se trata de buscar alguna alternativa para no tener interrupciones del suministro y, es exactamente en este punto donde se centra este Trabajo de Título.

Existen varias fuentes autónomas que proporcionan energía eléctrica, son los llamados generadores; éstos, generan electricidad a partir de diferentes fuentes (agua, sol, viento, por ejemplo), no obstante, en este caso se trabajará con **grupo electrógeno** que corresponde a un aparato que genera electricidad a partir de combustión interna.

La mayoría de los grupos electrógenos son alimentados con diésel, sin embargo, es posible encontrar en el mercado algunos que sean a base de gasolina. Considerando la responsabilidad ante medio ambiente y las generaciones futuras, se ha pensado entonces, en que la alimentación del grupo electrógeno debe ser renovable.

Existen varias formas de obtención de biocombustibles, entre ellos, varias formas de obtención de biodiésel como lo son las plantas oleaginosas, micro algas o a partir de aceite quemado o usado. Esta última es la que se investigó y se propone finalmente como alimentación para el grupo electrógeno que va a respaldar el suministro eléctrico.

¿Por qué se le llama renovable? Esta materia se conoce como biol o biomasa y corresponde en una de sus definiciones a cantidad de materia orgánica utilizable como fuente de energía. Si bien esta materia debe pasar por un proceso de refinamiento se considera renovable al ser un producto desecho altamente contaminante que será reutilizado.

Ya se ha mencionado el aparato propuesto y su alimentación pero todavía queda una interrogante ¿qué se propone respaldar? Al ser estudiante del Campus Santiago de la Universidad de Valparaíso y al ser testigo de la inoperatividad a la que se ve afecta en caso de corte del suministro es que se plantea la opción de incorporar una fuente autónoma de respaldo

en la institución. No obstante, cabe mencionar que la infraestructura de la Sede data de muchos años y que por ende su red eléctrica no necesariamente debe seguir una estructura lógica. A esto se abre una nueva interrogante ¿en que parte de la Universidad se debe conectar el grupo electrógeno?

Actualmente el Campus Santiago es alimentado por cuatro tableros generales uno de ellos proveniente del sector religioso y los otros tres se relacionan a diferentes patios. Como ya se explicó las conexiones no siguen una lógica, es decir, un tablero no alimenta a un patio determinado sino que las conexiones están entrecruzadas.

Al tener esta limitante es que fue necesario determinar por medio de varias herramientas qué es lo que debe ser respaldado por prioridad. Para esto se dividió el Campus en veinte sistemas los cuales se sometieron a análisis de criticidad y cadena de valor de Porter lo que arrojó que el sistema docencia tiene preferencia por sobre el resto. Como el sistema docencia tiene cabida en muchos sectores de la Universidad es que el sistema se subdividió arrojando el **centro de investigación** de Civil Industrial.

Se trataron dos opciones una respaldando sólo el centro de investigación y otra respaldando el tablero asociado. Por motivos económicos, de tiempo y de producción del biocombustible, es que se propone la primera opción mencionada, no obstante, de igual modo se presentan las ventajas y/o alcance de respaldar el tablero.

## **Capítulo 1: Introducción**

El desarrollo de la sociedad y la complejidad que han permitido las innovaciones tecnológicas, involucran un sistema de vida con estándares y estilos asociados al consumo de los servicios básicos como parte del día a día.

La necesidad de la energía eléctrica ya no es solo para alumbrar, si no que su utilización forma parte del funcionamiento asociado a la vida moderna.

Gran parte de la población hace uso masivo de las tecnologías, y por consecuente de la electricidad, sin embargo, todos nos vemos imposibilitados cuando este suministro, independiente del motivo, se suspende. Quizás para algunas personas este suceso no tenga mayor implicancia en sus quehaceres diarios, pero ¿qué ocurre cuando esto afecta a alguna institución? En general las instituciones poseen sistemas de control centralizado, climatización, automatización, soporte TIC's y softwares de gestión, los cuales, al ser afectados por la interrupción del servicio eléctrico, pierden operatividad y los datos se ven afectados. Para evitar perder información algunas organizaciones cuentan con equipos de respaldo, como UPS y grupos electrógenos.

### **1.1 Planteamiento del problema**

La continuidad operacional de una organización, en este caso diversas unidades académicas y de soporte no deben verse interrumpidas, ni afectadas, porque representan la forma de comunicación y gestión administrativa más relevante del siglo XXI, es así como podemos visualizar que actualmente, en el Campus Santiago de la Universidad de Valparaíso no existe una fuente energética de apoyo a la tradicional, por lo que en caso de que exista un eventual suspensión del suministro energético se ve interrumpida la continuidad operacional en toda la Sede, es decir, todas las actividades y trabajos existentes se ven paralizados hasta la reposición del servicio trayendo como consecuencia pérdida de información e investigación en curso.

La incorporación de una fuente alternativa de suministro eléctrico conlleva una serie de análisis sobre las actuales tecnologías, recursos involucrados, niveles de contaminación, sustentabilidad y viabilidad de los procesos de acuerdo a los requerimientos funcionales de la operación a respaldar, es decir, se debe determinar qué sistemas son fundamentales y cómo se conectan en el entramado energético existente.

### **1.2 Objetivo General**

Proponer un diseño de sistema de respaldo energético, utilizando energía renovable (biodiesel) para alimentar el sistema operativo o administrativo del Campus Santiago.

### 1.3 Objetivos Específicos

- Diagnosticar estado actual del sistema eléctrico de la Universidad de Valparaíso, Campus Santiago
- Identificar sistemas y funciones que componen la Universidad de Valparaíso, Campus Santiago. Detectando sistema fundamental.
- Determinar requerimientos de consumo del sistema fundamental y red eléctrica asociada a éste.
- Determinar funcionamiento y requerimientos de máquina generadora de biodiesel
- Investigar obtención de biodiesel a partir del reuso de aceite vegetal
- Elaborar modelo de abastecimiento para sistema de respaldo

### 1.4 Limitaciones

- La infraestructura del Campus Santiago se compone de una edificación central que ha sido modificada y ampliada en diferentes épocas, por lo tanto, es natural encontrar conexiones eléctricas a diferentes tableros.
- La administración del Campus Santiago no posee entre sus registros plano eléctrico original de las instalaciones, debiendo desarrollar mejoras directamente en terreno.
- La administración del Campus Santiago no posee registros de las suspensiones eléctricas a las que se ve afecta.
- La capacidad energética que puede entregar el grupo electrógeno industrial impide respaldar la totalidad del Campus, siendo necesario determinar qué sistemas serán respaldados en base a la misión declarada por la Universidad
- Actualmente, la Universidad se encuentra en proceso de construcción del Centro de Investigación, por lo que eventualmente podría sufrir modificaciones el proyecto y con ello el equipamiento electrónico.
- La potencia entregada por el grupo electrógeno estará condicionada por la calidad de biocombustible obtenido a partir de aceite quemado de acuerdo al Decreto 160.

### 1.5 Resultados Esperados

Al finalizar este proyecto se espera poseer conocimientos en la elaboración y refinación de combustible líquido obtenido a partir de aceite vegetal quemado, caracterizando grupo electrógeno receptor de este producto. Proponer un sistema eléctrico de respaldo autónomo y sustentable que permita dar soporte a la zona, sector o sistema que resulte con criterio de fundamental en el desarrollo de este trabajo. Como sub producto será posible obtener la caracterización, descripción y estado de relaciones de las diferentes unidades que componen el sistema universitario del Campus Santiago. A su vez, entregar un manual de obtención del biocombustible.

Por último, sugerir una serie de herramientas para que Rectoría representada en la Administración del Campus y/o las autoridades de la Escuela de Ingeniería Industrial puedan implementar a futuro este sistema.

## 1.6 Metodología

La metodología de trabajo se centra en la investigación y el uso de herramientas ingenieriles para la determinación de la solución al sistema de respaldo eléctrico. A continuación, se describen los principales hitos que marcan el desarrollo del Trabajo de Título:

- Estudio de tesis doctorales y de pregrado sobre producción de biodiesel.
- Análisis de los componentes y funciones de la máquina de biodiesel.
- Investigación de campo en la Universidad de Valparaíso revisando conexiones, distribución y alimentación eléctrica.
- Entrevistas con múltiples actores responsables de las funciones que se realizan en cada sistema detectado en el Campus.
- Estudio de tesis de pregrado e investigación sobre transferencia automática de generadores de emergencia.

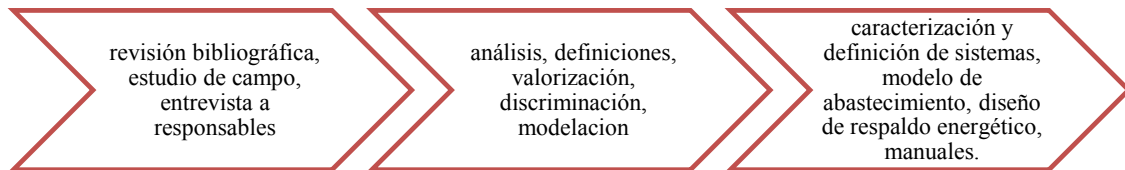


Ilustración 1: Análisis Teórico del Proyecto de Título  
Elaboración Propia

- Utilización de matrices y diagramas para la discriminación de sistemas que componen el Campus.
- Desarrollo de modelo de abastecimiento considerando manufacturas de materias primas e inventario de existencias.
- Revisión bibliográfica reglamentos vigentes sobre instalaciones eléctricas y medidas de seguridad que solicita la Superintendencia de Energía y Combustible (SEC).

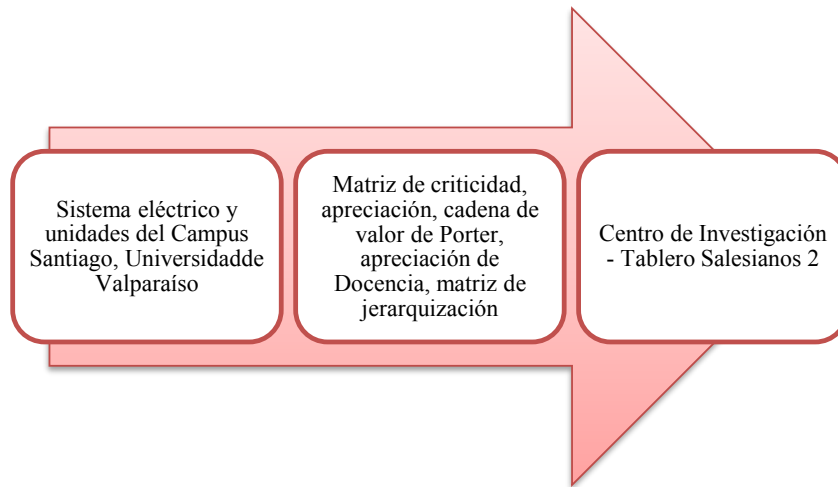


Ilustración 2: Alcance del Proyecto de Título  
Elaboración Propia

- Estudio técnico para determinar principales fuentes de obtención de materia prima.



Ilustración 3: Proceso Productivo de Materia Prima del Trabajo de Título

Elaboración Propia

- Además, se trabajaron diferentes tópicos importantes.

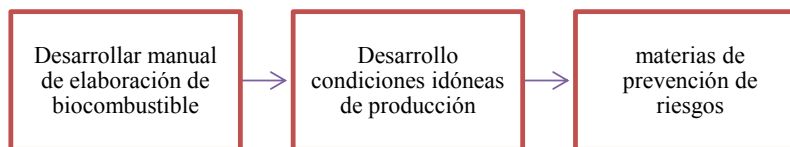


Ilustración 4: Consideraciones agregadas

Elaboración Propia

## Capítulo 2: Antecedentes Generales

La vorágine de la vida actual ha provocado comportamientos rutinarios y altamente repetitivos en la población, demandando continuamente recursos naturales sin detenerse a cuestionar el impacto medioambiental que la explotación de estos genera, la evidencia indica que incluso la forma en que se eliminan los desechos domiciliarios como industriales está generando consecuencias irreparables en el ecosistema.

La eliminación de desechos domiciliarios no siempre son removidos por empresas especialistas, siendo depositados por particulares en lugares no autorizados como sitios eriazos, bosques, plazas y hasta en sectores aledaños a sus propiedades. La deposición de residuos sin tratamiento produce gran contaminación, no solo por el mal olor sino las colonias bacterianas, los percolados y gases tóxicos, entre otros.

La comprensión de esta problemática y el llamado mundial para proteger el ecosistema ha hecho que Chile se sume a la tendencia del reciclaje, principalmente a través de iniciativas privadas, no obstante, dependiendo del desarrollo y las necesidades a cubrir algunas municipalidades han instalado “puntos limpios” buscando la concientización de la población sobre la importancia de reutilizar. Sin embargo, el aceite quemado se considera un desecho masivo en Chile, del cual solo las empresas realizan tratamientos de acuerdo a las normativas vigentes para tratamientos de residuos líquidos, en el caso de los individuos particulares este residuo de cocina es generalmente vertido al alcantarillado, provocando contaminación de aguas subterráneas, colapso en cañerías y en la misma red de alcantarillas.

### 2.1 Contaminación de aguas por aceite vegetal usado

La errónea eliminación de este desecho puede provocar grandes inconvenientes y un importante impacto en el medio ambiente. Muchos expertos señalan que 1 litro de aceite puede llegar a contaminar 1000 litros de agua, esto se agrava si este residuo llega a los ríos, lagos u océanos, formando una capa superficial que afecta el intercambio de oxígeno perjudicando a los seres vivos que conforman el habitat marino y la cadena trófica, es decir repercute en un daño generalizado al ecosistema (Fernandez Muerza, 2010).

Otros problemas asociados al manejo inadecuado del aceite usado son los que se nombran a continuación:

Al verter aceites al desagüe:

- Obstrucción de cañerías
- Disminución de la presión de agua
- Malos olores
- Suciedad

- Vectores sanitarios

Junto al efecto colateral en el aumento del costo por mantenimiento de cañerías y eliminación del aceite en las plantas de tratamiento de aguas, cifras que en su mayoría son absorbidos por la ciudadanía a través de la cuentas por cobro del servicio de agua potable, también se produce inevitablemente:

- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
- Contaminación de suelos
- Daños al ecosistema

## 2.2 Aceite vegetal como desecho en Chile

### 2.2.1 Niveles

El consumo per cápita chileno alcanza los 12,6 litros por año, desechándose 14.100.160 litros anuales sólo en la región metropolitana, además, solo el 5% del aceite se elimina a través de botes de basura, desechándose el 95% restante directamente al desagüe, es decir, 13.395.152 litros anuales, equivalente a contaminar quince piscinas olímpicas diariamente (Latournerie Lafertte, s.f.).

### 2.2.2 Aspectos legales y normativa vigente en Chile

A continuación, se presenta una tabla con normas chilenas relacionadas con el desecho de aceite vegetal usado.

<b>Situación</b>	<b>Clasificación</b>
Aceite vegetal usado	Residuos no peligroso asimilable a domiciliario
Generación 224 L/mes aceite usado	Residuo no peligroso industrial. Debe ser dispuesto acorde a la Norma N° 5081/93 MINSAL.
Descarte de aceite en desagüe	Prohibido por Decreto Supremo N° 609/98 MOP.
Alimentación animal con aceite usado	Prohibido por resolución exenta N° 4808 SAG.

Tabla 1: Normas Chilenas relacionadas con el desecho de aceite de cocina usado.

Fuente: (Latournerie Lafertte, s.f.)

De la tabla se extrae que el aceite vegetal usado clasificado como domiciliario, posee un estado de no peligroso, por lo que no tiene normativa vigente que se encargue de regular. Sin embargo, esta situación si contiene una alta peligrosidad de contaminación sobre el agua, tal como se mencionó anteriormente.

Además, considerar que el control de los desechos domiciliarios se hace prácticamente imposible y para tener un control satisfactorio de estos desechos, habría que partir por la concientización de la ciudadanía.

### 2.2.3 Compromiso medioambiental

En los últimos años ha aumentado la preocupación de los gobiernos por el tema medioambiental. La necesidad de crear energías no convencionales y sustentables es cada vez más urgente y Chile no es la excepción. Es por esta razón que en el año 2010 se crea el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) reemplazando a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

El Ministerio del Medio Ambiente de Chile, es el órgano del Estado encargado de colaborar con el presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables y no renovables, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación (MMA, 2016).

Visión y misión del MMA:

Visión: *“Alcanzar el desarrollo sustentable para el país con el objeto de mejorar la calidad de vida de los chilenos, tanto de esta generación como de futuras”* (Ministerio del Medio Ambiente, s.f.).

Misión: *“Liderar el desarrollo sustentable, a través de la generación de políticas públicas y regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana”*. (Ministerio del Medio Ambiente, s.f.)

Para lograr sus metas el ministerio informa a través de diversos medios, sus líneas de acción respecto a la gestión medioambiental, entre las que destacan:

- Actualización de reglamentos Residuales
- Políticas de inclusión de recicladores base
- Ley general de residuos<sup>1</sup>
- Sistema Nacional de Declaración de Residuos Sólidos.
- Gestión ambiental local
- Educación ambiental
- Fondo de protección ambiental
- Participación ciudadana

---

<sup>1</sup> Enfoque en las 3R, Valorización de los Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor (REP), Residuos Sólidos Municipales. (MMA, 2016)

Por último, es importante mencionar que en mayo de 2016 Verónica Michelle Bachelet Jeria, presidente de Chile, firmó la promulgación de la Ley de Fomento al Reciclaje, la que busca formalizar una industria de reciclaje en el país y con la que “*Chile pasa a ser pionero a nivel latinoamericano instaurando una política pública que fomente la gestión de residuos a nivel de recolección y valorización*” (César Araya, Seremi de Medio Ambiente).

La Universidad de Valparaíso, al ser una institución estatal, debe alinearse con los propósitos del estado en los temas que afecten a la sociedad como un ente crítico y participativo para el desarrollo de la nación.

En lo que respecta al compromiso medioambiental de la Universidad no es diferente y se demuestra en la formación de sus estudiantes, proporcionándoles las herramientas, junto con proponer diversos proyectos relacionados con la sustentabilidad del medio ambiente.

### **2.3 Aceite vegetal reciclado y sus usos**

Actualmente en Chile existen alrededor de cinco empresas dedicadas al reciclaje de aceite vegetal usado<sup>2</sup>. Sin embargo, este reciclaje se realiza a escala industrial, por lo que estas empresas se ven asociadas a organizaciones que necesitan deshacerse de grandes cantidades de aceite utilizado.

La opción de reciclaje del aceite utilizado por los ciudadanos, son contenedores urbanos, y solamente algunos municipios cuentan con esta infraestructura, adicionalmente la presencia de puntos de reciclaje son escasos y requieren del traslado de desechos por parte de los individuos que generan esta, disminuyendo la masividad de la propuesta.

(Latournerie Lafertte, s.f.) menciona que el reciclaje de este aceite vegetal usado doméstico presenta grandes beneficios ambientales como:

- Eliminación de residuo altamente contaminante para las aguas
- Abaratamiento de la depuración de aguas residuales
- Reducción en la degradación de los sistemas de saneamiento
- Materia prima para la creación de otras energías no convencionales o subproductos derivados.

El aceite vegetal usado debido a sus propiedades puede ser utilizado en diversas industrias como la química, la cosmética o la farmacéutica para fabricar entre otros:

---

<sup>2</sup> Dentro de las cuales se encuentran Rending, Bioils, Duoils y Luveoil.

- Abonos
- Pinturas y Barnices
- Ceras y cremas
- Detergentes
- Jabones
- Lubricantes
- Velas

Sin embargo, el uso o práctica ecológica de mayor relevancia que se le da al aceite vegetal usado, es la producción de biocombustibles, esencialmente biodiesel. Por cada litro de aceite usado se puede llegar a obtener aproximadamente un litro de biodiesel (Latournerie Lafertte, s.f.). La ventaja de producir este biocombustible es doble: por un lado, se evita el impacto en la naturaleza del aceite desechado y por otro lado se crea una alternativa para reducir el uso de los combustibles fósiles convencionales, que son grandes agentes contaminantes de la atmósfera, entre otras.

A continuación, se muestra una tabla de ventajas y desventajas del aceite vegetal usado.

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Reciclado se utiliza para la obtención de biocombustible.	Su eliminación directa al agua, la contamina a razón de 1:1000
Reciclado se utiliza para la obtención de glicerina.	Su eliminación vía cañerías bloquean estas e incluso las dañan, provocando costos de reparación o mantención excesivos.
Es más fácil diferenciar su eliminación para un posterior reciclaje, comparado con el resto de la basura doméstica.	Puede contaminar aguas subterráneas.
Se puede conseguir en grandes cantidades.	Difícil de manipular para una correcta eliminación.
	Inviabilidad de reutilización de su uso primario.
	Prácticamente nulo control de desecho doméstico.

Tabla 2: Ventajas y Desventajas del aceite vegetal usado.  
Elaboración Propia

## 2.4 Biodiesel

El biodiesel es un producto combustible que se compone de ésteres metílicos o etílicos (moléculas orgánicas) de los aceites vegetales o grasas animales o aceites comestibles en desuso,

obtenidos por reacción química (de transesterificación<sup>3</sup>) de los mismos con metanol o etanol respectivamente, produciendo glicerina como producto secundario (Ministerio de Energía, Gobierno de Chile, 2015).

Existen varias formas de obtener biodiesel, sin embargo, se clasifica como primera generación a la elaborada de grasas animales, aceites comestibles usados y aceites vegetales crudos de plantas oleaginosas<sup>4</sup> como raps o colza, girasol, soya y palmera africana.

Al igual que el petróleo diésel, es posible utilizarlo en motores de combustión interna (motores por compresión), que no requerirán de modificación, excepto cambiar ciertos componentes de las mangueras, filtros o uniones confeccionadas en base a caucho natural, como medida de precaución, ya que el biodiesel tiene la característica de disolver dicho material. Además, este combustible (dependiendo del tipo de motor) puede ser utilizado puro, o mezclado en alguna proporción con el petróleo diésel en concentraciones que no superen el 5%, lo que normalmente no requiere de modificaciones en el motor.

## 2.5 Producción mundial de biodiesel

Infinita Renewable S.A., empresa líder en la producción de biodiesel a nivel europeo, en su Informe Biodiesel 2015 menciona que respecto al año 2008 la producción anual de este biocombustible se ha incrementado un 65% tal como lo muestra el siguiente gráfico.

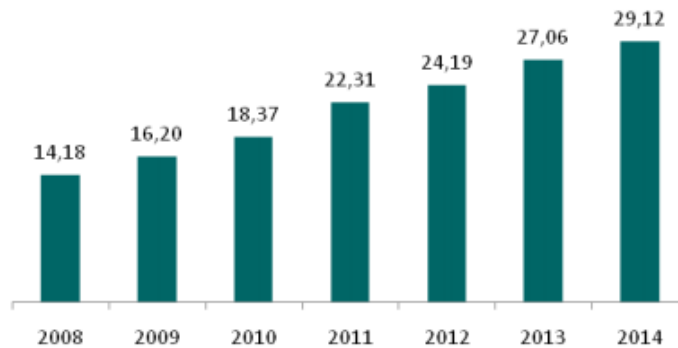


Gráfico 1: Producción mundial de biodiesel 2008-2014 (Millones de Toneladas)  
Fuente: (Infinita Renovables, 2015)

También se menciona en (Infinita Renovables, 2015) que Estados Unidos sigue siendo el principal productor mundial de biodiesel con 4,53 millones de toneladas al año 2013, seguido por países como Indonesia, Brasil, Alemania y Argentina.

<sup>3</sup> Proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un alcohol (RO-). A menudo estos procesos son catalizados por la adición de un ácido o una base

<sup>4</sup> Que permiten obtener aceite

Dentro de la Unión Europea los grandes productores de biodiesel son España, Alemania, Francia, Italia y Holanda concentrando el 70% de la producción de la región, alcanzando aproximadamente 16,3 millones de toneladas en el año 2013.

En la región latinoamericana, Brasil domina en el desarrollo y producción de biocombustibles en general, sin embargo, fue Argentina, ya desde el 2012, quién superó a Alemania y se quedó con el segundo lugar a nivel mundial de producción de biodiesel, solo superada por Estados Unidos, logrando 2,8 millones de litros y desplazando a Brasil al tercer puesto (Montilla, 2014).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) también postula a Colombia como el tercer gran productor de la región y dentro de los principales a nivel mundial; señala también que el desarrollo de biocombustibles en los países latinoamericanos se debe al fortalecimiento de políticas favorables y la emulación de modelos norteamericanos y europeos. Así mismo, indica que existen otros países con políticas de desarrollo de biocombustibles implementadas y en vías de desarrollo como lo son Honduras (inversión de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano de US\$300.000 para la construcción de una planta piloto de biodiesel, año 2012), Guatemala, Cuba (a mediados de 2012 se inauguró la primera planta piloto en Guantánamo para la obtención de biodiesel a partir de aceite de *Jatropha*) y Panamá (colaboración de la empresa Panama Green Fuels (PGF) y el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) para la producción piloto de *Jatropha curcas* para producción de biodiesel).

La OCDE y la FAO aseguran que para esta década (2014-2023) la producción de biocombustibles, tanto etanol como biodiesel, crecerán en más del 50% impulsado por una creciente demanda y el encarecimiento del petróleo como grandes razones. Sin embargo, esto representa una fuerte desaceleración con respecto a la década anterior (2004-2013) donde la producción se duplicó durante tal periodo. (Reuters, 2014).

Para continuar con la investigación se tomarán como ejemplos a seguir los modelos de Brasil, Argentina y Colombia, líderes de producción en la región y a nivel mundial.

## **2.6 Biodiesel en Chile**

Para la fabricación de biodiesel en Chile se debe cumplir una serie de parámetros que funcionan como un estándar que debe cumplir el producto para una combustión idónea por compresión en motores tipo diésel. La tabla 1.1 muestra las especificaciones de calidad del biodiesel, dispuestas en el Decreto N° 11/2008 del Ministerio de Economía:

<b>Propiedad</b>	<b>Unidad de Valor</b>	<b>Medida</b>
Densidad a 15°C	g/cm <sup>3</sup>	mín 0,86    máx 0,90
Viscosidad a 40°C	mm <sup>2</sup> /s (cST=centiStokes)	mín 3,5    máx 5,0
Punto de inflamación	°C	mín 120
Punto de escurrimiento	°C	máx -1
Azufre total	% masa	máx 0,005
Residuos de Carbono Conradson (CCR) al 100%	% masa	máx 0,05
Contenido de ceniza sulfatada	% masa	máx 0,02
Agua y sedimentos	% volumen	máx 0,05
Corrosión lámina de cobre (3 horas, 50°C)	grado de corrosión	máx N°2
Valor de neutralización (cantidad de ácido)	mg KOH/g muestra	máx 0,5
Contenido de éster	% masa	mín 96,5
Contenido de metanol	% masa	máx 0,2
Glicerina libre	% masa	máx 0,02
Glicerina total	% masa	máx 0,25
Fósforo	mg/kg	máx 10
Contenido de alcalinos (Na+K)	mg/kg	máx 5
Contenido de metales (Ca+Mg)	mg/kg	máx 5
Estabilidad a la oxidación a 110°C	Horas	mín 6

Tabla 3: Características del biodiesel según la Norma Chilena  
Fuente: (Ministerio de Economía, 2008)

Las principales ventajas del uso de biodiesel sobre el diésel convencional son las siguientes:

- Sustitución de combustibles provenientes del petróleo por biocombustibles de origen renovable.
- Diversificación energética.
- Obtener beneficios de los residuos tóxicos para el medio ambiente.
- Mayor poder lubricante, lo que disminuye la necesidad de agregar aditivos para mejorar esta propiedad.
- Biodegradable. Se degrada entre 4 a 5 veces más rápido que el diésel.
- Reducción del monóxido de carbono, hidrocarburos sin quemar y núcleos de hollín, esto debido a la presencia de oxígeno en la molécula de biodiesel que favorece a una combustión más completa.
- Ciclo de CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> emitido por el motor biodiesel será consumido en el crecimiento del cultivo (de las plantas de donde proviene el aceite posteriormente reciclado) en la fotosíntesis, esto cierra el ciclo de vida del CO<sub>2</sub> eliminando, entonces, su emisión neta.
- No contiene azufre, por lo que no genera SO<sub>2</sub>.

Ya se han mencionado las ventajas, tanto del reciclaje de aceite vegetal usado como del biodiesel como combustible, sin embargo, posee ciertas desventajas frente al diésel entre las que destacan:

- El biodiesel presenta problemas de fluidez y congelamiento a temperaturas no tan bajas (entre 0°C y -5°C), lo que traería problemas en regiones o temporadas frías. Sin embargo, existen aditivos que rebajan el punto de congelación a -20°C.
- Por su alto poder solvente, se recomienda almacenar el biodiesel en tanques limpios; si esto no se hace, los motores podrían ser contaminados con impurezas provenientes de los tanques.
- El contenido energético del biodiesel es algo menor que el del diésel (12% menor en peso u 8% en volumen), por lo que su consumo es ligeramente mayor.
- Daños en algunos componentes del motor. Componentes del biodiesel pueden disolver goma y caucho.

El biodiesel puede ser utilizado en cualquier motor diésel y motores modificados para un mayor aprovechamiento de este biocombustible. Es muy común utilizarlo en maquinaria agrícola, camiones y automóviles con motor que funcione con gasóleo, sin embargo, su uso en generadores eléctricos es el que más llama la atención ya que es una forma limpia, renovable y sustentable de obtener energía eléctrica.

## **2.7 Consumo energético en Chile**

Las necesidades de las personas e industrias cambian con el tiempo y estas necesidades van de la mano con el desarrollo tecnológico. Actualmente existen una gran cantidad de equipos electrónicos que se han hecho parte de la cotidianeidad de las personas, asimismo el desarrollo industrial requiere de inversión tecnológica, es por esta razón que el consumo de energía eléctrica se dispara casi sin control.

El consumo eléctrico en Chile se ha cuadruplicado en las últimas dos décadas, pasando de los 16.431 GWh que se consumía en 1990 a los 68.866 GWh en 2013, es decir, un aumento del 319% en 23 años. Hacia el 2030 se espera un alza de entre 3,5% y 4% anual, estimando una demanda que superará los 120.000 GWh. (Espinoza, 2015)

Como se aprecia en un futuro cercano los niveles de consumo serán excesivamente altos, para lo que será necesario estar preparados en caso de que el sistema no sea capaz de responder satisfactoriamente, aquí es donde toma fundamental importancia contar con un sistema de respaldo autónomo para generar energía.

## 2.8 Matriz energética proyectada de Chile

La necesidad energética del país aumenta a medida que pasa el tiempo, debido a la creciente población, el desarrollo tecnológico y el estilo de vida moderno, sin embargo, las fuentes de energía convencionales no darían abasto para contener esta situación en un futuro próximo, es por ello que la participación de nuevas fuentes de energía renovable en la matriz energética de Chile se ha vuelto una realidad.

La participación de las energías renovables en la generación de electricidad alcanzó un 65% en la década de los 60 y el 80% en los 80. Sin embargo, estas energías renovables provienen principalmente de centrales hidroeléctricas, por lo que debido al exhaustivo control por el impacto ambiental que estas generan cayó a un 40% en el 2014. Con esto nace la necesidad del desarrollo de energías renovables no convencionales (ERNC).

En los últimos años se ha experimentado un gran crecimiento de las ERNC. En el año 2005 existían instalaciones para una capacidad de 286 MW, logrando un alza del 646,5% en 10 años alcanzando una capacidad de generación de 2.135 MW, lo que constituye un 11,43% de la generación eléctrica del país a octubre de 2015.

En el marco de la *Mesa de ERNC de Energía 2050*<sup>5</sup> se desarrollaron evaluaciones y proyecciones de escenarios a largo plazo para determinar la penetración de las ERNC en los principales sistemas interconectados (SIC y SING). En una primera fase al 2035 las ERNC podrían llegar a constituir, en promedio, un 40% de la generación eléctrica del país y si se considera el conjunto de las energías renovables esa participación podría alcanzar aproximadamente un 60%.

A modo de complemento el Centro de Energía de la Universidad de Chile analizó escenarios de expansión de la matriz eléctrica con horizonte en el 2050, en el marco del proceso *Energía 2050*. Los resultados muestran, bajo todos los escenarios analizados, una gran penetración de energías renovables lográndose una matriz de generación de al menos un 70% al 2050.

Existe una tendencia de crecimiento en la penetración de las energías renovables principalmente solar y eólica, manteniendo también a la hidroeléctrica como pilar fundamental

---

<sup>5</sup> La Mesa ERNC impulsada por el Ministerio de Energía fue ejecutada por la Universidad de Chile como secretaría técnica y apoyada por el Programa de Energías de GIZ que se financia con fondos del Ministerio de Medioambiente de Alemania (BMUB) en el marco de la Iniciativa Internacional para la Protección al Clima (IKI). Su objetivo fue analizar las implicancias operacionales y económicas producto de la participación de energías renovables no convencionales sobre los sistemas eléctricos, con el fin de generar evidencia para la definición de la política energética nacional. Comenzó con los ciclos de discusión y desarrollo de trabajos en octubre de 2014 y concluyó en agosto de 2015 (Electricidad. La revista energética de Chile, 2015)

debido a su flexibilidad, capacidad de regulación e independencia energética que esta proclama, además de sus aportes a la reducción de gases de efecto invernadero.

#### Metas al 2035

- Al menos 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.
- Promover una alta penetración de Energías Renovables en la matriz eléctrica.
- Promover un desarrollo hidroeléctrico sustentable que permita alcanzar una alta participación renovable en la matriz eléctrica.
- Fomentar la participación de combustibles de bajas emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos en la matriz energética.

#### Metas al 2050

- Al menos el 70% de la generación eléctrica nacional provendrá de energías renovables.
- El complemento de esta matriz renovable deberá utilizar al máximo la infraestructura de generación que contribuya a un desempeño eficiente del sistema, privilegiando los nuevos desarrollos con tecnologías bajas en emisiones y que sean costo-eficientes, como el Gas Natural en la actualidad, y otras fuentes que se desarrollen en el futuro.

La Agencia Internacional de Energía menciona que la energía nuclear puede jugar un rol fundamental en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, sin embargo, y aunque la política energética de Chile no descarta ninguna tecnología de generación, la energía nuclear no está incluida como opción a corto plazo. (Ministerio de Energía, Gobierno de Chile, 2015).

## **Capítulo 3: Campus Santiago Universidad de Valparaíso**

A continuación, se presentará cómo y de qué forma nace el Campus Santiago de la Universidad de Valparaíso así como la oferta en cuanto a su infraestructura y los programas de estudio actuales (pese que algunos cerraron sus matrículas en esta sede). Además, se analizarán otros temas relacionados al consumo energético que serán requeridos para el próximo capítulo.

### **3.1 Institución**

La Universidad de Valparaíso es un establecimiento educacional universitario, de carácter público tradicional. Con presencia en Valparaíso, San Felipe y Santiago, otorga una oferta curricular de 41 carreras profesionales.

En los campus que posee la Universidad se imparten carreras de pregrado que comparten la misma malla curricular, académicos y exigencias que sus pares en la Casa Central, presentando así una garantía de calidad en la educación que se ofrece.

Como una institución que nace en la V Región, la Universidad de Valparaíso siempre ha tenido dentro de sus objetivos aportar a la descentralización del país, otorgando así una valiosa oportunidad para quienes se encuentran en lugares apartados de las dependencias centrales, toda vez que pueden estudiar una carrera universitaria sin desplazarse del lugar donde viven. (Universidad de Valparaíso, 2013).

#### **3.1.1 Visión**

La Universidad de Valparaíso, como Universidad estatal aspira a ser una Institución (Universidad de Valparaíso, s.f.):

- De excelencia en la formación de personas, en la innovación y generación de conocimiento y en su gestión,
- Pluralista y ampliamente participativa de todos sus estamentos,
- Vinculada a la realidad de su entorno,
- Que aporte desde la potenciación de su ubicación en la Región de Valparaíso, al desarrollo regional y nacional,
- Sostenible y socialmente responsable,
- Referente en la Educación Superior en el ámbito nacional e internacional.

#### **3.1.2 Misión**

La Universidad de Valparaíso es una institución estatal, pública y autónoma, fundada en una larga tradición y se plantea como misión generar y difundir el conocimiento, cultivando las humanidades, las artes, las ciencias y las tecnologías, a través del desarrollo de docencia de

pregrado, postgrado e investigación, así como entregando las competencias para formar los graduados, profesionales e investigadores, en un marco de calidad y compromiso con el desarrollo regional y nacional, promoviendo su carácter sostenible (Universidad de Valparaíso, s.f.).

### 3.1.3 Valores

El conjunto de valores que inspiran a la Universidad de Valparaíso y que forman parte de su tradición formadora son (Universidad de Valparaíso, s.f.):

- La libertad
- La solidaridad
- La equidad
- La participación y la formación ciudadana
- La sostenibilidad
- El pensamiento crítico
- El pluralismo
- La inclusión
- El respeto a la diversidad

### 3.2 Ubicación

Su dirección corresponde a Gran Avenida José Miguel Carrera #4160, comuna San Miguel.

Tal como se aprecia en anexo 2, la Universidad de Valparaíso se encuentra a dos cuadras y medias hacia el sur desde el Metro San Miguel.

### 3.3 Estructura

El Campus Santiago concurren tres facultades:



Ilustración 5: Facultades presentes en el Campus Santiago  
Fuente: (Universidad de Valparaíso, 2014). Elaboración Propia

No obstante, las carreras adscritas a las Facultades que se ofrecen a la comunidad en el Campus Santiago son siete, todas con modalidad diurna (Universidad de Valparaíso, 2014):

- Ingeniería Civil Industrial (ICI), perteneciente a la Facultad de Ingeniería
- Ingeniería Civil Oceánica (COI), perteneciente a la Facultad de Ingeniería
- Ingeniería Comercial (ICO), perteneciente a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA)
- Ingeniería en Negocios Internacionales (INI), perteneciente a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA)
- Administración Pública (APU), perteneciente a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA)
- Auditoría (AUDI), perteneciente a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA)
- Gestión en turismo y cultura (GTC), perteneciente a la Facultad de Arquitectura

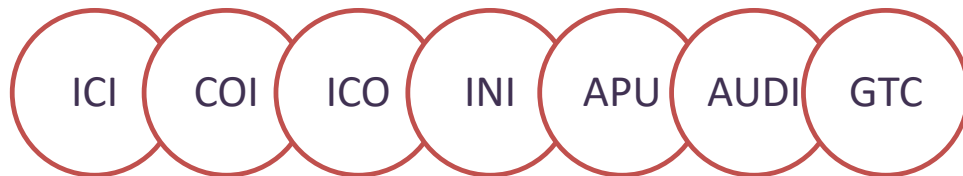


Ilustración 6: Carreras que se imparten en el Campus Santiago de la Universidad de Valparaíso.  
Fuente: (Universidad de Valparaíso, 2014). Elaboración Propia

Cada carrea de las descritas anteriormente, cuentan con la siguiente estructura:

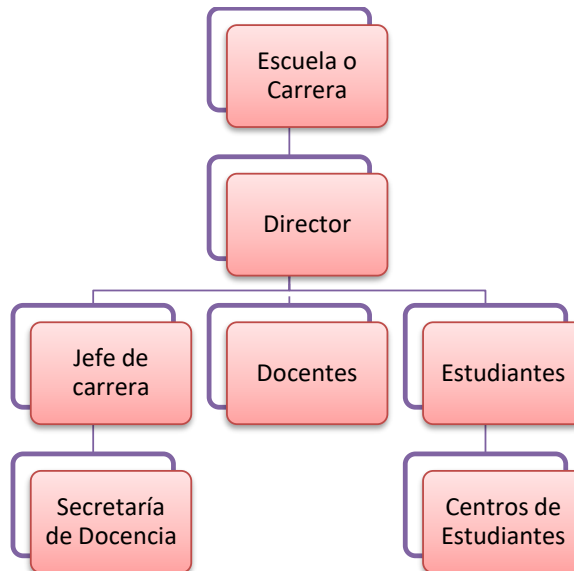


Ilustración 7: Organigrama de Escuelas o Carreras de la Universidad de Valparaíso

Como complemento a la formación profesional de los estudiantes, la Universidad les brinda servicios y espacios de uso público, como:

- Unidad de Asuntos Estudiantiles
- Departamento de Educación Física, Deportes y Recreación
- Biblioteca

No obstante, el Campus para su funcionamiento requiere de unidades elementales que son:

- Dirección del Campus
- Administración
- Aranceles

### **3.4 Distribución planta física Campus Santiago**

Según lo expuesto en la página web del Campus, hoy en día la Universidad posee (Universidad de Valparaíso, 2013):

- 31 salas de clases
- 5 laboratorios:
  - 2 laboratorios de Computación
  - 1 laboratorio de Física
  - 1 laboratorio de Hidráulica
  - 1 laboratorio de Simulación.
- 1 casino
- 1 biblioteca
- 1 gimnasio
- 1 teatro
- 4 patios

A continuación, se presenta un bosquejo general de la distribución del Campus según sus patios correspondientes, seguido por una secuencia de bosquejos por patio y por piso.

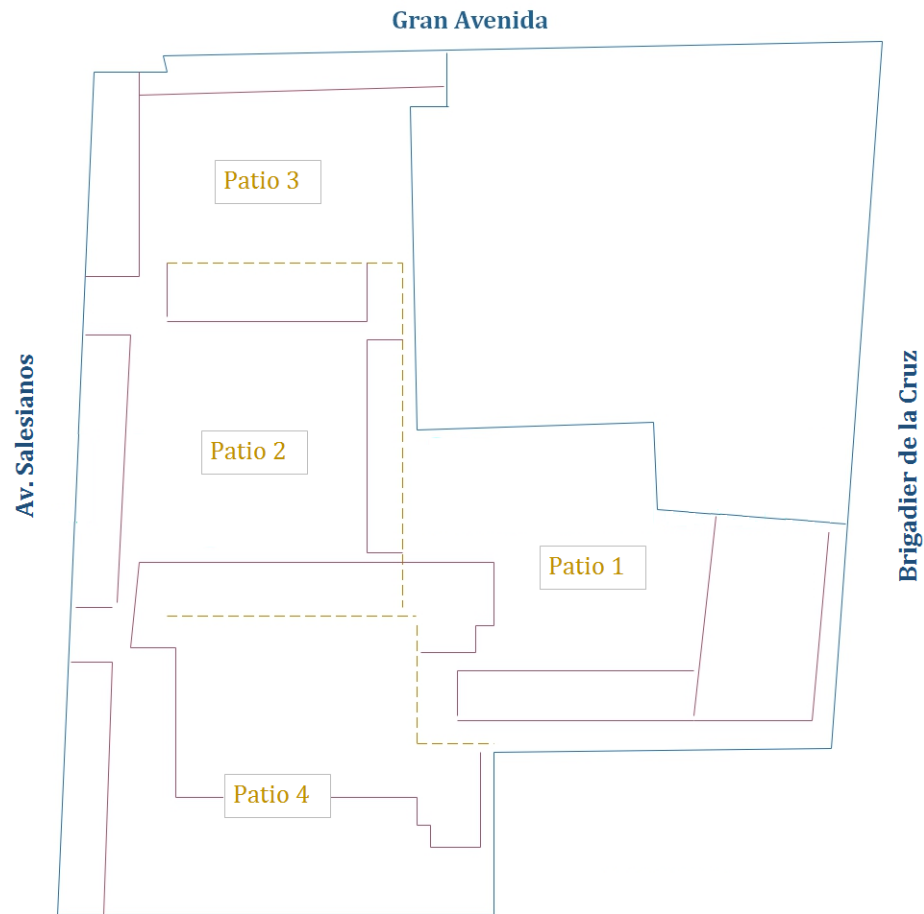


Ilustración 8: Bosquejo actual del Campus Santiago.  
Fuente: Ver anexos 3,4,5. Elaboración Propia

### 3.4.1 Patio 1. Primer piso

Comprende desde a la entrada de Brigadier de la Cruz hasta el pasillo que une con el patio 2. Comparten esta zona:

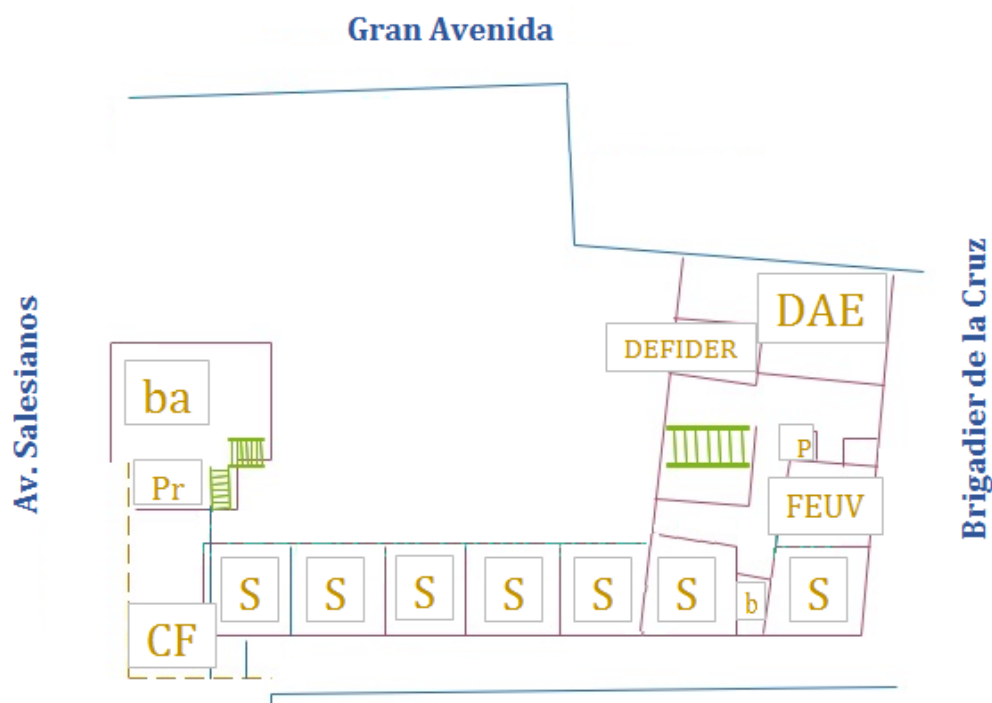


Ilustración 9: Bosquejo primer piso, patio 1, Campus Santiago  
Fuente: Ver anexo 3. Elaboración Propia

Simbología:

- DAE: Dirección de Asuntos Estudiantiles
- DEFIDER: Departamento de Educación Física, Deportes y Recreación
- FEUV: Federación de Estudiantes
- Pr: Prensa Estudiantil
- P: Portería
- CF: Centro de Fotocopiado
- S: Salas de Clase
- b: Bodegas
- ba: Cuarto de Baño

### 3.4.2 Patio 1. Segundo piso

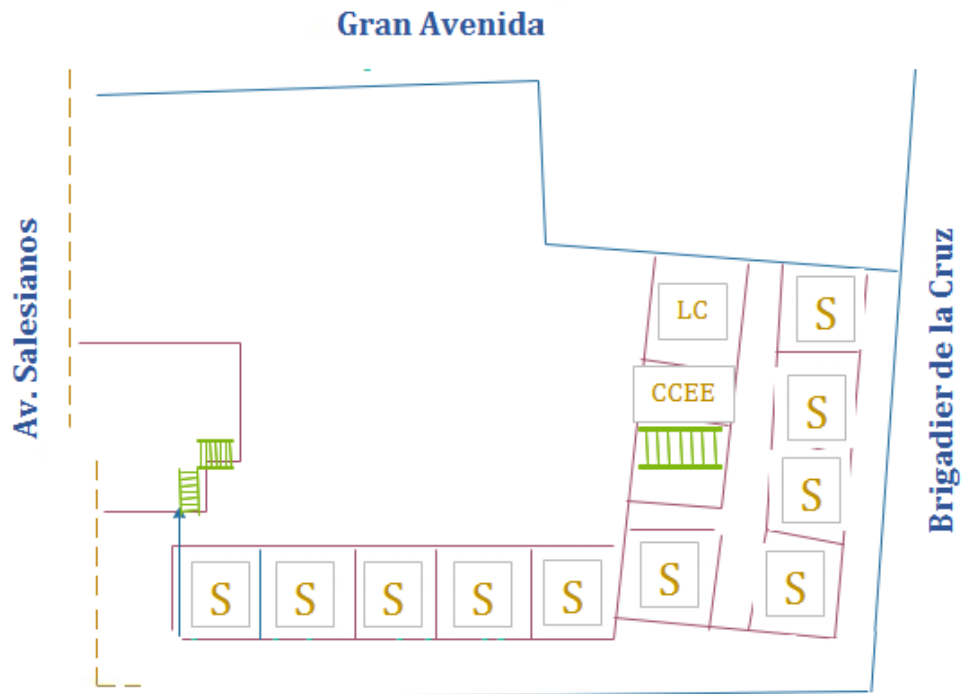


Ilustración 10: Bosquejo segundo piso, patio 1, Campus Santiago.  
Fuente: Ver anexo 4. Elaboración Propia

Simbología:

- LC: Laboratorio de Computación
- CCEE: Centro de Estudiantes
- S: Salas de Clase
- b: Bodegas (b)

## 3.4.3 Patio 2. Primer piso

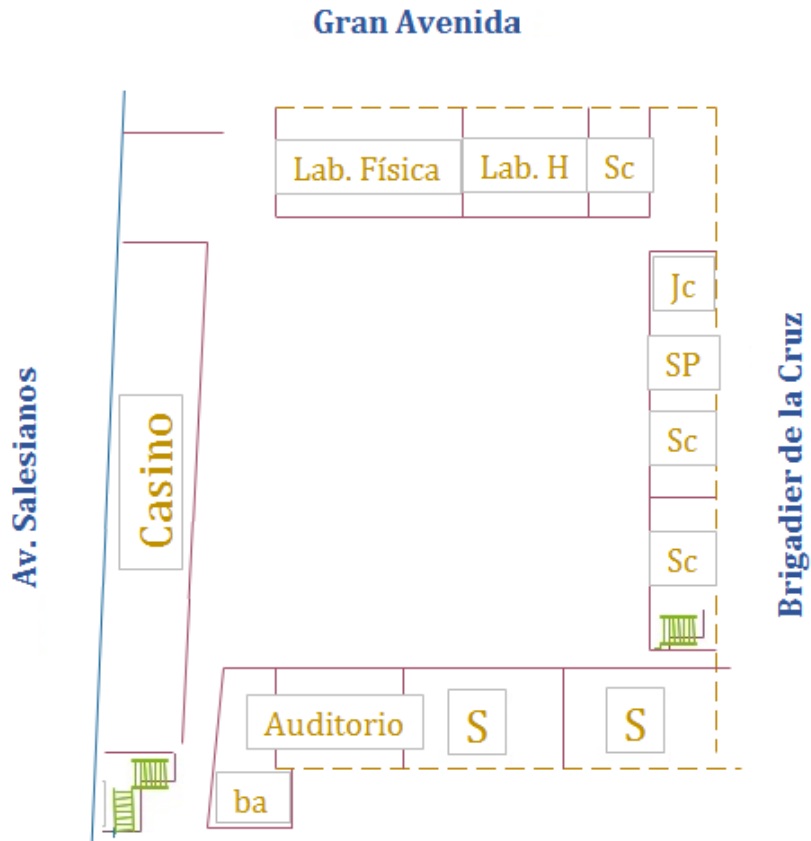


Ilustración 11: Bosquejo primer piso, patio 2, Campus Santiago  
Fuente: Ver anexo 3. Elaboración Propia

## Simbología:

- Sc: Secretaría de Docencia
- JC: Oficina de Jefe o Coordinador de Carrera
- SP: Sala de Profesores
- S: Salas de Clase
- ba: Cuarto de Baño
- Lab. H: Laboratorio de Hidráulica
- Laboratorio de Física

### 3.4.4 Patio 2. Segundo piso

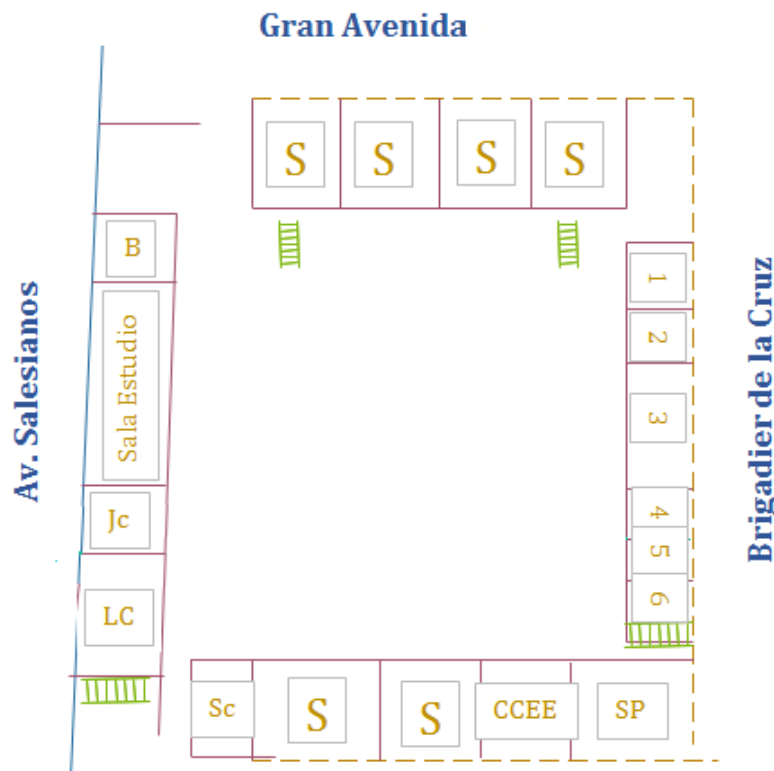


Ilustración 12: Bosquejo segundo piso, patio 2, Campus Santiago.  
Fuente: Ver anexo 4. Elaboración Propia

#### Simbología:

- 1: Secretaría de Docencia
- 2: Oficina de Jefe o Coordinador de Carrera
- 3: Sala de Profesores; Oficina de Jefe o Coordinador de Carrera
- 4: Unidad de Investigación; Oficina de Director de Carrera
- 5: Secretaría de Docencia; Centro de Estudiantes
- 6: Sala de Profesores
- B: Oficina de Bibliotecóloga
- S: Salas de Clase
- CCEE: Centro de Estudiantes
- LC: Laboratorio de Computación
- Jc: Oficina de Jefe o Coordinador de Carrera
- Sc: Secretaría de Docencia
- SP: Sala de Profesores

### 3.4.5 Patio 2. Tercer piso

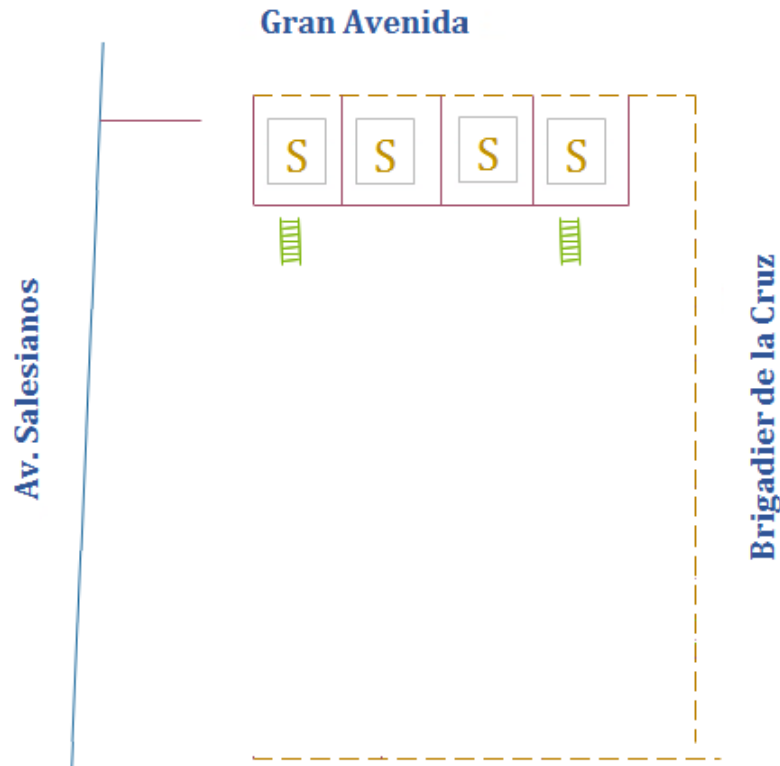


Ilustración 13: Bosquejo tercer piso, patio 2, Campus Santiago  
Fuente: Ver anexo 5. Elaboración Propia

Simbología:

- S: Salas de Clase

### 3.4.6 Patio 3. Primer piso



Ilustración 14: Bosquejo primer piso, patio 3, Campus Santiago  
Fuente: Ver anexo 3. Elaboración Propia

#### Simbología:

- 1: Caja
- 2: Unidad de Aranceles y Cobranzas
- 3: Administración
- 4: Coordinador Administrativo
- 5: Acceso
- 6: Dirección
- 7: Sala de Reuniones
- 8: Sala de Redes y Sistemas
- 9: Oficina Redes y Sistemas
- b: Bodega
- ba: Cuarto de Baño

### 3.4.7 Patio 3. Segundo piso

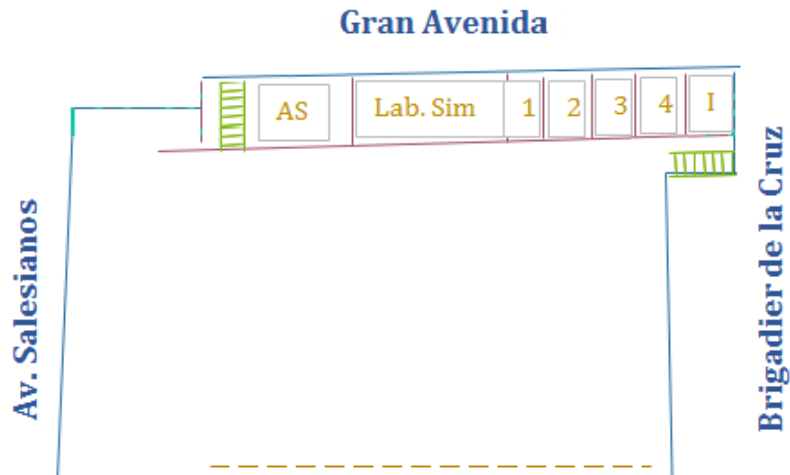


Ilustración 15: Bosquejo segundo piso, patio 3, Campus Santiago  
Fuente: Ver anexo 4. Elaboración Propia

Simbología:

- 1: Secretaría de Docencia
- 2: Oficina de Jefe o Coordinador de Carrera
- 3: Extensión y Comunicación
- 4: Sala de Profesores
- AS: Adquisición y Servicios Generales
- I: Inventario
- Laboratorio de Simulación

### 3.4.8 Patio 4. Primer piso



Ilustración 16: Bosquejo segundo piso, patio 3, Campus Santiago  
Fuente: Ver anexo 4. Elaboración Propia

Simbología:

- C: Cafetería
- Centro de Investigación: se encuentra en construcción

### 3.5 Sistema de suministro eléctrico

La electricidad es un fenómeno que existe en la naturaleza y que a través del tiempo el hombre ha sabido aprovechar a partir de los recursos naturales.

La corriente obtenida en las Centrales Eléctricas circula a través del tendido eléctrico se distribuyen en los hogares y sectores comerciales a través de los empalmes eléctricos<sup>6</sup> pasa por

<sup>6</sup> Unión entre conductores para prolongar o derivar líneas en todo tipo de instalaciones eléctricas.

el medidor<sup>7</sup> y tablero eléctrico<sup>8</sup> y se vuelve a distribuir hacia los tomacorrientes y la iluminación de las edificaciones. Ver ilustración 20.



Ilustración 17: Transmisión energía eléctrica.  
Elaboración Propia

¿A cuántas personas no les ha pasado que conectan a la red eléctrica un aparato sin fallas y todo se apaga o como suele decirse, hace corte? Esto ocurre debido a que la red eléctrica no cuenta con la potencia necesaria.

Para definir qué es potencia se presentará un ejemplo común obtenido de la página web de Enel. Se considerarán dos escenarios ambos con 10 máquinas, donde cada máquina tiene 100kW de potencia; el primer escenario que se conocerá como caso 1, es encender todas las máquinas durante una hora en el transcurso de un día, lo que exigirá al sistema eléctrico 1.000 kW mientras las máquinas estén en funcionamiento.

El segundo escenario, el caso 2 es encender cada máquina durante una hora, una después de otra hasta haber encendido cada una de ellas, lo que requerirá del sistema eléctrico 100 kW mientras las máquinas estén en funcionamiento.

En consecuencia, se observa que para el primer caso se requerirá de 10 veces la potencia del caso 2, lo que va a requerir dimensionar su instalación para 1000 kW (no como en el segundo caso que solo será para 100kW). No obstante, ambos han consumido la misma cantidad de energía, ya que tal como se aprecia en la siguiente ecuación, energía está dado por el producto de la potencia eléctrica por el tiempo expresado en horas:

$$\text{Energía} = \text{Potencia} * \text{Tiempo}$$

Ecuación 1: Cálculo de energía

Por lo tanto, el cálculo para los casos presentados es:

$$\text{Caso 1: } \text{Energía} = 100 \text{ kW} * 1 \text{ hora} * 10 \text{ máquinas} = 1000 \text{ kWh}$$

Ecuación 2: Ejemplo caso 1 cálculo de energía

$$\text{Caso 2: } \text{Energía} = 100 \text{ kW} * 10 \text{ horas} * 1 \text{ máquina} = 1000 \text{ kWh}$$

Ecuación 3: Ejemplo caso 2 cálculo de energía

<sup>7</sup> Mide la tensión y la corriente que pasa por él.

<sup>8</sup> Es un equipo destinado a cumplir con algunas de las siguientes funciones: medición, control, maniobra y protección.

### 3.5.1 Disposición eléctrica del Campus Santiago

Hoy en día, existen cuatro tableros principales cada uno conectado a un medidor. No obstante, durante el periodo de estudio existían cinco empalmes eléctricos que alimentaban al Campus Santiago conectados a cinco medidores de consumo, situados de la siguiente forma:

- Gran Avenida José Miguel Carrera (Sector Religioso)
- Avenida Salesianos (acceso Salesianos, patio 2 y teatro, patio 4)
- Brigadier de la Cruz (acceso Brigadier de la Cruz, patio 1)

A continuación, se presenta en la ilustración 21 la ubicación de los tres tableros principales pertenecientes a las dependencias de la Sede.

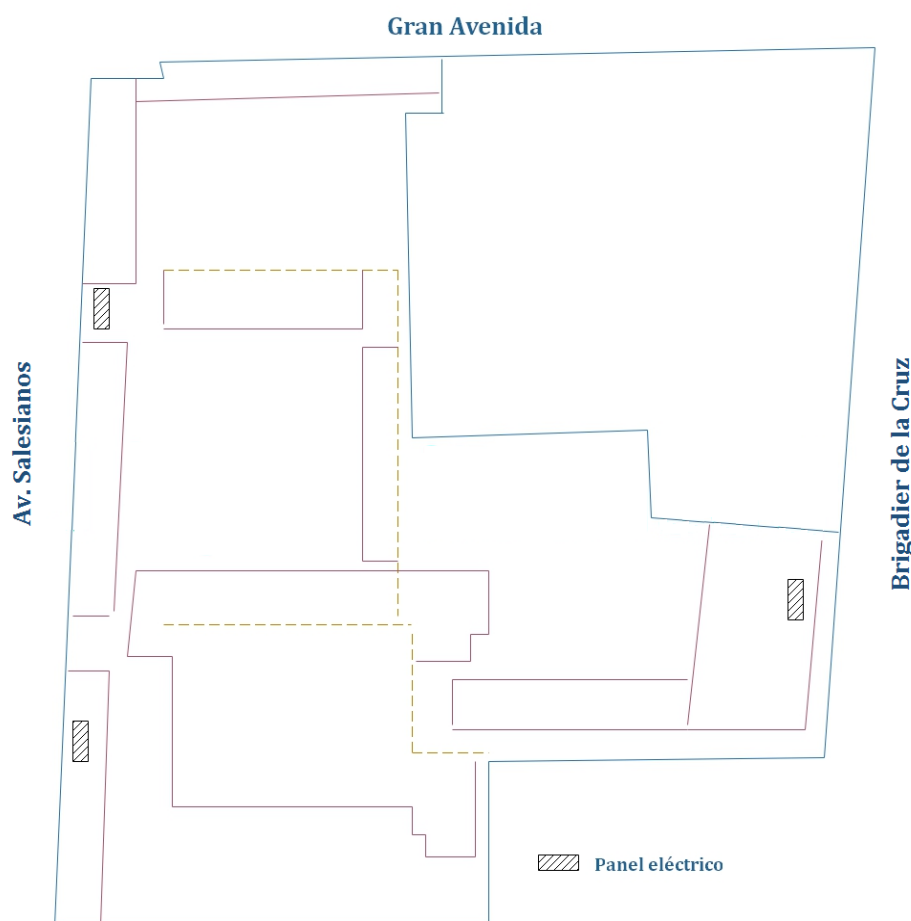


Ilustración 18: Disposición eléctrica del Campus.  
Fuente: entrevistas personales. Elaboración propia

Los cuatro tableros pertenecientes a la infraestructura del Campus funcionan con 40 amperes por fase.

No obstante, como ya se mencionó en el apartado 3.4.10 se espera que a mitades del año 2017 se encuentre terminada la construcción del nuevo Centro de Investigación de Ingeniería Civil Industrial que estará conectado al tablero del teatro en la Av. Salesianos. Debido a esta nueva proyección es que se reacondicionó la instalación eléctrica de ese sector eliminando el medidor monofásico y realizando un aumento de potencia a 144 (kW) y 100 (A) por fase.



Diagrama 1: de afinidad de los tableros del Campus.  
Fuente: Entrevistas personales. Elaboración Propia

En el diagrama anterior, se muestran la distribución energética desde los tableros hacia los toma corrientes e iluminaria de los sectores de la Universidad. No obstante, previo a éstos la energía pasa primero por interruptores u otros tableros secundarios.

Los medidores y tableros serán nombrados según su ubicación, adoptando de esta forma el nombre de la calle asociada. Para el caso de los tableros y medidores de la av. Salesianos estos, se distinguirán entre 1 y 2 donde Salesianos 1 corresponderá al tablero y medidor más cercano a Gran Avenida, por consiguiente, Salesianos 2 será el más alejado a ésta.

Como se puede observar en la ilustración 18 el tablero de Gran Avenida no pertenece a las instalaciones del Campus, debido a esto, es que no se considerará como alternativa para la instalación del grupo electrógeno.

### 3.6 Consumos eléctricos del Campus Santiago

Tal como se había hecho mención en el pie de página n°7 del apartado 3.5, los medidores de consumo eléctrico van contando numéricamente los valores conforme a los kilowatts hora consumida (energía) de forma acumulada, cuando la compañía distribuidora tiene que facturar, ésta registra el valor del contador (lectura actual) y busca el valor de la lectura anterior, la diferencia entre ambos valores se multiplica por la constante del medidor (hallada en la boleta), lo que resulta el consumo en kWh.

A continuación, se presentan los consumos de los cuatro medidores señalados anteriormente correspondientes al año 2014, año 2015 y el primer semestre de 2016:

#### 3.6.1 Brigadier de la Cruz

Se encuentra conectado un medidor trifásico con una potencia instalada de 27 kWh.

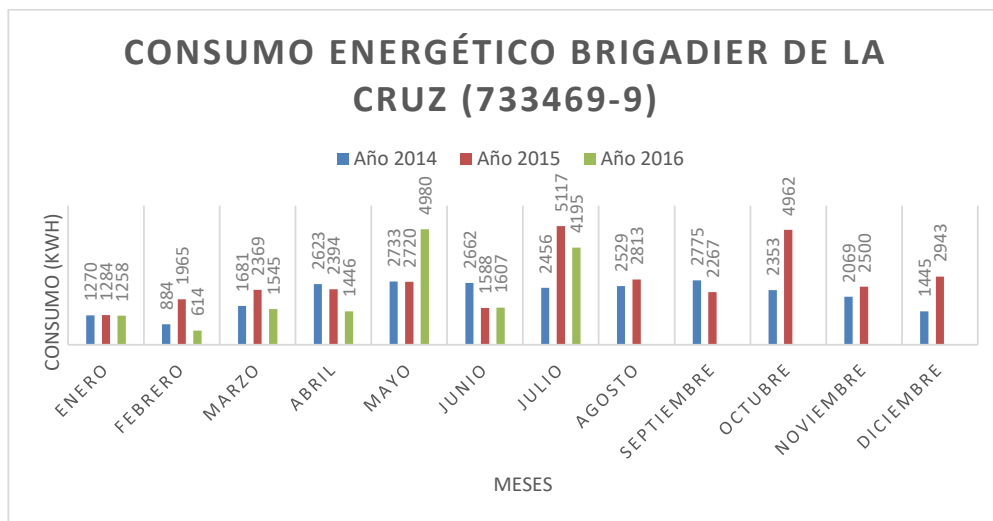


Gráfico 2: Consumo energético de Brigadier de la Cruz  
Fuente: Reporte de consumos. Ver anexo 6 y 10. Elaboración propia

Tal como se puede apreciar en la gráfica 2, los consumos energéticos correspondientes al medidor trifásico de Brigadier de la Cruz poseen ciertas variaciones entre los periodos estudiados, de las cuales las que más llaman la atención son las existentes en los meses de febrero, mayo, julio, octubre y diciembre.

Si bien la variación ocurrida en febrero de 2015 no se ve tan pronunciada como las otras mencionadas, si llama la atención, debido a que este mes en el periodo académico corresponde a vacaciones por lo que el consumo existente debiese ser mínimo y no el alza de más del doble del valor mayor registrado en los periodos estudiados.

En cuanto a los otros meses (mayo, julio, octubre, diciembre) las variaciones son de casi el doble de los valores mínimos registrados, no obstante, no es posible derivar de la gráfica por qué ocurrieron estas variaciones tan holgadas.

De la información obtenida por el reporte de consumo y las boletas existentes en la Universidad del medidor de Brigadier de la Cruz (ver anexo 6 y 10) se puede realizar, entonces, un análisis estadístico descriptivo de los datos apreciados en la tabla 4.

<i>Brigadier de la Cruz</i>	
Media	2388,6129
Error típico	204,204181
Mediana	2369
Moda	#N/A
Desviación estándar	1136,96076
Varianza de la muestra	1292679,78
Curtosis	1,01500938
Coefficiente de asimetría	1,07029349
Rango	4503
Mínimo	614
Máximo	5117
Suma	74047
Cuenta	31

Tabla 4: Análisis estadístico descriptivo de los consumos de Brigadier de la Cruz  
Elaboración Propia

El valor mínimo consumido de la muestra es 614 kWh y por contrario, el valor máximo consumo fue de 5.117 kWh.

Con respecto a los 31 datos de consumo que se analizaron, éstos dieron un promedio de 2.389 kWh, donde la desviación estándar de las muestras, es decir, la agrupación de estos valores con respecto a la media es de 1.137 kWh.

En cuanto a las otras medidas de tendencia central de las muestras de consumos de Brigadier de la Cruz, no hay valores repetidos, por lo que no existe moda y el valor central de los datos es de 2.369 kWh.

Como el valor de la curtosis es mayor que cero, entonces, la distribución de los consumos estudiados es leptocurtica, es decir, los datos se encuentran muy concentrados con respecto a la media.

A sí mismo el valor del coeficiente de asimetría es mayor que cero, lo que indica que la distribución es asimétrica a la izquierda o positiva.

### 3.6.2 Salesianos 1

Se encuentra conectado un medidor trifásico con una potencia instalada de 27 kWh.

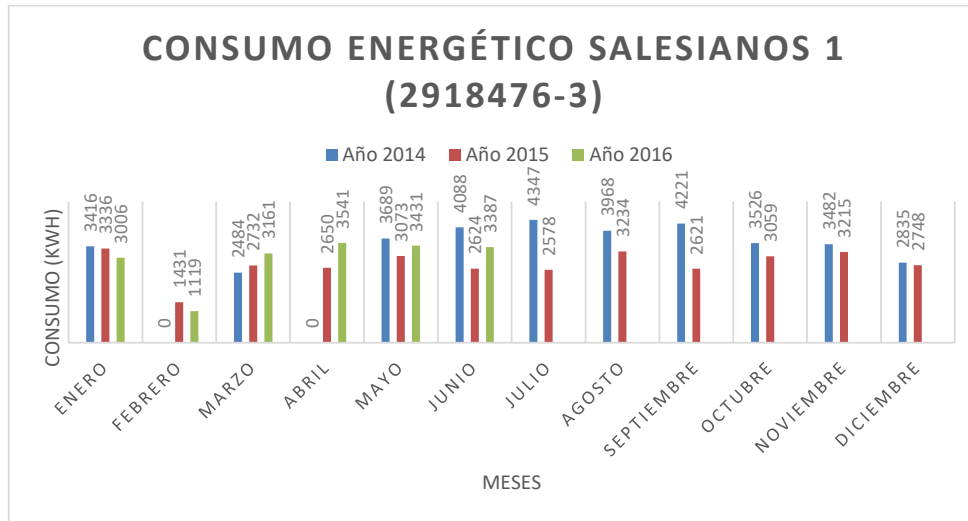


Gráfico 3: Consumo medidor Salesianos 1 Trifásico.  
Fuente: Reporte de consumos. Ver anexo 7 y 11. Elaboración propia

Tal como se puede apreciar en la gráfica 3, entre los consumos energéticos correspondientes al medidor trifásico de Salesianos 1 existen menos variaciones entre los periodos estudiados, de tal forma que sólo en los meses de julio y septiembre de los periodos de 2014 y 2015 ocurrió una disminución de consumo.

Si bien no se cuenta con la información de consumo de los meses de febrero y abril del año 2014, se estima que ésta debiese de estar entre los parámetros mostrados entre los años 2015 y 2016, considerando la estabilidad de los consumos en el primer semestre.

De la información obtenida por el reporte de consumo y las boletas existentes en la Universidad del medidor de Salesianos 1 (ver anexo 7 y 11) se puede realizar, entonces, un análisis estadístico descriptivo de los datos apreciados en la tabla 5.

<i>Salesianos 1</i>	
Media	3107,214286
Error típico	136,820107
Mediana	3188
Moda	#N/A
Desviación estándar	723,9839551
Varianza de la muestra	524152,7672
Curtosis	1,612123636
Coficiente de asimetría	-0,84394005
Rango	3228
Mínimo	1119
Máximo	4347
Suma	87002
Cuenta	28
<u>Nivel de confianza (95,0%)</u>	<u>280,7316709</u>

Tabla 5: Análisis estadístico descriptivo de los consumos de Salesianos 1  
Elaboración Propia

El valor mínimo consumido de la muestra es 1.119 kWh y por contrario, el valor máximo consumo fue de 4.347 kWh.

Con respecto a los 28 datos de consumo que se analizaron, éstos dieron un promedio de 3.107 kWh, donde la desviación estándar de las muestras, es decir, la agrupación de estos valores con respecto a la media es de 724 kWh.

En cuanto a las otras medidas de tendencia central de las muestras de consumos de Salesianos 1, no hay valores repetidos, por lo que no existe moda y el valor central de los datos es de 3.188 kWh.

Como el valor de la curtosis es mayor que cero, entonces, la distribución de los consumos estudiados es leptocurtica, es decir, los datos se encuentran muy concentrados con respecto a la media.

Por otro lado, el valor del coeficiente de asimetría es menor que cero, lo que indica que la distribución es asimétrica a la derecha o negativa.

### 3.6.3 Salesianos 2

Se encuentran conectados dos medidores uno monofásico y otro trifásico ambos con una potencia instalada de 25 kWh.

Con respecto a los datos de los consumos registrados en el medidor de Salesianos 2 monofásico, en la gráfica 4 se puede observar grandes variaciones entre los periodos, si bien

entre 2014 y 2015 existen consumos similares, a partir del mes de octubre existe una disminución considerable para el 2015.

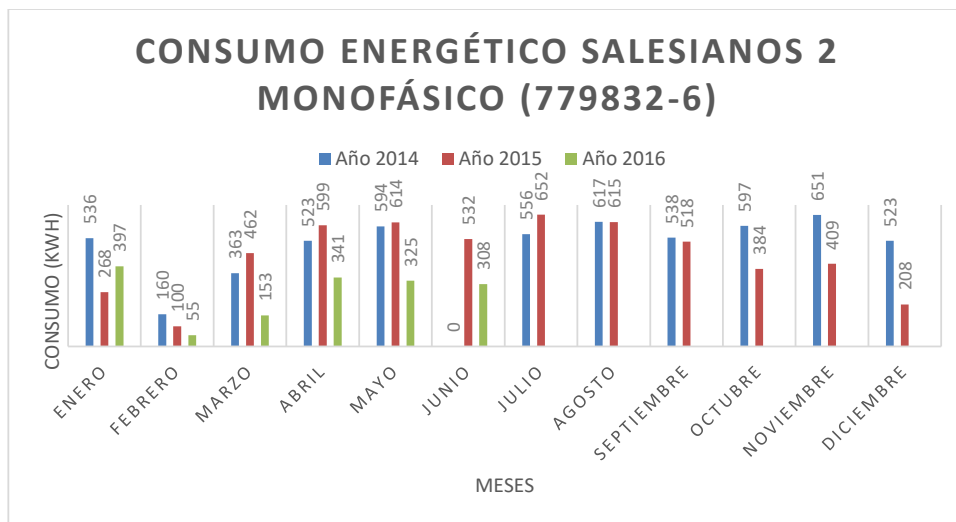


Gráfico 4: Consumo medidor Salesianos 2 Monofásico.  
Fuente: Reporte de consumos. Ver anexo 9 y 13. Elaboración propia

Los consumos acontecidos en este año son mucho más bajos que los registrados en 2014 y 2015.

De la información obtenida por el reporte de consumo y las boletas existentes en la Universidad del medidor de Salesianos 2 monofásico (ver anexo 9 y 13) se puede realizar, entonces, un análisis estadístico descriptivo de los datos apreciados en la tabla 6.

<i>Salesianos 2 Monofásico</i>	
Media	434,4
Error típico	32,84
Mediana	518
Moda	523
Desviación estándar	176,9
Varianza de la muestra	31280
Curtosis	-0,66
Coefficiente de asimetría	-0,68
Rango	597
Mínimo	55
Máximo	652
Suma	12598
Cuenta	29

Tabla 6: Consumos Salesianos 2. Monofásico

El valor mínimo consumido de la muestra es 55 kWh y por contrario, el valor máximo consumo fue de 652 kWh.

Con respecto a los 29 datos de consumo que se analizaron, éstos dieron un promedio de 434,4 kWh, donde la desviación estándar de las muestras, es decir, la agrupación de estos valores con respecto a la media es de 176,9 kWh.

En cuanto a las otras medidas de tendencia central de las muestras de consumos de Salesianos 2 monofásico, el valor de la moda es 523 kWh y el valor central de los datos es de 518 kWh.

Como el valor de la curtosis es menor que cero, entonces, la distribución de los consumos estudiados es platicurtica, es decir, los datos se encuentran más dispersos con respecto a la media.

Por otro lado, el valor del coeficiente de asimetría es menor que cero, lo que indica que la distribución es asimétrica a la derecha o negativa.

Con respecto a los datos de los consumos registrados en el medidor de Salesianos 2 trifásico, en la gráfica 5 se puede observar que los datos están completamente superpuestos, es decir, las variaciones de los consumos son muy pequeñas lo que se traduce en una demanda energética constante.

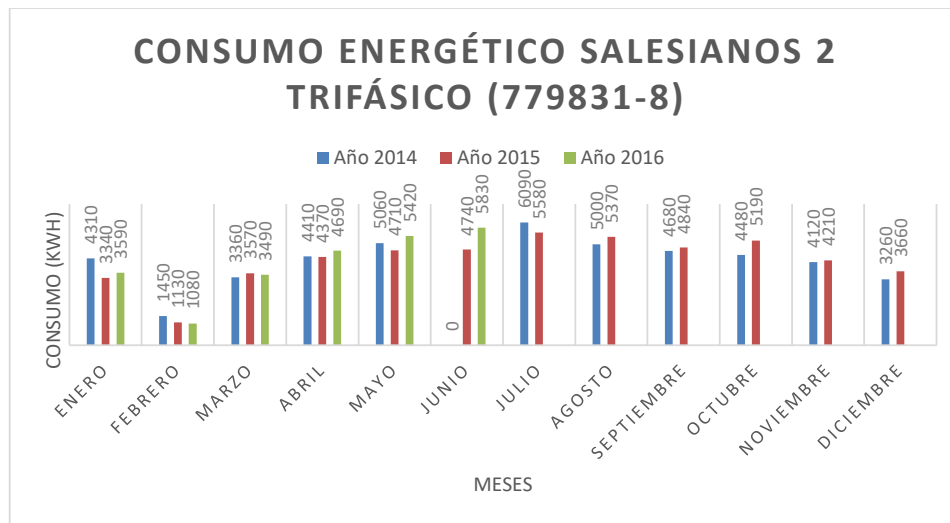


Gráfico 5: Consumo medidor Salesianos 2 Trifásico.  
Fuente: Reporte de consumos. Ver anexo 8 y 12. Elaboración propia

De la información obtenida por el reporte de consumo y las boletas existentes en la Universidad del medidor de Salesianos 2 monofásico (ver anexo 8 y 12) se puede realizar, entonces, un análisis estadístico descriptivo de los datos apreciados en la tabla 7.

El valor mínimo consumido de la muestra es 1.080 kWh y por contrario, el valor máximo consumo fue de 6.090 kWh.

Con respecto a los 29 datos de consumo que se analizaron, éstos dieron un promedio de 4.173 kWh, donde la desviación estándar de las muestras, es decir, la agrupación de estos valores con respecto a la media es de 1.275 kWh.

<i>Salesianos 2 Trifásico</i>	
Media	4173,448276
Error típico	236,8384101
Mediana	4410
Moda	#N/A
Desviación estándar	1275,413871
Varianza de la muestra	1626680,542
Curtosis	1,109406745
	-
Coefficiente de asimetría	1,099424809
Rango	5010
Mínimo	1080
Máximo	6090
Suma	121030
Cuenta	29
Nivel de confianza (95,0%)	485,1414906

Tabla 7: Consumos Salesianos 2. Trifásico

En cuanto a las otras medidas de tendencia central de las muestras de consumos de Salesianos 2 monofásico, no hay valores repetidos, por lo que no existe moda y el valor central de los datos es de 4.410 kWh.

Como el valor de la curtosis es mayor que cero, entonces, la distribución de los consumos estudiados es leptocurtica, es decir, los datos se encuentran muy concentrados con respecto a la media.

Por otro lado, el valor del coeficiente de asimetría es mayor que cero, lo que indica que la distribución es asimétrica a la izquierda o positiva.

### 3.6.4 Consumos adicionales

Es una medida implementada por el Ministerio de Energía, para regular el aumento de consumo de los clientes BT1<sup>9</sup> en los meses de invierno (01 de abril al 30 de septiembre). A los

<sup>9</sup> Corresponde al tipo de tarifas de suministro eléctrico con menor potencia instalada (consumo residencial), éstas son establecidas de acuerdo con fórmulas de cálculo fijadas cada cuatro años por la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC, s.f.).

consumos que exceden el Límite de Invierno se les aplica un recargo llamado “Energía Adicional de Invierno (Enel, s.f.)

A continuación, se presenta la tabla 8 que muestra los meses donde existieron consumos adicionales según el medidor correspondiente:

<b>Medidor</b>	<b>Meses Consumo Adicional 2014</b>	<b>Meses Consumo Adicional 2015</b>	<b>Mes Consumo Adicional 2016</b>
Salesianos 1	septiembre y diciembre	enero a marzo, mayo, julio, diciembre	enero a abril
Salesianos 2 (M)	julio a octubre	abril a agosto	
Salesianos 2(T)	julio a octubre	abril a octubre	mayo, junio
Brigadier de la Cruz	todo el año	enero, marzo, abril, mayo, julio, agosto, octubre, diciembre	enero, febrero, marzo mayo, julio

Tabla 8: Consumo adicional Campus Santiago.  
Fuente: Ver anexos 6 al 13. Elaboración Propia

Al observar los meses en que existió un consumo adicional, es posible determinar un patrón en el medidor trifásico de Salesianos 2 y Brigadier de la Cruz, debido a que las fechas son más consistentes, de tal modo que es de esperar un aumento de consumo que conlleve a un consumo adicional en periodo de invierno y casi todo el año respectivamente, lo que no es posible establecer para los otros medidores en los que las fechas donde ocurre esto son dispares.

### 3.7 Suspensión del suministro eléctrico

En el año 2015 en el Campus, se registraron 3 suspensiones del suministro eléctrico que correspondieron a suspensiones anunciados por la empresa suministradora. No obstante, no se tiene información sobre las veces en que ocurrieron otras suspensiones que dejaron por poco tiempo sin electricidad a la institución.

Existen diversos motivos por los que el suministro eléctrico deje de funcionar, no obstante, es necesario tener conocimiento de cuáles pueden ser las causas de que esto ocurra. A continuación, se presenta un diagrama de árbol donde se muestran las potenciales causas de una posible suspensión del suministro eléctrico:

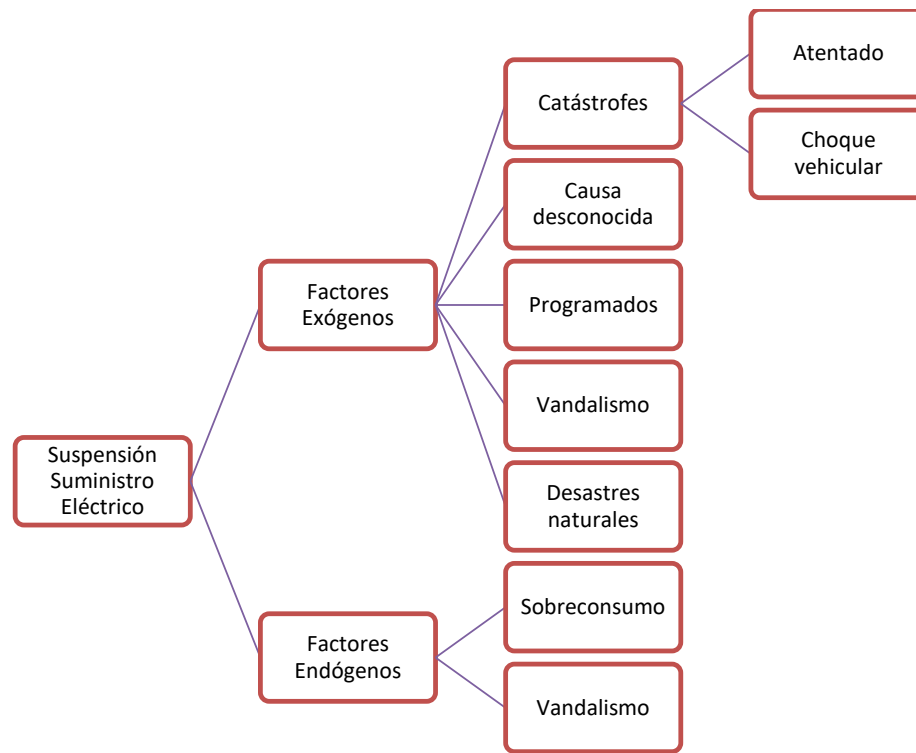


Diagrama 2: de árbol para suspensión de suministro eléctrico  
Elaboración Propia

Tal como se muestra en el diagrama 1, las suspensiones del suministro eléctrico pueden generarse por factores exógenos o los endógenos. Los factores exógenos, corresponden a las causas externas a la entidad, dentro de las cuales se encuentran:

**Catástrofes:** dividido en atentados y choques vehiculares, el primero causado por personas o grupos antisociales que buscan agredir por causas que consideran justas. En cuanto a los choques vehiculares son causadas por imprudencias del tránsito o incidentes en los medios de transporte.

**Casusas desconocidas:** son las que no se sabe el motivo por el cual ocurre el corte del suministro.

**Programados:** dispuestos por la compañía de distribución energética, son avisados con anticipación. Generalmente ocurren por trabajos en las instalaciones eléctricas de los alrededores.

**Vandalismo:** son las causadas por ciertas personas sin respeto por la propiedad del resto.

**Desastres naturales:** causados por eventos o fenómenos naturales como los terremotos, inundaciones, u otro.

Por otro lado, los factores endógenos, son los que corresponden a las causas que pueden ocurrir dentro de la entidad, dentro de las cuales se encuentran:

**Sobreconsumo:** ocurre cuando se sobre exige la capacidad de potencia instalada

**Vandalismo:** son las causadas por ciertas personas sin respeto por la propiedad del resto.

## Capítulo 4: Propuesta

La importancia de trabajar los residuos para disminuir nuestra huella de carbono en la Tierra debe ser para todos los actores de la sociedad. En este capítulo será posible observar cómo a partir del residuo industrial generado de la biomasa vegetal es transformado a un producto combustible.

Además, se muestra la forma en que se determinó sistema operativo del Campus Santiago a respaldar.

Y por último, se presenta el equipo autónomo que generará electricidad en caso que exista una falla eléctrica y cómo se realiza este cambio de suministro.

### 4.1 Biocombustible

El combustible con el que se alimentará la fuente de energía auxiliar para el Sistema Operativo del Campus Santiago será biodiesel a partir de aceite quemado. En esta sección se presentará cómo hacer este biocombustible, como recopilar el aceite, almacenamiento de los productos y qué materiales se necesitan en todo el proceso.

#### 4.1.1 Presentación de la máquina

Hoy en día la carrera de Ingeniería Civil Industrial del Campus Santiago de la Universidad de Valparaíso, cuenta con una máquina de producción de biodiesel a partir de aceite quemado. Tal como se ve en la ilustración 24, la máquina se compone de dos mecanismos, uno de ellos es el **reactor** con capacidad para 20 L, se manipula a través de un tablero, en el cual se programa la temperatura y se acciona el motor y la bomba; éste posee un agujero en la parte superior donde se ingresan los líquidos a calentar, está completamente sellado y sus salidas son una independiente hacia abajo y otra accionada por la bomba hacia el **decantador**, que corresponde al otro mecanismo con capacidad para 50 L, en él como atribuye su nombre es donde decantan los líquidos depositados. Éste posee un mezclador manual, recibe alimentación del reactor sin pérdida de materia, posee comunicación directa con el medio ambiente a través de la abertura superior la cual se utiliza como alimentador del agua para el proceso de refinación del biocombustible.



Ilustración 19: Modelo 3D de la máquina de biodiesel  
Fuente: Máquina perteneciente a la carrera. Ver anexo 14

#### **4.1.2 Encendido de la máquina**

Se alimenta eléctricamente desde los toma corrientes, aunque es necesario abrir el tablero y accionar el interruptor automático para dar el paso de corriente.

#### **4.1.3 Consideraciones para el uso de la máquina**

Previamente de trabajar en cualquiera de las etapas presentadas recordar usar los elementos de protección personal designados para la Producción del Biocombustible tal como rige el Decreto 594 párrafo IV Título III: construcción.

- Gafas
- Guantes
- Mascarilla
- Pechera
- Zapato de seguridad

#### 4.1.4 Materias primas producción del biocombustible

- Hidróxido de sodio
- Agua destilada
- Alcohol isopropílico
- Metanol

#### 4.1.5 Producción del biocombustible<sup>10</sup>

Para la elaboración del biocombustible a partir de aceite quemado se ha dividido el proceso en siete etapas tal como se muestra en la ilustración 25, no obstante, cabe mencionar de ante mano que la máquina con la que se dispone sólo acepta aceite quemado de origen **vegetal**, es decir, el aceite no debe estar mezclado con grasas o aceites de origen animal ni mineral (derivados del petróleo).

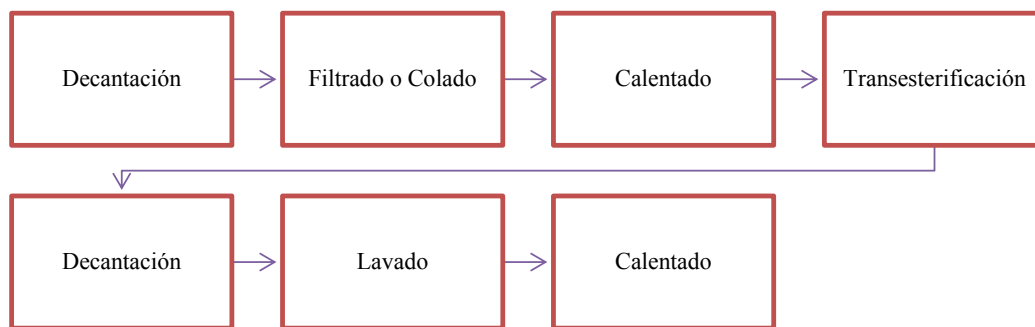


Diagrama 3: Producción del biodiesel  
Elaboración Propia

**Decantación:** Antes de trabajar el aceite se debe dejar decantar, de tal modo, que las partículas sólidas se separen y la mezcla quede heterogénea. Lo ideal es que el aceite quemado se encuentre al menos siete días decantando con una temperatura ambiental promedio de 20°C, en caso de que la temperatura sea menor esta etapa puede llegar a durar un mes.

**Filtrado o Colado:** Luego de haber dejado el aceite decantar el tiempo necesario, éste se debe colar, para esta etapa se ha propuesto el siguiente método que se divide en tres partes, la primera a través de un filtro para 25 micras, la segunda a través de un filtro para 5 micras y la tercera a través un filtro de 1 micra; con tal de separar los componentes que no corresponden al aceite.

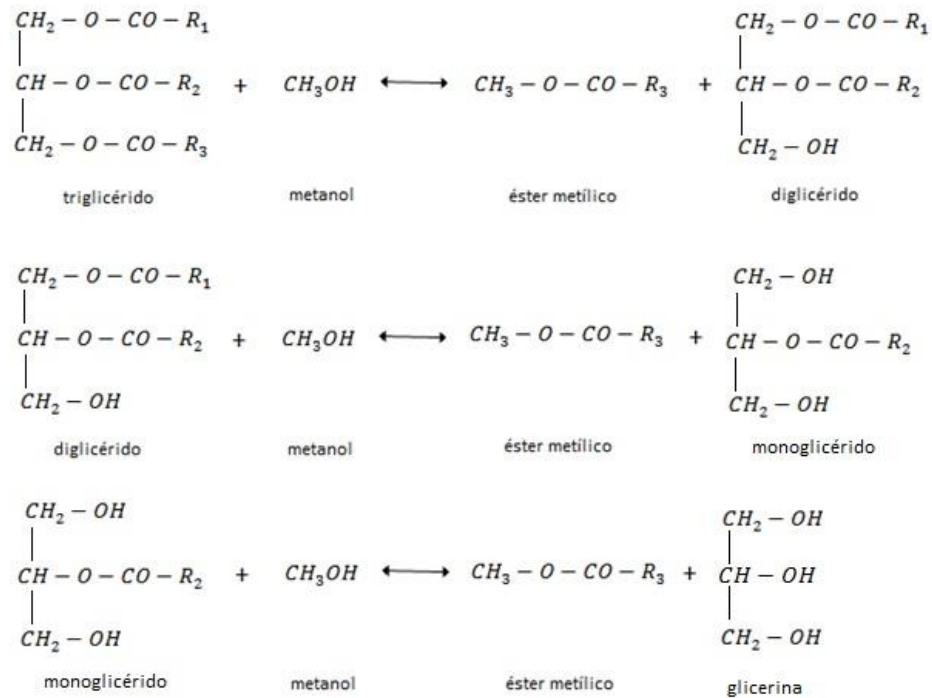
<sup>10</sup> Para cada etapa o proceso donde se trabaje con el reactor se debe recordar dejar fuera el botón reset

No obstante, el proceso detallado es lento, debido a que para poder filtrar de forma correcta el aceite éste debe estar frío, considerando que a temperatura elevada se rompen ciertas cadenas de impurezas que podrían filtrarse y volver a unirse cuando el líquido se enfríe.

**Calentado:** el aceite completamente filtrado se debe calentar a 100°C con tal de cerciorar la eliminación de agua.

**Transesterificación:** se basa en la reacción de triglicéridos<sup>11</sup> con alcohol<sup>12</sup> para producir ésteres y glicerina. En esta reacción tienen lugar tres reacciones reversibles y consecutivas, el triglicérido es convertido consecutivamente en diglicérido, monoglicérido y glicerina, en cada reacción un mol de éster metílico es liberado (JÉRÔME, 2007).

En general ocurre:

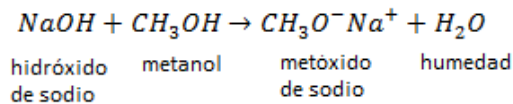


Ecuación 4: Transesterificación  
Fuente: (JÉRÔME, 2007)

<sup>11</sup> Mayor componente de los aceites y las grasas

<sup>12</sup> Con bajo peso molecular como el metanol, etanol, propanol y butanol

No obstante, la mayoría de los procesos para elaborar biodiesel utiliza un catalizador<sup>13</sup> para iniciar la reacción la cual se obtiene al combinar hidróxido de sodio con metanol:



Ecuación 5: Mezcla catalizadora  
Fuente: (Bush, 2008)

Es importante preservar el pH de la mezcla entre 7 y 8, para asegurar esta concentración se debe realizar una valoración del aceite a partir de una muestra que ayude a determinar la cantidad exacta de metabolizado.

Para realizar la valoración se requiere de mucha precisión, es necesario contar con recipiente hermético que guarde al catalizador, debido a que éste debe estar seco, además de alcohol isopropílico, agua destilada, muestra del aceite y papel tornasol.

En un litro de agua se debe disolver un gramo de catalizador (esta disolución no se debe contaminar). Luego, mezclar en un recipiente 10 ml de alcohol isopropílico con 1ml de aceite calentar y agitar, determinar pH con papel tornasol.

A continuación, se debe multiplicar el número de ml medidos en la valoración por el número de litros de aceite que se va a convertir en biodiesel, al resultado se le debe sumar 3,5g de catalizador por cada litro de aceite usado que se va a transesterificar.

Generalmente la cantidad de metanol a utilizar es el 20% en masa o volumen de la cantidad de aceite, no obstante, si se desea estar completamente seguro, es necesario medir medio litro de cada uno de los líquidos, pesarlos y calcular exactamente el 20% en masa, ya que distintos aceites pueden tener distintas densidades dependiendo de su procedencia y de cómo hayan sido cocinados (Mike, s.f.).

Una vez conocidas las cantidades de catalizador y metanol a utilizar es posible elaborar el metóxido de sodio; es importante recordar que los utensilios que entren en contacto con el catalizador deben estar totalmente secos y que el metóxido reacciona con aluminio, estaño y zinc, por lo que se recomienda utilizar recipientes de vidrio o acero inoxidable.

Posteriormente, el aceite filtrado se debe verter en el reactor de la máquina junto con la mezcla homogénea, donde se calienta con una temperatura menor a 65°C, entre 1 hora – 1 hora y media, es importante que el metóxido se vierta con cuidado.

---

<sup>13</sup> Usualmente se ocupan hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de potasio (KOH) y metóxido de sodio ( $\text{CH}_3\text{ONa}$ )

**Decantación:** Una vez finalizado el procedimiento anterior, se debe traspasar la mezcla desde el reactor al decantador accionando el botón en el tablero.

Para que esta etapa ocurra de forma idónea de debe dejar sedimentar por un día.

En esta etapa el producto que se obtendrá será un biocombustible “en bruto” y como subproducto glicerina<sup>14</sup>, esta última se debe extraer por el ducto inferior al abrir la llave de paso. En caso de que exista traspaso de “biodiesel” se debe esperar solidificación del producto donde es posible retirar el biocombustible.

**Lavado:** Corresponde a tres lavados<sup>15</sup> del biocombustible anterior.

En el decantador se debe agregar agua destilada en igual proporción a la del biocombustible, luego revolver hasta obtener una mezcla homogénea.

Dejar decantando hasta el otro día, como son tres lavados, esta etapa demora 3 días.

**Calentado:** el aceite completamente filtrado se debe calentar a 100°C con tal de cerciorar la eliminación de agua.

Para mayor comprensión del proceso de obtención de biodiesel ver anexo 15 para visualizar los procedimientos a través de un diagrama de flujo, además ver anexo 17 donde se incorpora un manual de producción de biodiesel haciendo mención a los procesos de éste y qué hacer en caso de emergencias. No obstante, se sugiere revisar los anexos 16 y 20 que tratan sobre y la prevención de riesgos y recomendaciones sobre la producción respectivamente.

A continuación, se presentan las etapas descritas anteriormente en un diagrama de bloques de los procesos, con tal de mostrar cuales son las obtenciones en materia de la producción por etapa.

---

<sup>14</sup> Mientras más agua posea el aceite usado, más glicerina es posible obtener

<sup>15</sup> El agua del tercer lavado se puede reutilizar. Los otros residuos se pueden eliminar directamente por las cañerías según decreto 90.

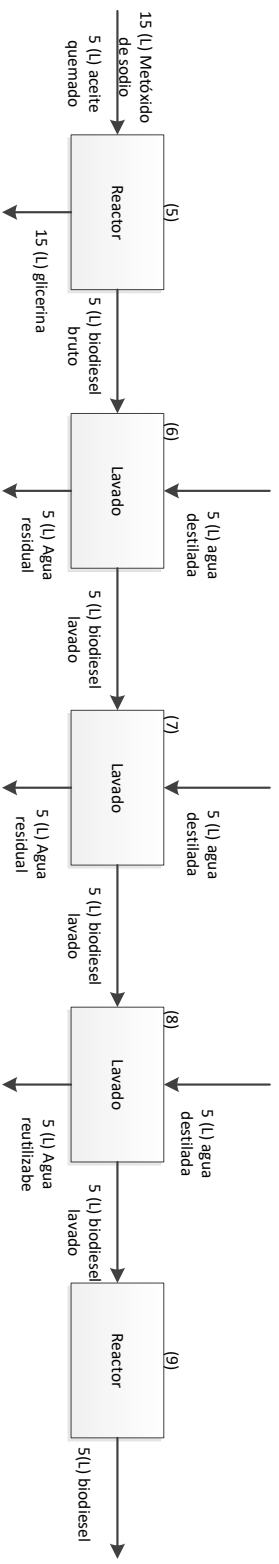
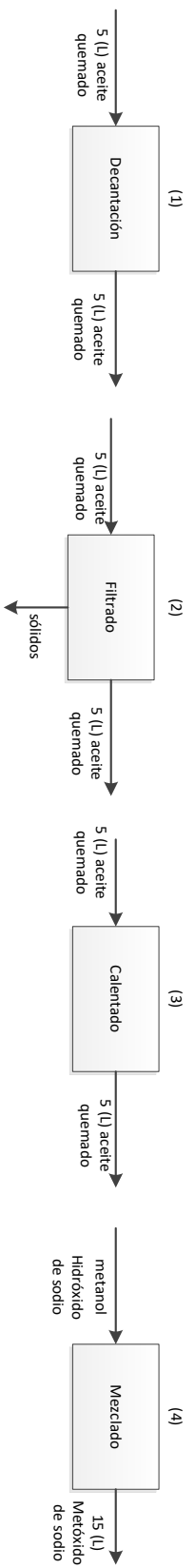
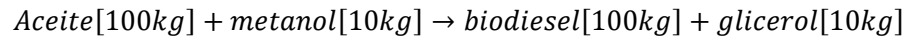


Diagrama 4: elaboración de biodiésel  
Elaboración Propia

En el diagrama 4 es posible visualizar el flujo de las materias en el proceso de elaboración de biodiesel, donde se transforma casi todo el aceite directamente en éster metílico, tal como menciona (SOLBEN, 2013), por lo que la reacción general:



A continuación, se definirán los procesos vistos en el diagrama 4:

El primer proceso llamado **decantación**, corresponde a un proceso batch estacionario de condensación y separación de la materia, aunque en cantidades despreciables.

El **filtrado**, corresponde a un proceso continuo estacionario de colado donde tanto la entrada como la salida de material de esta etapa fluyen en todo momento. Igual que el proceso anterior, se considera una acumulación del aceite como la misma cantidad que entró, debido a que la separación de los sólidos son considerados despreciables.

El **calentado**, corresponde a un proceso batch transitorio donde la temperatura va variando, en este proceso se evapora la humedad del aceite que es una cantidad despreciable casi nula, por lo que la cantidad ingresada se vuelve a obtener en la salida.

El **mezclado**, corresponde a un proceso batch transitorio donde ocurre un cambio químico de las entradas, por lo que las entradas luego se retiran como un solo compuesto, donde todo lo que entra luego es retirado.

El **reactor**, corresponde a un proceso batch transitorio donde la temperatura va variando, en este proceso se mezclan las entradas para luego obtener un solo producto. Por lo que toda la materia ingresada luego es retirada en su totalidad.

Los **lavados**, corresponden a un proceso batch estacionario donde no existe cambio en las variables, en este proceso se separan los líquidos por densidad. Toda la materia ingresa luego es retirada en su totalidad.

El **reactor**, corresponde a un proceso batch transitorio donde la temperatura va variando, en este proceso se evapora la humedad contenida en el biocombustible adquirida en el proceso anterior como la cantidad es despreciable casi nula, entonces, la cantidad ingresada se vuelve a obtener en la salida.

#### 4.1.6 Almacenamiento de productos

Es de suma importancia tener en cuenta, cómo se van a almacenar los productos requeridos y obtenidos en el proceso de obtención del biocombustible.

Considerando que el reactor de la máquina de biodiesel tiene una capacidad de 20 (L), y en él se debe mezclar aceite con el catalizador, es que se determinaron los siguientes requerimientos de almacenamiento para la producción de 15 (L) de biodiesel:

<b>Etapa</b>	<b>Tipo de Almacenamiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Utilización</b>
Decantación	Bidón 10 (L)	2	Sedimentación del aceite a trabajar
Filtrado	Bidón 10 (L)	5	Depósito del aceite filtrado
Transesterificación	Recipiente hermético	1	Depósito del catalizador
Transesterificación	Recipiente hermético	1	Valoración
Transesterificación	Frasco 1 (L)	3	Depósito de glicerina
Lavado	Bidón 10 (L)	5	Depósito del biocombustible en bruto
Lavado	Bidón 10 (L)	2	Depósito del agua residual
Biocombustible	Bidón 10 (L)	2	Depósito del biocombustible

Tabla 9: Contenedores para almacenamiento  
Elaboración Propia

Además, se deben considerar uno o dos bidones de 50(L) para recepción en grandes cantidades.

#### 4.1.7 Materiales para producción del biocombustible

A demás se deben considerar los materiales mostrados en la tabla 12, para producir el biodiesel:

<b>Etapa</b>	<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Utilización</b>
Obtención	Embudo	1	Evitar derrames de aceite
Calentado	Cocinilla	1	Calentar el aceite usado
Calentado	balón de gas	1	Calentar el aceite usado
Calentado	Olla acero inoxidable	1	Eliminar partículas de agua del aceite usado
Calentado	Termómetro de pistola	1	Calcular temperatura del calentado
Transesterificación	Balanza de precisión	1	Masar componentes del metóxido
Transesterificación	Recipiente de vidrio 15L app	1	Hacer metóxido de sodio
Transesterificación	Baqueta de vidrio	1	mezclar metóxido de sodio
Transesterificación	Papel tornasol	1	Determinar el pH
Calidad	Matraz	1	Determinar las propiedades de los aceites

Tabla 10: Materiales para la producción del biocombustible  
Elaboración Propia

#### 4.1.8 Recopilación del aceite

No cabe duda que una parte fundamental de este Proyecto es la recopilación de la materia prima del biocombustible, debido a esto es que se propone la siguiente forma de obtención de aceite quemado:

**Punto Limpio UV:** consiste en concientizar a la comunidad universitaria con información de alto impacto para que se comprometa individualmente a no deshacerse del aceite usado y de almacenarlo en botellas para posteriormente “desecharlas” en puntos estratégicos del Campus Santiago. A sí mismo, es posible replicarlo a la comunidad de San Miguel para que pequeños negocios y vecinos tengan la misma posibilidad de reciclaje.

Una de las formas en que la información se masifique y sea efectiva es formar vínculos con la Municipalidad y generar una red de reciclado en la Comuna.

Con esta medida, no sólo se estará reciclando, sino que además existirá otro vínculo con la comunidad, la Universidad tendrá otra forma de realizar RSU<sup>16</sup> y será reconocida por aumentar las externalidades positivas.

#### 4.1.9 Inventario

Pilar fundamental en una organización corresponde al inventario, saber cuántas existencias hay, faltan y se requerirán es parte del manejo de este, de tal forma que sea parte de la estrategia según las necesidades y no se traduzca en un costo. Debido a lo anterior, es que, para este caso, es de vital importancia tener un manejo claro de los insumos para no tener pérdidas del biocombustible o acumulación de éste, del mismo modo que con sus materias primas.

Hoy en día, existen en inventario cerca de 50L de aceite usado, lo que se traduce a 50L de biodiesel, como ya se pudo apreciar anteriormente se necesitan de ciertos insumos para la producción de este biocombustible, por lo que es necesario determinar cuánto se requerirá.

Una forma más sencilla que la presentada en la Producción del Biocombustible para determinar las cantidades de los insumos, es seguir la siguiente base de cálculo establecida por varios estudios: por cada 100L de aceite usado se fijan 20L de metanol y 50g de hidróxido de sodio, por ende, para los 50L de aceite usado existentes se requiere:

---

<sup>16</sup> Responsabilidad Social Universitaria

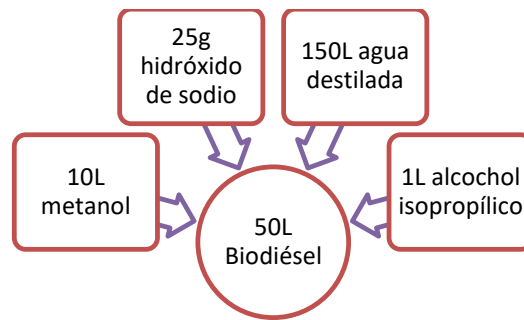


Ilustración 20: Insumos para 50L de aceite quemado  
Elaboración Propia

Como se deben transformar 50L de aceite es que la cantidad de bidones de 10L de la tabla 11 aumentará a 3 debido a las nuevas consideraciones. No obstante, como esta cantidad contempla sólo los litros de aceite existentes se debe determinar si es necesario estimar más bidones para producción y almacenaje de más biodiesel.

En total habrá 16 bidones de 10L, 5 recipientes herméticos, 1 recipiente de vidrio, para la producción del biodiesel y metanol, hidróxido de sodio, agua destilada y alcohol isopropílico en las siguientes cantidades:

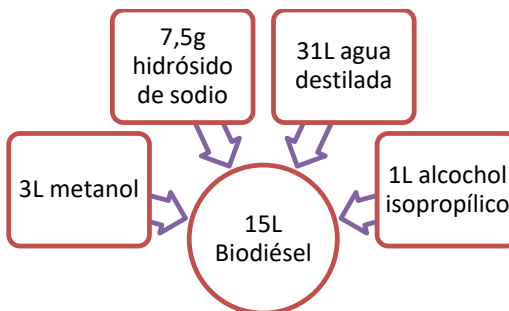


Ilustración 21: Insumos para 15L de aceite quemado  
Elaboración propia

Será deber del encargado llevar el registro del inventario y realizar las solicitudes cuando las existencias se agoten.

En la ilustración, se observa una estimación de 31L de agua destilada, no obstante, el litro sobrante corresponde a lo utilizado en la valoración. Así mismo el uso del alcohol isopropílico es ínfimo por lo que su compra debiese ser entre largos periodos.

## 4.2 Sistemas Campus Santiago

Un sistema se define como un conjunto de partes que se interrelacionan entre sí, intercambiando información/energía. Un sistema puede ser abierto (interactúa con el medio) o cerrado (no interactúa con el medio) y puede estar formado por elementos que lo componen o varios sistemas más pequeños llamados subsistemas. Los sistemas tienen entradas, salidas y procesos o procedimientos que generalmente son representados como caja negra, debido a que generalmente no se conocen.

Es posible ver los subsistemas como un sistema<sup>17</sup> e incluso ver a las organizaciones como un sistema. En este último caso, éstas serían sistemas abiertos ya que se relacionan con el medio, sus entradas serían información o materias su caja negra serían los procesos a los que se ven intervenidas la información o materias y sus salidas sería el producto o servicio.

Uno de los propósitos de este Trabajo de Título es identificar el sistema operativo a respaldar para lo cual es necesario determinar cuáles son los sistemas que componen al Campus. Para este caso particular, existen departamentos ya establecidos, conocidos y con espacio asociado en el Campus Santiago (ver del punto 3.4.1 al 3.4.9), estos son: **dirección, administración, DAE, DEFIDER, Aranceles y cobranzas, redes y sistemas, extensión y comunicaciones, adquisición y servicios, CFT, inventario, prensa y centro de fotocopiado**. Estas unidades serán consideradas como algunos de los sistemas que componen a la Sede.

No obstante, a esta lista de sistemas se incorporarán otros sistemas pertenecientes al Campus:

- Relacionados con servicios que existen en la Universidad como el de **alimentación** que agrupa al casino con la cafetería, **SIBUVAL** que une sala de estudio y biblioteca, **servicios complementarios** como los de seguridad y de aseo y ornato.
- Relacionado con otras funciones como **pregrado** que incluye todas las actividades que se realizan en las secretarías de estudio, **estamentos estudiantiles** que incorporan a Federación y Centros de Estudiantes, y **docencia** que hace mención a todas las instancias donde se desarrollan actividades de enseñanza.
- Por último, se consideran las **estructuras de soporte** como otro sistema, ya que son utilizadas por las Carreras como extensión (de conocimientos, por ejemplo, cuando se realizan charlas, seminarios, conversatorios, entre otros) o entretención y en esos casos se requiere de suministro eléctrico.

---

<sup>17</sup> Debido a que los subsistemas tienen un conjunto de partes que se interrelacionan entre sí intercambiando información/energía.

Para que el Campus Santiago pueda funcionar y de esta forma pueda entregar un buen servicio educacional y según lo visto en los párrafos anteriores, se requieren 20 subsistemas<sup>18</sup> que lo componen, los cuales en conjunto trabajan en pro de sus objetivos.

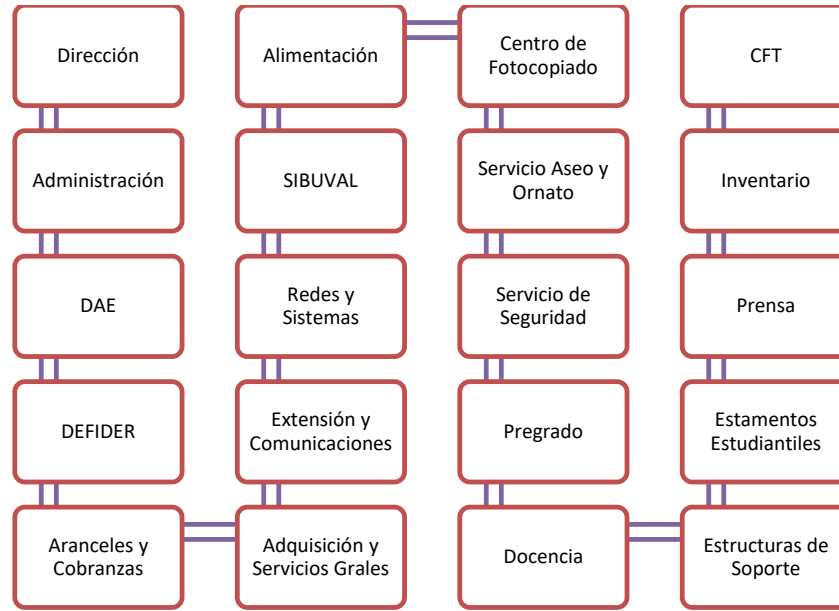


Ilustración 22: Sistemas que componen al Campus Santiago.  
Elaboración Propia

Cada subsistema tiene diferentes actores que lo componen, al igual que actividades destinadas para su correcto funcionamiento y que dan razón de ser de su existencia. Estos cumplen un horario determinado y utilizan los espacios que establece la institución. (Ver anexo 19).

#### 4.2.1 Nivel de criticidad de los sistemas del Campus Santiago

La criticidad, es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, y permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo.

**Análisis de Criticidad:** Una de las formas que permite establecer jerarquías entre instalaciones, sistemas, equipos y elementos de un equipo es por medio de la Metodología de Análisis de Criticidad, que las determina según el impacto total de un negocio. Este último, se obtiene del producto de la frecuencia de fallas por la severidad de su ocurrencia, sumándole sus

<sup>18</sup> Determinación propia de los sistemas con previa autorización del Director de Ingeniería Civil Industrial

efectos en la población, daños al personal, impacto ambiental, pérdida de producción y daños en la instalación.

Esta metodología, determina la criticidad de una unidad o equipo utilizando una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. Donde, en un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o las consecuencias que esto conlleva si le ocurre una falla a la unidad o equipo en estudio.

Los niveles de criticidad se identifican por medio de un código de colores que representan la intensidad de riesgo relacionado con el valor de criticidad de la instalación, sistema o equipo bajo análisis:

- Color verde: criticidad baja
- Color amarillo: criticidad media
- Color rojo: criticidad alta

La criticidad es determinada cuantitativamente al multiplicar la probabilidad de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, lo que permite establecer valores que homologan los criterios de evaluación.

Para realizar un Análisis de Criticidad se debe:

**Definir el nivel de Análisis:** es necesario definir dónde se efectuará el análisis, es decir, si en una instalación, sistema, equipo o elemento, según los requerimientos o necesidades de jerarquización de activos.

**Definir la Criticidad:** corresponde a la estimación de la frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas, utilizando criterios y rangos preestablecidos.

**Cálculo del nivel de Criticidad:** se determina empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{probabilidad de ocurrencia de falla} * \text{consecuencia de falla}$$

Ecuación 6: Cálculo de criticidad

Para continuar, se realizará una evaluación de criticidad de cada sistema con respecto al costo que se produce cuando éste no cuenta con suministro eléctrico. No obstante, este análisis no se realizará de forma estricta a la norma, sino que tendrá cierta variación, debido a que la probabilidad de falla para todos los sistemas es la misma (falta de suministro eléctrico), por lo que sólo se analizará la consecuencia de la falla en las actividades de los sistemas.

La evaluación considera los siguientes parámetros:

- Crítico: Aquel sistema que al presentar falta de suministro eléctrico provoca un costo considerable a los propósitos<sup>19</sup> de la Universidad.
- Esencial: Aquel sistema que al presentar falta de suministro eléctrico provoca un costo a los actores de la Universidad.
- Propósito General: Aquel sistema que al presentar falta de suministro eléctrico no genera costo alguno.

Sistema	Crítico	Esencial	Propósito General
Dirección			
Administración			
Aranceles y Cobranza			
Adquisición y Servicios Generales			
Inventario			
Vinculación, Extensión y Comunicación			
Redes y Sistemas			
DAE			
DEFIDER			
Pregrado			
Docencia			
Estamentos Estudiantiles			
Prensa			
SIBUVAL			
Alimentación			
Centro de Fotocopiado			
Servicio de Seguridad			
CFT			
Estructuras de Soporte			
Servicios de Aseo y Ornato			

Matriz 1: Nivel de criticidad de los sistemas.  
Elaboración propia

#### Nivel Crítico:

- Administración: se pueden ver paralizadas la tramitación de pagos y cobranzas y matrículas.
- Adquisición y Servicios Generales: no se pueden realizar compra o arriendo de insumos para el Campus ni ejecutar licitaciones.

<sup>19</sup>Otorgar todas las condiciones necesarias para el desarrollo de instrucción y generación de conocimiento para la formación de profesionales de excelencia.

- Vinculación, Extensión y Comunicación: se paralizan programas de vinculación con el medio y de extensión, además de informar de las actividades de la universidad y la comunidad.
- Redes y Sistemas: paraliza el funcionamiento de la mayoría de los sistemas.
- Docencia: se ven paralizadas las clases, las experiencias en laboratorios y estudios de investigación.

**Nivel Esencial:**

- Dirección: si bien se ve paralizado tanto el cumplimiento del plan estratégico del Campus (al verse frenadas posibles compras estratégicas para el desarrollo académico), y la gestión de proyectos para y del Campus, entre otras actividades, se considera nivel esencial, debido a que en caso de ausencia de este sistema el personal administrativo es quien toma el control.
- Aranceles y Cobranzas: no se puede emitir documentos o ingresar información. Los alumnos no pueden acceder a repactar deudas, realizar pagos, consultar información arancelaria.
- DAE: repercusión en los estudiantes de la Universidad que poseen beneficios institucionales o ministeriales; no se pueden generar seguros escolares; se corta la comunicación con Ministerio; entre otras.
- Pregrado: repercusión en los estudiantes.
- SIBUVAL: repercusión en los estudiantes que no pueden utilizar los equipos disponibles.
- Estructuras de Soporte: repercusión en los actores que de la Universidad que quieran hacer uso de estos espacios.
- DEFIDER: repercusión en los estudiantes deportistas que hacen uso de los espacios administrado por este departamento.
- Estamentos Estudiantiles: repercute en los estudiantes.
- Alimentación: repercute a los actores de la comunidad universitaria o externos.
- CFT: repercute en los estudiantes.
- Servicio de Seguridad: se ven afectado el cumplimiento idóneo de este sistema y el respaldo de la vigilancia por el sistema de cámaras para la Administración.
- Prensa: se ve afectado el trabajo del equipo de prensa y la transmisión comunicativa hacia el estudiantado.
- Centro de Fotocopiado: se ven afectada la comunidad universitaria al no contar con los servicios que otorga este sistema.

**Nivel Propósito General:**

- Inventario: no genera costo, debido al respaldo físico de las existencias de la universidad.

- Servicio de Aseo y Ornato: no genera costo, ya que puede continuar con sus funciones y corresponde más a un servicio dispuesto a aumentar la calidad de la comunidad universitaria.

#### 4.2.2 Apreciación de los sistemas

A continuación, se realizará una asignación de nomenclatura de los sistemas críticos con respecto a diferentes categorías de funcionamiento:

- Horario: Enumeración que va del 1 al 3 considerando: 1 aquel sistema que funciona de 8:30 a 17:00; 2 aquel sistema que funciona de 8:30 a 21:00; 3 aquel sistema que funciona las 24 horas.  
NOTA: los horarios son estimados para realizar una segmentación representativa, lo que no implica que algún sistema pueda funcionar estrictamente en los horarios señalados.
- Mes: Enumeración que va del 1 al 3 considerando: 1 aquel sistema que funciona de marzo a noviembre; 2 aquel sistema que funciona de marzo a enero; 3 aquel sistema que funciona todo el año.  
NOTA: los meses de trabajo son estimados para realizar una segmentación representativa, lo que no implica que algún sistema pueda funcionar estrictamente en los meses señalados.

Sistema	Horario	Mes	Tablero Asociado
Administración	1	2	Salesianos 1
Adquisición y Servicios Generales	1	2	Salesianos 1
Vinculación, Extensión y Comunicación	1	2	Salesianos 1
Redes y Sistemas	1	2	Salesianos 1
Docencia	3	3	Brigadier de la Cruz Salesianos 1 Salesianos 2

Tabla 11: Apreciación de los sistemas.  
Elaboración propia

#### 4.2.3 Cadena de valor

La cadena de valor es uno de los instrumentos más ricos y populares desarrollados por Michael Porter para realizar el análisis interno de la empresa (Maroto, 2007).

Esta herramienta tiene como objetivo identificar las fuentes de ventajas competitivas de una organización, es decir, identificar las partes de ésta que contribuyen de forma diferencial a la creación de valor; estas fuentes pueden establecerse como actividades tanto primarias como

de apoyo o auxiliares. También posible utilizarla para interrelaciones entre empresas (sistema de valor).

Porter clasifica las actividades de producción de valor en nueve categorías genéricas, tal como se puede ver en el diagrama 2:

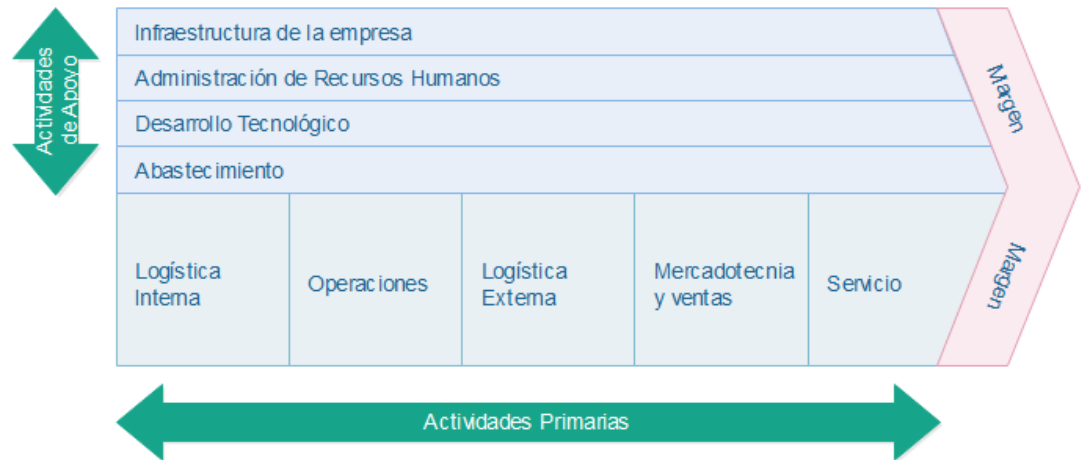


Diagrama 5: Cadena de Valor de Porter  
Fuente: (Maroto, 2007). Elaboración Propia

Con respecto a los otros sistemas críticos del Campus Santiago, se realizará una emulación de la cadena de valor de Porter la que es posible apreciar en el diagrama 3:



Diagrama 6: Cadena de valor  
Elaboración Propia

El diagrama de cadena de valor de Porter es una herramienta que como indica su nombre, se utiliza para diferenciar la generación de valor según las áreas que componen una organización. Considerando el modelo de organización de la Universidad, se ha determinado clasificar en actividades secundarias o de apoyo a los sistemas de Administración, Adquisición y Servicios Generales, Vinculación, Comunicación y Extensión y Redes, por su parte se define como actividades primarias al sistema Docente compuesto por las diferentes estructuras donde se realizan las experiencias académicas. De esta manera, el margen de contribución de la organización se ve incrementado al generar mayor beneficio social que se traduce en la transmisión y creación de conocimiento, concepto encarnado en la misión de la Universidad.

#### 4.2.4 Docencia

Tanto la estructura como las actividades de la Universidad se encuentran abocadas al sistema de Docencia lo que hace necesario delimitar el marco de acción de esta propuesta, es decir, como este sistema es alimentado por tres de los cuatro tableros principales, tal como se aprecia en la tabla 11. Por tanto, una vez definida las instancias académicas primarias basados de la cadena de valor de Porter es que es posible determinar la zona en la que se instalará el grupo electrógeno.

La interacción que se genera en las diferentes instancias académicas:

Subsistema	Actores	Actividades
Sala de clase	docente - estudiantes	Generación de conocimiento y evaluaciones del docente a los estudiantes
Sala de clase	estudiante - estudiantes	Repaso del conocimiento de un estudiante a varios estudiantes
Laboratorios	docente - estudiantes	Generación y evaluación de conocimiento del docente a estudiantes
Auditorio	docentes- estudiante	Evaluación de conocimiento de docentes a uno o dos estudiantes
Centro de Investigación	docente - docente	Generación e investigación de conocimiento
Centro de Investigación	docente - estudiantes	Generación de conocimiento y evaluación del docente a estudiantes

Tabla 12: Desglose de los componentes del sistema docencia  
Elaboración Propia

**Salas de clase:** las relaciones que se establecen en las salas de clases están dadas por docente - estudiantes y estudiante - estudiantes, donde en primera instancia la instrucción es realizada por el docente a cargo de la asignatura y captada por los estudiantes y en segunda instancia la Universidad ha adoptado mecanismos de retención y acompañamiento de los

estudiantes, los cuales se basan en ayudantías y mentorías a cargo de estudiantes que refuerzan conocimientos de las cátedras a los estudiantes adscritos a éstas.

**Laboratorios:** las relaciones que se establecen en los laboratorios de computación, hidráulica y simulación están dadas por docente - estudiantes, donde la instrucción es realizada por el docente a cargo de la asignatura y ejecutada por los estudiantes.

**Auditorio:** las relaciones que se establecen en el auditorio están dadas por docentes - estudiante, donde éste último confirma su grado académico a través de la exposición de su Trabajo de Título el cual es evaluado por los docentes presentes.

**Centro de Investigación:** las relaciones que se establecen en el centro de investigación están dadas por docente - docente y docente - estudiantes, donde en primera instancia existe investigación y/o generación de conocimiento es realizada por docentes y en segunda instancia los docentes a cargo de las asignaturas dirigen a los estudiantes en sus investigaciones.

#### 4.2.5 Apreciación de los componentes del sistema de docencia

A continuación, se realizará una asignación de nomenclatura de los componentes del Sistema Docencia con respecto a diferentes categorías de funcionamiento:

- **Horario:** Enumeración que va del 1 al 3 considerando: 1 aquel sistema que funciona de 8:30 a 17:00; 2 aquel sistema que funciona de 8:30 a 21:00; 3 aquel sistema que funciona las 24 horas.

NOTA: los horarios son estimados para realizar una segmentación representativa, lo que no implica que algún sistema pueda funcionar estrictamente en los horarios señalados.

- **Mes:** Enumeración que va del 1 al 3 considerando: 1 aquel sistema que funciona de marzo a noviembre; 2 aquel sistema que funciona de marzo a enero; 3 aquel sistema que funciona todo el año.

NOTA: los meses de trabajo son estimados para realizar una segmentación representativa, lo que no implica que algún sistema pueda funcionar estrictamente en los meses señalados.

<b>Sistema</b>	<b>Horario</b>	<b>Mes</b>	<b>Tablero Asociado</b>
Sala de clases	1	2	Gran Avenida, Brigadier de la Cruz, Salesianos 2
Laboratorios	1	2	Gran Avenida, Brigadier de la Cruz, Salesianos 1
Auditorio	1	2	Salesianos 2
Centro de Investigación	3	3	Salesianos 2

Tabla 13: Apreciación de los componentes del sistema docencia

#### 4.2.6 Matriz de jerarquización

La siguiente matriz tiene como objeto evaluar la contribución al margen social del Sistema Docencia. Para esta matriz se utilizarán los siguientes criterios:

- escala numeral simple del 1 al 10 para evaluar creación de conocimiento
- escala numeral simple del 1 al 10 para evaluar la probabilidad de ocurrencia de creación de conocimiento

Ambas evaluaciones se multiplicarán para determinar cuál es valor total, de esta forma el número mayor corresponderá al subsistema prioritario para instalar el grupo electrógeno.

Sistema	Margen de contribución	Probabilidad	Total
Salas de clases	6	1	6
Laboratorios	7	3	21
Auditorio	10	2	20
Centro de Investigación	10	10	100

Matriz 2: Jerarquización  
Elaboración Propia

**Salas de clases:** el margen de contribución social se aplica a la formación de nuevos profesionales dotados de conocimiento técnico que los impulse a ejercer nuevos roles para la sociedad, sin embargo, la probabilidad de que se genere nuevo conocimiento es casi nula por considerarse principalmente la transferencia de conocimiento.

**Laboratorios:** en estos recintos se debe considerar que la creación de conocimiento es viable en el laboratorio de hidráulica, al contrario de lo que ocurre en los laboratorios de simulación y computación en donde se ejecutan trabajos tendientes a reforzar conocimiento adquirido en la sala de clases. La función de estos espacios merma la probabilidad de crear conocimiento.

**Auditorio:** Aquel estudiante que llega a la instancia de defender Trabajo de Título ha transcurrido un camino en el cual, sin duda, ha generado nuevo conocimiento a partir de la resolución de problemáticas relacionadas con su quehacer. Este trabajo contribuye a incrementar el rol social de la Universidad, no obstante, la probabilidad de que sea una mejora o adaptación de un modelo existente disminuye notablemente la posibilidad de considerarlo nuevo conocimiento.

**Centro de Investigación:** El lineamiento fundamental por el cual se decide crear un espacio para investigación independiente de quién sea el actor principal busca desarrollar nuevas tecnologías, innovar y/o modificar los elementos actuales impactando socialmente a través de la transferencia, por lo tanto, la probabilidad que ocurra es absoluta.

Considerando los valores obtenidos en la matriz de jerarquización, es que se determina que el centro de investigación debe recibir el soporte de suministro eléctrico, asegurando continuidad operacional en el desarrollo de investigaciones que conlleven a la creación de nuevo conocimiento y con ello a incrementar el margen social.

### **4.3 Sistema auxiliar**

A continuación, se presentará el equipamiento completo que se requiere para la no pérdida de continuidad operacional.

#### **4.3.1 Grupo electrógeno**

Corresponde a una máquina autónoma que produce energía eléctrica a partir de la combustión de un motor diésel. Generalmente es utilizada como energía de respaldo ante prolongadas suspensiones o desconexiones programadas de mantenimiento.

Es una máquina compleja estructuralmente, compuesta principalmente por un motor diésel<sup>20</sup> y un alternador, también dispone de una serie de sistemas y de partes que se mencionan a continuación:

- Sistema electrónico: placa electrónica que controla la tensión del estator, ya que éste baja su frecuencia al conectarse la carga
- Sistema eléctrico: diferentes dispositivos como baterías, sensores y alarmas que protegen de ciertos eventos como alta temperatura, sobre velocidad, baja presión de aceite, variaciones en la tensión, entre otros.
- Sistema de refrigeración: ventilador que enfría al motor con agua, aceite o aire, además de un radiador y ventilador propio para enfriarse a si mismo
- Depósito de combustible
- Aislamiento de vibración: provisto de tacos anti vibrantes que reducen las vibraciones del motor y alternador
- Silenciador y sistema de escape: se instala al motor para reducir las emisiones de ruido

Los grupos electrógenos del mercado pueden contar con las partes mencionadas o pueden incluir otras que otorguen otras particularidades, no obstante, va a depender del fabricante el armado de estas máquinas.

¿Cómo genera electricidad? En términos simples el motor diésel hace funcionar el rotor del alternador que induce una corriente en el estator, a grandes rasgos el rotor es una pieza polarizada que gira y cambia su dirección a una cierta frecuencia, al hacerlo se crea un campo

---

<sup>20</sup> Los motores con bencina no son tan utilizados como el diésel, debido a sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas de este último.

magnético a su alrededor que induce al estator el cual se compone por varias bobinas que almacenan esta energía magnética y la transforma en corriente alterna.

Los grupos electrógenos pueden ser monofásicos para uso doméstico o trifásicos para uso industrial. Tienen dos tipos de arranque manual (producida por voluntad de la persona) o automático (activado por programación).

Ventajas y desventajas de los grupos electrógenos diésel:

- Menor consumo y mayor vida del motor
- Mayor autonomía (incluso sin necesidad de red eléctrica)
- Repostaje más cómodo
- Recomendable para largos periodos de uso y embarcaciones
- Nivel de ruido y vibraciones alto - Mayor coste
- Más pesado

Consideraciones generales del grupo electrógeno:

- Conocer consumo real que se le dará al grupo electrógeno, de este modo se disminuye la posibilidad de incurrir en gastos innecesarios en caso de realizar una compra excedida. Contrariamente, si se adquiere uno más chico de lo requerido, se tendrá muchos más gastos debido a las sobrecargas.
- Instalar la unidad en un lugar adecuado, ventilado, libre de polvo y humedad.
- Realizar mantenimiento y cuidar el combustible.
- No conectar cargas improvisados a la instalación eléctrica
- Manejar con cuidado el aparato la energía es peligrosa (igual a la proveniente de la red)
- Verificar cálculos realizados con personas calificadas.
- Optar siempre por marcas que entreguen garantía de fábrica y stock de insumos.

Todo generador eléctrico (en este caso grupo electrógeno), tiene función de proporcionar electricidad a un número limitado de aparatos e iluminación. Para saber qué equipo se requiere incorporar ya sea como respaldo o como complemento a la línea es necesario dimensionar.

Dimensionar un grupo electrógeno es una etapa delicada, debido a que este cálculo debe ser preciso para no dañar las instalaciones y/o los equipos conectados, incluso evitar posibles incendios.

Para calcular, se debe tener claro el amperaje de los consumos, además de la potencia y así comprar o arrendar el grupo electrógeno que se necesita y no caer en pérdidas monetarias. Para calcular la potencia necesaria, se debe sumar el total de todos los sistemas que dependerán del generador, lo que dará como resultado la “potencia constante” que este necesita, o la energía para mantener esos elementos en funcionamiento.

En este caso, se propone un grupo electrógeno trifásico por lo que se considerará un voltaje de 380 volts (voltaje rms<sup>21</sup>). Por conversaciones informales con actores del Campus se estima que el consumo del Centro de Investigación será de 35 (A) por fase.

Por ahora solo se tienen los valores del voltaje y de la corriente, no obstante, es posible calcular el valor de la potencia del equipo a través de la siguiente ecuación:

$$P[VA] = Tensión[volts] * Valor medio en amperes[A]$$

Ecuación 7: Cálculo de potencia  
Fuente: (Hayt, Jr, Kemmerly, & Durbin).

Hay que tener en cuenta que la ecuación anterior corresponde al cálculo de potencia de una sola fase, considerando que el grupo electrógeno tendrá tres fases es que a esa ecuación hay que multiplicarla por 3, entonces, realizando los reemplazos correspondientes e incorporando las tres fases, se obtiene:

$$P = 220(volts) * 35(A) * 3 = 23.100(VA)$$

Ecuación 8: Cálculo de potencia para Centro de Investigación

Si se considera que una fuente de energía no debería exigirse más allá del 70% de su carga nominal<sup>22</sup>, entonces:

$$P = \frac{23100(VA)}{0,7} = 33.000(VA)$$

Ecuación 9: Cálculo de potencia final para Centro de Investigación

Por lo tanto, la capacidad real del equipo a instalar es 33 KVA.

Las especificaciones técnicas del grupo electrógeno para el Centro de Investigación se presentan en la siguiente tabla:

Equipo	trifásico
Voltaje	380
Amper por fase	35
potencia aparente (KVA)	33

Tabla 14: Dimensionamiento del grupo electrógeno 1  
Elaboración Propia

No obstante, como se trata de una propuesta se considerará otro escenario, ya que el grupo electrógeno es muy pequeño para alimentar sólo al Centro de Investigación es que de igual forma se analizará la opción de alimentar el tablero general que alimenta este lugar y así poder

<sup>21</sup> En la realidad el voltaje es una variable no constante, pero para efectos del cálculo se ha establecido un valor referencial promedio llamado RMS.

<sup>22</sup> Carga máxima que puede transportar

abarcar otros sectores en caso de suspensión o corte del suministro. Por ende, el dimensionamiento del equipo en este caso quedaría de la siguiente manera:

Equipo	trifásico
Voltaje	380
Amper por fase	100
potencia aparente (KVA)	94

Tabla 15: Dimensionamiento del grupo electrógeno 2  
Elaboración Propia

Considerando:

$$P = 220(\text{volts}) * 100(\text{A}) * 3 = 66.000(\text{VA})$$

Ecuación 10: Cálculo de potencia para patio 4

$$P = \frac{66.000(\text{VA})}{0,7} = 94.285,71(\text{VA})$$

Ecuación 11: Cálculo de potencia final para patio 4

Para el caso uno (grupo electrógeno como respaldo para el Centro de Investigación) se cotizó el generador eléctrico **GreenPower GP-33KVA** con un valor referencial de \$4.900.000 + iva sin capsula y sin tablero de transferencia.

Por el otro lado, se tiene que el grupo electrógeno diésel de 100 kVA **HFW-100T5** tiene un valor de \$11.697.972 + iva. Para visualizar fichas técnicas ver anexo 20.

#### 4.3.2 Transferencia automática

La transferencia automática se realiza con un tablero de transferencia el cual proporciona energía continuamente a las cargas intercambiando el paso de corriente de la red comercial a una fuente auxiliar cuando existen fallas o cortes de suministro.

Un tablero de transferencia generalmente se compone de los siguientes elementos:

**Actuadores:** son los elementos que tienen una función determinada dentro de un sistema:

- Contactor electromagnético: formado por una bobina, esta ejerce fuerza de atracción al paso de corriente eléctrica; su función es abrir y cerrar circuitos.
- Relés: dispositivo que compara parámetros según especificaciones del programador (corriente, tensión, frecuencia), también hay relés como dispositivos de protección (potencia inversa, falla tierra, sincronización automática)
- Luces indicadoras y de emergencia: muestran el estado de los componentes que están conectados.

**Dispositivos de seguridad:** los cuales se incorporan como medida de protección tanto para las personas como para las estructuras y los consumos.

- Interruptor termomagnético: dispositivo que mide la temperatura y el magnetismo por fase de la corriente, cuando estas se disparan de los parámetros se interrumpe la corriente.
- Interruptor diferencial: utilizado como protección a las personas, mide la corriente en cada una de las fases, entre fase y neutro si este valor supera su parámetro interrumpe la corriente.
- Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS): dispositivo de almacenamiento de energía para proporcionar respaldo en tiempo limitado en caso de interrupción del sistema eléctrico.
- Controlador Lógico Programable (PLC<sup>23</sup>): es un aparato diseñado para recibir y enviar señales previas según programación.

El principal dispositivo del tablero de transferencia es el PLC que corresponde a una computadora de pequeñas dimensiones. Tal como se describió en el punto anterior este aparato se programa para que vaya midiendo diferentes parámetros y cuando exista alguna falla envíe una señal que regule o cambie el trabajo actual.

Por lo tanto, el tablero por medio de los actuadores que lo componen capta bajas de tensión y/o corriente o la falta de este último según sea su programación para dar la orden al generador o grupo electrógeno de arrancar y proporcionar suministro eléctrico. ¿Cómo el PLC no se ve afectado por falta de corriente y de igual forma es capaz de cumplir sus funciones? Debido que éste se encuentra conectado a una UPS.

Una vez que comienza a funcionar el grupo electrógeno y se estabiliza en los parámetros establecidos de voltaje, se abre el contactor correspondiente para alimentar los consumos.

Ya reestablecido el sistema el PLC esperará unos minutos con tal de asegurar estabilidad de la línea y hace envío de señal al grupo electrógeno para enfriar el motor y posteriormente apagarse.

Dependiendo del grupo electrógeno se realiza la programación del tablero de transferencia.

#### **4.4 Justificación del Proyecto**

Considerando los antecedentes generales, la producción de biodiesel y habiendo determinado el sector o subsistema que debe estar respaldado veinticuatro siete para evitar discontinuidad operacional, es que se ha determinado que el Centro de Investigación esté

---

<sup>23</sup> Programmable Logic Controller

conectado a sistema de apoyo eléctrico del tipo grupo electrógeno alimentado con biodiesel obtenido de aceite quemado.

Para justificar aplicabilidad de la solución se realiza análisis PESTLA, en el cual se determinan los principales factores del tipo: político, económico, social, técnico, legal y ambiental considerados fundamentales para llevar a cabo un proyecto. En la ilustración se analiza cada aspecto en relación la implementación de la solución:

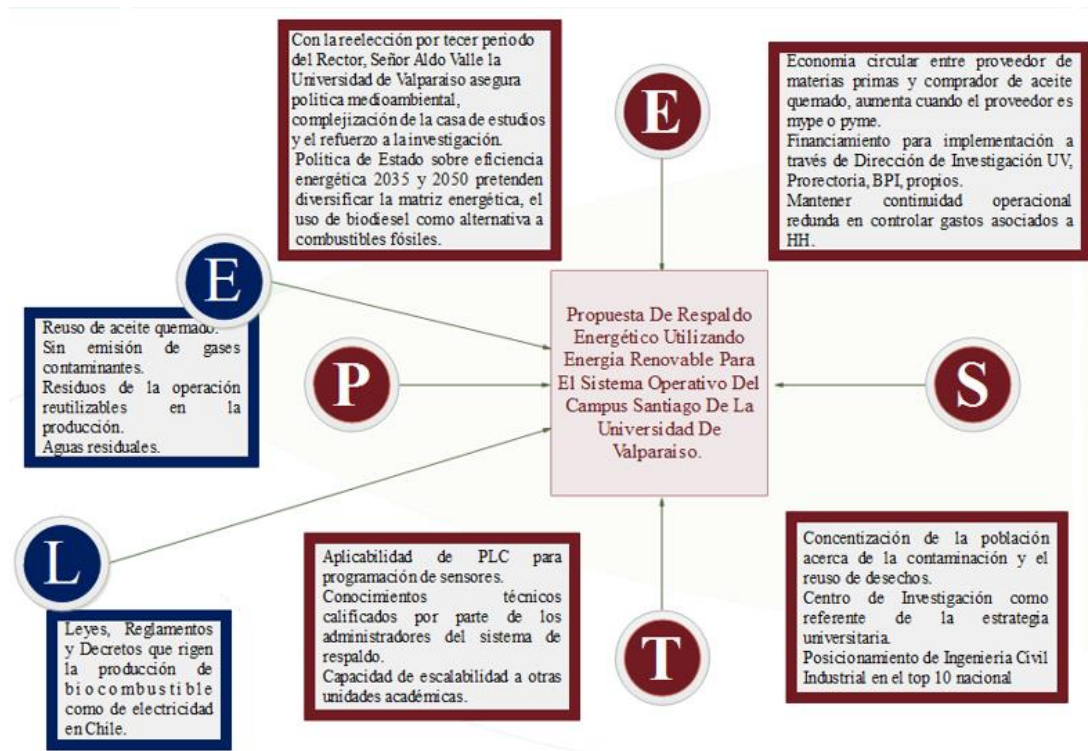


Ilustración 23: Análisis PESTLA del biodiesel  
Elaboración Propia

Para comprender de mejor manera la matriz anterior, se debe profundizar en cada criterio que esta considera:

**Político:** El Estado de Chile se ha preocupado desde comienzos del siglo XXI de generar diferentes políticas públicas en temas energéticos y medio ambientales, principalmente considerando que los recursos tradicionales son fuentes limitadas, con procesos altamente contaminantes e invasivos; es por cuanto ha diseñado una serie de estrategias a favor de la diversificación de la matriz energética impulsando el uso de energías renovables no convencionales no contaminantes. A su vez, se debe considerar que Chile es un país conectado a diferentes redes, de las cuales se nutre en experiencia y casos de éxito, por lo que no sería

extraño que mostrara interés por el uso de biocombustible como lo están haciendo otras naciones en Europa y América Latina.

**Económico:** Considerando que este trabajo representa un proceso mayor de investigación y posible implementación de esta solución en el Campus Santiago, el costo en el que se incurrirá puede ser cubierto por la Universidad a través de proyectos BPI a solicitar en Prorectoría o directamente en la DIUV, sin embargo, al considerar incluir sistema de apoyo en Centro de Investigación administrado por la Escuela de Ingeniería Industrial pudiese ser que se financie como ítem permanente en el presupuesto que diseña la Unidad Académica.

Por otra parte, instalar un sistema de apoyo al sistema eléctrico convencional generando autonomía en el trabajo y/o desarrollo de investigación evita cancelar horas hombre extras asociadas a la paralización de las operaciones.

**Social:** El desarrollo de un sistema de respaldo eléctrico que se alimente de biodiesel genera una serie de beneficios sociales, entre los cuales se puede destacar, la concientización de la población sobre la importancia del reciclaje y correcta eliminación de los residuos como el aceite considerando los efectos perjudiciales que conlleva el no tratamiento de este desecho.

Que el Centro de Investigación de la Universidad de Valparaíso posea un sistema de respaldo para asegurar la continuidad de sus operaciones permitirá desarrollar investigación de calidad apuntando al segmento de universidades con las cuales desea competir en posicionamiento relacionado con la investigación.

**Técnico:** Para que el sistema de apoyo eléctrico cumpla con la función que se ha determinado, es decir soporte en caso de interrupción eléctrica, debe contar con un mecanismo que detecte el cese del flujo de electrones, es decir, un sensor programado en PLC que detecte la emisión de energía en los bornes del automático trifásico.

Para la implementación de la propuesta, es necesario contar con requisitos fundamentales como es el funcionamiento de los sistemas alimentados por el tablero Salesianos 2 toda vez que su puesta en marcha e instalación eléctrica sean las adecuadas para un requerimiento de 100 amperios por fase para los artefactos que compongan este espacio.

Para el proceso de generación de biocombustible es requisito fundamental contar con personal entrenado tanto en química como en física para controlar en todas las fases la conversión de materia prima. El personal contratado deberá cumplir con conocimiento de electricidad y de seguridad, de acuerdo a las reglamentaciones vigentes.

**Legal:** Continuando con el punto anterior, por la complejidad que representa la producción de biocombustible es deber asegurar el cumplimiento absoluto de lo referido a reglamento de seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, almacenamiento, distribución, abastecimiento de combustibles líquidos, Decreto 160 del

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y certificaciones de combustibles e instalaciones eléctricas, Decreto Supremo 298.

No obstante, para poder realizar trabajos con biodiesel primero es necesario elevar una solicitud a la Superintendencia de Electricidad y Combustible por medio de una declaración de instalaciones de combustibles líquidos.

**Ambiental:** Se presenta el reuso de aceite como alternativa al actual sistema de deposición, el que concluye en la red de alcantarillado cuando corresponde a uso domiciliario y a graseras para su posterior retiro por empresas especializadas en su almacenamiento. En ambos casos, en menor grado las empresas, la disposición final del aceite genera efectos indeseados en el ecosistema, como se ha explicado anteriormente.

Posicionar el Campus Santiago como punto de recepción de aceite de origen vegetal significa contribuir a las políticas nacionales, regionales y comunales referentes al reciclaje y manejo de residuos.

En la producción de biodiesel se debe resguardar principalmente la seguridad del operador, no obstante medio ambientalmente se debe considerar el trabajo en zonas con ventilación continua para evitar la concentración de gases residuales.

## Capítulo 5: Costos

Parte importante de los proyectos es la evaluación de sus costos asociados para determinar si es factible poder llevarlo a cabo. En este capítulo se presentan los costos relacionados con la producción del combustible junto con las opciones de respaldo energético.

### 5.1 Costo total

En la tabla 16 se pueden observar los costos totales, incluye el grupo electrógeno GP-33KVA cotizado para el Centro de Investigación, estos valores ascienden en total a \$7.658.608.

<b>ítem</b>	<b>valor total</b>
materias primas	\$59.140
almacenamiento	\$85.290
insumos	\$118.842
GreenPower GP-33KVA	\$7.320.136
EPP	\$75.200

Tabla 16: Costos totales 1

Por otro lado, en la tabla 17 se presentan los mismos totales de la tabla anterior con diferencia del equipo de respaldo cotizado para el tablero Salesianos 2. No obstante, estos valores suman en total \$15.748.195:

<b>ítem</b>	<b>valor total</b>
materias primas	\$59.140
almacenamiento	\$85.290
insumos	\$118.842
HFW-100T5	\$15.409.723
EPP	\$75.200

Tabla 17: Costos totales 2

No es necesario realizar un análisis exhaustivo para identificar que un equipo con más capacidad va a tener un valor elevado, sin embargo, es necesario conocer los valores absolutos o aproximados para poder tomar la mejor decisión.

A continuación, se muestra el detalle de los valores totales presentados en las tablas 16 y 17:

### 5.1.1 Costo materiales biodiésel

En el punto 4.1.7 se presentaron los materiales complementarios que se necesitan para realizar el biocombustible; en la tabla 18 se muestran sus valores correspondientes en el mercado:

<b>insumos</b>	<b>cotización</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>precio total</b>
embudo	Reachem	5 cm	1	\$2.200	\$2.200
cocinilla	Sodimac	unidad	1	\$18.990	\$18.990
balón de gas	Dist. Lip <sup>24</sup> .	5 kilos	1	\$30.000	\$30.000
olla acero inoxidable	Lider	unidad	1	\$4.990	\$4.990
termómetro de pistola	Merc. Pub. <sup>25</sup>	unidad	1	\$18.900	\$18.900
balanza de precisión	Grantech	200 gr	1	\$5.800	\$5.800
baqueta de vidrio	Bioquímica	unidad	1	\$897	\$897
papel tornasol	Bioquímica	100 unidades	1	\$13.565	\$13.565
matraz	Reachem	2 litros	1	\$23.500	\$23.500

Tabla 18: Costos materiales biodiésel

En la segunda columna de la tabla anterior se muestran las empresas de donde se obtuvieron los valores para efectuar los cálculos de costo. Todas las cotizaciones se realizaron a través de sus páginas web a excepción de la química Reachem que se hizo presencial y de la tienda distribuidora de Empresas Lipigas que se efectuó por teléfono.

### 5.1.2 Costos materias primas biodiésel

En la tabla 19 se presentan los valores de las materias primas de la producción del combustible; la cotización se realizó de forma presencial en la química Reachem.

<b>materias primas</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>precio total</b>
hidróxido de sodio	kilogramo	1	\$14.990	\$14.990
agua destilada	litro	31	\$850	\$26.350
alcohol isopropílico	litro	1	\$2.800	\$2.800
metanol	litro	10	\$1.500	\$15.000

Tabla 19: Costos materias primas

<sup>24</sup> Distribuidor de Lipigas

<sup>25</sup> Mercado público (Mercado Público, s.f.)

### 5.1.3 Costos almacenamiento

Luego de agrupar los tipos de recipientes de lo expuesto en la tabla 9 del punto 4.1.6 se obtuvieron las cantidades exactas que se requieren para la producción. El valor final de este ítem corresponde a \$85.290.

<b>almacenamiento</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio unitario</b>	<b>precio total</b>
bidón	10 litros	16	\$3.990	\$63.840
recipiente hermético (frasco)	1 litro	5	\$590	\$2.950
recipiente vidrio (frasco)	5 litros	1	\$18.500	\$18.500

Tabla 20: Costos almacenamiento

Tanto los bidones como los recipientes herméticos se cotizaron a través de la página web de Sodimac. Por otro lado, el recipiente de vidrio se hizo en la química Reachem de forma presencial.

### 5.1.4 Costos elementos de protección personal (EPP)

Si bien el apartado 4.1.3 se titula consideraciones para el uso de la máquina, es necesario cumplir con ciertos requisitos de prevención de riesgos como lo es la vestimenta con la que se realizarán los trabajos.

Todos los elementos fueron cotizados en la página web de Sodimac, estos productos pueden encontrarse ingresando los códigos de la segunda columna de la tabla 21:

<b>EPP</b>	<b>SKU</b>	<b>valor neto</b>
gafas	33142-2	\$2.290
guantes	22772-2	\$1.840
mascarilla	231717-6	\$14.190
pechera	183595-5	\$28.690
zapato de seguridad	168887-1	\$28.190

Tabla 21: Costos elementos de protección personal

### 5.1.5 Costos grupo electrógeno

En la tabla 22 es posible identificar los valores de los respectivos grupos electrógenos junto con el tablero de transferencia.

<b>equipo</b>	<b>valor unitario</b>	<b>iva</b>	<b>valor neto</b>
GreenPower GP-33KVA	\$4.900.000	\$931.000	\$5.831.000
HFW-100T5	\$11.697.972	\$2.222.615	\$13.920.587
tablero	\$1.251.375	\$237.761	\$1.489.136

Tabla 22: Costos sistema de respaldo

## Capítulo 6: Conclusiones

Como se pudo observar en el capítulo 5 los costos de llevar a cabo esta propuesta es un valor considerablemente alto. No obstante, se debe realizar un análisis de la pérdida o de lo que conlleva tener interrumpidas las funciones de la Universidad por no contar con energía de respaldo, entonces, la pregunta a contestar sería ¿qué se evitaría el Campus Santiago al implementar un sistema alternativo energético? O, dicho de otra forma, ¿qué economizaría el Campus Santiago al tener un equipo de respaldo energético?

La respuesta anterior está en el ahorro, ya que los sistemas no dejarían de funcionar por lo que no se perdería información o interrupción de actividades. En el apartado 4.2 a medida que se va realizando la discriminación de sistemas para determinar cuál tiene prioridad por sobre el resto, se va describiendo las tareas o labores que se realizan en el sistema Docencia y por qué es tan importante no perder continuidad operacional en él. No obstante, es importante volver a nombrar ciertas actividades cruciales como investigaciones tanto docentes como estudiantiles que no se pueden ver interrumpidas por que consideran pérdidas monetarias y tiempo, por otro lado, recordar que las nuevas reformas educacionales universitarias exigen que las instituciones estén generando constantemente nuevos conocimientos que únicamente se logran con esta actividad.

Otras operaciones que se pueden considerar un ahorro para la Universidad si es que lleva a cabo la propuesta del grupo electrógeno para el tablero de Salesianos 2:

**No se verían afectadas las defensas de Título:** parte de los espacios a los que suministra eléctricamente el tablero de Salesianos 2 es al auditorio, lugar establecido para las defensas de Tesis de los futuros profesionales de la Universidad de Valparaíso. Esta formalidad requiere de mucho tiempo de planificación por lo que se dificulta si se organiza de manera errónea o en caso de surgir una eventualidad como corte en el suministro eléctrico.

**Existiría disponibilidad de salas para realizar clases:** al igual que en la situación anterior, ciertas salas de clases quedarían con suministro eléctrico por lo que la entrega de conocimiento y evaluación de éstos no se verían afectados en su totalidad. Si bien la demanda por salas de clases es alta, debiese de existir un sistema de priorización en caso de existir el equipo de respaldo.

**No existiría pérdida de investigación en el futuro:** uno de los pilares fundamentales para una institución universitaria es la investigación. En unos meses el Campus Santiago podrá alinearse a este cimiento con la construcción de los nuevos laboratorios de física donde tanto estudiantes como docentes podrán experimentar y generar nuevos conocimientos.

**No se verían afectadas las actividades realizadas en el gimnasio:** si bien es pensado y utilizado para el desarrollo de actividades deportivas, es posible utilizar este espacio para otros fines, por ejemplo, discusiones, presentaciones, e incluso realizar clases o tomar evaluaciones.

**No se verían afectadas las actividades realizadas en el teatro:** este lugar de esparcimiento es muy aprovechado por la comunidad del Campus Santiago; en él se llevan a cabo diversas actividades de distintos intereses que permiten el desarrollo del estudiantado, así mismo para los funcionarios de la institución. Del mismo modo que en la situación anterior, es posible utilizar este espacio para otros fines.

**El quiosco seguiría funcionando:** parte importante en la vida de una persona es la alimentación, cuando se corta el suministro energético

**El centro de fotocopiado continuaría ofreciendo su servicio a la comunidad:** los estudiantes y docentes continuarían con la prestación de este servicio.

Si se contrarrestan los beneficios con los costos asociados es posible visualizar, que mientras más costosa es la inversión más beneficios se pueden obtener. Entonces, la forma de discriminar por una u otra propuesta va a estar sujeta a los plazos en que se pretenda desarrollarla, es decir, si se quiere implementar en el corto plazo la mejor opción es respaldar sólo al Centro de Investigación y viceversa. ¿En qué se basa esta respuesta? Más allá del poder adquisitivo o de endeudamiento que maneje la Universidad para poder ejecutar el proyecto, hay que ver si la carrera se encuentra preparada para producir la cantidad necesaria de combustible, ya que respaldar el tablero de Salesianos 2 requiere de 20 semanas de producción para llenar el tanque versus 5 semanas de producción para el otro equipo considerando las condiciones actuales.

Si se decide ejecutar la propuesta de largo plazo se debe pensar en cómo aumentar el nivel de producción y determinar los valores que eso implicaría a no ser que se quiera estudiar la opción de comprar el combustible faltante. No obstante, se propone llevar a cabo la propuesta de corto plazo considerando la importancia de no perder la continuidad operacional mientras se estén llevando a cabo investigaciones que se traducen en altas cifras invertidas.

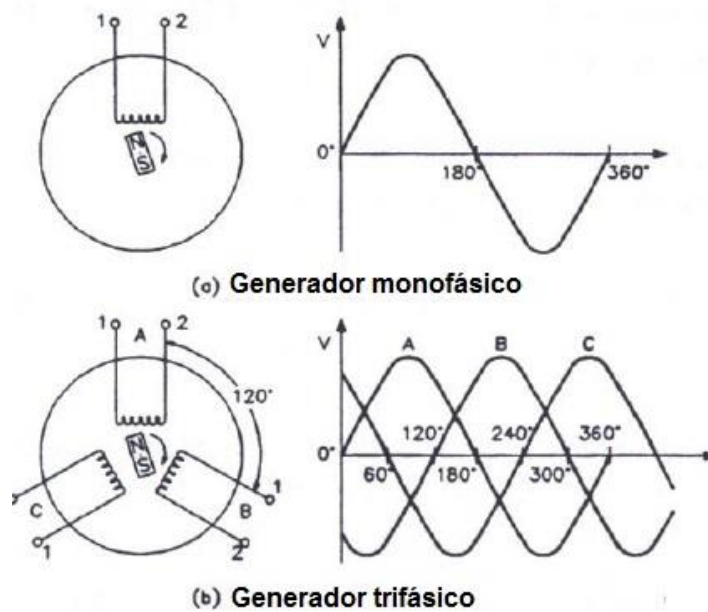
Por otro lado, hay que considerar la importancia del desarrollo a nivel país y cómo éste trabaja continuamente en pro de disminuir las emisiones contaminantes, en el reuso, reciclaje y otras formas de aprovechar materias para la sustentabilidad de las generaciones futuras.

Universidad de Valparaíso como entidad estatal debe alinearse con las metas nacionales, destacar y aportar con estas prácticas ecológicas y una forma es obteniendo biocombustible a partir de residuos domésticos como el aceite quemado, considerando que cuentan con la mitad de lo necesario para su producción.

Se espera que este Trabajo adquiera continuidad en un futuro y se logre llevar a cabo teniendo en cuenta que por ahora sólo se contempla un sector del Campus quedando otros desprovistos de continuidad operacional, además de las implementaciones de producción del biocombustible.

## Capítulo 7: Anexos

### Anexo 1: Salidas de sistema monofásico y trifásico



### Comparación de las salidas monofásica y trifásica

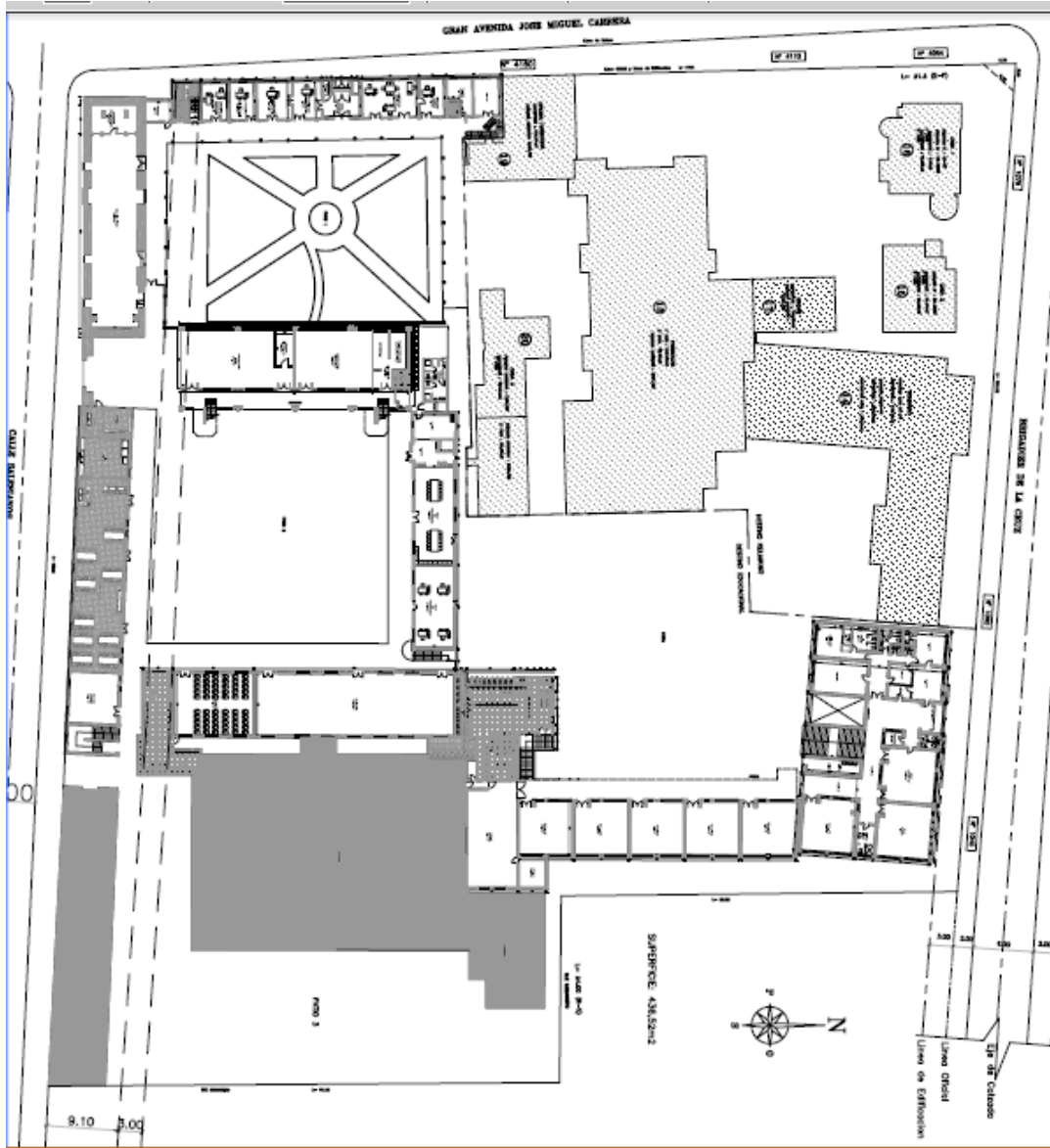
Fuente: (Plantas Luz, s.f.)

**Anexo 2: Mapa de la ubicación de la Universidad, Campus Santiago**

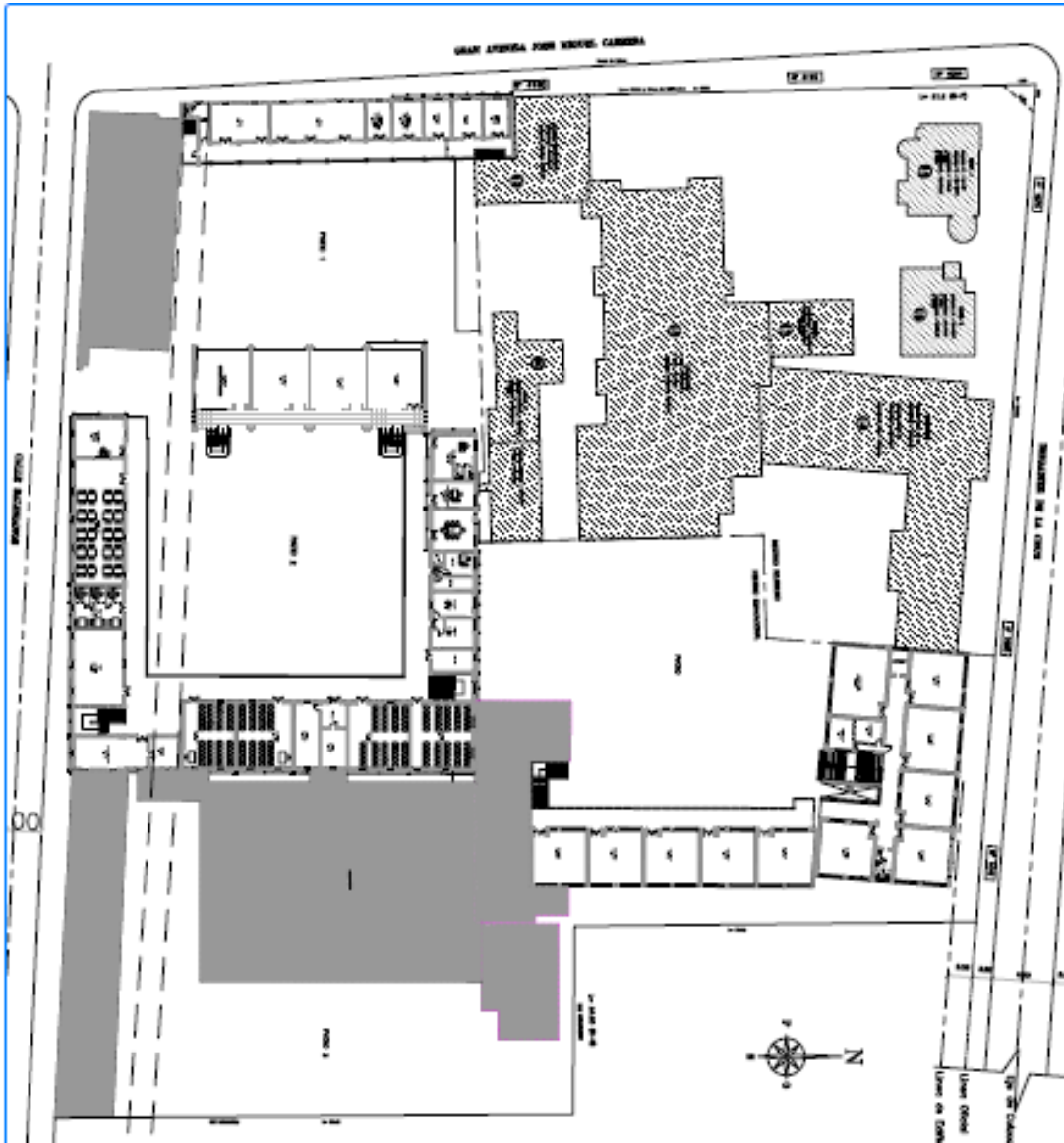


Fuente: (Google Maps, s.f.)

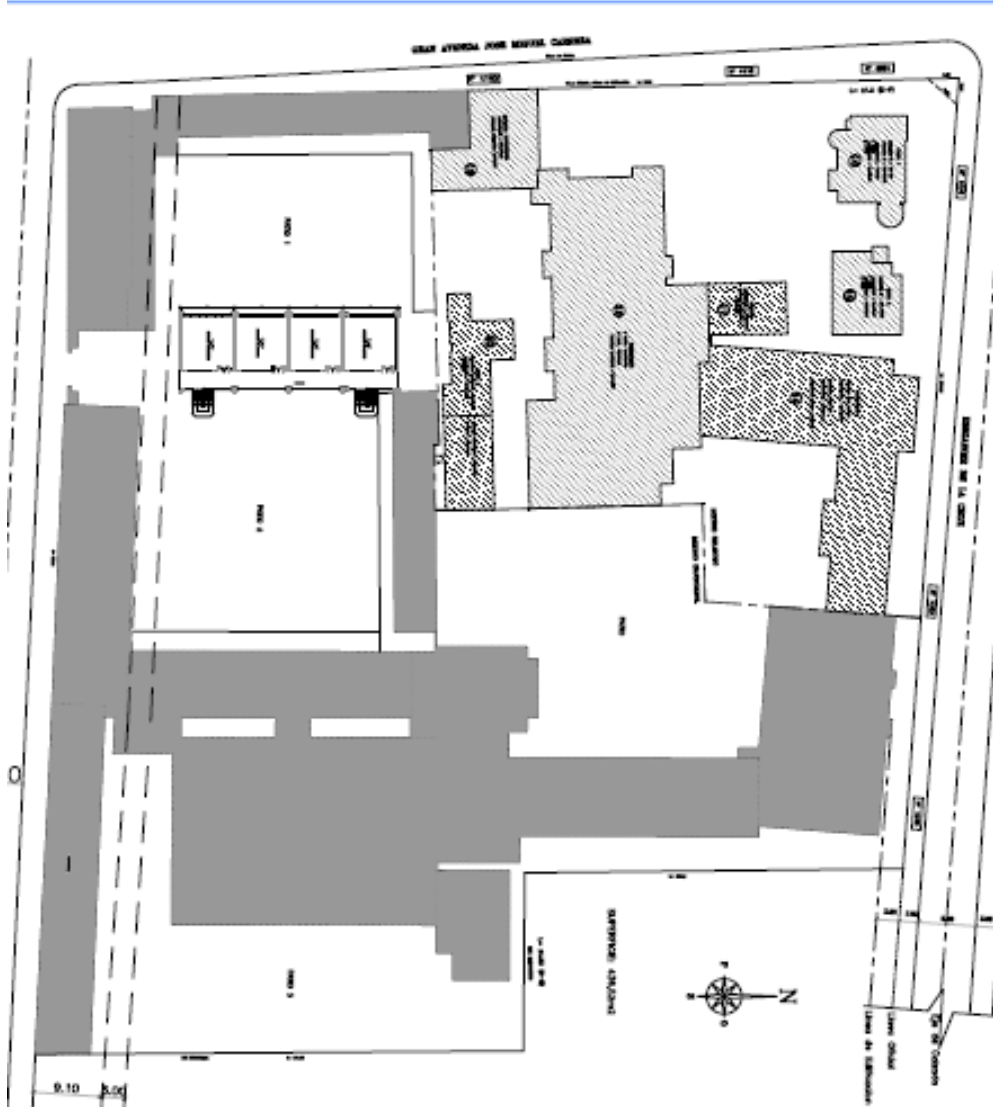
Anexo 3: Universidad primer piso



Anexo 4: Universidad segundo piso



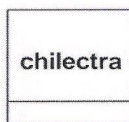
Anexo 5: Universidad tercer piso



**Anexo 6: Reporte de consumo Brigadier de la Cruz**

Fecha Evento Clave	Base	Adicional	Noche	Reactiva	Dda. FP Leida	
22-07-2016 N	4188	0	0	0	7	13,925
22-06-2016 *	1607	0	0	0	0	0
24-05-2016 N	4968	0	0	0	12	16,633
22-04-2016 *	1446	0	0	0	0	0
22-03-2016 N	1537	0	0	0	8	9,788
22-02-2016 N	613	0	0	0	1	2,657
22-01-2016 N	1245	0	0	0	13	5,028
23-12-2015 N	2923	0	0	0	20	13,874
23-11-2015 *	2500	0	0	0	0	0
23-10-2015 N	4877	0	0	0	85	14,639
24-09-2015 *	2267	0	0	0	0	0
24-08-2015 N	2797	0	0	0	16	15,918
24-07-2015 N	4965	0	0	0	152	13,755
23-06-2015 *	1588	0	0	0	0	0
26-05-2015 N	2614	0	0	0	106	15,659
23-04-2015 N	2297	0	0	0	97	12,04
24-03-2015 N	2267	0	0	0	102	9,496
23-02-2015 *	1965	0	0	0	0	0
22-01-2015 N	1169	0	0	0	115	3,397
22-12-2014 N	1338	0	0	0	107	7,804
24-11-2014 N	1970	0	0	0	99	10,146
23-10-2014 N	2256	0	0	0	97	11,618
24-09-2014 N	2713	0	0	0	62	13,755
25-08-2014 N	2472	0	0	0	57	13,862
24-07-2014 N	2423	0	0	0	33	10,034

OFICINA COMERCIAL MATUCANA  
CHILECTRA S.A.

**Anexo 7: Reporte de consumo Salesianos 1**

ENERGÍA PARA LA VIDA

**REPORTE DE CONSUMOS**

N° CLIENTE : **2918476 - 3** FECHA : **11-07-2016**  
 NOMBRE : **universidad de valparaiso** HORA : **16:35:53**  
 DIRECCION : **salesianos 1045 a** EMITIDO POR : **vmsg**  
 COMUNA : **san miguel**

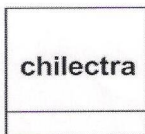
Fecha de Lectura	Energía Activa	Energía Reactiva	Dda. FP Leída	Dda. FP	Dda. HP Leída	Dda. HP
23-06-2016	3387		12,142	12,6405	10,347	10,347
25-05-2016	3431		11,781	12,6405	11,781	11,781
25-04-2016	3540	1	10,528	12,7315	9,538	9,6358
23-03-2016	3153	8	10,698	12,7315		10,1245
23-02-2016	1111	8	6,574	12,7315		10,1245
25-01-2016	2988	18	9,504	12,7315		10,1245
24-12-2015	2743	5	11,391	12,7315		10,1245
24-11-2015	3215		10,827	12,7315		10,1245
26-10-2015	3059		11,85	12,7315	7,881	9,8254
25-09-2015	2621		12,969	13,314	8,128	8,128
25-08-2015	3234		12,312	15,561	10,257	10,257
27-07-2015	2577	1	12,103	17,399	8,901	8,901
24-06-2015	2624		11,095	17,399	9,992	9,992
27-05-2015	3072	1	12,494	17,399	9,054	9,054
24-04-2015	2650		9,608	17,399	9,329	10,5666
25-03-2015	2728	4	9,089	17,399		15,517
24-02-2015	1429	2	6,538	17,399		15,517
23-01-2015	3323	13	8,892	17,399		15,517
23-12-2014	2832	3	10,941	17,399		15,517
25-11-2014	3482		10,915	17,399		15,517
24-10-2014	3526		13,659	17,399	9,445	14,3026
25-09-2014	4220	1	17,463	17,399	15,797	15,797
26-08-2014	3968		17,335	16,286	14,043	14,043
25-07-2014	4347		15,237	15,0015	15,237	15,237

**Anexo 8: Reporte de consumo Salesianos 2 trifásico****REPORTE DE CONSUMOS**

N° CLIENTE : 779831 - 8  
 NOMBRE : mision de maria  
 DIRECCION : salesianos 1031  
 COMUNA : san miguel

FECHA : 11-07-2016  
 HORA : 16:40:15  
 EMITIDO POR : vmsg

Fecha de Lectura	Base	Adicional
23-06-2016	4304	1526
25-05-2016	4304	1116
25-04-2016	4690	0
23-03-2016	3490	0
23-02-2016	1080	0
25-01-2016	3590	0
24-12-2015	3660	0
24-11-2015	4210	0
26-10-2015	5049	141
25-09-2015	4133	707
25-08-2015	4000	1370
27-07-2015	4400	1180
24-06-2015	4000	740
27-05-2015	4400	310
24-04-2015	4074	296
25-03-2015	3570	0
24-02-2015	1130	0
23-01-2015	3340	0
23-12-2014	3260	0
25-11-2014	4120	0
24-10-2014	4467	13
25-09-2014	4414	266
26-08-2014	4708	292
25-07-2014	4414	1676

**Anexo 9: Reporte de consumo Salesianos 2 monofásico**

ENERGÍA PARA LA VIDA

**REPORTE DE CONSUMOS**

N° CLIENTE : **779832 - 6**  
 NOMBRE : **mision de maria**  
 DIRECCION : **salesianos 1031**  
 COMUNA : **san miguel**

FECHA : **11-07-2016**  
 HORA : **16:27:55**  
 EMITIDO POR : **vmsg**

Fecha de Lectura	Base	Adicional
23-06-2016	308	0
25-05-2016	325	0
25-04-2016	341	0
23-03-2016	153	0
23-02-2016	55	0
25-01-2016	397	0
24-12-2015	208	0
24-11-2015	409	0
26-10-2015	384	0
25-09-2015	518	0
25-08-2015	524	91
27-07-2015	576	76
24-06-2015	524	8
27-05-2015	576	38
24-04-2015	539	60
25-03-2015	462	0
24-02-2015	100	0
23-01-2015	268	0
23-12-2014	523	0
25-11-2014	651	0
24-10-2014	583	14
25-09-2014	525	13
26-08-2014	560	57
25-07-2014	525	31

### Anexo 10: Registro de boletas consumo Brigadier de la Cruz

RECOPIACIÓN DE BOLETAS DE LA UNIVERSIDAD												
Meses	Año 2014				Año 2015				Año 2016			
	Fecha	Base	Adicional	Total	Fecha	Base	Adicional	Total	Fecha	Base	Adicional	Total
Enero	24-01-2014	1218	52	<b>1270</b>	22-01-2015	1169	115	<b>1284</b>	22-01-2016	1245	13	<b>1258</b>
Febrero	21-02-2014	807	77	<b>884</b>	23-02-2015	1965	0	<b>1965</b>	22-02-2016	613	1	<b>614</b>
Marzo	24-03-2014	1620	61	<b>1681</b>	24-03-2015	2267	102	<b>2369</b>	22-03-2016	1537	8	<b>1545</b>
Abril	23-04-2014	2541	82	<b>2623</b>	23-04-2015	2297	97	<b>2394</b>	22-04-2016	1446	0	<b>1446</b>
Mayo	26-05-2014	2654	79	<b>2733</b>	26-05-2015	2614	106	<b>2720</b>	24-05-2016	4968	12	<b>4980</b>
Junio	25-06-2014	2601	61	<b>2662</b>	23-06-2015	1588	0	<b>1588</b>	22-06-2016	1607	0	<b>1607</b>
Julio	24-07-2014	2423	33	<b>2456</b>	24-07-2015	4965	152	<b>5117</b>	22-07-2016	4188	7	<b>4195</b>
Agosto	25-08-2014	2472	57	<b>2529</b>	24-08-2015	2797	16	<b>2813</b>				
Septiembre	24-09-2014	2713	62	<b>2775</b>	24-09-2015	2267	0	<b>2267</b>				
Octubre	23-10-2014	2256	97	<b>2353</b>	23-10-2015	4877	85	<b>4962</b>				
Noviembre	21-11-2014	1970	99	<b>2069</b>	23-11-2015	2500	0	<b>2500</b>				
Diciembre	22-12-2014	1338	107	<b>1445</b>	23-12-2015	2923	20	<b>2943</b>				

### Anexo 11: Registro de boletas consumo Salesianos 1

RECOPIACIÓN DE BOLETAS DE LA UNIVERSIDAD												
Meses	Año 2014				Año 2015				Año 2016			
	Fecha	Base	Adicional	Total	Fecha	Base	Adicional	Total	Fecha	Base	Adicional	Total
Enero	26-01-2014	3416	0	<b>3416</b>	23-01-2015	3323	13	<b>3336</b>				
Febrero				<b>0</b>	24-02-2015	1429	2	<b>1431</b>	23-02-2016	1111	8	<b>1119</b>
Marzo	25-03-2014	2484	0	<b>2484</b>	25-03-2015	2728	4	<b>2732</b>				
Abril				<b>0</b>	24-04-2015	2650	0	<b>2650</b>				
Mayo	27-05-2014	3689	0	<b>3689</b>					25-05-2016	3431	0	<b>3431</b>
Junio	25-06-2014	4088	0	<b>4088</b>					23-06-2016	3387	0	<b>3387</b>
Julio	25-07-2014	4347	0	<b>4347</b>	27-07-2015	2577	1	<b>2578</b>				
Agosto	26-08-2014	3968	0	<b>3968</b>	25-08-2015	3234	0	<b>3234</b>				
Septiembre	25-09-2014	4220	1	<b>4221</b>								
Octubre	24-10-2014	3526	0	<b>3526</b>								
Noviembre	25-11-2014	3482	0	<b>3482</b>	24-11-2015	3215	0	<b>3215</b>				
Diciembre	23-12-2014	2832	3	<b>2835</b>	24-12-2015	2743	5	<b>2748</b>				

**Anexo 12: Registro de boletas consumo Salesianos 2 trifásico**

RECOPIACIÓN DE BOLETAS DE LA UNIVERSIDAD												
Meses	Año 2014				Año 2015				Año 2016			
	Fecha	Base	Adicional	Total	Fecha	Base	Adicional	Total	Fecha	Base	Adicional	Total
Enero	23-01-2014	4310	0	<b>4310</b>	23-01-2015	3340	0	<b>3340</b>	25-01-2016	3590	0	<b>3590</b>
Febrero	24-02-2014	1450	0	<b>1450</b>	24-02-2015	1130	0	<b>1130</b>	23-02-2016	1080	0	<b>1080</b>
Marzo	25-03-2014	3360	0	<b>3360</b>	25-03-2015	3570	0	<b>3570</b>	23-03-2016	3490	0	<b>3490</b>
Abril	24-04-2014	4410	0	<b>4410</b>	24-04-2015	4074	296	<b>4370</b>	25-04-2016	4690	0	<b>4690</b>
Mayo	27-05-2014	4855	205	<b>5060</b>	27-05-2015	4400	310	<b>4710</b>	25-05-2016	4304	1116	<b>5420</b>
Junio	25-06-2014	0	0	<b>0</b>	24-06-2015	4000	740	<b>4740</b>	23-06-2016	4304	1526	<b>5830</b>
Julio	25-07-2014	4414	1676	<b>6090</b>	27-07-2015	4400	1180	<b>5580</b>				
Agosto	26-08-2014	4708	292	<b>5000</b>	25-08-2015	4000	1370	<b>5370</b>				
Septiembre	25-09-2014	4414	266	<b>4680</b>	25-09-2015	4133	707	<b>4840</b>				
Octubre	24-10-2014	4467	13	<b>4480</b>	26-10-2015	5049	141	<b>5190</b>				
Noviembre	25-11-2014	4120	0	<b>4120</b>	24-11-2015	4210	0	<b>4210</b>				
Diciembre	23-12-2014	3260	0	<b>3260</b>	24-12-2015	3660	0	<b>3660</b>				

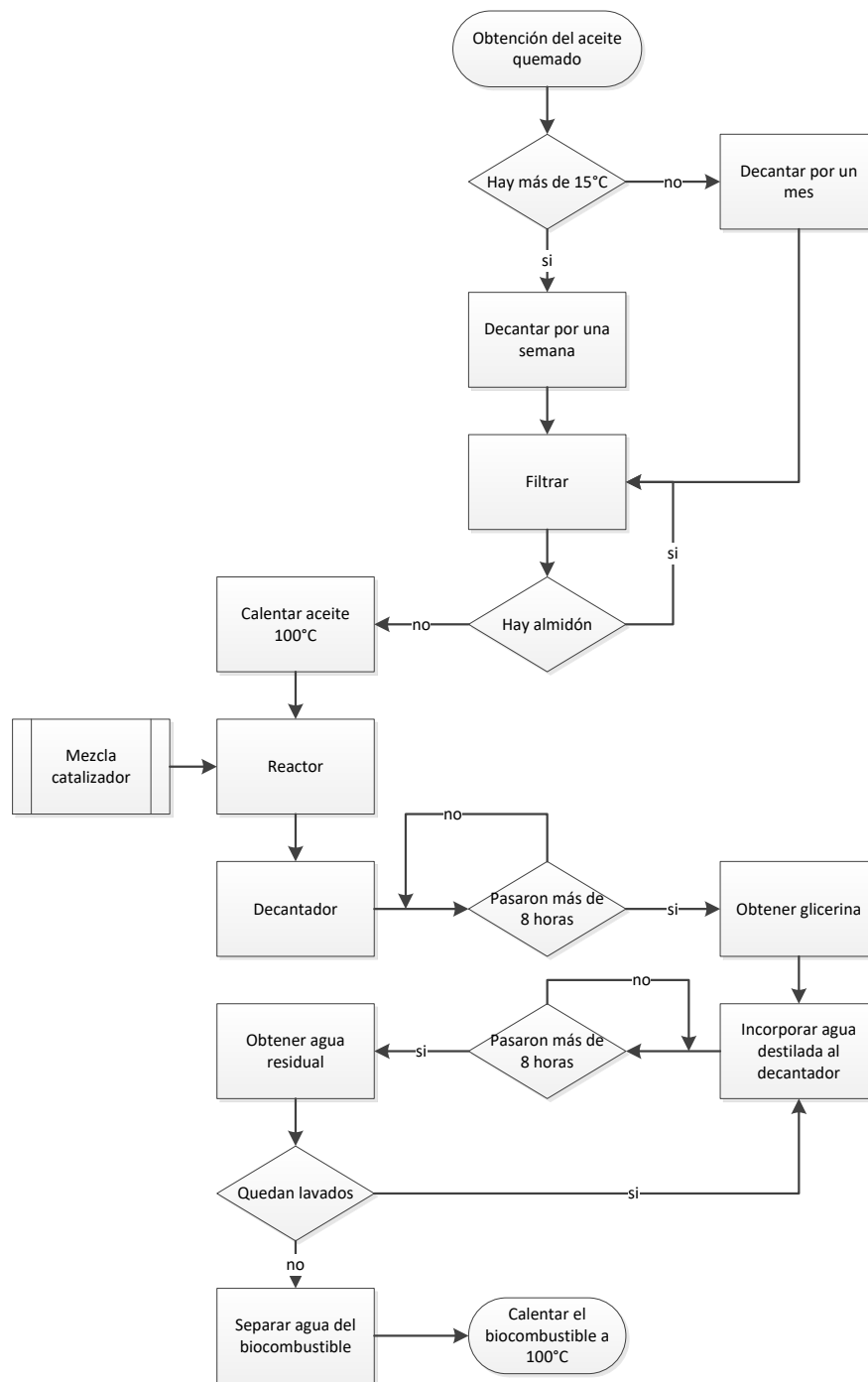
**Anexo 13: Registro de boletas consumo Salesianos 2 monofásico**

RECOPIACIÓN DE BOLETAS DE LA UNIVERSIDAD												
Meses	Año 2014				Año 2015				Año 2016			
	Fecha	Base	Adicional	Total	Fecha	Base	Adicional	Total	Fecha	Base	Adicional	Total
Enero	27-01-2014	536	0	<b>536</b>	23-01-2015	268	0	<b>268</b>	25-01-2016	397	0	<b>397</b>
Febrero	25-02-2014	160	0	<b>160</b>	24-02-2015	100	0	<b>100</b>	23-02-2016	55	0	<b>55</b>
Marzo	25-03-2014	363	0	<b>363</b>	25-03-2015	462	0	<b>462</b>	23-03-2016	153	0	<b>153</b>
Abril	24-04-2014	523	0	<b>523</b>	24-04-2015	539	60	<b>599</b>	25-04-2016	341	0	<b>341</b>
Mayo	27-05-2014	578	16	<b>594</b>	27-05-2015	576	38	<b>614</b>	25-05-2016	325	0	<b>325</b>
Junio	25-06-2014	0	0	<b>0</b>	24-06-2015	524	8	<b>532</b>	23-06-2016	308	0	<b>308</b>
Julio	25-07-2014	525	31	<b>556</b>	27-07-2015	576	76	<b>652</b>				
Agosto	26-08-2014	560	57	<b>617</b>	25-08-2015	524	91	<b>615</b>				
Septiembre	25-09-2014	525	13	<b>538</b>	25-09-2015	518	0	<b>518</b>				
Octubre	24-10-2014	583	14	<b>597</b>	26-10-2015	384	0	<b>384</b>				
Noviembre	25-11-2014	651	0	<b>651</b>	24-11-2015	409	0	<b>409</b>				
Diciembre	23-12-2014	523	0	<b>523</b>	24-12-2015	208	0	<b>208</b>				

**Anexo 14: Máquina de biodiesel**



### Anexo 15: Diagrama de flujo de la producción de biodiesel



Elaboración Propia

### Anexo 16: Prevención de riesgos

Corresponde al conjunto de medidas destinadas a evitar o dificultar la ocurrencia de un siniestro y a conseguir que, si el accidente se produce, las consecuencias sean las mínimas posibles.

Existen diferentes tipos de riesgos<sup>26</sup> a los que las personas se ven enfrentadas en sus profesiones, entre ellos encontramos los químicos, ergonómicos, eléctricos, mecánicos o de seguridad, entre otros.

Una herramienta de control de gestión normalmente utilizada para identificar las actividades (procesos y productos) más importantes de una empresa, incluyendo el tipo y nivel de riesgos inherentes a éstas actividades y los factores exógenos y endógenos relacionados con estos riesgos es la Matriz de Riesgos, que conforme a los procesos de los flujos de trabajo, se elabora en las actividades rutinarias y no rutinarias, peligros inherentes, los riesgos y su magnitud que se obtiene del producto de la probabilidad de ocurrencia por la severidad de las lesiones que pueden ser causadas por el evento (Hector, 2014).

$$\text{Magnitud de Riesgo (MR)} = \text{probabilidad (P)} * \text{severidad (S)}$$

Ecuación 12: Cálculo de magnitud de riesgo

Fuente: (Hector, 2014)

Para evaluar la magnitud del riesgo se utilizarán los siguientes criterios:

<b>PROBABILIDAD (P)</b>			
<b>Clase</b>	<b>Tipo</b>	<b>Valor</b>	<b>Criterio</b>
A	ALTA	4	En 10 veces de exposición al riesgo incontrolado a lo menos una vez ocurrirá el incidente
B	MEDIA	2	En 100 veces de exposición al riesgo incontrolado a lo menos una vez ocurrirá el incidente
C	BAJA	1	En 1000 veces de exposición al riesgo incontrolado a lo menos una vez ocurrirá el incidente

Tabla 23: Criterios de probabilidad de riesgo

Fuente: (Hector, 2014)

<sup>26</sup> Probabilidad de daño a la salud de un trabajador expuesto a un medio ambiente laboral.

SEVERIDAD(S) Consecuencia			
Clase	Tipo	Valor	Criterio
A	MAYOR	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Muerte de uno o más trabajadores</li> <li>▪ Incapacidad permanente</li> <li>▪ Daño material irreparable</li> <li>▪ Paralización total de actividad</li> </ul>
B	SERIA	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incapacidad temporal</li> <li>▪ Daño parcial reparable</li> <li>▪ Paralización parcial o local</li> </ul>
C	MENOR	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lesiones no incapacitantes</li> <li>▪ Daño no altera el funcionamiento</li> <li>▪ Sin paralización</li> </ul>

Tabla 24: Criterios de severidad de riesgos

Fuente: (Hector, 2014)

Calculada la magnitud del riesgo, se clasificarán según el valor del producto de Probabilidad por la Severidad, en inaceptable, moderado y aceptable según la siguiente tabla:

MAGNITUD DEL RIESGO (MR)	
Inaceptable	16
Moderado	4-8
Aceptable	1-2

Tabla 25: Clasificación de magnitud de riesgo

Fuente: (Hector, 2014)

**Riesgo inaceptable:** para la organización, el cual debe ser controlado usando toda técnica preventiva y de control para evitar su manifestación nociva para la organización. Para este control se deben crear programas de control de riesgos.

**Riesgo moderado:** riesgos que se encuentran controlados por las medidas implementadas por la organización, pero debe ser monitoreadas constantemente para evitar su manifestación.

**Riesgo aceptable:** riesgo que ha sido reducido a un nivel que puede ser tolerado por la organización.

Los riesgos clasificados como inaceptables serán documentados y controlados en forma frecuente, creando métodos de control adecuados para evitar lesiones graves a las personas y pérdidas económicas para la organización.

Según corresponden a las actividades asociadas a la producción del biodiesel y manejo del grupo electrógeno, se establece la siguiente Matriz de Riesgos:

ítem	actividad	peligro	consecuencia	P		S		Control Operacional	P		S		Responsable de actividad
				P	S	P	S		P	S	MR	MR	
Obtención del aceite usado	Recopilar el aceite	caída del recipiente; derrame	moretón, esguince; caída	2	1	2	1	Uso de EPP y CE	2	1	1	2	Operario
Decantación del aceite usado	Traspaso de aceite	derrame	caída	2	1	2	1		1	1	1	1	
Filtrado del aceite usado	Filtrar aceite	derrame	caída	4	1	4	1		2	1	2	2	
Calentado del aceite usado	Calentar aceite	quemadura, derrame	quemaduras de segundo grado, caída	1	4	4	1	Uso de EPP	1	1	1	1	Operario
Transesterificación del biodiesel	Metóxido, mezclado	Quemadura irritación, derrame	quemaduras internas, caída	1	4	4	1	Uso EPP	1	1	1	1	Operario
Lavado del biodiesel	Verter agua	derrame	caída	1	1	1	1		1	1	1	1	
Gestión de inventario	Ordenar	Caída de objetos	moretones, esguince	1									

Matriz 3: de Riesgos

Elaboración Propia

## Control de Emergencias

La persona a cargo de la producción del biodiesel debe ser una persona instruida de ciertos conocimientos de primeros auxilios, además de conocer y ejecutar los procesos de Detección de Emergencias. A continuación, se presenta los eventuales procedimientos en caso de algún riesgo:

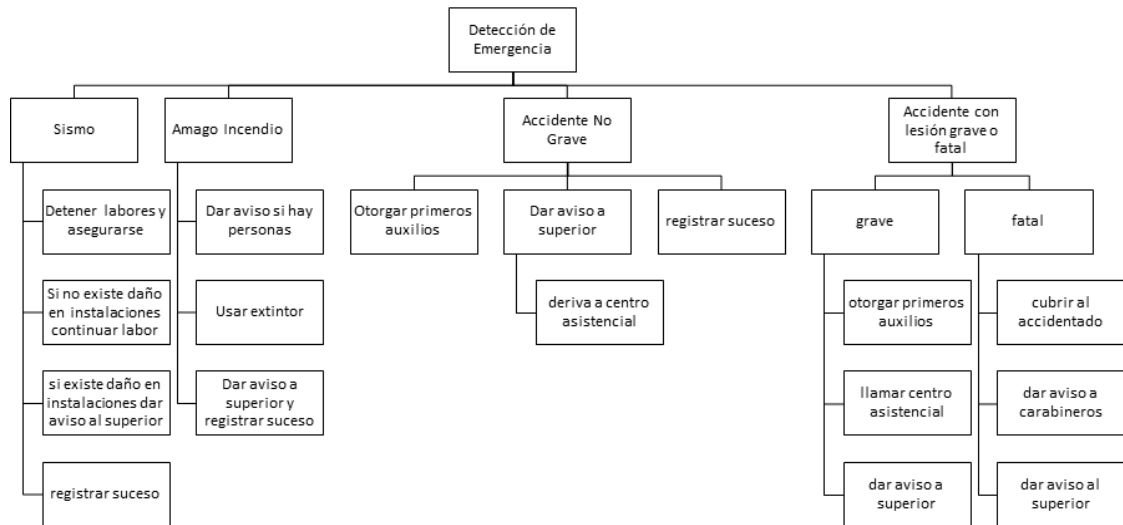


Diagrama 7: Detección de Emergencia

## Fuego Preventivo y Control de Incendios

Es de suma importancia que la persona encargada además tenga conocimiento de manejo de sustancias peligrosas, considerando que tanto la materia prima como el proceso de elaboración del biodiesel son productos altamente incendiarios y peligrosos.

Existen dos tipos de **fuegos incendiarios** el amago y el incendio, no obstante, es necesario conocer la diferencia entre ellos:

**Amago:** corresponde a un fuego incipiente, es decir, es un fuego susceptible de ser controlado antes de convertirse en incendio.

**Incendio:** corresponde a una reacción química exotérmica<sup>27</sup> descontrolada con desprendimiento de calor, humo, gases y luz; se produce por la combinación de material combustible, oxígeno y una fuente de calor.

<sup>27</sup> Libera calor

Por otro lado, existen cuatro tipos de fuego que se clasifican:

**Fuegos clase A:** son los que ocurren a partir de materiales sólidos como madera, papel, textil, cartón, entre otros.

**Fuegos clase B:** son los que ocurren a partir de líquidos combustibles y grasas.

**Fuego clase C:** son los que ocurren a partir de la inflamación de equipos energizados eléctricamente.

**Fuego clase D:** son los que ocurren a partir de materiales combustibles como el sodio, potasio, titanio, magnesio, otros.

Si bien cuando un fuego es considerado incendio lo que se debe hacer es evacuar, para el caso de los amagos la acción a seguir es distinta, debido a que éstas se pueden combatir con extintores.

**Extintor:** corresponde a un aparato destinado a combatir y extinguir un fuego incipiente, nunca incendio declarado.

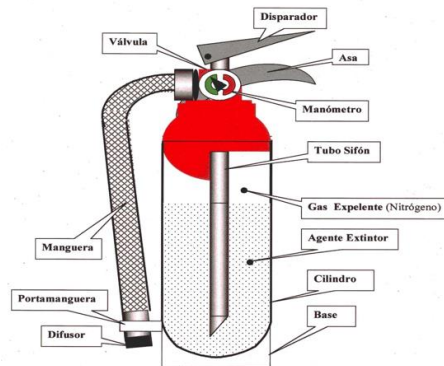


Ilustración 24: Imagen extintor

Tal como se ve en la ilustración 30, se compone de un cilindro que tiene un agente extintor presurizado en su interior, el que se activa cuando se saca el seguro al romper el sello y accionar el gatillo.

Los métodos de extinción que existen son:

**Extinción por enfriamiento:** donde se disminuye la temperatura de combustión

**Extinción por sofocación:** donde se disminuye o elimina el oxígeno del aire presente en el material de combustión.

**Extinción por eliminación del combustible:** donde se separa el combustible del proceso de combustión.

**Extinción por medio del control de la reacción en cadena:** donde se inhibe la oxidación rápida del combustible interrumpiendo la vaporización del metal combustible.

Estos métodos utilizan los siguientes agentes extintores:

**Agua:** apaga por enfriamiento y sofocación puede ser utilizada en chorro y pulverizada, no obstante, conduce la electricidad.

**Espuma:** es una mezcla de agua, espumógeno y aire, apagan por sofocación y enfriamiento.

**Polvos:** son productos químicos que apagan por sofocación e inhibición. Existen dos tipos: polvo seco normal (BC) y polivalente (ABC)

**Dióxido de carbono CO<sub>2</sub>:** es un gas inodoro e incoloro que conduce electricidad y apaga por sofocación.

Con respecto a qué extintor debe utilizarse en caso de fuego, se detalla a continuación (Ministerio de Salud, 1999):

**Fuego clase A:** agua a presión, espume o polvo químico seco ABC

**Fuego clase B:** espuma, dióxido de carbono o polvo químico seco ABC-BC

**Fuego clase C:** dióxido de carbono o polvo químico seco ABC-BC

**Fuego clase D:** polvo químico seco especial

Para elaboración de biodiesel se requiere de materiales combustibles y por su parte el biodiesel es un líquido inflamable por lo que es necesario contar con dos extintores en la zona de producción tal como lo exige el Decreto 594 artículo 46. Como en esta zona se tendrá el inventario del producto final es que el extintor de seguridad más adecuado a incorporar es uno de dióxido de carbono, para el caso del hidróxido de sodio se debe tener un extintor de polvo químico especial.

### **Medidas Preventivas**

Considerando el proceso de obtención del biodiesel y la manipulación del grupo electrógeno, es que se establecen las siguientes medidas preventivas:

- Se debe disponer y mantener las instalaciones eléctricas en condiciones seguras acorde a la norma.

- Se debe realizar revisión periódica al grupo electrógeno y sus conexiones.
- Se deben ubicar los líquidos combustibles lejos de fuentes de calor
- Contar con extintor de incendios adecuado al tipo de fuego que pueda suceder
- Mantener orden y aseo
- Se debe contar con plan de emergencia y evacuación
- Disponer agua en gran cantidad cerca de los elementos o compuestos químicos dañinos al contacto
- Disponer de un botiquín

### **Anexo 17: Manual generación biodiesel**

Elementos de Protección Personal.....	.....
Recomendaciones.....	.....
Proceso Obtención de Biodiesel.....	.....
Acciones de Emergencia.....	.....

A continuación, se presenta ante usted la guía para elaboración de biodiesel, es obligación cumplir estrictamente cada procedimiento para evitar daños a la instalación y a su persona.

#### **Elementos de Protección Personal**

Usted debe tener a su disposición los siguientes elementos de protección personal:

- Gafas
- Guantes largos de goma o neopréen
- Mascarilla
- Pechera
- Zapato de seguridad

Debe recordar usarlos en cuando tenga que producir la mezcla catalizadora para la elaboración del biodiesel.

Entrar al laboratorio con gafas y mascarillas cuando se esté en proceso de lavado del aceite.

#### **Recomendaciones**

- En caso de tener pelo largo debe tomarse pelo en su totalidad
- Manipular los productos con cuidado

- Respetar el orden del laboratorio, mantener siempre piso seco
- No correr, no empujar
- No comer dentro del recinto

### **Proceso de Obtención de Biodiesel**

La primera etapa del proceso es la obtención del aceite quemado, una vez ya recopilado se debe inventariar la cantidad aproximada de litros.

Los espacios de cada proceso deben estar determinados, es decir, debe existir una zona establecida para los bidones con biocombustible, para los bidones en proceso de decantación y para los bidones que se usan para retiro e ingreso de otras materias.

Además, cada bidón debe tener una etiqueta con lo que almacena o para lo que está establecido. Queda totalmente prohibido intercambiar etiquetas o hacer caso omiso al nombre que lleva el bidón y utilizarlo para otro almacenaje.

La producción de biodiesel se irá realizando a medida que se desocupe uno de los tres bidones que llevan la etiqueta biocombustible.

En caso que los tres bidones se encuentren rellenos y se requiera de abastecer el grupo electrógeno, este último se alimentará con el biocombustible que lleve más tiempo en inventario.

Se diferenciará el tiempo del biocombustible por etiquetas en el sector de almacenado que tienen los colores del semáforo, donde el color rojo será el biocombustible que lleva más tiempo, amarillo el que lleva menos tiempo que el rojo y el verde el más nuevo en inventario.

Una vez que se usa uno de los bidones el resto tiene que avanzar en la cadena de colores, es decir, si se requiere usar biocombustible y los tres bidones están llenos, se debe tomar el que corresponda al color rojo y usarlo, luego el bidón que ocupa el color amarillo pasa al color rojo, el correspondiente al color verde pasa al amarillo y luego de una semana o cuando exista elaboración de más biodiesel pasa a ocupar el sector verde.

Cada vez que se realice obtención de aceite se debe juntar en los bidones de decantación, cuando el aceite en el bidón alcance los niveles marcados, es que alcanzó los 15 litros, por lo que ese bidón está listo para pasar al proceso de decantación.

El tiempo del proceso de decantación va a estar determinado por la temperatura ambiente a la que estará afecta el bidón, es decir, entre 15°C y 20°C la decantación estará lista en una semana, por lo que si hacen menos grados la decantación durará más, en caso contrario respetar la semana de decantación.

En el sector de decantación estarán incorporadas tarjetas con números y días de tal forma que cuando se inicie el proceso de decantación quede a la vista el día en que ocurrió.

Idealmente se realizará a elaborar biodiesel cuando se disponga de 15 litros de aceite, de esta forma se puede volver a llenar el bidón con otros 15 litros de biodiesel.

Una vez finalizado el proceso de decantación se debe proceder al filtrado, el primer filtrado se realizará a través de un filtro para 25 micras en caso de no contar con éste utilizar gasa. El segundo filtrado se debe realizar con un filtro para 5 micras y finalmente, filtrar a un micrón. Queda totalmente prohibido calentar el aceite para realizar los filtrados, debido a que existen partículas sólidas que se vuelven líquidas junto con el aceite a mayor temperatura y bajan la calidad del producto final, incluso pueden causar daños en la máquina.

El aceite debe estar completamente filtrado para luego ser calentado a 100°C, con tal de eliminar partículas de agua.

Para obtener un biodiesel con las propiedades deseadas, es necesario añadir un catalizador a la reacción de transesterificación, para determinar las cantidades a mezclar es necesario realizar lo siguiente: en un litro de agua disolver un gramo de catalizador no se puede contaminar esta solución, luego agregar 10 ml de alcohol isopropílico con 1 ml de aceite y agitar, determinar pH con papel tornasol.

A continuación, se debe multiplicar el número de ml medidos en la valoración por el número de litros de aceite que se va a convertir en biodiesel y al resultado se le debe sumar 3,5g de catalizador por cada litro de aceite usado que se va a transesterificar.

Medir medio litro de cada uno de los líquidos, pesarlos y calcular exactamente el 20% en masa, para determinar la cantidad de metanol a utilizar.

Una vez conocidas las cantidades de catalizador y metanol es posible elaborar el metóxido de sodio; es importante recordar que los utensilios que entren en contacto con el catalizador deben estar totalmente secos.

Posteriormente, el aceite filtrado se debe verter en el reactor de la máquina junto con la mezcla homogénea, donde se calienta con una temperatura menor a 65°C, entre 1 hora – 1 hora y media, es importante que el metóxido se vierta con cuidado.

Cuando termine de trabajar el reactor accionar la bomba para que la mezcla pase al decantador, dejar reposar por 24 horas.

Como subproducto del proceso anterior se obtiene glicerina, ésta se debe extraer de la separación de densidad al abrir la llave de paso.

Una vez extraída la glicerina se debe añadir agua destilada en igual proporción al biodiesel y esperar 24 horas para luego extraer el agua residual, este procedimiento se debe hacer tres veces y el agua del último lavado se puede reutilizar. Cada vez que se realice un lavado se debe cambiar el número según el lavado que corresponda.

El líquido que se obtiene del último lavado corresponde al biodiesel, no obstante, este debe ser calentado en el reactor a 100°C para eliminación de partículas de agua.

Almacenar el biocombustible y depositarlo en la sección verde del inventario final.

### Acciones de Emergencia

A continuación, se presenta la forma de actuar ante diferentes exposiciones o eventos que pueden ocurrir en el laboratorio. Tener en cuenta siempre registrar los sucesos acontecidos y que se debe recurrir a centro asistencial una vez aplicados los primeros auxilios pese a no continuar con los síntomas.

La forma de disminuir la exposición directa con los materiales a trabajar es utilizar siempre y correctamente los elementos de protección personal, además de buen comportamiento y responsabilidad ante la manipulación de los insumos.

- Elaboración de Metóxido de Sodio

Exposición	Síntomas	Primeros Auxilios	EPP
Inhalación	Dolor de garganta, tos, sensación de quemazón, dificultad respiratoria, jadeo.	Retiro del lugar a un área con harta ventilación lentamente. En caso de inconciencia aplicar RCP.	Mascarilla
Piel	Enrojecimiento, dolor, quemaduras cutáneas graves.	Quitarse la ropa contaminada rápidamente y lavar con abundante agua el área afectada durante 15 minutos aproximadamente.	Guantes, pechera
Ojos	Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves.	Lavar con abundante agua hasta la eliminación total del producto.	Gafas
Ingestión	Quemaduras en la boca y garganta, sensación de quemazón en la garganta y el pecho, shock o colapso	<b>NO</b> provocar vómito, enjuagar la boca, beber una cucharada de agua después cada 10 minutos, en caso de inconciencia aplicar RCP.	No comer, beber, fumar durante el trabajo.

Control de fuego	Altamente inflamable	Evitar las llamas, <b>NO</b> producir chispas, <b>NO</b> fumar, <b>NO</b> poner en contacto con agua	<b>NO</b> utilizar agua, usar extintor en caso de amago
Derrame	Altamente inflamable	Limpiar rápidamente, ventilar	Manejo cuidadoso en los procesos

Tabla 26: Acciones de Emergencia en elaboración de metóxido

Elaboración Propia

### **Anexo 18: Recomendaciones de la producción**

#### **Prevención del Error**

Como la producción del biodiesel es un proceso complejo de varias etapas que ocurren en distintos días, existe una posibilidad alta de equivocaciones por parte de las personas a cargo de esta elaboración.

Si el aceite no alcanza el tiempo necesario de decantación es posible que en él queden compuestos que bajen la calidad del producto final igual que realizar uno o más lavados de los correspondientes.

Si el grupo electrógeno es alimentado por biocombustible de baja calidad es posible que éste se deteriore de forma temprana. Para evitar que esto ocurra, es que se han determinado una serie de sistemas conocidos para alertar a las personas en un proceso de producción.

Estos sistemas llamados poka yoke y andon se utilizan como prevención y control visual respectivamente para disminuir la ocurrencia de errores como olvido, mala comprensión, error de identificación, entre otros.

#### **Andon**

Se utilizará un sistema de colores para los inventarios finales. Este sistema tendrá los colores del semáforo donde rojo es el color del biodiesel que se debe utilizar primero, ya que ese corresponderá al producto con más tiempo en inventario.

#### **Poka Yoke**

Cada bidón o recipiente tendrá el nombre del material que almacena, ya que no debe existir contaminación entre las materias. Además, los bidones destinados a obtención donde se irán acumulando los aceites tienen que tener demarcada la línea de los 15L de tope.

Para el proceso de decantación de los aceites se determina incorporar un sistema de tarjetas que contengan números y los días de la semana, de este modo cuando el bidón esté listo para comenzar la decantación se sepa la fecha de inicio.

Finalmente, para la etapa de lavado junto a la máquina debe haber tarjetas con números del 1 al 3 que indicarán el lavado correspondiente.

### 5'S

Herramienta de mejora continua que procura mejorar condiciones del trabajo, la calidad de producción y la seguridad laboral, además de reducir gastos, tiempos y riesgos de accidentes. Implementado en Toyota en 1960, busca llegar a lo siguiente:

1. (Seiri) Seleccionar o clasificar: implica separar las cosas necesarias y las que no, con tal me de mantener las necesarias en un lugar adecuado.
2. (Seiton) Ordenar u organizar: corresponde a qué tan rápido la persona puede conseguir lo que necesita y qué tan rápido puede devolverla a su sitio. Por lo que cada cosa debe tener un lugar único y exclusivo.
3. (Seiso) Limpiar: asear y ordenar el lugar
4. (Seiketsu) Estandarizar: es para prevenir la suciedad y el desorden por lo que se deben de crear estándares que recuerden el orden y la limpieza diario.
5. (shitsuke) Mantener: corresponde a seguir el sistema 5S implementado.

En esta ocasión se propone:

1. Considerar sólo los elementos mencionados en los puntos 4.3.4 y 4.3.7
2. Seguir con lo propuesto en este anexo titulado Prevención del error
3. Tener la precaución de mantener limpio y de limpiar cada vez que se derrame algo, además del orden de los materiales.
4. Al ser parte del laboratorio debe seguir el reglamento de limpieza, no obstante, es necesario incorporar una ficha que registre diariamente el aseo y el orden que se debe mantener en el lugar.

Para tener mayor información de esta herramienta visitar (D., s.f.).

**Anexo 19: Actividades de los sistemas del Campus****Dirección:**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Administración:**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Aranceles y Cobranza:**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Adquisición y Servicios Generales:**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Inventario:**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Vinculación, Extensión y Comunicación:**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Redes y Sistemas:**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Dirección de Asuntos Estudiantiles (DAE):**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Departamento de Educación Física, Deportes y Recreación (DEFIDER):**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Pregrado<sup>28</sup>**

- Lunes a jueves de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00
- Viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Docencia**

- Lunes a viernes de 08:30 a 21:00

**Estamentos estudiantiles:**

- No existe horario determinado

**Prensa:**

- No existe horario determinado

**Sistema Integrado de Bibliotecas Universidad de Valparaíso (SIBUVAL):**

- Lunes a viernes de 09:00 a 21:00

**Alimentación:**

Casino

- Lunes a viernes de 09:00 17:00

Cafetería

- Lunes a viernes de 08:30 a 19:00

**Centro de Fotocopiado:**

- Lunes a viernes de 09:00 a 14:00 y de 15:00 a 17:00

**Servicio de Seguridad**

- Todos los días las 24 horas

**Estructuras de soporte:**

- No cuenta con un horario establecido, sino que se utilizan según la necesidad

---

<sup>28</sup> como en el Campus se imparten siete carreras de pregrado, entonces, este sistema se repite por cada una de las carreras existentes.

### Servicios de aseo y ornato

- Lunes a viernes de 07:00 a 15:00 y de 15:00 a 21:00

Sábados de 08:00 a 14:00

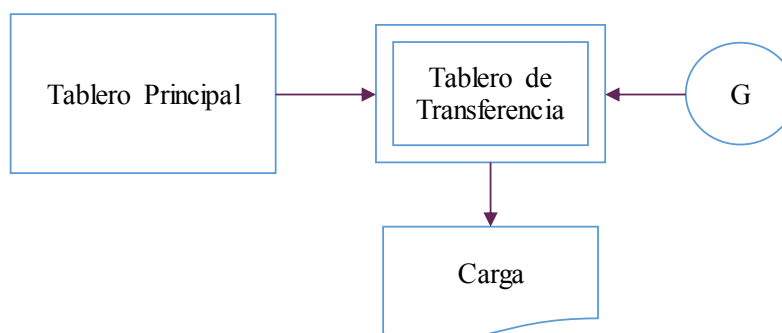
### Anexo 20: Fichas técnicas grupos electrógenos

A continuación, se presenta un resumen de los grupos electrógenos seleccionados para realizar la evaluación de costos.

Modelo	GreenPower GP-33kVA	100 kVA HFW-100 T5
Potencia Stand by	33 kVA	109 kVA
Potencia Prime	30 kVA	100 kVA
Corriente	48 A	150 A
Voltaje	380/220 V	400/230 V
Frecuencia	50 Hz	50 Hz
Velocidad del motor	1.500 rpm	1.500 rpm
Dimensiones (LxAxAL)	1300 x 700 x 1100 mm	2750 x 1100 x 1760 mm
Capacidad estanque	70 L	288 L
Consumo al 75% de carga	5,9 L/hora	

Tabla 27: Ficha técnica grupos electrógenos  
Fuente: (EMARESA, s.f.) (SINELEC, s.f.)

### Anexo 21: Conexión del grupo electrógeno



## Capítulo 8: Bibliografía

- Bush, J. (2008). *Introduction to Biodiesel Chemistry*. Obtenido de Biodiesel Colletive Conference:  
[http://www.collectivebiodiesel.org/presentations/2008presentations/JohnBush\\_chemistry.pdf](http://www.collectivebiodiesel.org/presentations/2008presentations/JohnBush_chemistry.pdf)
- Castillo, H. (enero de 2009). *Cómo dimensionar un Grupo Electrónico*. Obtenido de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1117>
- D., J. R. (s.f.). *Las 5'S herramientas básicas de mejora de la calidad de vida*. Obtenido de [https://www.paritarios.cl/especial\\_las\\_5s.htm](https://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm)
- EMARESA. (s.f.). *Grupos Electrónicos*. Obtenido de <http://www.emaresa.cl/energia/index.php/grupos-electrogenos/generadores-10-100-kva/generador-electrico-gp-33-kva>
- Enel. (s.f.). *Limite de invierno*. Obtenido de <https://www.eneldistribucion.cl/limite-invierno>
- Espinoza, C. (3 de Agosto de 2015). Consumo eléctrico se cuadruplicó en 20 años. *La Tercera*.
- Fernandez Muerza, A. (15 de Julio de 2010). Reciclar aceite usado: para qué y cómo. *Eroski Consumer*.
- GOBANTES Materiales Eléctricos. (s.f.). *Contactador DMC-50 48A 380V 2A 2C*. Obtenido de [http://www.gobantes.cl/control-y-potencia/contactores?product\\_id=14306](http://www.gobantes.cl/control-y-potencia/contactores?product_id=14306)
- Google Maps. (s.f.). Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-33.4903049,-70.6503801,17z?hl=es-ES>
- Hayt, Jr, W. H., Kemmerly, J. E., & Durbin, S. M. (s.f.). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Hector, C. (2014). Clases Prevención de Riesgos. Santiago: Universidad de Valparaíso.
- Infinita Renovables. (2015). *Informe Biodiesel*.
- JÉRÔME, H. L. (2007). *Diseño conceptual de una planta de biodiesel*. Santiago: Universidad de Chile.
- Latournerie Lafertte, D. (s.f.). *Valoración de aceites vegetales usados*. Obtenido de [http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52250\\_pdf\\_7.pdf](http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52250_pdf_7.pdf)

- Maroto, J. C. (2007). *Estrategia de la visión a la acción*. Madrid: ESIC.
- Mercado Público. (s.f.). *Termómetro pistola láser*. Obtenido de [http://articulo.mercadolibre.cl/MLC-435089907-termometro-pistola-laser-mide-temperatura-a-distancia-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.cl/MLC-435089907-termometro-pistola-laser-mide-temperatura-a-distancia-_JM)
- Mike, P. (s.f.). *Método sencillo para hacer biodiésel*. Obtenido de <http://journeytoforever.org/es/biocombustibles/biodiesel-proceso-una-etapa.cgi>
- Ministerio de Economía. (2008). *Especificaciones técnicas biodiesel*. Obtenido de [http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/03\\_Energias/Otros\\_Niveles/biocombustible\\_biodiesel/especificaciones\\_tecnicas.html](http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/03_Energias/Otros_Niveles/biocombustible_biodiesel/especificaciones_tecnicas.html)
- Ministerio de Energía, Gobierno de Chile. (4 de diciembre de 2015). *Energía 2050. Política energética de Chile*. Obtenido de [http://www.energia2050.cl/uploads/libros/libro\\_energia\\_2050.pdf](http://www.energia2050.cl/uploads/libros/libro_energia_2050.pdf)
- Ministerio de Salud. (1999). *APRUEBA REGLAMENTO DECRETO 594: SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BASICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO*. Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). *Ministerio, visión y misión*. Obtenido de <http://portal.mma.gob.cl/vision-y-mision/>
- MMA, M. d. (2016).
- Montilla, F. (14 de Mayo de 2014). Biocombustibles-Inversión Mundial en biocombustibles.
- Plantas Luz. (s.f.). *¿Qué es un sistema polifásico?* Obtenido de <http://www.luzplantas.com/que-es-un-sistema-polifasico/>
- Reuters. (11 de Julio de 2014). Crecimiento de la producción mundial de biocombustibles se desaceleraría al 2023. *Diario La Tercera*.
- SINELEC. (s.f.). *Soluciones en respaldo de energía*. Obtenido de [http://www.sinelec.cl/fichas\\_venta/H\\_100.pdf](http://www.sinelec.cl/fichas_venta/H_100.pdf)
- SOLBEN. (2013). *Soluciones en bioenergía*. Obtenido de Preguntas frecuentes: <http://www.solben.org.mx/es/preguntas-frecuentes.html>
- Universidad de Valparaíso. (2 de julio de 2013). *Campus Santiago*. Obtenido de <http://santiago.uv.cl/>

Universidad de Valparaíso. (5 de julio de 2013). *Campus Santiago*. Obtenido de <http://santiago.uv.cl/index.php/infraestructura>

Universidad de Valparaíso. (3 de octubre de 2014). *Carreras*. Obtenido de <http://santiago.uv.cl/index.php/carreras>

Universidad de Valparaíso. (3 de octubre de 2014). *Universidad de Valparaíso*. Obtenido de <http://uv.cl/universidad/>

Universidad de Valparaíso. (s.f.). *Universidad de Valparaíso*. Obtenido de <http://uv.cl/universidad/>

