UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
SANTIAGO - CHILE

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA PARA ESCUELAS DE PÁRVULOS, DE LA COMUNA DE PROVIDENCIA BASADA EN LA NORMA ISO 50001:2011

FELIPE ANDRES RUIZ SOTOMAYOR

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA	:	SRA. MARÍA PILAR GÁRATE C.
PROFESOR CORREFERENTE	:	SR. FRANCISCO ARTURO DALL'ORSO L.

OCTUBRE 2019

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría destacar el valioso e imprescindible apoyo de mi familia y amigos para lograr completar este gran desafió, que significo construcción de la memoria para optar al titulo de ingeniero civil industrial.

Particularmente a Alvaro Torres quien fue vital para el sano desarrollo de este trabajo.

RESUMEN EJECUTIVO

Durante los últimos años el planeta se ha visto enfrentado a una alta concentración de CO2. Esto ha tenido implicancias en el aumento de las temperaturas que se registran a nivel mundial. Esto provoca una serie de alteraciones en el medio ambiente afectando los ecosistemas y por ende toda la vida en el planeta. Una de las principales causas de las emisiones de CO2 es la generación de energía, la cual es fundamental para el desarrollo económico de los países. Es por esto que si queremos seguir progresando y desarrollándonos como sociedad debemos buscar alternativas mas eficientes para la gestión de los recursos energéticos.

La corporación de desarrollo social de la comuna de Providencia tiene la tarea de mejorar la gestión de los recursos energético de distintos centros de la comuna. Es por esto que este estudio tiene la finalidad de propones un sistema de gestión energética para escuelas de párvulo de la comuna de Providencia, basado en la norma ISO 50.001. Este sistema busca reducir al mínimo el uso de recursos energéticos, sin comprometer el confort energético ni la operación de las escuelas.

Para llevar a cabo este estudio y buscar una solución, se utilizo la Quia de Autodiagnóstico de eficiencia energética para establecimientos educacionales. Esta guía fue diseñada y desarrollada por la Agencia de sostenibilidad energética y pude ser implementada para levantar un catastro sobre el estado energético de cualquier establecimiento educacional.

Luego de los resultados obtenidos de la evaluación energética, se levantaron distintas propuestas para mejorar el desempeño energético de los centros educacionales de la comuna de Providencia. Entre los principales hallazgos se destaca la propuesta de implementar sistemas solares para abastecer de energía eléctrica y para apoyar el sistema e agua caliente sanitaria.

Las principales conclusiones y recomendaciones del estudio, se basan en el funcionamiento sistemático de los centros. Debido al rol que cumple la Corporación de desarrollo social de la comuna de Providencia, el cual consiste entre otras cosas, el financiamiento del consumo energético de los centros educacionales. Esto provoca un conflicto de incentivos ya que los administradores no controlan ni siguen el consumo energético de sus centros educacionales.

Debido a que la investigación se basa en el trabajo con centros educacionales, asegurar los recursos y el confort energético, se vuelve una prioridad no solo desde una mirada económica sino que esto permite el correcto desempeño de las educadoras, ya que lo estudiantes, al ser niños menores de 7 años, se ven altamente afectados ante los cambios de temperatura y condiciones energéticas.

1 | Introducción

1.1. Problema de investigación

¿Por qué es importante gestionar la energía? Esta es la pregunta que surge de manera inmediata al momento de pensar en un sistema de gestión energética. La respuesta a esta pregunta pude ser abordada desde un punto de vista económico, en donde se piensa que un sistema de gestión mejoraría la eficiencia de la energía utilizando menor cantidad de recurso y así reducir costos. Esta mirada podría ser suficiente para responder la pregunta, pero si enfocamos el problema desde una mirada ambiental vemos que la solución a este problema es bastante más relevante y necesaria de lo que podríamos pensar si nos quedamos con una sola mirada.

En el siguiente gráfico es posible observar las fuentes de emisión de CO2 a nivel mundial.

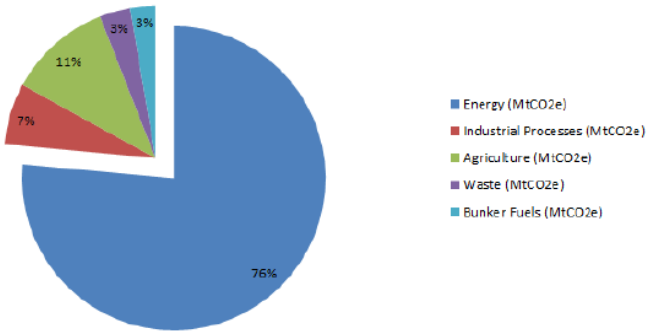

Figura 1.1: Fuentes de emisiones de MtCO2 a nivel mundial.
Fuente: Wolrd resources institute, 2013.

A partir del gráfico es posible desprender que el sector energético es el mayor responsable de las emisiones de CO2 y por ende es en donde debemos buscar la manera de reducir las emisiones y enfocar gran parte de los esfuerzos.

De acuerdo con el documental *Una verdad incómoda* (Gore, 2006) protagonizado por Al Gore se explica mediante gráficos que existe un directa relación entre la concentración de CO2 en la atmósfera y la temperatura promedio de la tierra. Esto se puede apreciar de mejor manera en el siguiente gráfico.

Como se ve en el gráfico, en los últimos 100 años la temperatura promedio de la tierra a tenido un aumento significativo en comparación con años anteriores elevando la temperatura promedio de la tierra por sobre los niveles anteriores.

De acuerdo a lo mencionado en *¿ Que pasaría si la temperatura aumenta dos grados centígrados ?* (2016) entre las posibles consecuencias que se comentan debido a un aumento de la temperatura global de la tierra se menciona que: La escacez de agua sera algo serio lo que provocara una creciente dependencia de

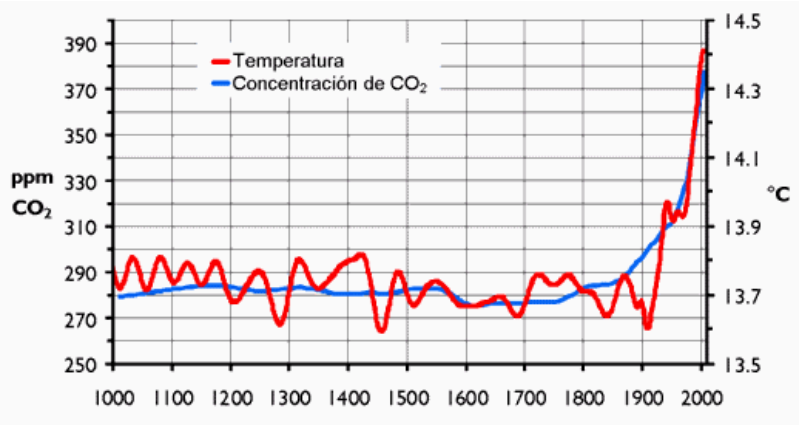

Figura 1.2: Temperatura promedio y nivel de concentración de CO2 a nivel mundial.
Fuente: concienciaclimatica, 2016.

este recurso; ciudades que se verán cada vez mas expuestas a posibles inundaciones quedando en riesgo de extinción.

Es por esto que se vuelve relevante disminuir las emisiones de CO2, generadas por los procesos energéticos, para contribuir contra la lucha del efecto invernadero.

Es importante mencionar que el desarrollo económico necesita de un insumo muy importante para poder darse: la energía. A medida que crecen las economías en el mundo también lo hacen sus consumos energéticos.

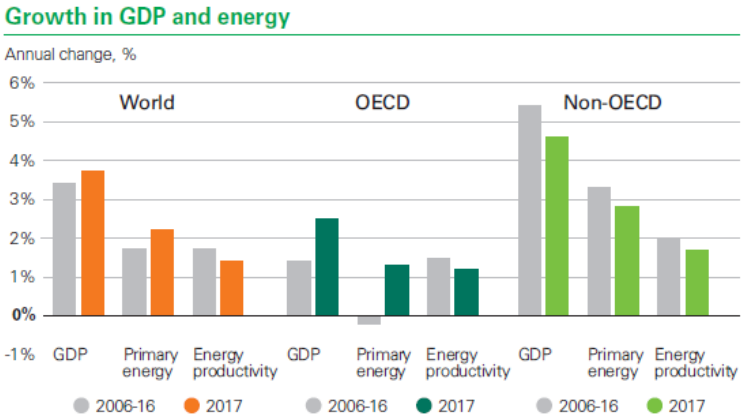

Figura 1.3: Relación entre PIB y consumo energético.
Fuente: BP statistical review of world energy, 2018.

En esta gráfica se aprecia como los cambios en aumento de GDP (Gross domestic product) o PIB en español, implican un aumento en las energías primarias y en la productividad energética. Cabe destacar que para el periodo 2006-2016 en los países pertenecientes a la OCDE el uso de energías primarias disminuyo en relación al aumento del GDP esto puede explicarse entre otras cosas por el fenómeno de desacople.

El desacople se produce cuando las economías adquieren tal nivel de desarrollo que la eficiencia energética de sus procesos genera una separación de la curva de crecimiento con respecto a la curva de consumo energético. Es de suma importancia que las economías del mundo comiencen a pasar por este proceso debido a la urgencia en la crisis energética y medio ambiental que nos encontramos.

Los datos de Chile muestran que nos encontramos en pleno proceso de desacople, por lo que se vuelve

importante buscar alternativas energéticas mas eficientes que nos permitan seguir por esta senda.

De acuerdo a lo mencionado en *Energía 2050 política energética de Chile* (Ministerio de Energía, 2016) La tendencia internacional apunta a buscar un desacople entre el crecimiento y consumo energético mediante una mayor eficiencia energética. En el caso chileno, el desacople ha sido mayor en los últimos años producto de las medidas de eficiencia introducidas en el sector, así como de los incrementos de los precios de la energía que han incentivado a un uso mas racional de ella.

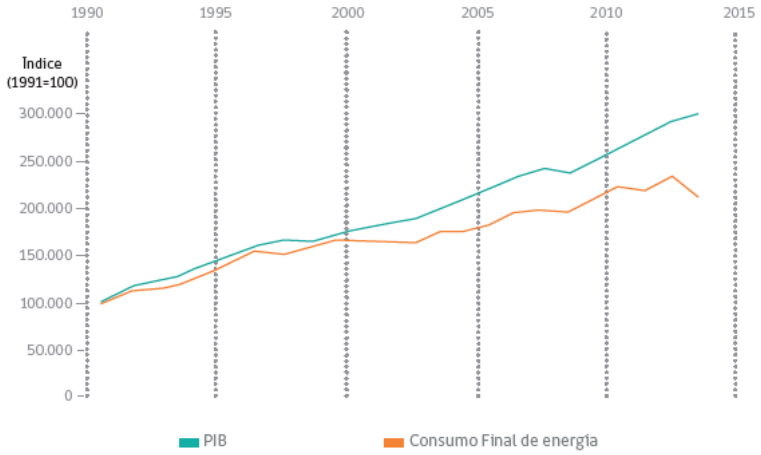

Figura 1.4: Tendencia del PIB y del consumo de energía total en Chile.
Fuente: Balance nacional Ministerio de Energía, 2016.

En *Energía 2050 política energética de Chile* (Ministerio de Energía, 2016) se presenta el siguiente gráfico que muestra el consumo energético final de los últimos años en Chile por sector.

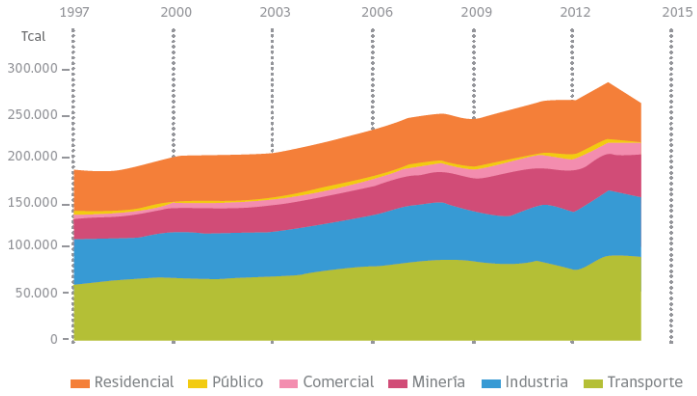

Figura 1.5: Consumo energético final histórico por sector en Chile.
Fuente: Balance nacional de energía, 2016

Es posible categorizar los sectores de consumo en 3 grupos: transporte, industrial y minero; comercial, publico y residencial (CPR). Es evidente que Chile a aumentado su consumo energético a los largo de los años en cada sector de manera independiente.

Es específicamente en el sector CPR en donde tiene relevancia esta investigación, ya que las escuelas de párvulos del sector publico pertenecen a dicho sector.

En el documento *Guía de eficiencia energética para establecimiento educacionales* (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2012) se habla de la importancia del confort energético para que los niños puedan

aprender de manera efectiva y se optimice el proceso de aprendizaje. Se estima que, entre los 4 y 17 años. las personas pasan al menos un 70 % de su tiempo en un aula escolar. partiendo de esta base, otorgar un espacio sano y confortable es esencial, mas aun cuando una alta calidad medioambiental en estos edificios puede mejorar considerablemente la capacidad de atención, la concentración, el aprendizaje, la audición y el comportamiento de los estudiantes (Freitag et al., 2002)

En los establecimientos educacionales diseñados con conceptos medio ambientales, se argumenta que los espacios diseñados con una comprensión de como los niños responden a las propiedades de los mismos espacios, puede conducir a crear un ambiente en favor del aprendizaje y del desempeño estudiantil (Ford, 2007)

En la practica debemos preocuparnos de entregar un entorno de aprendizaje optimo, por lo que gestionar los recursos energéticos pensando en el confort energético de los alumnos resulta relevante.

El Ministerio de Energía lanza el año 2015 el programa Çomuna Energética", herramienta orientada al desarrollo energético de Chile. mediante el análisis del escenario energético de cada comuna y el levantamiento de proyectos que permitan explotar el potencial de eficiencia energética y uso de energías renovables desde la comunidad local. Este programa busca concientizar a la ciudadanía sobre el tema energético global y generar un comportamiento de consumo responsable y participativo.

Figura 1.6: Plan de mejora continua para las comunas adscritas al programa Comuna Energética.
Fuente: Ministerio de Energía, 2016

Es en base a esto es que se aliena la estrategia energética local propuesta por la municipalidad de Providencia la cual de acuerdo al documento *Estrategia energética Providencia* (Municipalidad de Providencia, 2016) propone como metas para el año 2030: Reducir en un 50 % las emisiones de CO2 comunal por unidad de Producto Interno Bruto (PIB), Incluir en las decisiones energéticas la participación de de los actores involucrados, Contar con un 100 % de ciudadanos sensibilizados en temáticas energéticas.

Contar con escuelas de párvulos que cuenten con un sistema de gestión energético va en la linea del plan çomuna energéticaza que contribuye con la disminución de CO2. Ademas los niños que asistan a estas escuelas podrán relacionarse a temprana edad con una forma de gestionar y cuidar los recursos energéticos.

Para abordar la problemática de como gestionar los recursos energéticos nace la norma ISO 50.001:2011, una guía que estandariza procesos y permite a las organizaciones fijar un estándar para controlar sus procesos energéticos de modo que puedan ser monitoreados y mejorados a lo largo del tiempo. De manera complemen-

taria la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (en adelante AChEE) lanzo un documento que permite a los establecimiento educacionales realizar un diagnostico sobre sus centros y así determinar como están sus consumos energéticos y establecer un plan de acción.

En vista de la información entregada anteriormente resulta de vital importancia desde un punto de vista económico, educativo y sobre todo ambiental encontrar un sistema que ayude a la gestión de los recursos energéticos que contribuirá con una mejor forma de utilizarlos, reduciendo así los costos y las emisiones de CO2 que contribuyen con el efecto invernadero, acelerando el cambio climático y produciendo graves cambios en nuestro entorno.

A raíz de la presentación de esta problemática surgen preguntas que responderemos a medida que nos adentremos en el marco teórico. ¿Que ocurre con los recursos energéticos en el mundo? ¿Cual es la posición del país frente esta crisis energética y ambiental? ¿Como se están haciendo cargo las autoridades locales de estos problemas? ¿En que consiste el sistema de gestion ISO 50.001:2011?

Estas son algunas de las preguntas que responderemos a lo largo del texto.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Proponer un sistema de gestión de la energía para las escuelas de párvulos de la Comuna de Providencia, con base en la norma ISO 50001:2011 y la Guía de autodiagnóstico eficiencia energética para establecimientos públicos, a través del levantamiento de información, análisis de brechas y auditorias energéticas de modo de proponer mejoras energéticas que se traduzcan a su vez en ahorros económicos.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento de información acerca de los procesos energéticos y sus consumos finales de las escuelas en cuestión de modo tal que se logre diagnosticar la situación energética de los centros.
- Analizar las instalaciones de manera de entender el uso de estas en los procesos de los centros, y así lograr identificar distintos indicadores que permitan realizar un control y seguimiento.
- Proponer y evaluar opciones de mejora energética que le permitan a las escuelas reducir su consumo energético y por ende económico.

1.3. Alcance

El alcance de esta memoria puede ser caracterizado de tipo descriptivo. Esto se debe a la metodología y objetivos de la memoria, la cual busca levantar información sobre el consumo energético y lo relacionado a ello para así realizar un diagnostico y estimar los costos necesarios para obtener un sistema de gestión energética

2 | Marco teórico

2.1. Contexto energético mundial

Para poder entender de mejor manera la importancia y magnitud del problema energético al que nos enfrentamos como sociedad, es necesario hacer un análisis sobre la gestión de los recursos energéticos a nivel mundial. Para esto observaremos como se utilizan estos recursos, su distribución y los desafíos a los que se enfrenta a largo plazo.

2.1.1. Uso de los recursos energéticos

El consumo de recursos energéticos a nivel mundial a lo largo de los años ha ido en aumento. Es posible segmentar los distintos tipos de energía según su uso a nivel mundial. A continuación se presenta un gráfico sobre la evolución del consumo energético a nivel mundial.

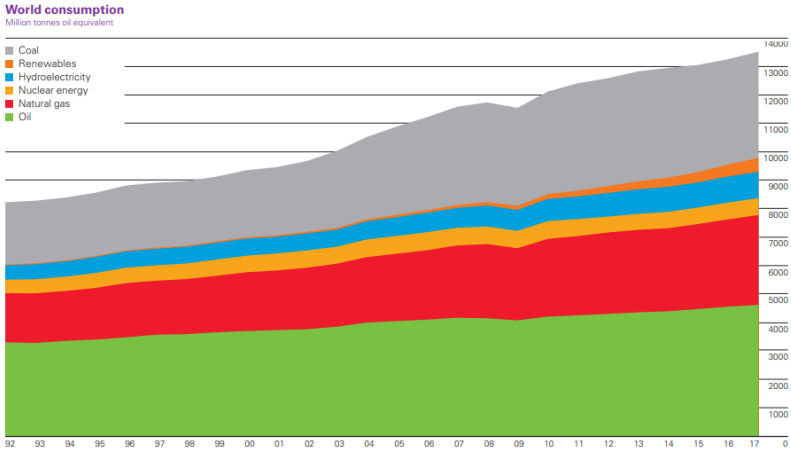

Figura 2.1: Consumo energético mundial a lo largo de los años.
Fuente: BP Statistical review of world energy, 2018.

En este gráfico es posible observar el creciente consumo energético a lo largo de los años, independiente de la fuente, vemos un aumento progresivo en cada una de estas. Dentro de los distintos tipos de energía que vemos cabe destacar el notable aumento en el consumo de energías renovables, al igual que el consumo de gas natural y carbón.

Es importante mencionar que de acuerdo a los datos proporcionados por *BP Statistical review of world energy* (BP, 2018) el consumo de energías primarias aumento en un 2,2 %, el mas grande desde el año 2013. Esta cifra no es la esperada debido a las tendencias de los últimos años, aun así es necesario esperar los datos de los próximos años de modo de entender mejor estos cambios.

A continuación se presenta un gráfico donde es posible apreciar la estimación de demanda energética para los próximos años.

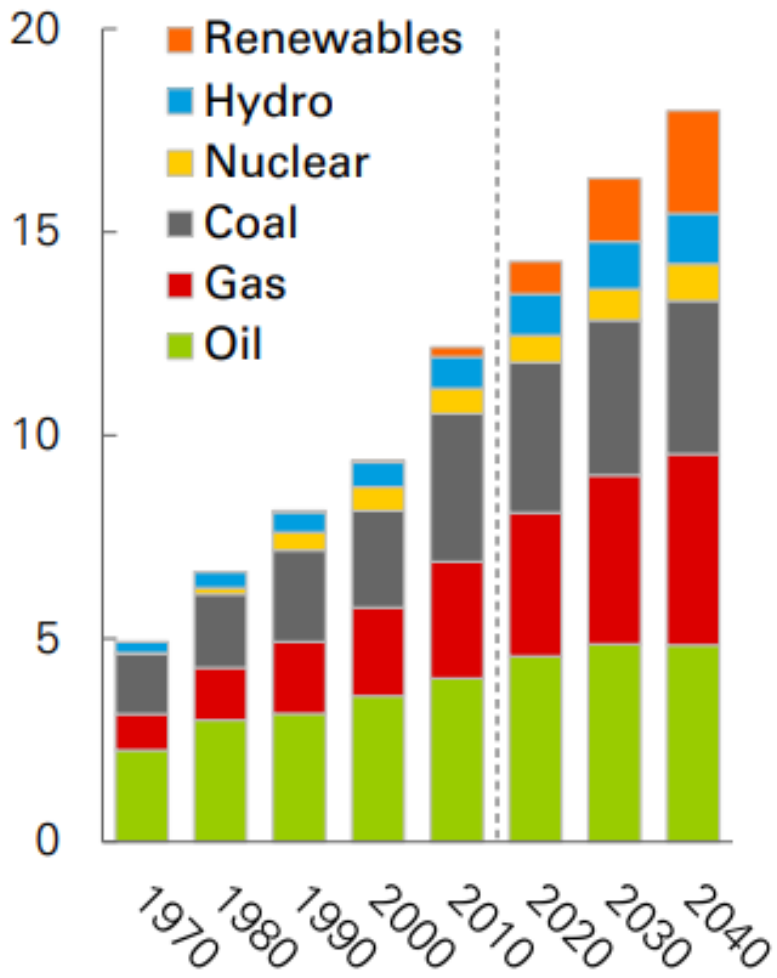

Figura 2.2: Estimación demanda energética mundial a lo largo de los años.
Fuente: BP Energy outlook, 2018

Esta gráfica proyecta las buenas practicas que se han ido utilizando en los distintos sectores energéticos permitiendo dar mayor protagonismo a las energías renovables.

Según el informe *BP Energy outlook* (BP, 2018) el crecimiento de las energías renovables seria el mas rápido de entre los distintos sectores con un 40 %. El gas natural crecería mas rápido que el petroleo y el carbón. La matriz energética para el año 2040 sera la mas diversa jamas vista.

Ademas de que en este escenario planteado, la demanda global de energía crecerá alrededor de un tercio para el año 2040, a una tasa de crecimiento significativamente menor que al de los últimos 25 años.

Para poder entender de mejor manera el contexto energético mundial es necesario entender como se conforma su matriz energética y como a evolucionado a lo largo de los años.

2.1.2. Matriz energética

Para comprender de manera integral el contexto energético mundial, es importante entender como se desarrolla el consumo de energías según su tipo a lo largo de los años. De El siguiente gráfico obtenido de *BP Statistical review of world energy* (BP, 2018) es posible identificar lo siguiente.

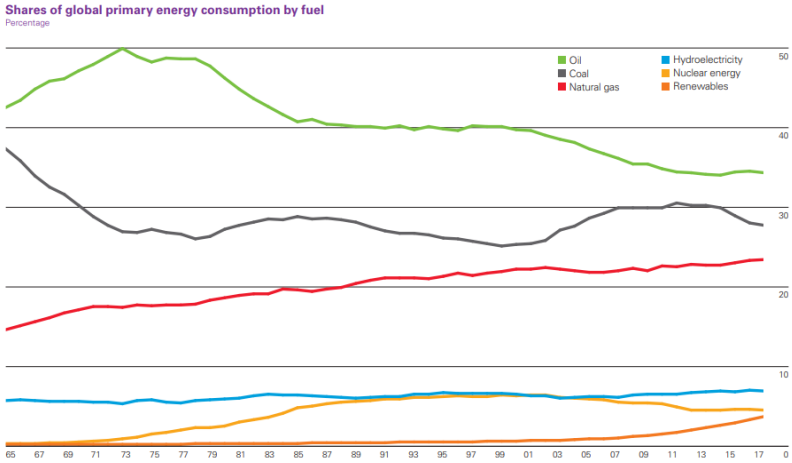

Figura 2.3: Aporte energético según la fuente a lo largo de los años.
Fuente: BP statistical review of world energy, 2018.

Según se desprende, que el consume de petróleo a nivel mundial ha comenzado a sufrido una baja dado que a comenzado a ser sustituido por otras fuentes de energía pasando de tener una presencia de más del 40 % durante los años 1965 y 1985, a estar cercano al 35 % actualmente. Esto se debe entre otros factores, al aumento en el consumo de gas natural, y el aumento en energías nucleares y renovables. Es importante mencionar el prominente crecimiento del uso de las energías renovables a nivel mundial.

Esto se alinea de igual manera con el gráfico de las estimaciones de consumo energético final 1.5, ya que las estimaciones realizadas consideran un aumento en las energías renovables.

Una vez revisado el uso de las energías y su matriz energética, es importante entender los desafíos a los que se enfrentara la energías para los próximos años.

2.1.3. Futuros desafíos energéticos

Nos encontramos en un escenario en donde el consumo energético aumenta debido al crecimiento económico de manera general. Por lo que se vuelve imprescindible encontrar nuevas maneras de generar energías que a su vez sean limpias, reduciendo las emisiones de CO2.

Dentro de los muchos desafíos energéticos a los que se enfrenta el planeta, es posible identificar los mas relevantes para este estudio.

De acuerdo con *BP Technology outlook* (BP, 2018) las tecnologías ofrecerán alternativas mas eficientes y limpias para generar energías. Entre las características más relevantes de estas nuevas tecnologías están:

- Eficiencia energética
- Almacenamiento energético

Estas dos características nos permitirán producir energías mas limpias y a menor costo al igual que la capacidad para almacenarlas, incrementando así las oportunidades de mejora para los distintos escenarios a los que nos enfrentaremos.

El siguiente desafío relevante es como incorporar la digitalización de la energía.

Actualmente nos encontramos en lo que los expertos llaman la cuarta revolución o revolución post industrial. Es en este periodo donde la digitalización de los datos generara impactos importantes en el manejo de sistemas energéticos.

Según estimaciones de *BP Technology outlook* (BP, 2018) la inclusión de sensores, análisis de datos e inteligencia artificial podrán generar un ahorro potencial del 20 %-30 % para el año 2050.

Integrar estos elementos a los sistemas de gestión energética siguieren una enorme oportunidad que permitirá a los encargados y los establecimientos importantes ahorros energéticos, lo que se traduce en ahorros económicos y una menor cantidad de emisiones.

Revisado así el contexto energético mundial, es necesario revisar en mas profundidad como se desarrollan estos temas a nivel local como país.

2.2. Contexto energético de Chile

2.2.1. Energía 2050

Para dar inicio al análisis energético chileno revisaremos el reporte .Energía 2050realizado por el ministerio de energía. Este reporte contiene, a grandes rasgos, un contexto general de la energía chilena (consumo y matriz), así como la visión y pilares de la política energética chilena deseada.

2.2.2. Consumo energético

De acuerdo al documento *Energía 2050 política energética de Chile* (Ministerio de Energía, 2016) el consumo final energético chileno puede ser descompuesto en 3 grandes sectores:

- **Industrial y minero:** Este sector fue el mayor consumidor de energía del año 2014, con aproximadamente un 40 % del consumo final del país. Esta cifra así se descompone en un 24 % correspondiente a la industria y un 16 % a la minería. La energía consumida por este sector provino principalmente de 3 fuentes de energía: electricidad (33 %), diésel (26 %) y biomasa (20 %).
- **Transporte:** El sector transporte fue el segundo mayor consumidor de energía con un consumo del 33 % del total consumido el año 2014. Esta energía provino casi en su totalidad (99 %) de derivados del petroleo.
- **Comercial,Publico y residencial:** Casi el 21 % del total del consumo final corresponde a este sector. Para este sector la fuente energética mas usada fue la electricidad cuya participación fue de cerca del 34 % del total de consumo final. Seguida por la biomasa con una participación del 32 %. Las demás fuentes que siguen en importancia fueron el gas licuado y el gas natural, con un consumo final del 18 % y 11 % respectivamente

En términos totales las tres fuentes que tuvieron mayor participación en el consumo final fueron:

- Derivados del petroleo (56 %)
- Electricidad (22 %)
- Biomasa (15 %)

A continuación se presenta un mapa sobre las fuentes de energía y su consumo final.

Este mapa nos muestra de mejor manera como el petroleo crudo, el carbón y la biomasa son las principales fuentes de energía para el sector industrial y minero, el sector transporte y en parte al sector comercial, publico y residencial.

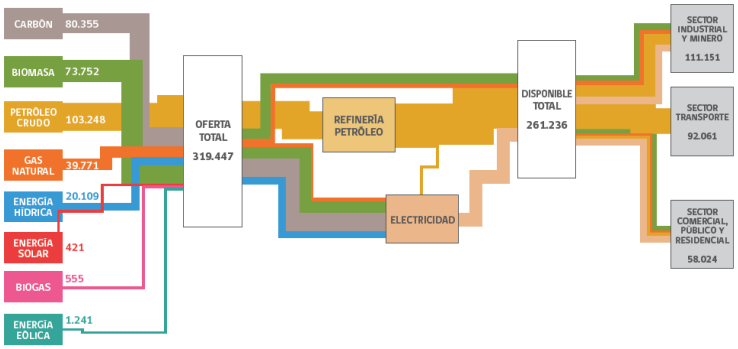

Figura 2.4: Consumo de energías finales en teracalorias.
Fuente: Ministerio de Energía, 2016.

Como ya se presento previamente, existe una estrecha relación entre consumo energético y desarrollo económico.

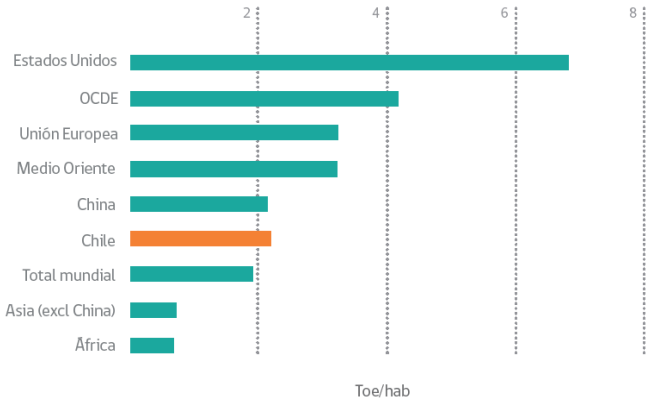

Figura 2.5: Consumo de energía primaria por habitante, 2012.
Fuente: IEA, 2016

Vemos que Chile esta sufriendo un proceso de desacople, tal como se mostró anteriormente en el gráfico 1.4, en donde se aprecia que el PIB esta creciendo en mayor medida que su consumo final de energía. Por otro lado Chile se encuentra muy por debajo del consumo de energía promedio por habitante en relación a los demás países de la OCDE. De acuerdo a las estimaciones Chile seguirá creciendo económicamente, y es de esperar que también lo haga su consumo energético por habitante.

Es por esto que el desafió es claro: Crecer de manera sustentable, minimizando en lo posible el consumo energético, desarrollando infraestructura energética que contemple consideraciones ambientales y sociales.

Una vez hecho el recorrido por el consumo energético, es importante entender como se compone la matriz energética Chilena.

2.2.3. Matriz energética

Siguiendo con el análisis y de acuerdo a la información presente en el informe de *Energía 2050 política energética de Chile* (Ministerio de Energía, 2016). En los últimos 40 años el consumo y la producción de energía se han duplicado. Las principales razones de estos aumentos son el crecimiento económico y

el aumento en la capacidad productiva, así como el crecimiento del sector transporte y el aumento de la población mundial (y local).

En relación al abastecimiento de energía primaria durante el periodo señalado, se observa que los combustibles fósiles, como el carbón, petroleo y gas natural han ido reduciendo su participación de manera moderada para dar paso a una mayor presencia de energías renovables. En Chile el petroleo (32,9 %), el carbón (24,4 %) y la leña y biomasa (23,7 %) son las principales fuentes de abastecimiento. Cabe destacar que un 95 % del petroleo es importado, mientras que la biomasa es el principal energético local.

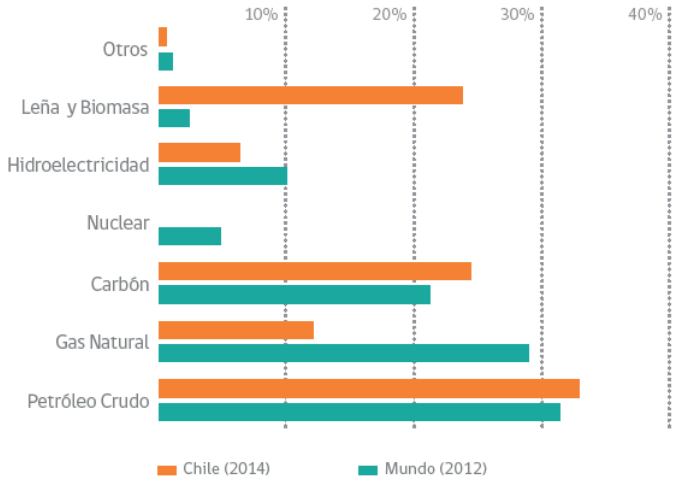

Figura 2.6: Matriz energética primaria.
Fuente: IEA; Ministerio de Energía, 2016

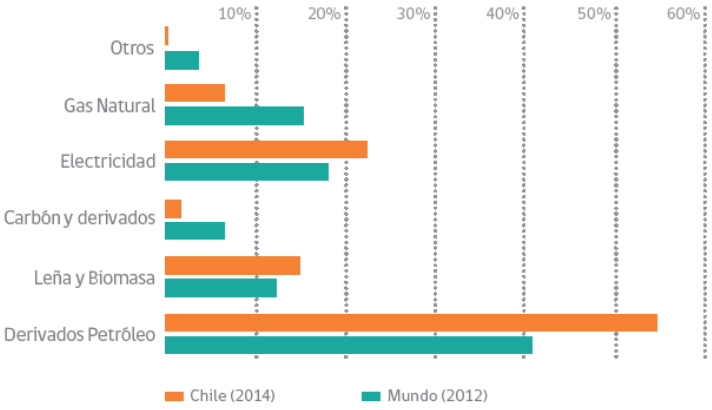

Figura 2.7: Matriz energética secundaria o de consumo final.
Fuente: IEA; Ministerio de Energía, 2016

A nivel mundial la participación de la electricidad para consumo final a aumentado de 9,4 % a 18,1 % durante los últimos 40 años. Junto con este aumento la participación de los combustibles fósiles se a reducido de 75,9 % a 66 %.

Es de esperar que esta tendencia se replique en Chile, reduciendo el consumo de combustibles fósiles y aumentando el uso de electricidad para consumo final energético.

Para comprender como se pretende abordar estos temas energéticos es necesario revisar la visión y la política energética chilena.

2.2.4. Visión y pilares de la política energética

Siguiendo con la revisión del documento *Energía 2050 política energética de Chile* (Ministerio de Energía, 2016) la visión de la política energética chilena esta enfocada en 3 grandes preocupaciones ciudadanas. La confiabilidad, la sostenibilidad y la inclusión y competitividad. Estos 3 grandes atributos están en concordancia con lo que propone el World Energy Council (WEC) sobre políticas energéticas sustentables que se logran a través de 3 dimensiones: seguridad energética, equidad energética y sustentabilidad ambiental.

De acuerdo a esta visión de la política energética chilena es que se plantearon 4 pilares fundamentales para llevar a cabo estas metas:

- **Seguridad y calidad del suministro:** El país deberá contar con un sistema robusto y resilente que le permita enfrentar y anticipar los efectos de crisis energéticas producidos por catástrofes ambientales, conflictos geopoliticos, entre otros desafíos. El acceso al suministro posee un estándar de confiabilidad y calidad tal que le permita a los consumidores satisfacer con sus necesidades según el uso final al que destinen el recurso.
- **Energía como motor de desarrollo:** El sector energético se compromete con los ciudadanos contribuyendo con la calidad de vida de las personas. Es escencial lograr precios competitivos sobre el recurso energético, permitiendole a las personas acceder al suministro y alcanzar así el desarrollo
- **Energía compatible con el medio ambiente:** La infraestructura energética debe generar bajas emisiones de gases efecto invernadero, cumpliendo así con los acuerdos y estándares internacionales.
- **Eficiencia y educación energética:** Nuestro sistema energético en términos de eficiencia y educación deberá difundir entre la sociedad chilena buenos habito impulsando así una cultura de eficiencia energética que le permitirán a las familias tener una mejor calidad de vida reflejándose en el ahorro energético de sus hogares.

Figura 2.8: Pilares energéticos.
Fuente: Ministerio de Energía, 2016

Estos 4 pilares están alineados con las 5 megatendencias que se mencionan en el *Futuro de la energía en Chile factores de cambio y tendencias* las cuales se dividen por megatendencias internacionales y megatendencias adicionales que en Chile se enfrentan con atraso:

Megatendencias internacionales:

- Descarbonización
- Energía Distribuida
- Transformación Digitial

Megatendencias locales:

- Descontaminación
- Descentralización

Cabe resaltar la descontaminación, que se vincula con la descarbonización, tomando en cuenta el gran desafío que significa para Chile aminorar en sus ciudades las emisiones de contaminantes locales, al punto que la descontaminación ha sido identificada por la población chilena como el principal problema medioambiental que la afecta.

Dentro de estos 4 pilares que sostiene el reporte de Energía 2050 destacamos ademas el 4 pilar: Eficiencia energética y educación. Este pilar esta sumamente alineado con la motivación de esta memoria ya que busca implantar en la sociedad buenas practicas sobre el uso de los recursos, generando una cultura de eficiencia energética. La educación es el vehículo privilegiado para implementar una cultura de eficiencia energética en las próximas generaciones permitiendole así a la sociedad chilena asegurar su futuro energético que tan necesario es para el desarrollo.

2.2.5. Eficiencia y educación energética

2.2.5.1. Eficiencia energética

De acuerdo a las estimaciones sobre el consumo energético chileno,el consumo per capita seguirá creciendo de manera significativa durante los próximos años, considerando cualquiera de los 3 escenarios mostrados en la gráfica.

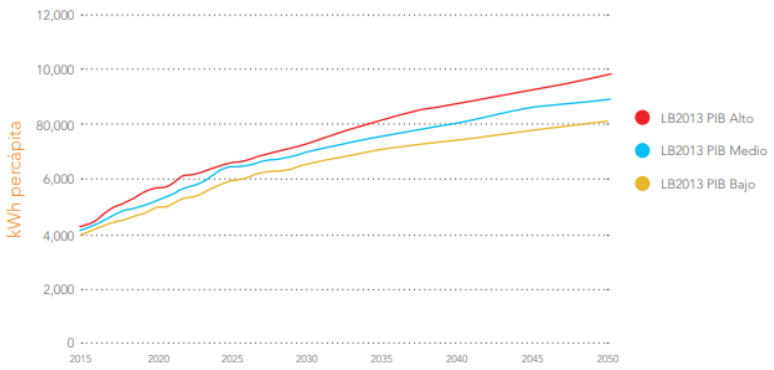

Figura 2.9: Proyección del consumo per capita en Chile.
Fuente: Proyecto MAPS Chile, 2016

Uno de los indicadores utilizados para medir la eficiencia energética es el indice de intensidad energética que equivale a la energía requerida para producir una unidad de producto.

Chile se encuentra por sobre el promedio de la OCDE pero por debajo de países no OCDE. Esto quiere decir que Chile es menos eficiente energéticamente que los países pertenecientes a la OCDE pero mas eficiente que el promedio de los países que no pertenecen a la OCDE.

Si pensamos a largo plazo Chile posee un gran desafío al intentar reducir este indice teniendo como meta el promedio de los países de la OCDE. Para lograr estas metas Chile debe enfocarse en un marco regulatorio que incentive el buen uso energético ademas de buscar alternativas innovadoras para incorporar estas buenas practicas en todas las dimensiones de la industria chilena.

No podemos dejar de pensar en la educación como herramienta fundamental para alcanzar la metas propuestas.

2.2.5.2. Educación energética

Es importante establecer la diferencia entre información y educación. De acuerdo a *Energía 2050 política energética de Chile* (Ministerio de Energía, 2016) en Chile existe una brecha importante con respecto

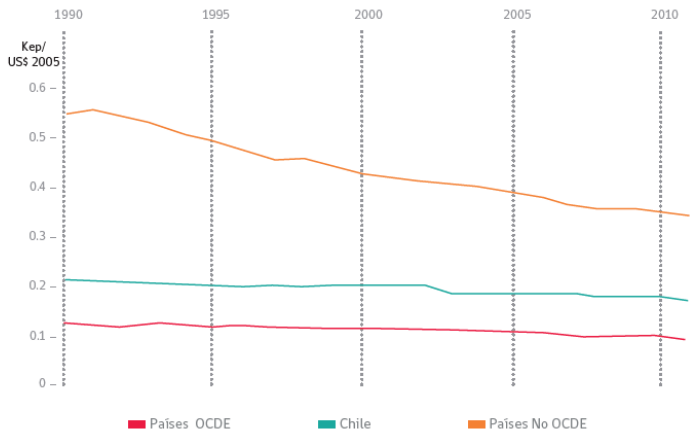

Figura 2.10: Evolución de intensidad energética promedio global de consumo del promedio de países OCDE no OCDE y Chile.
Fuente: CEPAL, 2016

a la relevancia de la cuestión energética y su importancia para el desarrollo del país y las personas. Debido a esto es importante informar y educar a la población sobre estos temas.

No basta con informar a la población acerca de estas problemáticas, sino que es necesario educarla y así generar un cambio en la conducta de las personas. Para esto es necesario desarrollar capital humano comprometido y capaz de transmitir estos conocimientos.

Esto se desprende según los lineamientos hechos para realizar la *Hoja de ruta 2050 hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile* (Ministerio de Energía, 2015):

- fomentar cambios conductuales en la sociedad sobre la producción y consumo sustentable de energía
- Desarrollar capital humano profesional y técnico para la gestión sustentable de la energía.

Es en base a estos lineamientos que la educación parvularia toma un rol fundamental para su cumplimiento. Es en la etapa mas temprana del desarrollo donde la enseñanza de estos conceptos causaran un mayor impacto generando así una cultura de eficiencia energética en las próximas generaciones que podrán ser capaces de incorporar estas nuevas costumbres y formar así capital humano sustentable para el desarrollo de Chile.

2.3. Sistema de gestión energética

Un sistema de gestión energética (SGE) se basa en administrar los recursos energéticos que dispone la empresa de manera que se maximice su uso.

Un SGE impacta a nivel organizacional como a nivel operativo, modificando las conductas operativas como administrativas en pos de una buena gestión. Requiere del registro de los consumos energéticos de modo de tener acceso fácilmente a la información relevante para la gestión de los recursos.

Históricamente los esfuerzos realizados en materia energética han tenido un enfoque de corto plazo. Sin priorizar acciones a mediano y largo plazo los beneficios suelen oscilar. Un SGE que enfoca sus acciones al mediano y largo plazo es capaz de obtener beneficios para la organización que perduren en el tiempo.

Según lo mencionado por (Vásquez, A., 2017) las empresas en general realizan auditorias energéticas cuando se incurren en altos costos. Si se enfocaran en una política sistemática incorporando un SGE, al mediano y largo plazo las organizaciones obtendrán potenciales ahorros de energía y económicos.

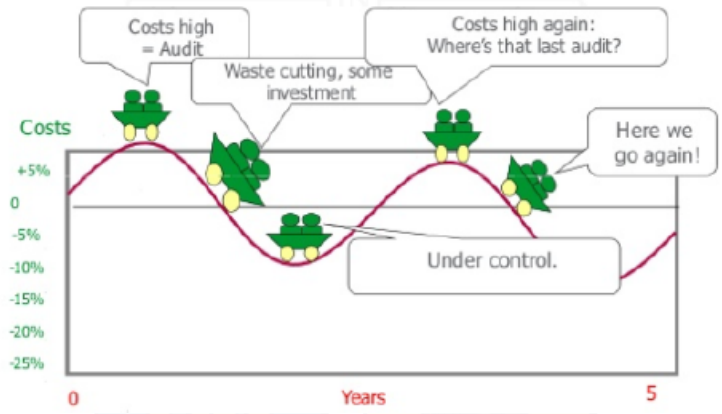

Figura 2.11: Enfoque a corto plazo de la gestión energética.
Fuente: UNIDO

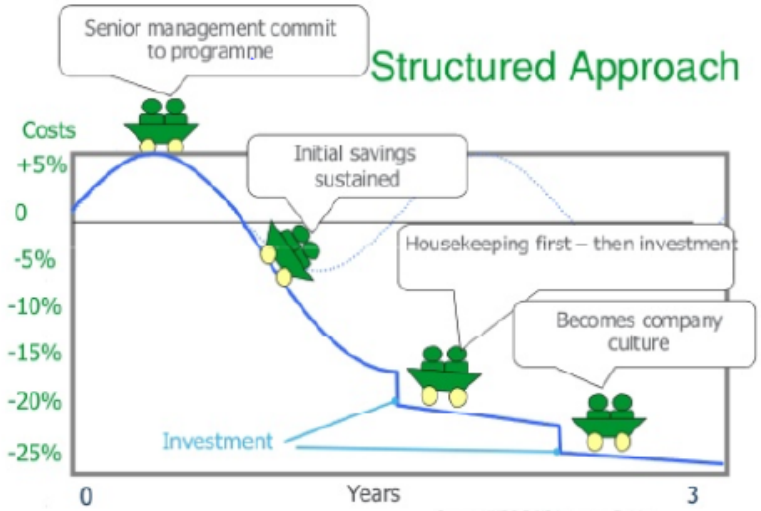

Figura 2.12: Enfoque adecuado de la gestión de la energía.
Fuente: UNIDO

A continuación analizaremos los beneficios que trae un sistema de gestión energética para la organización:

- **Reducción de costos en la operación:** La implementación de un SGE en la organización permite a las colaboradores identificar de manera sistemática ineficiencias en los procesos que llevan como consecuencia una reducción con los costos energéticos operacionales.
- **Reducción del impacto medio ambiental:** Todo tipo de generación y uso de energía genera emisiones, por lo que una reducción en la generación o uso de energía traerá como consecuencia una reducción de emisiones producto de esto.
- **Manejo sustentable de los recursos:** Como se menciono anteriormente un SGE genera impacto en la administración y operación, por ende en la conducta de las personas que forman parte de la organización. Este cambio en las conductas le permite a la organización manejar de mejor manera los recursos de modo de no utilizar recursos energéticos de no ser necesario y si se utilizan se harán de manera eficiente teniendo en cuenta la sustentabilidad de estos.
- **Mejora de la imagen corporativa:** Cada vez son mas las organizaciones que se preocupan por el

medio ambiente y su impacto ambiental. Tener un SGE y hacerlo publico logra comunicar que la organización esta comprometida con el planeta y se hace cargo gestionando sus recursos energéticos de manera limpia y sustentable.

2.4. ISO 50.001

De acuerdo a lo que se explica en la *Guía de implementación de sistemas de gestión de energía basado en ISO 50.001* (de Laire et al., 2017) la norma ISO 50.001, energy management system, publicada por primera vez en el año 2011, establece los requisitos que debe tener un sistema de gestión energética de las organizaciones para optar a la certificación y así mejorar su desempeño energético, aumentar su eficiencia energética y reducir sus emisiones. Esta norma fue publicada oficialmente el 15 de junio de 2011 por la organización internacional para la estandarización (ISO).

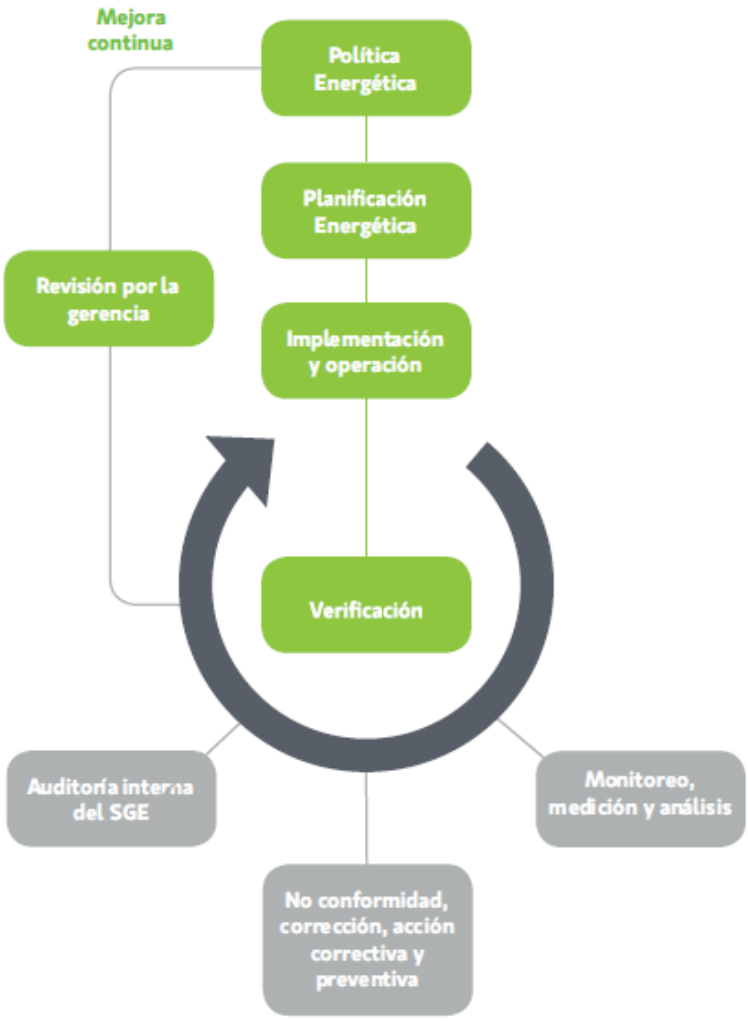

Figura 2.13: Modelo de gestión de la energía según ISO 50.001.
Fuente: de Laire et al., 2017.

Al igual que las demás normas de la ISO el sistema de gestión se enmarca en el ciclo del mejoramiento continuo. De acuerdo con el esquema mostrado, a continuación se detallaran las acciones del ciclo de mejoramiento continuo.

- **Planificar:** Es necesario comprender el comportamiento energético de la organización de modo de establecer los controles y objetivos que permitan mejorar el desempeño energético.
- **Hacer:** Busca implementar procedimientos y procesos con el fin de cumplir los objetivos previamente definidos.
- **Verificar:** Consiste en monitorear y medir procesos en base a las políticas, objetivos y características claves de la operación, así como también reportar los resultados.
- **Actuar:** Es la toma de decisiones en base a los resultados obtenidos de los procesos anteriores para mejorar así el desempeño energético de la organización.

Los requisitos de la ISO 50.001 se clasifican en 2:

- **Requisitos medulares:** Son aquellos requisitos esenciales para observar y mejorar el desempeño energético. Son todos aquellos centrados en la gestión misma de la energía.
- **Requisitos estructurales:** Son aquellos que proveen la estructura en torno a los requisitos medulares y que convierten a la gestión de la energía en un proceso sistemático y controlado.

A continuación se revisaran distintos casos de éxito chilenos en donde se a puesto en practica un sistema de gestión energética y que han logrado certificarse con el sello ISO 50.001

2.4.1. Casos de éxito

De acuerdo al documento presentado *Beneficios de los sistemas de gestión de energía basados en ISO 50.001 y casos de éxito* (de Laire et al., 2017) en donde se muestran 5 empresas chilenas que cuentan con el sello de eficiencia energética otorgado por el ministerio de energía gracias a sus esfuerzos por gestionar los recursos energéticos de manera eficiente.

- **Aguas Andinas:** En el año 2014 realizó auditorias energéticas a sus grandes plantas identificando valiosas medidas de mejora energética. Inicio la implementación de un SGE en la biofactoria Mapocho Trebal, contando con el cofinanciamiento de la agencia (AChEE), certificándose ISO 50.001 en el año 2015.

  En el año 2016 la Farfana (otra de sus plantas) recibe la certificación ISO 50.001, donde también se realizaron auditorias energéticas en 54 de sus instalaciones en linea con la gestión energética, lo que le permitió evaluar oportunidades de mejora en eficiencia energética para lograr ahorros del 10 %.

  Un aspecto clave en la implementación y mantenimiento del SGE es la capacitación a sus colaboradores. Colaboradores de distintas áreas han participado de charlas internas vinculadas a la norma ISO 50.001, así como a cursos externos.

  En términos globales, el plan de eficiencia energética implementado por Aguas Andinas, en el año 2016 logro disminuir su consumo de combustible en un 15 % con respecto al año 2015 y reducir su consumo eléctrico en un 5 %.

- **CMPC:** En 2014 se certificaron exitosamente bajo la norma ISO 50.001 sus 3 plantas de celulosa en Chile: Laja, Santa Fe y Pacifico.

  Se han realizado certificaciones que permiten a sus colaboradores aportar con su conocimiento y experiencia en la operación de la empresa y la mejora continua del SGE.

  En términos de metas, en el año 2014 estas plantas definieron como objetivo reducir en un 20 % el consumo de energía externa al año 2020, sin embargo esta meta fue cumplida al termino del año 2017, por lo que se tuvo que re definir las metas energéticas para los próximos años.

- **Hotel plaza San Francisco:** Desde el año 2010 se comienza a trabajar en el área de sustentabilidad con el objetivo de optimizar sus procesos buscando ahorros energéticos e incorporando buenas practicas medio ambientales y sociales en su operación. A través del comité de sustentabilidad se implementan los compromisos.

Dentro de las acciones especificas esta la incorporación de tecnologías nuevas, que contribuyan a la eficiencia energética y en la posible utilización de energías renovables, de modo de mejorar el desempeño energético.

Algunas de las incorporaciones en tecnologías cuentan con el recambio de equipos de aire acondicionado, mejoras en el sistema de agua caliente por medio de intercambiadores de calor, cambio de lamparas dicroicas por lamparas LED y monitoreo en linea de los consumos y variables eléctricas entre otras. La implementación de estas medidas se tradujeron en una disminución del consumo energético y costos totales de aproximadamente 10 %.

- **GNL Mejillones:** Este proyecto nació con el objetivo de aportar a la seguridad energético y a la confiabilidad del suministro de gas natural a alas necesidades de la minería chilena. Al ser una empresa que suministra gas natural su gestión eficiente y sustentable aporta a los objetivos empresariales y a los objetivos del país.

  Vinculado a su objetivo de aportar a la seguridad energética y a la confiabilidad del suministro de gas natural, se decide iniciar en 2014 la implementación de la norma ISO 50.001:2011, la cual tiene como alcance los procesos de recepción, almacenamiento, regasificación y entrega de gas natural.

  El cumplimiento de objetivos y metas energéticas del SGE han sido significativas desde sus inicios para la organización. Los ahorros en consumo y perdidas de gas natural al 2016, respecto de su linea base 2013, son de un 2,9 %, mientras que en electricidad, los ahorros en ese mismo periodo representan un 45 % del consumo base reducido.

  Las principales medidas que permitieron tener estos ahorros consisten en la mejora de la planificación del envío, optimización en el uso del combustible, planificación de uso de equipos, coordinación de despacho del gas natural con el área comercial, recambio luminarias dañadas por LED e incorporación de interruptores de iluminarias del tanque por sectores.

  Estos logros reflejan el nivel de compromiso y liderazgo de la alta dirección.

- **Viña Cono Sur S.A.:** El proceso de implementación se inicio a mediados del año 2012 con un levantamiento detallado de todos los consumos del fundo. El alcance de la certificación de su SGE, es la producción de uvas y la elaboración de vino en el fundo y bodega Santa Elisa.

  El SGE logro su primera certificación a mediados del año 2014. El mantenimiento en el tiempo de su SGE, le ha permitido disminuir sus consumo de energía. En la ultima temporada disminuyo 4,6 % respecto del año base (2013-2014) y 0,8 % respecto de la temporada precedente.

De manera complementaria a la norma ISO 50.001, se revisara la Guía de autodiagnóstico Eficiencia Energética para establecimientos educacionales con el fin de complementar la norma en su implementación para escuelas.

2.5. Guía autodiagnóstico Eficiencia Energética para establecimientos educacionales

La *Guía de Autodiagnóstico eficiencia energética para establecimientos educacionales* (en adelante guía) , es un proyecto desarrollado por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (2014) en el marco del Programa Educativo Integral sobre Eficiencia Energética para Educación Básica.

Esta guía busca desarrollar instrumentos orientados hacia los agentes educativos que permitan facilitar la implementación del concepto de eficiencia energética en su practica educativa de manera integral (AChEE, 2014).

Para alcanzar el objetivo mencionado, la guía recorre distintos temas de manera de abarcar la totalidad de los aspectos a considerar para realizar una correcta auditoria energética para establecimientos educacionales.

Los temas que se abordan en la guía son:

- Análisis de instalaciones
- Características constructivas
- Análisis de facturas
- Sistemas eléctricos
- Sistemas térmicos
- Uso de agua
- Fichas resumen
- Plan de acción

Cabe revisar el Programa Educativo Integral sobre Eficiencia Energética para Educación Básica para adquirir un mayor entendimiento del contexto educacional.

2.5.1. Programa Educativo Integral en Eficiencia Energética

Este programa es una iniciativa de la Agencia de sostenibilidad Energética cuyo objetivo es: Promover la incorporación de la eficiencia energética (EE) en el currículo escolar y en la cultura de los establecimientos educacionales, desarrollando capacidades en los distintos actores de la comunidad educativa para la incorporación de la EE desde la educación (Agencia de Sostenibilidad energética).

Este programa esta orientado en establecimientos educacionales que imparten educación parvularia, enseñanza básica y educación media humanística científica y técnico profesional.

A modo de complemento se agrega un mensaje de la AChEE para los encargados de interpretar el programa a modo de entender la relevancia del programa educativo para lograr las metas energéticas. Ustedes son los llamados a promover la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos, desarrolle las habilidades y actitudes necesarias para el uso eficiente de la energía, que permitan una convivencia armónica entre los seres humanos, su cultura y el medio natural que lo rodea.(AChEE, 2014)

Es importante entender como es la relación que existe entre los municipios y las escuelas y como es la dinámica que existe en cuanto a energía. En particular revisaremos la municipalidad de Providencia ya que es ahí donde se encuentran los centros a estudiar.

2.6. Municipalidad de providencia

La comuna de Providencia ubicada en la región Metropolitana cuenta con una población total de 142.079 habitantes de acuerdo al censo realizado en el año 2017. (Instituto Nacional de Estadísticas, 2017)

La municipalidad de Providencia se divide en unidades municipalidades que se encargan de administrar las distintas áreas competentes que se encarga la municipalidad. La unidad que tiene la responsabilidad de la administración de los establecimientos de educación y salud (Corporación de Desarrollo Social, 2018)

La Corporación, a través del área de Educación administra cinco escuelas básicas, cinco liceos, dos escuelas de párvulos y un jardín infantil - sala cuna.

El área de educación a realizado el Plan Anual de Desarrollo de la Educación Municipal 2019. Este plan contiene los antecedentes educativos atingentes a la comuna, en donde se encuentra el tema medio ambiental.

En el cual se menciona El Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE), es un programa coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que tiene

como propósito fomentar la incorporación de variables ambientales en los establecimientos educacionales en tres ámbitos: pedagógico, en la gestión de la escuela y en la relación de la comunidad educativa con el entorno (Corporación de Desarrollo Social, 2018).

El sistema otorga una certificación a los establecimientos que implementen metodologías y/o estrategias adecuadas a su entorno socioambiental, acreditación que se da en tres niveles: básico, medio y excelencia.

Durante los últimos años, algunos establecimientos de la comuna han desarrollado un trabajo sostenido con toda la comunidad educativa, donde docentes, centros de padres, centros de alumnos y asistentes de la educación han fortalecido e impulsado innovadoras prácticas en temas medio ambientales, creando en su comunidad conciencia ecológica y de respeto al medio ambiente (Corporación de Desarrollo Social, 2018).

Cabe destacar que dentro de los tres establecimientos dependientes de la Dirección de Educación de Providencia que poseen la certificación de excelencia que entrega el Ministerio del Medio Ambiente SINCAE, se encuentra una de las escuelas de párvulos, Escuela de Párvulos María Bernarda Morín.

De forma paralela, la municipalidad de Providencia a establecido una estrategia de energía local (en adelante EEL), el cual busca la participación de los distintos actores que conforman la comuna: Vecinos, comercio, estudiantes, emprendedores locales. Con la intención de hacer buen uso de la energía.

La EEL es el resultado de iniciativas energéticas y medio ambientales para la comuna a través de la colaboración de diversos organismos con el fin de generar una política energética para la comuna (Municipalidad de Providencia, 2016).

Las metas que se determinaron alcanzar a través de esta estrategia son las siguientes:

- **Meta 1:** Reducir en un 50 % las emisiones de CO2.
- **Meta 2:** Participación de actores involucrados en decisiones.
- **Meta 3:** 100 % de los ciudadanos sensibilizados en temáticas energéticas.

Para alcanzar estas metas la municipalidad propone 4 pilares fundamentales:

- **Energía limpia:** Busca impulsar las energías renovables utilizando recursos locales, y orientar el transporte hacia la movilidad sustentable.
- **Gestión y cultura energética:** Busca gestionar la energía, apuntando a establecer formas mas eficientes y responsables de consumo. A su vez, busca crear conciencia ciudadana sobre la relevancia de las materias energéticas, sensibilizando y promoviendo cambios conductuales.
- **Ciudadanía y pobreza energética:** Busca fortaleces e impulsar el rol de la ciudadanía de manera activa y participativa. La pobreza energética hace alusión a la calidad, confort, acceso y a la relación ingreso-gasto en energía. Se busca disminuir las brechas en relación a estos 4 conceptos.
- **Educación e innovación energética:** La educación surge como el motor para generar cambios conductuales y la creación de una cultura energética. La innovación permite abrirse a nuevas iniciativas y articular proyectos pilotos, fomentando propuestas novedosas en temáticas de energía. Este eje resulta esencial y transversal en todas las temáticas planteadas anteriormente, reconociendo que existe una necesidad importante en educación e innovación.

A continuación se presentan datos obtenidos por la municipalidad de Providencia con la intención de entender de mejor manera la situación energética de la comuna de providencia.

Según esta información podemos identificar que la principal fuente de energía en el sector municipal es la electricidad.

A partir del gráfico 2.16 se realiza el análisis por los distintos segmentos según el consumo final de energía dentro del sector municipal, y su potencial ahorro luego de implementar una política de eficiencia energética.

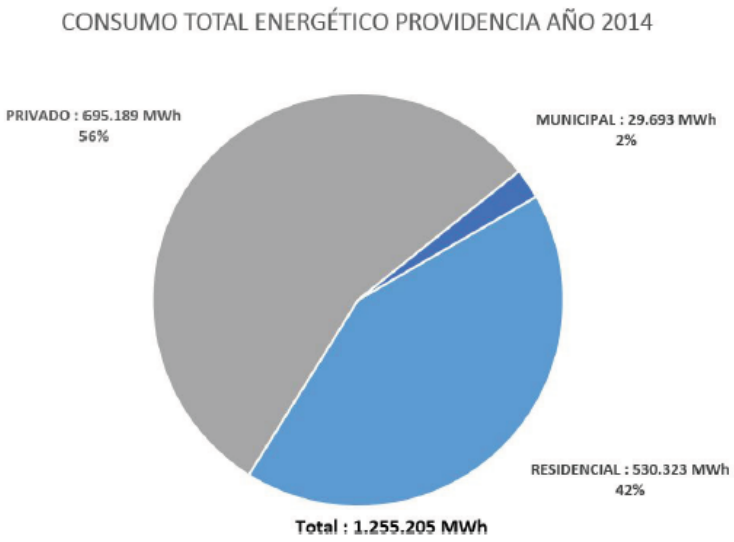

Figura 2.14: Consumo total energético Providencia año 2014.
Fuente: Municipalidad de Providencia, 2016

En el sector Educación Municipal se observa que luego de aplicar una política de eficiencia energética el nuevo consumo energético se estima en 446 MWh al año lo que significa que se lograría un ahorro de aproximadamente 57 %, si se considera con respecto al consumo actual de 1.037 MWh al año, lo que implica que hay un gran potencial de ahorro energético en este sector.

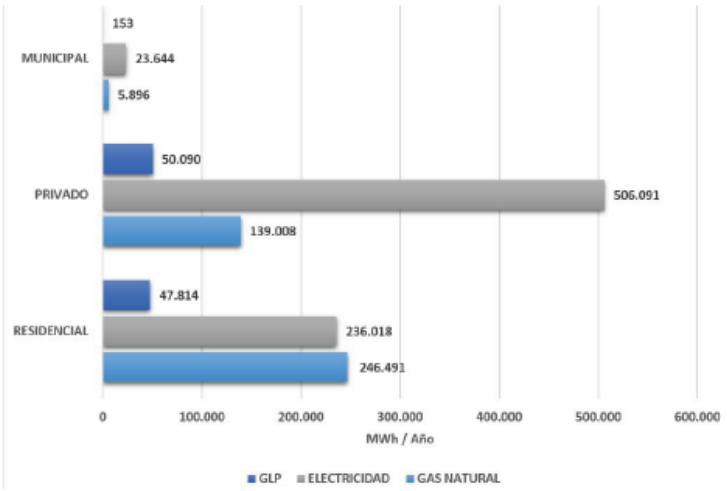

Figura 2.15: Consumo diferenciado por segmentos total de Providencia al año 2014.
Fuente: Municipalidad de Providencia, 2016

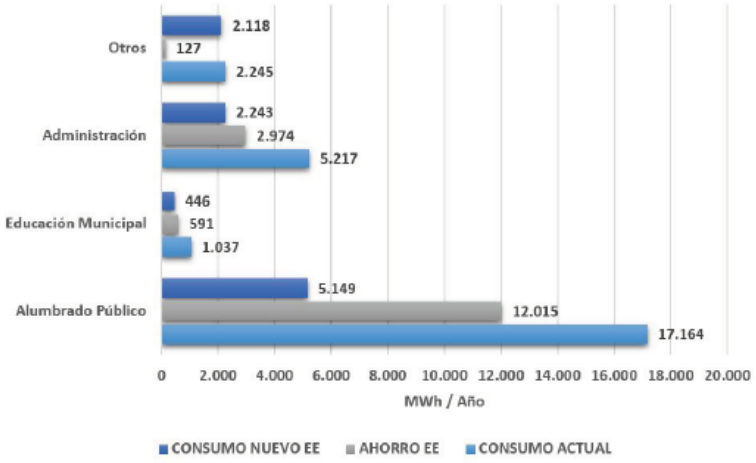

Figura 2.16: Reducción potencial del consumo por segmentos de las medidas de eficiencia energética en el sector municipal por tipo.
Fuente: Municipalidad de Providencia, 2016

3 | Metodología

Habiendo expuesto la información necesaria para entender los conceptos básicos que componen y justifican la implementación de un sistema de la gestión energética para escuelas de párvulo en la comuna de Providencia. Se procederá a exponer la metodología con la cual se realizo el levantamiento de la información acerca de los procesos energéticos y sus consumos finales.

3.1. Guía autodiagnóstico Eficiencia Energética para establecimientos educacionales

Como se menciono anteriormente, la Guía autodiagnóstico Eficiencia Energética para establecimientos educacionales es un documento realizado por la AChEE el cual entrega instrumentos para que los agente educativos de los establecimientos sean capaces de comprender y cuantificar su consumo de energía. Asimismo para identificar alternativas que conduzcan a un uso mas eficiente de la energía.

A continuación se presentara en detalle las acciones realizadas en los establecimientos en cuestión, Escuela de párvulos el Aguilucho y Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin, las cuales fueron separadas por temas según lo presenta la guía.

Cabe destacar que toda la información que se presentara en este capitulo corresponde a información obtenida por medio de mediciones realizadas en los establecimientos, revisión de parámetros técnicos de los equipo, registros energéticos y de manera adicional, testimonios por parte de los colaboradores, a través de visitas a los centros educacionales.

3.2. Instalaciones y su uso

Para dar comienzo al entendimiento de las instalaciones y su uso, se procede a generar una caracterización general de los establecimientos.

Para esto se presentan las siguientes tablas que muestran la caracterización general de lo establecimientos.

Escuela de párvulos el Aguilucho					
TIPO	CURSOS	TIPO JORNADA	MATRICULAS	DIAS POR SEMANA	HORARIO
parvulario	medio menor	completa	25	5	8:30-16:30
parvulario	medio menor	completa	30	5	8:30-16:30
parvulario	transición	completa	33	5	8:30-16:30

Figura 3.1: Caracterización de establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin					
TIPO	CURSOS	TIPO JORNADA	MATRICULAS	DIAS POR SEMANA	HORARIO
parvulario	medio menor	completa	25	5	8:30-16:15
parvulario	medio mayor	completa	40	5	8:30-16:15
parvulario	trancisión menor	completa	30	5	8:30-16:30
parvulario	transición mayor	completa	31	5	8:30-16:30

Figura 3.2: Caracterización de establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

De modo complementario de presenta información acerca de los recintos que poseen los establecimientos.

Escuela de párvulos el Aguilucho							
RECINTO	SUPERFICIE ÚTIL (m^2)	ILUMINACIÓN	CALEFACCIÓN	EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	AGUA CALIENTE SANITARIA	AIRE ACONDICIONADO	MOTOR ELÉCTRICO
baño sala 1	6,90	+	NO	NO	NO	NO	NO
sala 1	23,07	+	+	NO	NO	NO	NO
estar	30,37	+	+	x	NO	NO	NO
sala 2	31,51	+	+	NO	NO	NO	NO
sala 3	31,51	+	+	NO	NO	NO	NO
baño patio	15,12	+	NO	NO	+	NO	NO
pasillo entrada	118,61	+	NO	NO	NO	NO	NO
oficina directora	11,17	+	+	x	NO	NO	NO
oficina secretaria	4,61	+	x	x	NO	NO	NO
baño personal	3,36	+	NO	NO	NO	NO	NO
sala reunión	8,12	+	NO	x	NO	NO	NO
comedor	6,75	+	+	NO	NO	NO	NO
cocina	11,05	+	NO	NO	NO	NO	NO
baño bodega	2,10	+	NO	NO	NO	NO	NO
bodega	8,21	+	NO	NO	NO	NO	NO
superficie total	312,46						
x = energía eléctrica + = energía térmica							

Figura 3.3: Caracterización establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin							
RECINTO	SUPERFICIE ÚTIL (m^2)	ILUMINACIÓN	CALEFACCIÓN	EQUIPOS DE COMPUTACIÓN	AGUA CALIENTE SANITARIA	AIRE ACONDICIONADO	MOTOR ELÉCTRICO
oficina directora	16,00	x	x	x	NO	NO	NO
sala porfesores	18,00	x	x	x	NO	NO	NO
oficina secretaria	7,00	x	x	x	NO	NO	NO
sala medio mayor	58,50	x	x+	NO	NO	NO	NO
sala medio menor	49,00	x	x+	NO	NO	NO	NO
comedor	21,00	x	+	NO	NO	NO	NO
sala estar/ bodega	12,00	x	x	NO	NO	NO	NO
cocina	30,50	x	NO	NO	NO	NO	NO
baño personal 1	2,00	x	NO	NO	NO	NO	NO
baño personal 2	2,00	x	NO	NO	NO	NO	NO
baño niños 1	10,60	x	NO	NO	+	NO	NO
baño niños 2	6,40	x	NO	NO	+	NO	NO
baño niños 3	12,00	x	NO	NO	+	NO	NO
sala transición mayor	42,00	x	x+	NO	NO	NO	NO
sala transición menor	42,00	x	x+	NO	NO	NO	NO
pasillo	89,80	x	NO	NO	NO	NO	NO
sala pie	28,00	x	x+	x	NO	NO	NO
sala recurso	48,00	x	x+	NO	NO	NO	NO
superficie total	494,80						
x = energía eléctrica + = energía térmica							

Figura 3.4: Caracterización establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

El confort energético de los recintos de cada establecimiento también se hace presente en las siguientes tablas.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
RECINTO	ILUMINACIÓN	CALEFACCIÓN	HUMEDAD RELATIVA
baño sala 1	baja	baja	adecuada
sala 1	baja	adecuada	alta
sala de estar	adecuada	baja	adecuada
sala 2	baja	adecuada	alta
sala 3	baja	adecuada	alta
baño patio	adecuada	baja	adecuada
pasillo entrada	adecuada	baja	adecuada
oficina directora	adecuada	baja	adecuada
oficina secretaria	baja	baja	adecuada
baño personal	baja	baja	adecuada
sala reunión	baja	baja	alta
comedor	baja	baja	adecuada
cocina	baja	adecuada	alta
baño bodega	baja	baja	adecuada
bodega	baja	baja	adecuada

Figura 3.5: Confort cualitativo energético de establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
RECINTO	ILUMINACIÓN	CALEFACCIÓN	HUMEDAD RELATIVA
oficina directora	adecuada	baja	adecuada
sala porfesores	adecuada	baja	alta
oficina secretaria	adecuada	baja	alta
sala medio mayor	adecuada	adecuada	adecuada
sala medio menor	adecuada	adecuada	adecuada
comedor	adecuada	baja	adecuada
sala estar/ bodega	baja	baja	adecuada
cocina	baja	alta	alta
baño personal 1	baja	baja	baja
baño personal 2	baja	baja	baja
baño niños 1	baja	baja	baja
baño niños 2	adecuada	baja	baja
baño niños 3	adecuada	baja	baja
sala transición mayor	baja	baja	alta
sala transición menor	baja	baja	alta
sala pie	baja	baja	adecuada
sala recurso	adecuada	baja	adecuada

Figura 3.6: Confort cualitativo energético de establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

CARACTERISTICA DEL RECINTO
CRITERIOS DE EVALUACIÓN
iluminación
baja (ambiente oscuro o poco iluminado)
adecuada (iluminacion confortable para el usuario)
alta (ambiente con iluminación excesiva o reflejos molestos)
temperatura
baja (ambiente frio)
adecuada (calefacción confortable para el usuario)
alta (ambiente con calefacción excesiva)
humedad relativa
baja (ambiente seco)
adecuada (humedad confortable para el usuario)
alta (ambiente muy humedo)

Figura 3.7: Criterios cualitativos para determinar confort energético.
Fuente: Elaboración propia.

Por ultimo es importante tener presente la cantidad de horas de uso para cada recinto en su respectivo establecimiento.

Escuela de parvulos el Aguilucho					
RECINTO	HORAS EN LA MAÑANA	HORAS EN LA TARDE	DIAS DE LA SEMANA	SEMANAS AL AÑO	HORAS ANUALES DE USO
baño sala 1	2,0	4,0	5	46	1380
sala 1	4,0	5,0	5	46	2070
sala de estar	4,0	5,0	5	46	2070
sala 2	4,0	5,0	5	46	2070
sala 3	4,0	5,0	5	46	2070
baño patio	2,0	4,0	5	46	1380
pasillo entrada	4,0	5,0	5	46	2070
oficina directora	4,0	5,0	5	46	2070
oficina secretaria	4,0	5,0	5	46	2070
baño personal	0,5	0,5	5	46	230
sala reunión	4,0	1,0	5	46	1150
comedor	1,0	3,0	5	46	920
cocina	4,0	5,0	5	42	1890
baño bodega	0,5	0,5	5	46	230
bodega	1,0	0,5	5	46	345
horas en la mañana: 8:00 hasta las 12:00					
horas en la tarde: 12:00 hasta las 18:00					

Figura 3.8: Estimación de horas de uso anual de establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin					
RECINTO	HORAS EN LA MAÑANA	HORAS EN LA TARDE	DIAS DE LA SEMANA	SEMANAS AL AÑO	HORAS ANUALES DE USO
oficina directora	3,0	2,0	5	46	1150
sala porfesores	3,0	3,0	5	46	1380
oficina secretaria	5,5	3,5	5	46	2070
sala medio mayor	5,5	2,5	5	46	1840
sala medio menor	5,5	2,5	5	46	1840
comedor	0,0	3,0	5	46	690
sala estar/ bodega	0,0	2,0	5	46	460
cocina	4,0	5,0	5	42	1890
baño personal 1	0,5	0,5	5	46	230
baño personal 2	0,5	0,5	5	46	230
baño niños 1	2,0	4,0	5	46	1380
baño niños 2	2,0	4,0	5	46	1380
baño niños 3	2,0	4,0	5	46	1380
sala transición mayor	5,5	2,5	5	46	1840
sala transición menor	5,5	2,5	5	46	1840
pasillo	5,5	4,5	5	46	2300
sala pie	1,5	1,5	5	42	630
sala recurso	1,5	1,5	5	42	630
horas en la mañana: 7:30 hasta las 12:00					
horas en la tarde: 12:00 hasta las 17:30					

Figura 3.9: Estimación de horas de uso anual de establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Con estas tablas se completa la información correspondiente a las instalaciones y su uso.

A continuación se procederá a presentar datos correspondientes a la construcción de los establecimientos y sus características.

3.3. Conociendo las características constructivas

En esta sección se busca caracterizar los materiales con los cuales fueron construidos los establecimientos y tener una idea general del estado de aislación térmica.

Es necesario caracterizar la envolvente de cada recinto del establecimiento, es decir, determinar el tipo de ventanas, muros, techumbre y el estado en que estos se encuentran. Todo esto con el objetivo de identificar opciones que conduzcan a utilizar la energía de manera eficiente.

3.3.1. Ventanas exteriores

Son aquellas ventanas que están ubicadas en los muros exteriores.

Escuela de párvulos el Aguilucho							
RECINTO	SOMBRA	TIPO DE VIDRIO	TIPO DE MARCO	ESTADO	FILTRACIONES	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE (m^2)
baño sala 1	si	simple	aluminio	regular	medio	norte	0,60
sala 1	si	simple	aluminio	regular	medio	norte	4,54
sala 2	si	simple	madera	bueno	bajo	sur	3,46
sala 3	si	simple	madera	bueno	bajo	sur	3,46
baño patio	si	simple	aluminio	regular	medio	sur	3,46
oficina directora	si	simple	madera	bueno	bajo	norte	5,30
oficina secretaria	si	simple	madera	bueno	bajo	poniente	0,44
sala reunión	si	simple	madera	bueno	bajo	poniente	2,43
comedor	si	simple	madera	malo	alto	poniente	2,20
cocina	si	simple	madera	bueno	bajo	poniente	1,48
superficie total							27,36

Figura 3.10: Caracterización de ventanas exteriores del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin							
RECINTO	SOMBRA	TIPO DE VIDRIO	TIPO DE MARCO	ESTADO	FILTRACIONES	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE (m^2)
oficina directora	si	simple	aluminio	bueno	bajo	sur	1,62
sala porfesores	si	simple	aluminio	bueno	bajo	sur	2,22
oficina secretaria	no	simple	aluminio	bueno	bajo	sur	1,35
sala medio mayor	si	simple	aluminio	bueno	bajo	oriente	28,46
sala medio menor	si	simple	aluminio	bueno	bajo	norte	4,98
comedor	si	simple	madera	bueno	medio	norte	2,15
cocina	si	simple	madera	bueno	bajo	norte	2,58
baño niños 3	si	simple	madera	regular	alto	poniente	2,70
sala transición mayor	si	simple	aluminio	bueno	bajo	poniente	3,50
sala transición menor	si	simple	aluminio	bueno	bajo	poniente	3,50
sala pie	si	simple	aluminio	bueno	bajo	norte	9,60
sala recurso	no	simple	aluminio	bueno	bajo	norte	12,80
superficie total							75,45

Figura 3.11: Caracterización de ventanas exteriores del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Puertas exteriores

Son aquellas que están ubicadas en los muros exteriores.

Escuela de párvulos el Aguilucho					
RECINTO	MATERIAL	TIPO DE MARCO	ESTADO	FILTRACIONES	SUPERFICIE (m^2)
baño sala 1	madera	madera	bueno	no	1,66
sala 1	madera	madera	bueno	no	1,66
estar	madera	madera	bueno	no	1,66
sala 2	madera	madera	bueno	no	1,66
sala 3	madera	madera	bueno	no	1,66
baño patio	madera	madera	bueno	no	1,29
oficina directora	madera	madera	bueno	no	1,66
oficina secretaria	madera	madera	bueno	no	1,66
baño personal	madera	madera	bueno	no	1,66
sala reunión	madera	madera	bueno	no	1,66
comedor	acero	acero	bueno	no	0,94
cocina	madera	madera	bueno	no	1,66
baño bodega	madera	madera	bueno	no	1,66
bodega	madera	madera	bueno	no	1,66
superficie total					22,12

Figura 3.12: Caracterización de puertas exteriores del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de parvulos Madre Bernarda Morin					
RECINTO	MATERIAL	TIPO DE MARCO	ESTADO	FILTRACIONES	SUPERFICIE (m^2)
oficina directora	vidrio	aluminio	bueno	no	1,77
sala porfesores	vidrio	aluminio	bueno	no	1,77
oficina secretaria	vidrio	aluminio	bueno	no	1,77
sala medio mayor	madera	madera	bueno	si	1,98
sala medio menor	madera	madera	bueno	si	1,98
comedor	madera	madera	bueno	si	1,98
sala estar/ bodega	madera	madera	bueno	no	1,30
cocina	madera	madera	bueno	no	1,30
baño personal 1	madera	madera	bueno	no	1,29
baño personal 2	madera	madera	bueno	no	1,29
baño niños 1	madera	madera	bueno	no	1,29
baño niños 2	madera	madera	bueno	no	1,56
baño niños 3	madera	madera	bueno	no	1,56
sala transición mayor	madera	madera	bueno	no	1,98
sala transición menor	madera	madera	bueno	no	1,98
sala pie	madera	madera	bueno	si	1,98
sala recurso	madera	madera	bueno	si	1,98
superficie total					28,77

Figura 3.13: Caracterización de puertas exteriores del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Muros exteriores

Son aquellos que se encuentran en contacto con el exterior.

Escuela de párvulos el Aguilucho					
RECINTO	TIPO DE MURO	AISLACIÓN	FILTRACIONES	ESPESOR (cm)	SUPERFICIE (m^2)
baño sala 1	ladrillo	no	no	20	16,20
sala 1	ladrillo	no	no	20	29,28
sala de estar	ladrillo	no	no	20	28,48
sala 2	ladrillo	no	no	20	43,80
sala 3	ladrillo	no	no	20	43,80
baño patio	ladrillo	no	no	20	18,98
oficina directora	ladrillo	no	no	20	13,24
oficina secretaria	ladrillo	no	no	20	6,48
baño personal	ladrillo	no	no	20	5,60
sala reunión	ladrillo	no	no	20	7,98
comedor	ladrillo	no	no	20	14,22
cocina	ladrillo	no	no	20	11,84
baño bodega	ladrillo	no	no	20	12,00
bodega	ladrillo	no	no	20	18,16
superficie total					270,06

Figura 3.14: Caracterización de los muros exteriores del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin					
RECINTO	TIPO DE MURO	AISLACIÓN	FILTRACIONES	ESPESOR (cm)	SUPERFICIE (m^2)
oficina directora	ladrillo	si	no	20	16,00
sala porfesores	ladrillo	si	no	20	18,00
oficina secretaria	ladrillo	si	no	20	10,00
sala medio mayor	ladrillo	si	no	20	71,14
sala medio menor	ladrillo	si	no	20	18,98
comedor	ladrillo	si	no	20	4,30
sala estar/ bodega	ladrillo	si	no	20	4,00
cocina	ladrillo	si	no	20	10,08
baño personal 1	ladrillo	si	no	20	2,00
baño personal 2	ladrillo	si	no	20	2,00
baño niños 1	ladrillo	si	no	20	21,00
baño niños 2	ladrillo	si	no	20	5,06
baño niños 3	ladrillo	si	no	20	10,60
sala transición mayor	ladrillo	si	no	10	3,50
sala transición menor	ladrillo	si	no	10	3,50
sala pie	ladrillo	si	no	20	19,20
sala recurso	ladrillo	si	no	20	25,60
superficie total					244,95

Figura 3.15: Caracterización de los muros exteriores del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. Techumbre

Contempla la superficie superior de la edificación.

Escuela de párvulos el Aguilucho				
RECINTO	¿CON O SIN CIELO?	MATERIAL TECHO	AISLACIÓN	SUPERFICIE (m^2)
baño sala 1	con cielo	pizarreño	si	6,90
sala 1	con cielo	pizarreño	si	23,07
sala de estar	con cielo	pizarreño	no	30,37
sala 2	con cielo	pizarreño	si	31,51
sala 3	con cielo	pizarreño	si	31,51
baño patio	con cielo	pizarreño	si	15,12
pasillo entrada	con cielo	pizarreño	no	118,61
oficina directora	con cielo	pizarreño	si	11,17
oficina secretaria	con cielo	pizarreño	si	4,61
baño personal	con cielo	pizarreño	si	3,36
sala reunión	con cielo	pizarreño	si	8,12
comedor	con cielo	pizarreño	no	6,75
cocina	con cielo	pizarreño	si	11,05
baño bodega	con cielo	pizarreño	si	2,10
bodega	con cielo	pizarreño	si	8,21
superficie total				312,46

Figura 3.16: Caracterización de la techumbre del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin				
RECINTO	¿CON O SIN CIELO?	MATERIAL TECHO	AISLACIÓN	SUPERFICIE (m^2)
oficina directora	con cielo	pizarreño	si	16,00
sala porfesores	con cielo	pizarreño	si	18,00
oficina secretaria	con cielo	pizarreño	si	7,00
sala medio mayor	con cielo	pizarreño	si	58,50
sala medio menor	con cielo	pizarreño	si	49,00
comedor	con cielo	pizarreño	si	21,00
sala estar/ bodega	con cielo	pizarreño	si	12,00
cocina	con cielo	pizarreño	si	30,50
baño personal 1	con cielo	pizarreño	si	2,00
baño personal 2	con cielo	pizarreño	si	2,00
baño niños 1	con cielo	pizarreño	si	10,60
baño niños 2	con cielo	pizarreño	si	6,40
baño niños 3	con cielo	pizarreño	si	12,00
sala transición mayor	con cielo	pizarreño	si	42,00
sala transición menor	con cielo	pizarreño	si	42,00
pasillo	con cielo	pizarreño	si	89,80
sala pie	con cielo	pizarreño	si	28,00
sala recurso	con cielo	pizarreño	si	48,00
superficie total				494,80

Figura 3.17: Caracterización de la techumbre del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Con esta información es posible tener una idea mas clara del estado de las instalaciones de ambos establecimientos con el fin de mejorar el desempeño energético.

Una vez presentados los datos sobre la construcción de los establecimientos, se procede a presentar la información acerca de el consumo energético y de agua.

3.4. Análisis de las facturas de energía y agua

En esta sección se busca presentar la información recopilada de las facturas de energía y agua con la intención de conocer y entender la relación entre el consumo y su costo asociado.

3.4.1. Electricidad

A continuación se presentara los datos correspondientes al consumo de energía eléctrica de ambos establecimientos educacionales.

Escuela de párvulos el Aguilucho								
Fechas de lectura inicio	Fechas de lectura final	Mes del año	Consumo [kWh/mes]	Demanda máxima hora punta (BT43) [kW]	Demanda maxima [kW]	Energía [$/mes]	Recargo mal factor de potencia	Total pagado [$/mes)
20 dic. 2016	18 ene. 2017	enero 2017	560	0,0	8,4	$ 91.634	$ 10.839	$ 102.473
18 ene. 2017	16 feb. 2017	febrero 2017	260	4,9	8,4	$ 80.072	$ -	$ 80.072
16 feb. 2017	21 mar. 2017	marzo 2017	0	0,0	3,1	$ 56.322	$ -	$ 56.322
21 mar. 2017	20 abr. 2017	abril 2017	1000	4,9	8,4	$ 126.795	$ -	$ 126.795
20 abr. 2017	18 may. 2017	mayo 2017	620	0,4	8,4	$ 69.522	$ -	$ 69.522
18 may. 2017	19 jun. 2017	junio 2017	780	3,3	7,8	$ 105.704	$ -	$ 105.704
19 jun. 2017	20 jul. 2017	julio 2017	680	0,4	7,8	$ 72.614	$ -	$ 72.614
20 jul. 2017	21 ago. 2017	agosto 2017	440	2,5	7,7	$ 73.248	$ -	$ 73.248
21 ago. 2017	20 sept. 2017	septiembre 2017	660	4,1	7,0	$ 108.085	$ -	$ 108.085
20 sept. 2017	18 oct. 2017	octubre 2017	271	4,1	5,4	$ 67.029	$ -	$ 67.029
18 oct. 2017	20 nov. 2017	noviembre 2017	1100	3,2	6,3	$ 215.770	$ -	$ 215.770
20 nov. 2017	18 dic. 2017	diciembre 2017	0	2,7	5,4	$ 53.140	$ 40.229	$ 93.369
18 dic. 2017	19 ene. 2018	enero 2018	277	2,7	5,4	$ 93.433	$ -	$ 93.433
19 ene. 2018	19 feb. 2018	febrero 2018	1340	11,3	6,0	$ 270.101	$ -	$ 270.101
19 feb. 2018	19 mar. 2018	marzo 2018	260	3,7	6,0	$ 73.963	$ -	$ 73.963
19 mar. 2018	17 abr. 2018	abril 2018	580	1,2	5,7	$ 77.241	$ -	$ 77.241
17 abr. 2018	17 may. 2018	mayo 2018	780	0,8	5,8	$ 88.834	$ -	$ 88.834
17 may. 2018	15 jun. 2018	junio 2018	780	2,7	5,7	$ 106.525	$ -	$ 106.525
15 jun. 2018	18 jul. 2018	julio 2018	800	1,1	5,7	$ 94.102	$ -	$ 94.102
18 jul. 2018	21 ago. 2018	agosto 2018	760	3,3	6,0	$ 111.048	$ -	$ 111.048
21 ago. 2018	14 sept. 2018	septiembre 2018	840	2,8	5,7	$ 113.219	$ -	$ 113.219
Total general			12240	60,1	136,1	$ 2.148.401	$ 51.068	$ 2.199.469

Figura 3.18: Tabla de datos correspondientes a facturas eléctricas del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

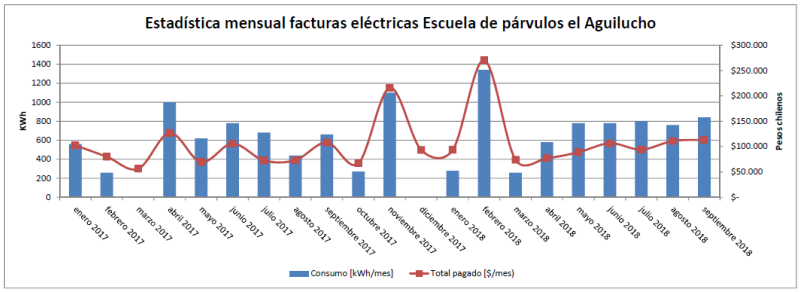

Figura 3.19: Estadística mensual facturas eléctricas Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

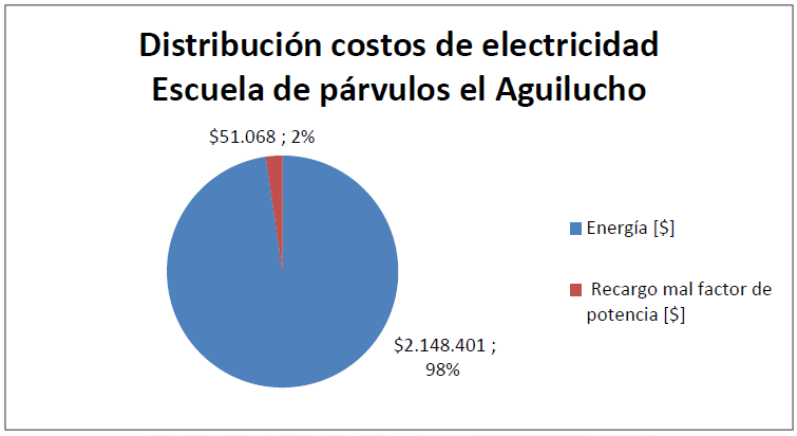

Figura 3.20: Distribución costos de electricidad Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin								
Fechas de lectura inicio	Fechas de lectura final	Mes del año	Consumo [kWh/mes]	Demanda máxima hora punta (BT43) [kW]	Demanda maxima [kW]	Energía [$/mes]	Recargo mal factor de potencia	Total pagado [$/mes]
20 dic. 2016	18 ene. 2017	enero 2017	1480	0,0	11,1	$ 171.558	$ -	$ 171.558
18 ene. 2017	16 feb. 2017	febrero 2017	320	5,0	11,1	$ 102.538	$ 14.820	$ 117.358
16 feb. 2017	21 mar. 2017	marzo 2017	240	5,0	11,1	$ 78.912	$ 7.754	$ 86.666
21 mar. 2017	20 abr. 2017	abril 2017	880	5,0	11,1	$ 144.632	$ 5.921	$ 150.553
20 abr. 2017	18 may. 2017	mayo 2017	920	2,9	11,1	$ 136.574	$ -	$ 136.574
18 may. 2017	19 jun. 2017	junio 2017	1160	1,4	11,1	$ 134.143	$ -	$ 134.143
19 jun. 2017	20 jul. 2017	julio 2017	1240	2,6	11,1	$ 149.412	$ -	$ 149.412
20 jul. 2017	21 ago. 2017	agosto 2017	0	2,6	9,7	$ 87.423	$ -	$ 87.423
21 ago. 2017	20 sept. 2017	septiembre 2017	0	2,6	9,7	$ 93.502	$ -	$ 93.502
20 sept. 2017	18 oct. 2017	octubre 2017	358	2,6	9,7	$ 157.608	$ -	$ 157.608
18 oct. 2017	20 nov. 2017	noviembre 2017	392	3,6	9,7	$ 651.653	$ 25.603	$ 677.256
20 nov. 2017	18 dic. 2017	diciembre 2017	0	3,9	9,6	$ 5.349	$ 69.864	$ 75.213
18 dic. 2017	19 ene. 2018	enero 2018	482	3,9	9,6	$ 147.978	$ -	$ 147.978
19 ene. 2018	19 feb. 2018	febrero 2018	482	3,9	9,6	$ 118.129	$ -	$ 118.129
19 feb. 2018	19 mar. 2018	marzo 2018	1920	11,2	9,7	$ 418.668	$ 63.981	$ 482.649
19 mar. 2018	17 abr. 2018	abril 2018	1160	5,9	12,0	$ 196.103	$ 3.066	$ 199.169
17 abr. 2018	17 may. 2018	mayo 2018	2000	6,3	9,7	$ 297.716	$ 27.418	$ 325.134
17 may. 2018	15 jun. 2018	junio 2018	1200	2,0	10,4	$ 156.521	$ 5.996	$ 162.517
15 jun. 2018	18 jul. 2018	julio 2018	1400	1,7	11,3	$ 172.187	$ -	$ 172.187
18 jul. 2018	21 ago. 2018	agosto 2018	0	0,0	5,0	$ 80.507	$ -	$ 80.507
21 ago. 2018	14 sept. 2018	septiembre 2018	1320	1,9	12,2	$ 175.407	$ -	$ 175.407
Total general			15632	74	215,6	$ 3.676.520	$ 224.423	$ 3.900.943

Figura 3.21: Tabla de datos correspondientes a facturas eléctricas del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

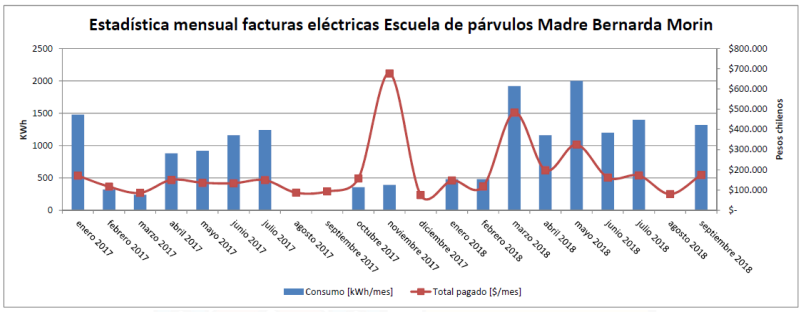

Figura 3.22: Estadística mensual facturas eléctricas Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

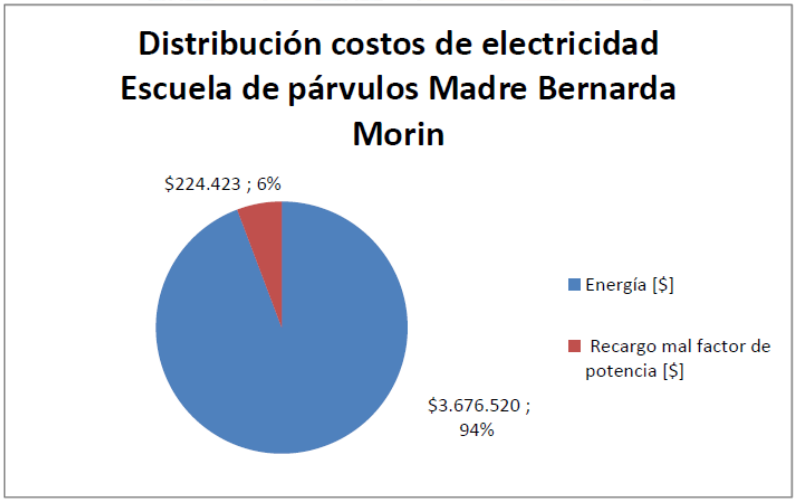

Figura 3.23: Distribución costos de electricidad Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

De esta manera la información acerca del consumo de energía eléctrico y sus costos asociados queda organizada de una mejora manera con el objetivo de realizar posteriormente el análisis correspondiente.

3.4.2. Gas

Los establecimientos en cuestión no cuentan con una conexión a algún tipo de red de abastecimiento de gas. Es por esto que ambos establecimientos se abastecen por medio de cilindros de gas licuado del petroleo (GLP). El detalle del consumo se presenta a continuación.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
PERIODO DE LECTURA	CONSUMO [kg/mes]	CONSUMO [kWh/mes]	TOTAL [$/mes]
marzo	4,74	66,93	$ 9.600
abril	4,74	66,93	$ 9.600
mayo	4,74	66,93	$ 9.600
junio	44,74	632,13	$ 66.667
julio	44,74	632,13	$ 66.667
septiembre	44,74	632,13	$ 66.667
octubre	4,74	66,93	$ 9.600
noviembre	4,74	66,93	$ 9.600
dicimebre	4,74	66,93	$ 9.600
enero	2,37	33,47	$ 9.600

Figura 3.24: Consumo anual de GLP del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que el consumo de gas para el establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho fue de 8 cilindros de GLP de 15kg y 1 cilindro de GLP de 45kg.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
PERIODO DE LECTURA	CONSUMO [kg/mes]	CONSUMO [kWh/mes]	TOTAL [$/mes]
marzo	9,47	133,86	$ 9.600
abril	9,47	133,86	$ 9.600
mayo	9,47	133,86	$ 9.600
junio	129,47	1829,46	$ 209.600
julio	129,47	1829,46	$ 209.600
septiembre	129,47	1829,46	$ 209.600
octubre	9,47	133,86	$ 9.600
noviembre	9,47	133,86	$ 9.600
dicimebre	9,47	133,86	$ 9.600
enero	4,74	66,93	$ 9.600

Figura 3.25: Consumo anual de GLP del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de el establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin el consumo de gas fue de 24 cilindros de GLP de 15kg y 2 cilindros de GLP de 45 kg.

Una vez presentada esta información correspondiente al consumo energético de gas, se da paso a conocer la información sobre el uso de agua.

3.4.3. Agua

A continuación se presentara los datos correspondientes al consumo de agua proveniente de la red para ambos establecimientos educacionales.

Escuela de párvulos el Aguilucho				
Fechas de lectura inicio	**Fechas de lectura final**	**Mes del año**	**Consumo [m^3/mes]**	**Total pagado [$/mes]**
20 dic. 2016	18 ene. 2017	enero 2017	99,0	$ 82.110
18 ene. 2017	16 feb. 2017	febrero 2017	80,0	$ 66.470
16 feb. 2017	21 mar. 2017	marzo 2017	99,0	$ 82.110
21 mar. 2017	20 abr. 2017	abril 2017	40,0	$ 33.801
20 abr. 2017	18 may. 2017	mayo 2017	157,0	$ 182.234
18 may. 2017	19 jun. 2017	junio 2017	73,0	$ 61.174
19 jun. 2017	20 jul. 2017	julio 2017	82,0	$ 68.640
20 jul. 2017	21 ago. 2017	agosto 2017	58,0	$ 48.732
21 ago. 2017	20 sept. 2017	septiembre 2017	46,0	$ 39.288
20 sept. 2017	18 oct. 2017	octubre 2017	72,0	$ 61.130
18 oct. 2017	20 nov. 2017	noviembre 2017	52,0	$ 44.328
20 nov. 2017	18 dic. 2017	diciembre 2017	64,0	$ 54.409
18 dic. 2017	19 ene. 2018	enero 2018	74,0	$ 62.812
19 ene. 2018	19 feb. 2018	febrero 2018	58,0	$ 49.368
19 feb. 2018	19 mar. 2018	marzo 2018	36,0	$ 31.097
19 mar. 2018	17 abr. 2018	abril 2018	14,0	$ 12.502
17 abr. 2018	17 may. 2018	mayo 2018	103,0	$ 113.350
17 may. 2018	15 jun. 2018	junio 2018	78,0	$ 68.024
15 jun. 2018	18 jul. 2018	julio 2018	60,0	$ 51.453
18 jul. 2018	21 ago. 2018	agosto 2018	71,0	$ 60.769
21 ago. 2018	14 sept. 2018	septiembre 2018	31,0	$ 26.896

Figura 3.26: Tabla de datos correspondientes a facturas de agua del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

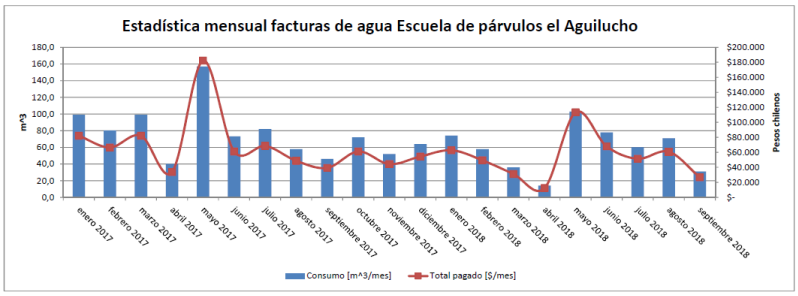

Figura 3.27: Estadística mensual costos de agua Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin				
Fechas de lectura inicio	Fechas de lectura final	Mes del año	Consumo [m^3/mes]	Total pagado [$/mes]
20 dic. 2016	18 ene. 2017	enero 2017	208,0	$ 172.433
18 ene. 2017	16 feb. 2017	febrero 2017	155,0	$ 128.209
16 feb. 2017	21 mar. 2017	marzo 2017	133,0	$ 110.862
21 mar. 2017	20 abr. 2017	abril 2017	92,0	$ 76.936
20 abr. 2017	18 may. 2017	mayo 2017	201,0	$ 171.153
18 may. 2017	19 jun. 2017	junio 2017	289,0	$ 240.354
19 jun. 2017	20 jul. 2017	julio 2017	259,0	$ 215.405
20 jul. 2017	21 ago. 2017	agosto 2017	286,0	$ 237.864
21 ago. 2017	20 sept. 2017	septiembre 2017	105,0	$ 88.855
20 sept. 2017	18 oct. 2017	octubre 2017	129,0	$ 109.018
18 oct. 2017	20 nov. 2017	noviembre 2017	99,0	$ 83.815
20 nov. 2017	18 dic. 2017	diciembre 2017	152,0	$ 128.343
18 dic. 2017	19 ene. 2018	enero 2018	213,0	$ 179.591
19 ene. 2018	19 feb. 2018	febrero 2018	195,0	$ 165.786
19 feb. 2018	19 mar. 2018	marzo 2018	375,0	$ 443.335
19 mar. 2018	17 abr. 2018	abril 2018	454,0	$ 564.860
17 abr. 2018	17 may. 2018	mayo 2018	258,0	$ 262.441
17 may. 2018	15 jun. 2018	junio 2018	224,0	$ 190.327
15 jun. 2018	18 jul. 2018	julio 2018	248,0	$ 210.567
18 jul. 2018	21 ago. 2018	agosto 2018	172,0	$ 146.295
21 ago. 2018	14 sept. 2018	septiembre 2018	189,0	$ 160.690

Figura 3.28: Tabla de datos correspondientes a facturas de agua del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

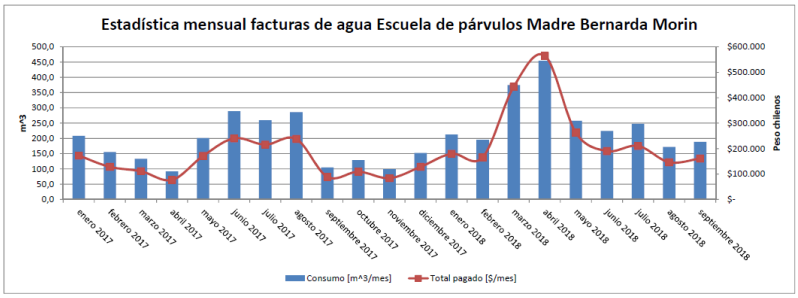

Figura 3.29: Estadística mensual costos de agua Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

De esta manera la información acerca del consumo de agua proveniente de la red y sus costos asociados queda organizada de una mejora manera con el objetivo de realizar posteriormente el análisis correspondiente.

Cabe destacar que la información obtenida de los recibos es acotada debido a que se encontraban agregados junto con la información de otros centros pertenecientes a la corporación de desarrollos social de la comuna de Providencia.

3.4.4. Índices de consumo y emisiones de CO2

3.4.4.1. Índices energéticos y de agua

Son indicadores de la cantidad de energía o agua utilizada por una variable definida. En este caso se utilizara la cantidad de alumnos y superficie útil del establecimiento.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
ÍNDICE	FORMULA	RESULTADO	UNIDADES
GLP	energía anual/sup. útil	7,46	kWh/(m^2-año)
electricidad	energía anual/sup. útil	24,92	kWh/(m^2-año)
agua	consumo anual/(n° alumnos * n° dias)	0,04	litros/(alumno-dia)

Figura 3.30: Índices energéticos y de agua del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
ÍNDICE	FORMULA	RESULTADO	UNIDADES
GLP	energía anual/sup. útil	12,85	kWh/(m^2-año)
electricidad	energía anual/sup. útil	34,29	kWh/(m^2-año)
agua	consumo anual/(n° alumnos * n° dias)	0,10	litros/(alumno-dia)

Figura 3.31: Índices energéticos y de agua del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

la energía eléctrica y el consumo de agua anual para ambos centros considero las información de octubre 2017 hasta septiembre 2018. Con respecto a la energía proveniente del GLP se considero la energía proveniente de los cilindro comprados durante el año 2018.

La información acerca del calculo de estos índices se obtuvo de la Guía autodiagnóstico Eficiencia Energética para establecimientos educacionales.

3.4.4.2. Emisiones de CO2

Corresponde a la cantidad de dióxido de carbono que es liberada al ambiente por la combustión del GLP y la generación de energía eléctrica.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
TIPO ENERGÍA	ENERGÍA (kWh)	FACTOR EMISIÓN (KG CO2/kWh)	EMISIONES CO2 (TONELADAS/AÑO)
GLP	2331,45	0,23	0,54
electricidad	7788	0,6	4,7

Figura 3.32: Emisiones de CO2 del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
TIPO ENERGÍA	ENERGÍA (kWh)	FACTOR EMISIÓN (KG CO2/kWh)	EMISIONES CO2 (TONELADAS/AÑO)
GLP	6358,5	0,23	1,46
electricidad	10714	0,6	6,4

Figura 3.33: Emisiones de CO2 del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

la energía eléctrica anual para ambos centros considero las información de octubre 2017 hasta septiembre 2018. Con respecto a la energía proveniente del GLP se considero la energía proveniente de los cilindro comprados durante el año 2018.

Los factores de emisión fueron obtenidos según la información presentada en la Guía autodiagnóstico Eficiencia Energética para establecimientos educacionales.

3.5. Conociendo los sistemas consumidores de energía eléctrica

En esta sección se busca identificar y cuantificar los sistemas de energía eléctrica que componen los centros educacionales.

3.5.1. Luminaria

Se comienza por conocer y caracterizar los tipos de luminaria que poseen los centros.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	NOMENCLATURA
	Luminaria con reflector y 2 tubos fluorescentes de 40 W	80 W	A
	Luminaria con tapa de plastico y 2 tubos fluorescentes de 40 W	80 W	B
	Luminaria de 2 lamparas de 20 W	40 W	C
	Luminaria exteriror de 150 W	150 W	D
	Luminaria con tapa de plastico y tubo fluorescente circular	32 W	F

Figura 3.34: Caracterización de la luminaria del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos el Aguilucho								
RECINTO	TIPO LUMIARIA	CANTIDAD	POTENCIA LUMINARIA[W]	POTENCIA TOTAL [W]	USO [hr/año]	SUPERFICIE ÚTIL (m^2)	INDICE EFICIENCIA [W/m^2]	ENERGÍA ANUAL [kWh/año]
baño sala 1	B	1	80	80	1080	6,90	11,59	86,40
sala 1	C	5	40	200	1080	23,07	8,67	216,00
sala de estar	A	4	80	320	460	30,37	10,54	147,20
sala 2	C	18	40	720	1080	31,51	22,85	777,60
sala 3	C	18	40	720	1080	31,51	22,85	777,60
baño patio	B	2	80	160	1150	15,12	10,58	184,00
pasillo entrada	B	1	80	80	690	118,61	6,90	55,20
pasillo entrada	D	3	150	450	75	118,61	6,90	33,75
pasillo entrada	F	9	32	288	1040	118,61	6,90	299,52
oficina directora	A	2	80	160	2070	11,17	14,32	331,20
oficina secretaria	A	1	80	80	2070	4,61	17,35	165,60
baño personal	B	1	80	80	184	3,36	23,81	14,72
sala reunión	A	2	80	160	920	8,12	19,70	147,20
comedor	A	3	80	240	840	6,75	35,56	201,60
cocina	B	2	80	160	1800	11,05	14,48	288,00
baño bodega	F	2	32	64	115	2,10	30,48	7,36
bodega	B	1	80	80	46	8,21	9,74	3,68
total		**75**		**4042**				**3736,63**

Figura 3.35: Información sobre las luminarias para los recintos del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

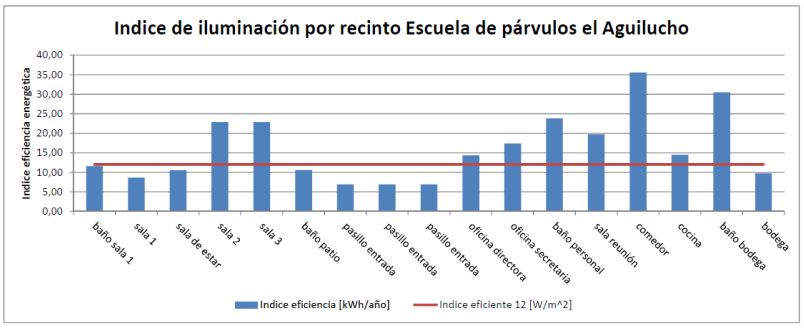

Figura 3.36: Indice de iluminación por recinto de establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	NOMENCLATURA
	Luminaria con reflector y 2 tubos fluorescentes de 40 W	80 W	A
	Luminaria con tapa de plastico y 2 tubos fluorescentes de 40 W	80 W	B
	Luminaria de 2 lamparas de 20 W	40 W	C
	Luminaria exteriror de 150 W	150 W	D
	Luminaria de 2 lamparas de 20 W con cubierta opaca	40 W	F

Figura 3.37: Caracterización de la luminaria del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin								
RECINTO	TIPO LUMIARIA	CANTIDAD	POTENCIA LUMINARIA[W]	POTENCIA TOTAL [W]	USO [hr/año]	SUPERFICIE ÚTIL (m^2)	INDICE EFICIENCIA [W/m^2]	ENERGÍA ANUAL [kWh/año]
oficina directora	F	5	40	200	590	16,00	12,50	118,00
sala porfesores	F	6	40	240	740	18,00	13,33	177,60
oficina secretaria	F	3	40	120	1110	7,00	17,14	133,20
sala medio mayor	A	10	80	800	1040	58,50	13,68	832,00
patio	D	4	150	600	920			552,00
sala medio menor	A	6	80	480	1040	49,00	9,80	499,20
comedor	A	2	80	160	330	21,00	7,62	52,80
sala estar/ bodega	B	2	80	160	460	12,00	13,33	73,60
cocina	B	4	80	320	2070	30,50	10,49	662,40
baño personal 1	C	1	40	40	230	2,00	20,00	9,20
baño personal 2	C	1	40	40	230	2,00	20,00	9,20
baño niños 1	C	2	40	80	1380	10,60	7,55	110,40
baño niños 2	C	1	40	40	980	6,40	6,25	39,20
baño niños 3	C	1	40	40	980	12,00	3,33	39,20
sala transición mayor	A	4	80	320	1110	42,00	7,62	355,20
sala transición menor	A	6	80	480	1120	42,00	11,43	537,60
pasillo	A	10	80	800	1260	89,80	8,91	1008,00
sala pie	F	12	40	480	370	28,00	17,14	177,60
sala recurso	F	12	40	480	370	48,00	10,00	177,60
total		**92**		**5880**				**5564,00**

Figura 3.38: Información sobre las luminarias para los recintos del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

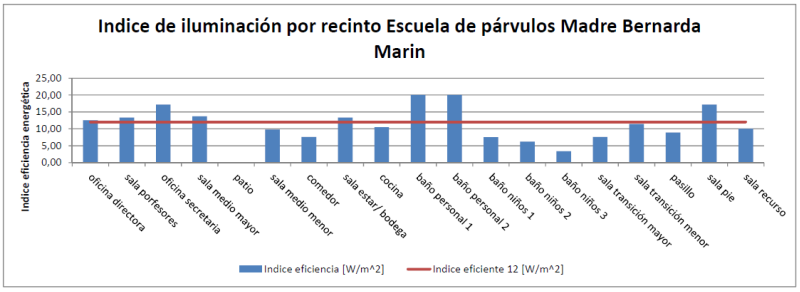

Figura 3.39: Indice de iluminación por recinto de establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que el valor del indice de iluminación se obtiene de acuerdo a lo presentado en la Guía autodiagnóstico Eficiencia Energética para establecimientos educacionales.

Una vez caracterizada la luminaria de los centros educacionales y presentada la información pertinente a su uso para cada recinto, se da paso a conocer los equipos computacionales.

3.5.2. Otros equipos

En los centros educacionales como en cualquier otra organización, el uso de aparatos eléctricos para el desarrollo de las distintas tareas se ha vuelto una necesidad para lograr completar los objetivos.

En consecuencia se presenta una tabla con los distintos artefactos electrónicos que posee cada centro con la intención de estimar su consumo y entender de mejor manera su funcionamiento.

Escuela de párvulos el Aguilucho								
RECINTO	ARTEFACTO	CANTIDAD	TIEMPO DE USO [hr/dia]	DIAS POR SEMANA	SEMANAS AÑO	HORAS TOTAL AÑO	POTENCIA U. [W]	CONSUMO [kWh/año]
cocina	refrigerador	1	24,0	7	52	8736	70	611,52
comedor	dispensador agua	1	24,0	7	46	7728	75	579,60
comedor	refrigerador	1	24,0	7	52	8736	36	314,50
comedor	hervidor	1	0,5	5	46	115	2100	241,50
comedor	microondas	1	0,6	5	46	138	970	133,86
comedor	ventilador	1	4,0	5	16	320	45	14,40
comedor	horno electrico	1	0,1	5	46	11,5	400	4,60
comedor	radio	1	1,0	5	46	230	15	3,45
oficina directora	computador	1	9,0	5	46	2070	22	45,54
oficina directora	ventilador	1	9,0	5	16	720	45	32,40
oficina directora	impresora	1	0,5	1	46	23	150	3,45
oficina secretaria	estufa electrica	1	6,0	5	16	480	1200	576,00
oficina secretaria	computador	1	9,0	5	46	2070	22	45,54
oficina secretaria	ventilador	1	9,0	5	16	720	45	32,40
oficina secretaria	impresora	1	0,5	5	46	115	150	17,25
oficina secretaria	telefono	1	1,0	1	46	46	2	0,09
sala 1	ventilador	1	9,0	5	16	720	100	72,00
sala 1	radio	1	1,0	5	46	230	15	3,45
sala 2	ventilador	1	9,0	5	16	720	100	72,00
sala 2	radio	1	1,0	5	46	230	15	3,45
sala 3	ventilador	1	9,0	5	16	720	100	72,00
sala 3	radio	1	1,0	5	46	230	15	3,45
sala de estar	proyector	1	3,0	1	46	138	430	59,34
sala de estar	televisor	1	0,5	5	46	115	150	17,25
sala de estar	computador	1	3,0	1	46	138	22	3,04
sala de estar	dvd	1	0,5	5	46	115	13	1,50
sala reunión	tablero	2	24,0	7	52	17472	40	698,88
sala reunión	modem	2	24,0	7	52	17472	20	349,44
sala reunión	computador	1	4,0	5	46	920	22	20,24
sala reunión	telefono	1	0,2	1	46	9,2	2	0,02
total							6391	4032

Figura 3.40: Información y caracterización de artículos eléctricos del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

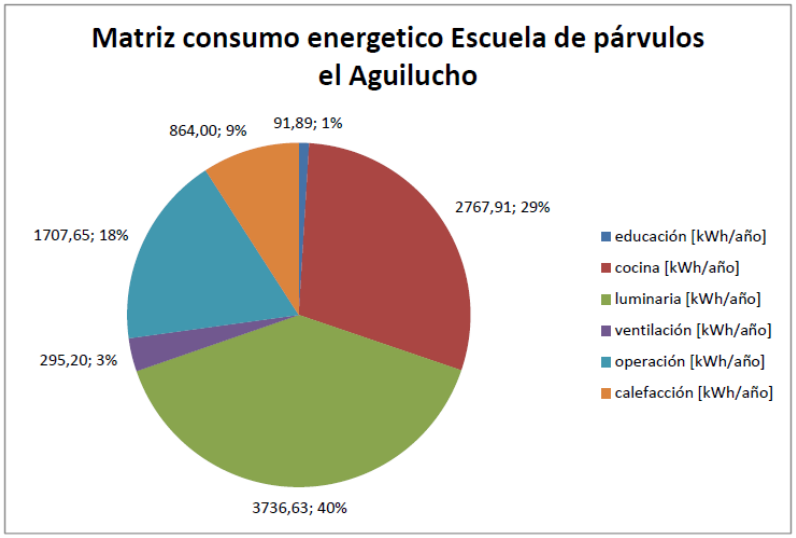

Figura 3.41: Matriz energética del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin								
RECINTO	ARTEFACTO	CANTIDAD	HORAS USO DIARIO	DIAS POR SEMANA	SEMANAS AÑO	HORAS TOTAL AÑO	POTENCIA U. [W]	CONSUMO [kWh/año]
baño personal 1	extractor	1	1,0	5	48	240	11,00	2,64
baño personal 2	extractor	1	1,0	5	48	240	11,00	2,64
cocina	refrigerador	1	24,0	7	48	8064	70,00	564,48
cocina	congelador	1	24,0	7	48	8064	60,00	483,84
cocina	radio	1	6,0	5	48	1440	15,00	21,60
cocina	telefono	1	0,3	1	48	14,4	2,00	0,03
cocina	citofono	1	0,2	1	48	9,6	2,00	0,02
comedor	refrigerador	1	24,0	7	52	8736	70,00	611,52
comedor	estufa electrica	1	3,0	5	20	300	1200,00	360,00
comedor	ventilador	1	4,0	5	12	240	45,00	10,80
comedor	televisor	1	0,2	5	40	40	150,00	6,00
oficina directora	estufa electrica	1	4,0	5	12	240	1200,00	288,00
oficina directora	sistema control	1	24,0	7	52	8736	30,00	262,08
oficina directora	ventilador	1	8,0	5	48	1920	45,00	86,40
oficina directora	notebook	1	8,0	5	48	1920	22,00	42,24
oficina directora	alarma	1	24,0	7	52	8736	1,35	11,79
oficina directora	telefono	1	0,5	5	48	120	2,00	0,24
oficina directora	citofono	1	0,2	1	48	9,6	2,00	0,02
oficina secretaria	computador	1	8,0	5	48	1920	105,00	201,60
oficina secretaria	impresora	1	1,0	5	48	240	150,00	36,00
oficina secretaria	alarma	1	24,0	7	52	8736	1,35	11,79
oficina secretaria	ventilador	1	4,0	5	12	240	45,00	10,80
oficina secretaria	citofono	1	0,2	1	48	9,6	2,00	0,02
oficina secretaria	telefono	1	0,2	1	40	8	2,00	0,02
pasillo	tablero	1	24,0	7	52	8736	40,00	349,44
sala bodega	hervidor	1	0,5	5	48	120	2100,00	252,00
sala bodega	microndas	1	1,0	5	48	240	970,00	232,80
sala bodega	horno elecrtico	1	0,5	1	48	24	400,00	9,60
sala medio mayor	tablero	1	24,0	7	48	8064	40,00	322,56
sala medio mayor	radio	1	6,0	5	40	1200	15,00	18,00
sala medio mayor	alarma	1	24,0	7	52	8736	1,35	11,79
sala medio mayor	televisor	1	0,2	5	40	40	150,00	6,00
sala medio mayor	telefono	1	0,2	1	48	9,6	2,00	0,02

Figura 3.42: Parte 1 información y caracterización de artículos eléctricos del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin								
RECINTO	ARTEFACTO	CANTIDAD	HORAS USO DIARIO	DIAS POR SEMANA	SEMANAS AÑO	HORAS TOTAL AÑO	POTENCIA U. [W]	CONSUMO [kWh/año]
sala medio menor	radio	1	6,0	5	40	1200	15,00	18,00
sala medio menor	alarma	1	24,0	7	52	8736	1,35	11,79
sala medio menor	ventilador	1	4,0	5	12	240	45,00	10,80
sala medio menor	televisor	1	1,0	1	48	48	150,00	7,20
sala medio menor	citofono	1	0,2	1	40	8	2,00	0,02
sala medio menor	telefono	1	0,2	1	40	8	2,00	0,02
sala pie	estufa electrica	1	5,0	5	20	500	1200,00	600,00
sala pie	computador	1	1,0	5	40	200	105,00	21,00
sala pie	notebook	1	4,0	5	40	800	22,00	17,60
sala pie	alarma	1	24,0	7	52	8736	1,35	11,79
sala pie	radio	1	0,5	5	40	100	15,00	1,50
sala pie	telefono	1	0,2	1	48	9,6	2,00	0,02
sala pie	citofono	1	0,2	1	40	8	2,00	0,02
sala profesores	televisor	1	1,5	5	48	360	150,00	54,00
sala profesores	notebook	4	2,0	5	48	1920	22,00	42,24
sala profesores	ventilador	1	2,0	5	48	480	45,00	21,60
sala profesores	alarma	1	24,0	7	52	8736	1,35	11,79
sala recurso	alarma	1	24,0	7	48	8064	1,35	10,89
sala recurso	data	1	0,2	1	48	9,6	430,00	4,13
sala transicion mayor	estufa electrica	1	5,0	5	20	500	1200,00	600,00
sala transicion mayor	televisor	1	1,5	5	48	360	150,00	54,00
sala transicion mayor	radio	1	6,0	5	48	1440	15,00	21,60
sala transicion mayor	dvd	1	1,5	5	48	360	13,00	4,68
sala transicion mayor	aroma terapia	1	1,0	5	48	240	1,00	0,24
sala transicion mayor	citofono	1	0,2	1	48	9,6	2,00	0,02
sala transicion mayor	telefono	1	0,2	1	48	9,6	2,00	0,02
sala transicion menor	estufa electrica	1	5,0	5	20	500	1200,00	600,00
sala transicion menor	ventilador mixto	1	4,0	5	24	480	100,00	48,00
sala transicion menor	televisor	1	1,0	5	48	240	150,00	36,00
sala transicion menor	radio	1	6,0	5	48	1440	15,00	21,60
sala transicion menor	termolaminador	1	0,4	5	48	96	90,00	8,64
sala transicion menor	dvd	1	1,5	5	48	360	13,00	4,68
sala transicion menor	aroma terapia	1	1,0	5	48	240	1,00	0,24
sala transicion menor	citofono	1	0,2	1	48	9,6	2,00	0,02
total							**12128**	**13,58**

Figura 3.43: Parte 2 información y caracterización de artículos eléctricos del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

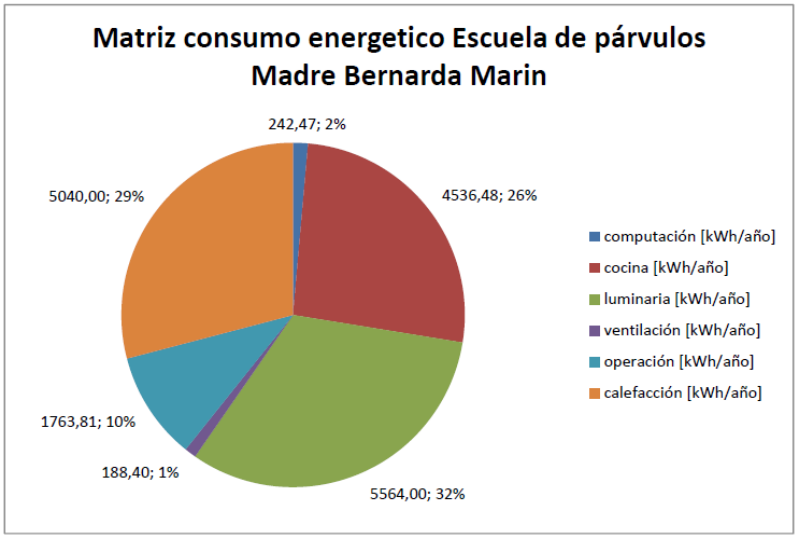

Figura 3.44: Matriz energética del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Con esta información es posible conocer y entender como se distribuye la energía eléctrica entre los distintos sistemas que se caracterizaron en ambos centros educacionales.

Ahora es el turno de conocer y entender los sistemas de energía térmica presentes en los establecimientos.

3.6. Conociendo los sistemas consumidores de energía térmica

En esta sección se busca identificar y cuantificar los sistemas de energía térmica que componen los centros educacionales.

3.6.1. Agua caliente sanitaria (ACS)

Esta agua corresponde a la que proviene de la red de abastecimiento local.

A continuación se presenta información acerca del consumo, producción y distribución del ACS para ambos establecimientos.

Escuela de párvulos el Aguilucho						
RECINTO	LAVAMANOS	DUCHAS	EQUIPOS DE COCINA	LAVAPLATOS	LAVANDERÍA	INTENSIDAD DE USO
baño sala 1	x					alta
sala 1						
sala de estar						
sala 2						
sala 3						
baño patio	x	x				alta
pasillo entrada						
oficina directora						
oficina secretaria						
baño personal	x					bajo
sala reunión						
comedor				x		bajo
cocina				x		alta
baño bodega	x					bajo
bodega						

Figura 3.45: Información acerca del uso del ACS del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
FORMA DE PRODUCCIÓN	UBICACIÓN	CANTIDAD	VOLUMEN (M^3)
calefón	patio	1	15

Figura 3.46: Información acerca de la producción de ACS del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
TIPO CAÑERÍAS	UBICACIÓN	LARGO (m^2)	AISLACIÓN
cobre	interiores	27	si

Figura 3.47: Información acerca de la distribución de ACS del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin						
RECINTO	LAVAMANOS	DUCHAS	EQUIPOS DE COCINA	LAVAPLATOS	LAVANDERÍA	INTENSIDAD DE USO
oficina directora						
sala porfesores						
oficina secretaria						
sala medio mayor						
patio						
sala medio menor						
comedor						
sala estar/ bodega						
cocina			x	x		alta
baño personal 1	x					bajo
baño personal 2	x					bajo
baño niños 1	x					alta
baño niños 2	x					alta
baño niños 3	x					alta
sala transicion mayor						
sala transicion menor						
pasillo						
sala pie						
sala recurso						

Figura 3.48: Información acerca del uso del ACS del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
FORMA DE PRODUCCIÓN	UBICACIÓN	CANTIDAD	VOLUMEN (M^3)
calefon	patio	1	15

Figura 3.49: Información acerca de la producción de ACS del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
TIPO CAÑERÍAS	UBICACIÓN	LARGO (m^2)	AISLACIÓN
cobre	interiores	34	si

Figura 3.50: Información acerca de la distribución de ACS del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Con esta información se logra entender de mejor manera como es la conducta de consumo de agua en los establecimientos educacionales.

3.6.2. Calefacción

A continuación se presenta información acerca del consumo y producción de energía térmica para ambos establecimientos.

Escuela de párvulos el Aguilucho						
RECINTO	CALEFACTORES ELÉCTRICOS	RADIADORES	ESTUFAS PORTATILES	ESTUFAS FIJAS	OTROS	HORAS DE USO (hr/año)
baño sala 1						
sala 1			x			585
sala de profesores						
sala 2			x			585
sala 3			x			585
baño patio						
pasillo entrada						
oficina directora						
oficina secretaria	x					585
baño personal						
sala reunión						
comedor						
cocina						
baño bodega						
bodega						

Figura 3.51: Información de los sistemas de calefacción del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
FORMA DE PRODUCCIÓN	UBICACIÓN	CANTIDAD	VOLUMEN (M^3)
calefón	patio	1	15

Figura 3.52: Información acerca de la producción de energía térmica del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin						
RECINTO	CALEFACTORES ELÉCTRICOS	RADIADORES	ESTUFAS PORTATILES	ESTUFAS FIJAS	OTROS	HORAS DE USO (hr/año)
oficina directora	x					16277
sala porfesores	x					19532
oficina secretaria	x					29298
sala medio mayor	x		x			26043
patio						
sala medio menor	x		x			26043
comedor			x			9766
sala estar/ bodega	x					6511
cocina						
baño personal 1						
baño personal 2						
baño niños 1						
baño niños 2						
baño niños 3						
sala transición mayor	x		x			26043
sala transición menor	x		x			26043
pasillo						
sala pie	x					8142
sala recurso	x					8142

Figura 3.53: Información de los sistemas de calefacción del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
FORMA DE PRODUCCIÓN	UBICACIÓN	CANTIDAD	VOLUMEN (M^3)
calefon	patio	1	15

Figura 3.54: Información acerca de la producción de energía térmica del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Con esta información se logra entender de mejor manera como se utiliza la energía térmica para la calefacción de los distintos recintos de los establecimientos educacionales.

3.7. Ficha resumen

A modo de organizar de mejor manera la información presentada a lo largo de este capitulo se presentan las siguientes tablas que resumen.

Resumen energetico Escuela de párvulos el Aguilucho	
Nombre	Escuela de párvulos el Aguilucho
Tipo de educación	Parvularia
Cantidad de alumnos	88
Periodo	Ocutbre 2017 a septiembre 2018
Superficie	312,46 m^2
Dirección	El Aguilucho 3515
Teléfonos	23203 6730
Contacto	Maria Ximena Peña Contreras
Correo electrónico	mpena@eparvuloselaguilucho.cl
Región	Región Metropolitana

Uso de energía		
TIPO DE ENERGÍA	CONSUMO DE ENERGÍA [MWh/año]	COSTO [Millones $/año]
electricidad	7,80	1,40
gas licuado	2,33	0,27

Índices de uso de energía	
kWh/alumno	115,1
KWh/m^2	25,0

SISTEMAS	ENERGÍA [MWh/año]	%
Iluminación	3797,38	48,5%
Educación	91,89	1,2%
Operación	1183,49	15,1%
Cocina	1885,58	24,1%
Ventilación	295,20	3,8%
Calefacción	576,00	7,4%

Uso del agua		
ITEM	AGUA [m^3/año]	COSTO [Millones $/año]
Operación y cocina	713,00	0,64

Índices uso del agua	
m^3/alumno	8,10
m^3/m^2	2,28

Figura 3.55: Ficha resumen del establecimiento educacional Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen energetico Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin	
Nombre	Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin
Tipo de educación	Parvularia
Cantidad de alumnos	126
Periodo	Ocutbre 2017 a septiembre 2018
Superficie	494,80 m^2
Dirección	Caupolicán 1161
Teléfonos	23203 6740
Contacto	Natali Andrea Leiva Cuello
Correo electrónico	nleiva@escuelasbernardamorin.cl
Región	Región Metropolitana

Tipo de energía		
TIPO DE ENERGÍA	CONSUMO DE ENERGÍA [MWh/año]	COSTO [Millones $/año]
electricidad	10,71	2,77
gas licuado	6,36	0,70

Índices de uso de energía	
kWh/alumno	135,5
KWh/m^2	21,65

SISTEMAS	ENERGÍA [MWh/año]	%
Iluminación	4608,40	41,6%
Educación	242,47	2,2%
Operación	1427,80	12,9%
Cocina	2154,24	19,5%
Ventilación	188,40	1,7%
Calefacción	2448,00	22,1%

Uso del agua		
ITEM	AGUA [m^3/año]	COSTO [Millones $/año]
Operación y cocina	2708,00	2,65

Índices uso del agua	
m^3/alumno	21,49
m^3/m^2	5,47

Figura 3.56: Ficha resumen del establecimiento educacional Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Con esto se da por finalizada la presentación de la información recopilada de los centros educacionales de la comuna de Providencia.

4 | Análisis y resultados

A lo largo de este capitulo se realizara un análisis de los datos presentados en el capitulo anterior con la intención de buscar mejoras y presentar propuestas que formen parte de un sistema de gestión energética que le permita a los establecimientos educacionales mejorar el uso de sus recursos energéticos impactando así la eficiencia energética de los centros.

Con esto se esperan mejoras económicas para los establecimientos, mejoras ambientales para la comunidad y mejoras para el proceso educativo de los estudiante de estos centros educacionales.

4.1. Documentos energéticos

Analizando la información acerca del consumo eléctrico y de agua, proporcionada por la municipalidad de Providencia, se puede concluir que es necesario desestimar el valor de esta para un uso de carácter mensual. Esta medida se basa en la inexistencia de valores de consumo eléctrico durante algunos meses para el periodo de análisis, entre agosto del año 2017 y septiembre del año 2018. La Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin y la Escuela de párvulos el Aguilucho presentan 4 y 1 lecturas sin consumo eléctrico respectivamente. Por lo que se va a considerar solamente su valor promedio a modo de referencia para un horizonte de 12 meses.

Entre las posibles causes se estiman mediciones desfasadas lo que causaría mediaciones con valores de consumo para más de un mes.

Debido a que las cuentas, tanto de agua como de electricidad, se encuentran agregadas junto con otros centros, se propone la alternativa de realizar un registro manual para ambos consumos de modo de poder llevar un control real acerca de la demanda. Si bien los registros de consumo de agua no presentan anomalías claras en sus mediciones, se sugiere de todos modos registrar su consumo de forma manual ya que el costo marginal de realizar el registro, dado que se efectuará para la electricidad, es bajo y es posible que al igual que para las mediciones eléctricas, estas vengan con información errónea.

Esta propuesta permitirá individualizar el consumo de cada centro educacional permitiendo a los controladores llevar un correcto control acerca del consumo de energía eléctrico y de agua. Lo que se espera traiga beneficios para estas escuelas y en consecuencia para los asistentes de estas.

Con el objetivo de mantener un control sobre las mediciones, se proponen los siguientes indicadores:

1. Consumo mensual de agua [metros cúbicos]
2. Consumo mensual electricidad [kWh]

4.2. Luminarias

En ambos establecimientos educacionales se realizo un catastro de los tipos de luminaria. Estos registros permiten tener un claro entendimiento sobre los artefactos que se utilizan para iluminar los distintos recintos de cada centro. El correcto entendimiento de los artefacto y su uso dan cuenta de oportunidades de mejora que eventualmente se traducirán en una reducción del consumo energético y por ende económico.

4.2.1. Escuela de párvulos el Aguilucho

Analizando las luminarias presentes en la Escuela de párvulos el Aguilucho, presentadas en la figura 3.34 es posible identificar que las luminarias del tipo A, B, D y F presentan una oportunidad de mejora debida a su alto consumo energético, explicado por su alta potencia eléctrica.

Las propuestas de mejora para estas luminarias se presentan en la siguiente tabla.

Escuela de párvulos el Aguilucho					
Propuesta de luminaria nueva					
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	NOMENCLATURA	COSTO	FUENTE
	2 tubos led de 18 W. Alternativa para luminaria tipo A y B	36 W	G	$2,990	www.easy.cl
	Reflector led para exterirores. Alternativa para luminaria tipo D	10 W	H	$6,990	www.sodimac.cl
	Lampara fluorescente circular. Alternativa para luminaria tipo F	22 W	I	$3,690	www.sodimac.cl

Figura 4.1: Luminarias propuestas para el establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con estas alternativas de luminarias, se procede a realizar los cálculos necesarios para dimensionar y cuantificar el impacto económico del cambio. Este calculo se baso en las horas de uso de las luminarias, de acuerdo a lo presentado en la figura 3.35, que muestra el comportamiento de uso de estas. De acuerdo con lo mencionado, se presentan a continuación 2 tablas resumen con la información pertinente al consumo energético de las luminarias actuales y del potencial consumo de las luminarias propuestas.

Escuela de párvulos el Aguilucho						
Luminarias seleccionadas						
RECINTO	TIPO LUMIARIA	CANTIDAD	POTENCIA LUMINARIA[W]	POTENCIA TOTAL [W]	USO [hr/año]	ENERGÍA ANUAL [kWh/año]
baño bodega	F	2	32	64	115	7.36
baño patio	B	2	80	160	1150	184.00
baño personal	B	1	80	80	184	14.72
baño sala 1	B	1	80	80	1080	86.40
bodega	B	1	80	80	46	3.68
cocina	B	2	80	160	1800	288.00
comedor	A	3	80	240	840	201.60
oficina directora	A	2	80	160	2070	331.20
oficina secretaria	A	1	80	80	2070	165.60
pasillo entrada	D	3	150	450	690	310.50
pasillo entrada	F	9	32	288	690	198.72
pasillo entrada	B	1	80	80	690	55.20
sala de estar	A	4	80	320	460	147.20
sala reunión	A	2	80	160	920	147.20
Total consumo						2141.38

Figura 4.2: Caracterización acerca del consumo de las luminarias actuales seleccionadas del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos el Aguilucho						
Luminarias propuestas						
RECINTO	TIPO LUMIARIA	CANTIDAD	POTENCIA LUMINARIA[W]	POTENCIA TOTAL [W]	USO [hr/año]	ENERGÍA ANUAL [kWh/año]
baño bodega	I	2	22	44	115	5.06
baño patio	G	2	36	72	1150	82.80
baño personal	G	1	36	36	184	6.62
baño sala 1	G	1	36	36	1080	38.88
bodega	G	1	36	36	46	1.66
cocina	G	2	36	72	1800	129.60
comedor	G	3	36	108	840	90.72
oficina directora	G	2	36	72	2070	149.04
oficina secretaria	G	1	36	36	2070	74.52
pasillo entrada	H	3	10	30	690	20.70
pasillo entrada	I	9	22	198	690	136.62
pasillo entrada	G	1	36	36	690	24.84
sala de estar	G	4	36	144	460	66.24
sala reunión	G	2	36	72	920	66.24
Total consumo						893.54

Figura 4.3: Caracterización de las luminarias propuestas para el establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Con la información presentada anteriormente se procede a elaborar una nueva tabla resumen que permitirá identificar los costos asociados al cambio de las luminarias actuales por las nuevas luminarias propuestas.

Escuela de párvulos el Aguilucho				
Resumen costos luminarias propuestas				
TIPO LUMIARIA	CANTIDAD	COSTO	COSTO TOTAL	INVERSIÓN TOTAL
G	20	$ 2,990	$ 59,800	$ 121,360
H	3	$ 6,990	$ 20,970	
I	11	$ 3,690	$ 40,590	

Figura 4.4: Costos de inversión para la adquisición de luminarias propuestas del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria a esta información, se utilizó el valor del sueldo mínimo correspondiente al 1 de marzo del año 2019, según la información obtenida de la página electrónica de la dirección del trabajo del gobierno de Chile. El sueldo mínimo es de $301.000 pesos chilenos por una jornada laboral de 180 horas mensuales, por lo que es posible valorizar un día de trabajo de 9 horas por un total de $15.050 pesos chilenos. Cabe mencionar que se consideró 2 días de trabajo para conceptos de mano de obra, correspondiente a la instalación de las luminarias propuestas.

Además, se consideró un costo de energía eléctrica de $123,78 pesos el kWh. Este valor se obtuvo de acuerdo con la información del documento *Tarifas de suministros para clientes regulados – septiembre 2019*, desde la página electrónica del distribuidor de energía Enel.

Con estos antecedentes presentados se procede al análisis económico para la propuesta de las nuevas luminarias correspondientes a la Escuela de párvulos el Aguilucho.

Analisis economico luminarias Escuela de párvulos el Aguilucho	
Consumo luminarias antiguas [kWh/año]	2141,4
Consumo luminarias nuevas [kWh/año]	893,5
Ahorro de energia [kWh/año]	1247,8
Ahorro costos asociados [$]	$ 154.463
Mano de obra [$]	$ 30.100
Costo luminarias [$]	$ 121.360
Inversión total [$]	$ 151.460

Figura 4.5: Detalle del análisis económico para la propuesta luminaria del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria se realizaron algunos supuestos para calcular el valor actual neto (VAN) del proyecto al igual que su tasa interna de retorno (TIR). Se consideró una tasa de descuento del 8 % según información recopilada por Gwinner en *Análisis técnico y económico de proyectos de eficiencia energética en Puerto Apache de la compañía minera Doña Ines de Collahuasi*.

De acuerdo con la información de los proveedores de luminarias led la vida útil de estos artefactos es a lo menos 30.000 horas de uso. Si consideramos un uso promedio de 950 horas al año, basado en la información de la figura 4.2, la vida útil de las nuevas luminarias será de 31 años. Se estimo además que el valor de los ahorros energéticos se ven afectados al fenómeno de la inflación considerando un incremento anual constante del 3,5 %.

De acuerdo con los resultados presentados en el análisis económico y lo mencionado anteriormente, el VAN y la TIR del proyecto es de $2.363.502 y 105,48 % respectivamente. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.1 del anexo.

Interpretando los resultados es posible concluir que desde una mirada económica la propuesta es viable ya que el VAN presenta un valor positivo y la TIR tiene un valor holgado. Cabe destacar que el retorno de la inversión se recuperaría al cabo de 0,98 años lo que significa que en menos de un año se recuperaría el monto inicial invertido.

De manera paralela se da paso al análisis equivalente para la Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.

4.2.2. Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin

Analizando las luminarias presentes en la Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin, presentadas en la figura **??** es posible identificar que las luminarias del tipo A, B y D presentan una oportunidad de mejora debida a su alto consumo energético, explicado por su alta potencia eléctrica.

Las propuestas de mejora para estas luminarias se presentan en la siguiente tabla.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin					
Propuesta de luminaria nueva					
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	NOMENCLATURA	COSTO	FUENTE
	2 tubos led de 18 W. Alternativa para luminaria tipo A y B	36 W	G	$2,990	www.easy.cl
	Reflector led para exterirores. Alternativa para luminaria tipo D	10 W	H	$6,990	www.sodimac.cl

Figura 4.6: Luminarias propuestas para el establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con estas alternativas de luminarias, se procede a realizar los cálculos necesarios para dimensionar y cuantificar el impacto económico del cambio. Este calculo se baso en las horas de uso de las luminarias, de acuerdo a lo presentado en la figura **??**, que muestra el comportamiento de uso de estas. De acuerdo con lo mencionado, se presentan a continuación 2 tablas resumen con la información pertinente al consumo energético de las luminarias actuales y del potencial consumo de las luminarias propuestas.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin						
Luminaria seleccionada						
RECINTO	TIPO LUMIARIA	CANTIDAD	POTENCIA LUMINARIA[W]	POTENCIA TOTAL [W]	USO [hr/año]	ENERGÍA ANUAL [kWh/año]
cocina	B	4	80	320	1590	508.80
comedor	A	2	80	160	330	52.80
pasillo	A	10	80	800	890	712.00
patio	D	4	150	600	920	552.00
sala estar/ bodega	B	2	80	160	460	73.60
sala medio mayor	A	10	80	800	810	648.00
sala medio menor	A	6	80	480	810	388.80
sala transición mayor	A	4	80	320	880	281.60
sala transición menor	A	6	80	480	890	427.20
Total consumo						3644.80

Figura 4.7: Caracterización acerca del consumo de las luminarias actuales seleccionadas del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin						
Luminaria propuesta						
RECINTO	TIPO LUMIARIA	CANTIDAD	POTENCIA LUMINARIA[W]	POTENCIA TOTAL [W]	USO [hr/año]	ENERGÍA ANUAL [kWh/año]
cocina	G	4	36	144	1590	228.96
comedor	G	2	36	72	330	23.76
pasillo	G	10	36	360	890	320.40
patio	H	4	10	40	920	36.80
sala estar/ bodega	G	2	36	72	460	33.12
sala medio mayor	G	10	36	360	810	291.60
sala medio menor	G	6	36	216	810	174.96
sala transición mayor	G	4	36	144	880	126.72
sala transición menor	G	6	36	216	890	192.24
Total consumo						1428.56

Figura 4.8: Caracterización de las luminarias propuestas para el establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Con la información presentada anteriormente se procede a elaborar una nueva tabla resumen que permitirá identificar los costos asociados al cambio de las luminarias actuales por las nuevas luminarias propuestas.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin				
Resumen costos luminarias propuestas				
TIPO LUMIARIA	CANTIDAD	COSTO	COSTO TOTAL	INVERSIÓN TOTAL
G	44	$ 2,990	$ 131,560	$ 159,520
H	4	$ 6,990	$ 27,960	

Figura 4.9: Costos de inversión para la adquisición de luminarias propuestas del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria a esta información, se utilizó el valor del sueldo mínimo correspondiente al 1 de marzo del año 2019, según la información obtenida de la página electrónica de la dirección del trabajo del gobierno de Chile. El sueldo mínimo es de $301.000 pesos chilenos por una jornada laboral de 180 horas mensuales, por lo que es posible valorizar un día de trabajo de 9 horas por un total de $15.050 pesos chilenos. Cabe mencionar que se consideró 2 días de trabajo para conceptos de mano de obra, correspondiente a la instalación de las luminarias propuestas.

Además, se consideró un costo de energía eléctrica de $123,78 pesos el kWh. Este valor se obtuvo de acuerdo con la información del documento *Tarifas de suministros para clientes regulados – septiembre 2019*, desde la página electrónica del distribuidor de energía Enel.

Con estos antecedentes presentados se procede al análisis económico para la propuesta de las nuevas luminarias correspondientes a la Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.

Analisis economico luminarias Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin	
Consumo luminarias antiguas [kWh/año]	3644,8
Consumo luminarias nuevas [kWh/año]	1428,6
Ahorro de energia [kWh/año]	2216,2
Ahorro costos asociados [$]	$ 274.335
Mano de obra [$]	$ 30.100
Costo luminarias [$]	$ 159.520
Inversión total [$]	$ 189.620

Figura 4.10: Detalle del análisis económico para la propuesta luminaria del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria se realizaron algunos supuestos para calcular el VAN del proyecto al igual que su TIR. Se consideraron los mismos supuestos utilizados para el centro anterior.

De acuerdo con la información de los proveedores de luminarias led la vida útil de estos artefactos es a lo menos 30.000 horas de uso. Si consideramos un uso promedio de 850 horas al año, basado en la información de la figura 4.7, la vida útil de las nuevas luminarias será de 35 años. Se estimo además que el valor de los ahorros energéticos se ven afectados al fenómeno de la inflación considerando un incremento anual constante del 3,5 %.

De acuerdo con los resultados presentados en el análisis económico y lo mencionado anteriormente, el VAN y la TIR del proyecto es de $4.532.198 y 148,17 % respectivamente. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.2 del anexo.

Interpretando los resultados es posible concluir que desde una mirada económica la propuesta es viable ya que el VAN presenta un valor positivo y la TIR tiene un valor holgado. Cabe destacar que el retorno de la inversión se recuperaría al cabo de 0,69 años lo que significa que en menos de un año se recuperaría el monto inicial invertido.

Con el objetivo de mantener los estándares consumo y confort energético, se propone que una vez al mes el encargado de controlar las medidas de eficiencia energética realice una inspección general para así dar cuenta de luminarias en mal estado que requieran su renovación. Esta medida estaría respaldada por el siguiente indicador:

1. Cantidad de luminarias en mal estado[unidades]

4.3. Infraestructura

En ambos establecimientos educacionales se evaluó el estado de la infraestructura de los distintos recintos. Esto permite tener un claro entendimiento sobre el estado de muros exteriores, puertas exteriores, ventanas exteriores y techumbre de los distintos recintos de cada centro. El correcto entendimiento del estado de la infraestructura de los recintos para cada centro educacional, permite identificar mejoras para así reducir el consumo energético y mantener los estándares energéticos necesario para una correcta labor educativa.

4.3.1. Escuela de párvulos el Aguilucho

Revisando la información correspondiente de la infraestructura de la Escuela de párvulos el Aguilucho, presente en las figuras 3.10, 3.12, 3.14 y 3.16; correspondiente a la caracterización de ventanas exteriores, puertas exteriores, muros exteriores y techumbre respectivamente. Analizando las tablas mencionadas, podemos identificar que las mayores oportunidades de mejora están en las ventanas exteriores. Esto debido

principalmente a la baja intervención que implica implementar la mejora. Esta mejora consiste en recubrir el marco de las ventanas exteriores con un material aislante, el cual con uno o dos días de trabajo podría ser implementado satisfactoriamente.

A continuación, se presenta una tabla resumen con la información necesaria para estimar la cantidad de material aislante que se debe adquirir para lograr implementar correctamente la mejora.

Escuela de párvulos el Aguilucho				
Aislamiento termico infraestructura				
Ventanas exteriores				
RECINTO	**SUPERFICIE (m^2)**	**LADO**	**PERIMETRO**	**MATERIAL**
baño sala 1	0,60	0,77	3,10	4,65
sala 1	4,54	2,13	8,52	12,78
baño patio	3,46	1,86	7,44	11,15
comedor	2,20	1,48	5,93	8,90

Figura 4.11: Detalle del calculo para el material aislante del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que, para el caso de las ventanas exteriores, se consideró que el material necesario era de 1,5 veces el perímetro de la ventana, asumiendo que esta era cuadrada.

La propuesta para aislar las ventanas de estos recintos se presenta en la siguiente tabla.

Escuela de párvulos el Aguilucho				
IMAGEN	**DESCRIPCIÓN**	**NOMENCLATURA**	**PRECIO**	**FUENTE**
	Aislante termico en forma de cinta adhesiva especial para puertas y ventanas	A	$3.390	www.easy.cl

Figura 4.12: Caracterización del material propuesto para el aislamiento térmico del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Con la información presentada en las tablas anteriores, se da paso a estimar los costos necesarios para implementar la aislación térmica requerida en los recintos pertinentes.

Escuela de párvulos el Aguilucho				
MATERIAL	**TOTAL MATERIAL**	**UNIDAD**	**COSTO**	**COSTO TOTAL MATERIAL**
burlete	37.48	metros	$ 3,990	$ 74,772
mano de obra	1	dias	$ 15,050	$ 15,050
Total				$ 89,822

Figura 4.13: Detalle de los costos necesarios para la implementación del material aislante del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que el rollo de burlete de 100 cm es utilizado para aislar 200 cm de perímetro para ventanas debido al ancho de este.

Una vez estimados los costos para el aislamiento térmico, se da paso a estimar el ahorro energético que tendrá esta propuesta. La siguiente tabla muestra los costos de calefacción para los recintos aludidos

anteriormente. Cabe destacar que el ahorro energético se estimó en base a una reducción del 25 % de la energía requerida según lo informa la misma página electrónica de los proveedores del material.

Escuela de párvulos el Aguilucho						
RECINTO	TIPO CALEFACCION	CONSUMO ANUAL	UNIDADES	COSTO	UNIDADES	COSTO TOTAL
sala 1	termica	585	horas	222	$/horas	$ 129.870
total						$ 129.870
total ahorro anual						$ 32.468

Figura 4.14: Detalle del calculo para el ahorro energético proveniente de la aislación térmica del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que el costo de la hora de energía térmica se calculó mediante el cociente de las horas totales anuales de energía térmica y el costo anual de cilindros de gas licuado utilizados. La estimación del costo asociado a la mano de obra y el costo de la energía eléctrica se determinó de la misma forma que para la instalación de luminarias.

De manera complementaria se realizaron algunos supuestos para calcular el VAN del proyecto al igual que su TIR. Se consideraron los mismos supuesto utilizados para la propuesta de luminarias. De acuerdo con la información del proveedor la vida útil del rollo de burlete de 100 cm es de 2 años.

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior 4.14 y lo mencionado anteriormente, el VAN y la TIR del proyecto es de -$30.949 y -18,15 % respectivamente. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.3 del anexo.

Interpretando los resultados es posible concluir que desde una mirada económica la propuesta no es viable ya que el VAN presenta un valor negativo.

De manera paralela se da paso al análisis equivalente para la Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.

4.3.2. Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin

Revisando la información correspondiente de la infraestructura de la Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin, presente en las figuras 3.11, 3.13, 3.15 y 3.17; correspondiente a la caracterización de ventanas exteriores, puertas exteriores, muros exteriores y techumbre respectivamente. Analizando las tablas mencionadas, podemos identificar que las mayores oportunidades de mejora están en las ventanas exteriores y las puertas exteriores. Esto debido principalmente a la baja intervención que implica implementar la mejora. Esta mejora consiste en recubrir el marco de las ventanas exteriores y puertas exteriores con un material aislante, el cual con uno o dos días de trabajo podría ser implementado satisfactoriamente.

A continuación, se presenta una tabla resumen con la información necesaria para estimar la cantidad de material aislante que se debe adquirir para lograr implementar correctamente la mejora.

Escuela de parvulos Madre Bernarda Morin				
Aislamiento termico infraestructura				
Puertas exteriores				
RECINTO	**SUPERFICIE (m^2)**	**ANCHO**	**ALTO**	**MATERIAL**
sala medio mayor	1.98	0.95	2.08	5.12
sala medio menor	1.98	0.95	2.08	5.12
comedor	1.98	0.95	2.08	5.12
sala pie	1.98	0.95	2.08	5.12
sala recurso	1.98	0.95	2.08	5.12
Ventanas exteriores				
RECINTO	**SUPERFICIE (m^2)**	**LADO**	**PERIMETRO**	**MATERIAL**
baño niños 3	2.15	1.47	5.87	8.80
comedor	2.70	1.64	6.57	9.86

Figura 4.15: Detalle del calculo para el material aislante del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que para calcular el material necesario para recubrir las puertas exteriores se utilizó el ancho de la puerta y 2 veces el alto. Para el caso de las ventanas exteriores, se consideró que el material necesario era de 1,5 veces el perímetro de la ventana, asumiendo que esta era cuadrada.

La propuesta para aislar las puertas y/o ventanas de estos recintos se presentan en la siguiente tabla.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin				
IMAGEN	**DESCRIPCIÓN**	**NOMENCLATURA**	**PRECIO**	**FUENTE**
	Aislante termico en forma de cinta adhesiva especial para puertas y ventanas	A	$3,390	www.easy.cl
	Doble aislante para puertas. Aisla de las corrientes de frio, del calor y del polvo	B	$6,690	www.easy.cl

Figura 4.16: Caracterización del material propuesto para el aislamiento térmico del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Con la información presentada en las tablas anteriores, se da paso a estimar los costos necesarios para implementar la aislación térmica requerida en los recintos pertinentes.

Escuela de parvulos Madre Bernarda Morin				
MATERIAL	**TOTAL MATERIAL**	**UNIDAD**	**COSTO**	**COSTO TOTAL MATERIAL**
burlete	44.25	metros	$ 3,990	$ 88,280
rollo aislante	5	unidades	$ 6,690	$ 33,450
mano de obra	1	dias	$ 15,050	$ 15,050
Total				$ 136,780

Figura 4.17: Detalle de los costos necesarios para la implementación del material aislante del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que el rollo de burlete de 100 cm es utilizado para aislar 200 cm de perímetro para ventanas y puertas debido al ancho de este.

Una vez estimados los costos para el aislamiento térmico, se da paso a estimar el ahorro energético que tendrá esta propuesta. La siguiente tabla muestra los costos de calefacción para los recintos aludidos anteriormente. Cabe destacar que el ahorro energético se estimó en base a una reducción del 25 % de la energía requerida según lo informa la misma página electrónica de los proveedores del material.

Escuela de parvulos Madre Bernarda Morin						
RECINTO	TIPO CALEFACCION	CONSUMO ANUAL	UNIDADES	COSTO	UNIDADES	COSTO TOTAL
sala medio mayor	termica	520	horas	250,00	$/horas	$ 130.000
sala medio menor	termica	650	horas	250,00	$/horas	$ 162.500
comedor	electrica	360	kWh	123,78	$/kWh	$ 44.562
comedor	termica	130	horas	250,00	$/horas	$ 32.500
sala pie	electrica	600	kWh	123,78	$/kWh	$ 74.270
sala recurso	termica	195	horas	250,00	$/horas	$ 48.750
total						$ 492.583
total ahorro anual						$ 123.146

Figura 4.18: Detalle del calculo para el ahorro energético proveniente de la aislación térmica del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que el costo de la hora de energía térmica se calculó mediante el cociente de las horas totales anuales de energía térmica y el costo anual de cilindros de gas licuado utilizados. La estimación del costo asociado a la mano de obra y el costo de la energía eléctrica se determinó de la misma forma que para la instalación de luminarias.

De manera complementaria se realizaron algunos supuestos para calcular el VAN del proyecto al igual que su TIR. Se consideraron los mismos supuesto utilizados para la propuesta de luminarias. De acuerdo con la información del proveedor la vida útil del rollo de burlete de 100 cm es de 2 años y la vida útil para el aislante de puertas es de 6 años.

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla anterior 4.18 y lo mencionado anteriormente, el VAN y la TIR del proyecto es de $324.398 y 66,57 % respectivamente. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.4 del anexo.

Interpretando los resultados es posible concluir que desde una mirada económica la propuesta es viable ya que el VAN presenta un valor positivo y la TIR tiene un valor holgado. Cabe destacar que el retorno de la inversión se recuperaría al cabo de 1,11 años lo que significa que al cabo de 13 meses se recuperaría el monto inicial invertido.

Con el objetivo de mantener los estándares energéticos, se propone que una vez al mes el encargado de controlar las medidas de eficiencia energética realice una inspección general para así dar cuenta de los aislantes en mal estado que requieran una renovación y/o mantención. Esta medida estaría respaldada por el siguiente indicador:

1. Cantidad de aislantes térmicos en mal estado[unidades]

4.4. Equipo tecnológico

Los sistemas de calefacción y de enfriamiento son fundamentales para proporcionar el confort energético necesario que los estudiantes de los establecimientos educacionales necesitan para desempeñar de manera correcta su proceso de aprendizaje.

Por lo que se evaluara la opción de incorporar algún equipo tecnológico que permita mejorar los sistemas.

4.4.1. Escuela de párvulos el Aguilucho

La evaluación de implementar una alternativa tecnológica para los distintos recintos del establecimiento se hará según el uso de calefacción y ventilación. De acuerdo con la información acerca de los sistemas de calefacción de la figura 3.51, es posible identificar que los recintos, sala 1, sala 2 y sala 3 presentan una oportunidad de mejora debido al uso de estufas portátiles.

En la siguiente tabla se presenta la información necesaria para el análisis de su uso con respecto a la calefacción y enfriamiento.

Escuela de párvulos el Aguilucho		
RECINTO	HORAS CALEFACCIÓN	HORAS ENFRIAMIENTO
sala 1	585	720
sala 2	585	720
sala 3	585	720

Figura 4.19: Detalle sobre el uso del sistema de calefacción y ventilación del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Complementando la información de la tabla anterior con el costo de la energía eléctrica y el costo de la energía térmica, presentadas anteriormente, podemos estimar que el costo de calefacción al año para cada recinto, bajo el sistema de calefacción actual, es de $129.870 pesos, mientras que el costo de enfriamiento es de $8.912 (considerando la potencia del ventilador que se utiliza en los recintos).

De acuerdo con esta información, se identifica una oportunidad de mejora para el sistema de calefacción. Si consideramos que el sistema de calefacción es una estufa a gas para una sala de clases con estudiantes de párvulos, es pertinente considerar la alternativa de una estufa eléctrica que mejore las condiciones de seguridad y además sea un ahorro económico a futuro.

Escuela de párvulos el Aguilucho				
Propuesta sistema calefacción				
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	COSTO	FUENTE
	Radiador electrico calefactor	750 W	$128,690	www.falabella.cl

Figura 4.20: Propuesta de sistema de calefacción para el establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con esta alternativa, se estima que el gasto en calefacción potencial es de $54.310 pesos por sala al año. Este valor se estimo considerando la potencia del calefactor y las horas de uso anual para cada recinto. Contrastando este valor con el costo de calefacción por medio del sistema actual, se percibe un ahorro de $75.560 por sala al año, lo que significa un ahorro total de $226.680 al año.

De manera complementaria se realizaron algunos supuestos para calcular VAN del proyecto al igual que su TIR. Se consideraron los mismos supuesto utilizados para la propuesta de luminarias. De acuerdo con la información del proveedor la vida útil del calefactor eléctrico es de 13 años.

De acuerdo con los resultados estimados antes y lo mencionado anteriormente, el VAN y la TIR del proyecto es de $1.754.741 y 62,04 % respectivamente. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.5 del anexo.

Interpretando los resultados es posible concluir que desde una mirada económica la propuesta es viable ya que el VAN presenta un valor positivo y la TIR tiene un valor holgado.

De manera paralela se da paso al análisis equivalente para la Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.

4.4.2. Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin

La evaluación de implementar una alternativa tecnológica para los distintos recintos del establecimiento se hará según el uso de calefacción y ventilación. De acuerdo con la información acerca de los sistemas de calefacción de la figura 3.53, es posible identificar que los recintos, sala medio mayor, sala medio menor, sala transición mayor y sala transición menor presentan una oportunidad de mejora debido al uso de estufas portátiles.

En la siguiente tabla se presenta la información necesaria para el análisis de su uso con respecto a la calefacción y enfriamiento.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin		
RECINTO	HORAS CALEFACCIÓN	HORAS ENFRIAMIENTO
sala medio mayor	520	240
sala medio menor	520	240
sala transición mayor	520	240
sala transición menor	520	240

Figura 4.21: Detalle sobre el uso del sistema de calefacción y ventilación del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Complementando la información de la tabla anterior con el costo de la energía eléctrica y el costo de la energía térmica, presentadas anteriormente, podemos estimar que el costo de calefacción al año para cada recinto, bajo el sistema de calefacción actual, es de $115.440 pesos, mientras que el costo de enfriamiento es de $1.337 (considerando la potencia del ventilador que se utiliza en los recintos).

De acuerdo con esta información, se identifica una oportunidad de mejora para el sistema de calefacción. Si consideramos que el sistema de calefacción es una estufa a gas para una sala de clases con estudiantes de párvulos, es pertinente considerar la alternativa de una estufa eléctrica que mejore las condiciones de seguridad y además sea un ahorro económico a futuro.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin				
Propuesta sistema calefacción				
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	COSTO	FUENTE
	Radiador electrico calefactor	750 W	$128,690	www.falabella.cl

Figura 4.22: Propuesta de sistema de calefacción para el establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con esta alternativa, se estima que el gasto en calefacción potencial es de $48.276 pesos por sala al año. Contrastando este valor con el costo de calefacción por medio del sistema actual, se percibe un ahorro de $67.164 por sala al año, lo que significa un ahorro total de $268.656 al año.

De manera complementaria se realizaron algunos supuestos para calcular el VAN del proyecto, al igual que su TIR. Se consideraron los mismos supuesto utilizados para la propuesta de luminarias. De acuerdo con la información del proveedor la vida útil del calefactor eléctrico es de 13 años.

De acuerdo con los resultados estimados antes y lo mencionado anteriormente, el VAN y la TIR del proyecto es de $2.022.177 y 55,43 % respectivamente.

Interpretando los resultados es posible concluir que desde una mirada económica la propuesta es viable ya que el VAN presenta un valor positivo y la TIR tiene un valor holgado. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.6 del anexo.

Con el objetivo de mantener los estándares consumo y confort energético, se propone que una vez al mes el encargado de controlar las medidas de eficiencia energética realice una inspección general para así dar cuenta del estado en que ese encuentre el calefactor eléctrico.

Con el objetivo de mantener los estándares energéticos, se propone que una vez al mes el encargado de controlar las medidas de eficiencia energética realice una inspección general para así dar cuenta del estado de los calefactores eléctricos que requieran una renovación y/o mantención. Esta medida estaría respaldada por el siguiente indicador:

1. Cantidad de calefactores eléctricos en mal estado[unidades]

4.5. Agua caliente sanitaria

Ambos centros educacionales se abastecen de agua caliente sanitaria por medio de la calefacción del agua proveniente de la red local. Esta propuesta consiste en cambiar el sistema de calefacción abastecido de gas licuado por un sistema solar térmico.

Para dar comienzo a la propuesta es necesario estimar la cantidad total de agua anual que es calentada por el sistema de calefacción actual. A modo de ejercicio se considerara un 10 % del total anual para ambos centros.

Para calcular la factibilidad de la propuesta se utilizara la pagina electrónica del Ministerio de energía, la cual cuenta con una plataforma digital que permite estimar los ahorros energéticos y monetarios de un sistema solar térmico.

4.5.1. Escuela de párvulos el Aguilucho

Analizando la información correspondiente a los registros de consumo de agua, los cuales fueron presentados en la tabla 3.26, es posible identificar que el consumo promedio anual del horizonte a analizar es de 713 metros cúbicos. Utilizando el supuesto anterior, se estima que el consumo de agua caliente sanitaria es de 71,3 metros cúbicos, lo que corresponde a un total de 71.300 litros de consumo al año.

Para estimar los ahorros provenientes de un sistema solar térmico, se utilizaron las características técnicas del siguiente equipo.

Escuela de párvulos el Aguilucho					
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	SUPERFICIE	COSTO	FUENTE
	Sistema solar termico ATM 250 Lt 35 tubos	25 Lt	2,47 m^2	$369.990	www.opitra.cl

Figura 4.23: Propuesta de sistema térmico solar para el establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados estimados por la plataforma digital de la pagina electrónica del Ministerio de energía basados en las especificaciones técnicas mencionadas anteriormente se muestran en el siguiente gráfico.

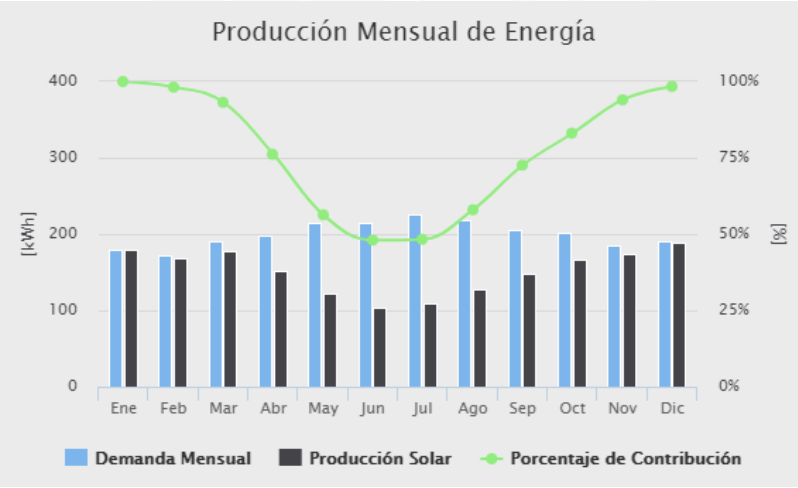

Figura 4.24: Producción mensual de energía proveniente del sistema solar térmico solar para el establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Ministerio de energía.

Según los resultados presentados, la producción de energía es de 1.816,7 kWh anual, lo que equivale a un aporte promedio del 75,7 %, que se traduce en ahorros anuales por $196.586 pesos.

Para estimar el costo de instalación se utilizo como referencia la información de la pagina electrónica *https://www.habitissimo.cl/presupuesto/termopanel-solar*, la cual indica que el valor medio de instalación para termopaneles es de $723.300 pesos.

Para evaluar la factibilidad de esta propuesta, se calculara el VAN y la TIR. Para este calculo se consideraran los supuestos utilizados anteriormente. Ademas se considero una vida útil de 20 años para el calentado solar.

Considerando los costos de instalación y de adquisición del sistema solar térmico, ademas de los ahorros percibidos mencionados anteriormente, se obtuvo un VAN de $1.410.317 pesos y una TIR de 20,64 %. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.7 del anexo.

Desde un punto de vista económico la propuesta es conveniente debido al valor resultante del VAN.

De manera paralela se da paso al análisis equivalente para la Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.

4.5.2. Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin

Analizando la información correspondiente a los registros de consumo de agua, los cuales fueron presentados en la tabla 3.28, es posible identificar que el consumo promedio anual del horizonte a analizar es de 2708 metros cúbicos. Utilizando el supuesto anterior, se estima que el consumo de agua caliente sanitaria es de 270,8 metros cúbicos, lo que corresponde a un total de 270.800 litros de consumo al año.

Para estimar los ahorros provenientes de un sistema solar térmico, se utilizaron las características técnicas del siguiente equipo.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin					
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	SUPERFICIE	COSTO	FUENTE
	Sistema solar termico ATM 250 Lt 35 tubos	25 Lt	2,47 m^2	$369.990	www.opitra.cl

Figura 4.25: Propuesta de sistema térmico solar para el establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados estimados por la plataforma digital de la pagina electrónica del Ministerio de energía basados en las especificaciones técnicas mencionadas para 3 sistemas térmicos solares descritos anteriormente, se muestran en el siguiente gráfico.

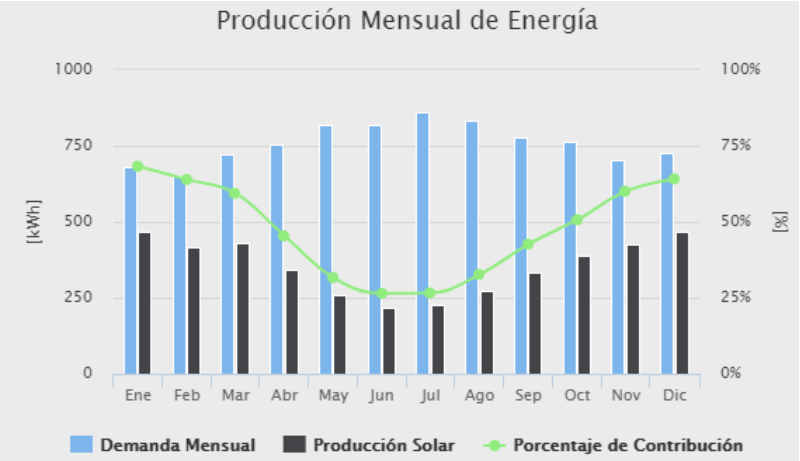

Figura 4.26: Producción mensual de energía proveniente del sistema solar térmico solar para el establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Ministerio de energía.

Según los resultados presentados, la producción de energía es de 5.707,6 kWh anual, lo que equivale a un aporte promedio del 62.6 %, que se traduce en ahorros anuales por $617.624 pesos.

Para estimar el costo de instalación se utilizo como referencia la información de la pagina electrónica *https://www.habitissimo.cl/presupuesto/termopanel-solar*, la cual indica que el valor medio de instalación para termopaneles es de $723.300 pesos.

Para evaluar la factibilidad de esta propuesta, se calculara el VAN y la TIR. Para este calculo se consideraran los supuestos utilizados anteriormente. Ademas se considero una vida útil de 20 años para el calentado solar.

Considerando los costos de instalación y de adquisición del sistema solar térmico, ademas de los ahorros percibidos mencionados anteriormente, se obtuvo un VAN de $3.788.073 pesos y una TIR de 20,64 %. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.8 del anexo.

Desde un punto de vista económico la propuesta es conveniente debido al valor resultante del VAN.

4.6. Paneles fotovoltaicos

En esta sección se analizara la alternativa de instalar paneles fotovoltaicos que abastezcan a los centros de energía eléctrica proveniente del sol.

Para calcular la factibilidad de la propuesta se utilizara la pagina electrónica del Ministerio de energía, la cual cuenta con una plataforma digital que permite estimar los ahorros energéticos y monetarios de un sistema de paneles fotovoltaicos.

4.6.1. Escuela de párvulos el Aguilucho

Analizando la información sobre la potencia instalada del centro, los valores totales de la potencia de los artefactos eléctricos que aparecen en la figura 3.40 y la potencia de las luminarias, mostrada en la figura 3.35, la potencia total instalada es de 10.433 watts.

Para estimar los ahorros correspondientes a la instalación del sistema fotovoltaico, se utilizara una potencia de 5,2 kW, correspondiente a la mitad de la potencia total instala del centro. Esto debido a que de lo contrario se estaría entregando mas energía de la que se necesita, incurriendo en una perdida de eficiencia.

A continuación se presenta el gráfico obtenido por medio de la plataforma digital del Ministerio de energía.

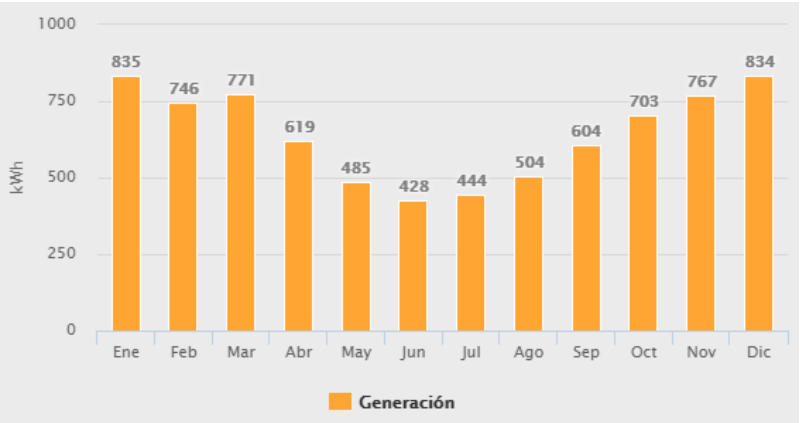

Figura 4.27: Generación de energía eléctrica mensual promedio proveniente del sistema fotovoltaico para el establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Ministerio de energía.

De manera complementaria, el aporte energético anual es de 7.740 kWh. Si relacionamos el aporte energético con el precio de la energía eléctrica, utilizado para la propuesta de luminarias, se obtiene un ahorro anual de $958.057 pesos.

A continuación se presenta un gráfico que muestra la relación entre el precio neto de 1 kW de un panel fotovoltaico y la cantidad de kW instalados.

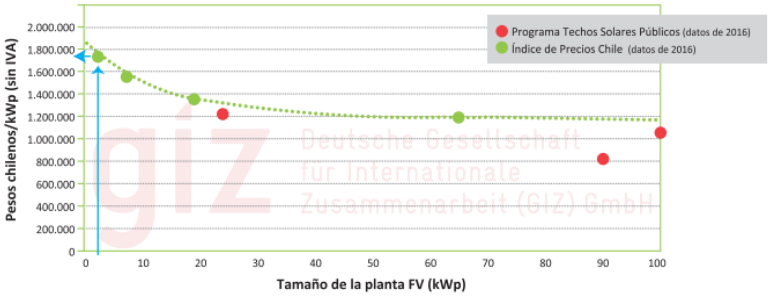

Figura 4.28: Precio neto de 1 kWp instalado por tamaño de planta fotovoltaica.
Fuente: Ministerio de energía.

Según la información presentada anteriormente y el tamaño de la planta propuesta, el costo aproximado de instalación para la planta fotovoltaica de 5,2 kW es de $8.840.000.

De acuerdo a la información presentada, se procede a calcular el VAN y la TIR de la propuesta. Para esto se consideraron los mismos supuesto utilizados anteriormente para el calculo de estos indicadores. Cabe mencionar que la vida util de estos sistemas es de 20 años.

Considerando los costos totales del sistema fotovoltaico, ademas de los ahorros percibidos mencionados anteriormente, se obtuvo un VAN de $3.361.268 pesos y una TIR de 12,17 %. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.9 del anexo.

De acuerdo con estos valores, es posible concluir que desde una mirada económica esta propuesta es factible debido al valor positivo del VAN y la TIR.

De manera paralela se da paso al análisis equivalente para la Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.

4.6.2. Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin

Analizando la información sobre la potencia instalada del centro, los valores totales de la potencia de los artefactos eléctricos que aparecen en la figura 3.42, 3.43 y la potencia de las luminarias, mostrada en la figura 3.38, la potencia total instalada es de 18.008 watts.

Para estimar los ahorros correspondientes a la instalación del sistema fotovoltaico, se utilizara una potencia de 7 kW. Esto debido a que de lo contrario se estaría entregando mas energía de la que necesaria, incurriendo en una perdida de eficiencia.

A continuación se presenta el gráfico obtenido por medio de la plataforma digital del Ministerio de energía.

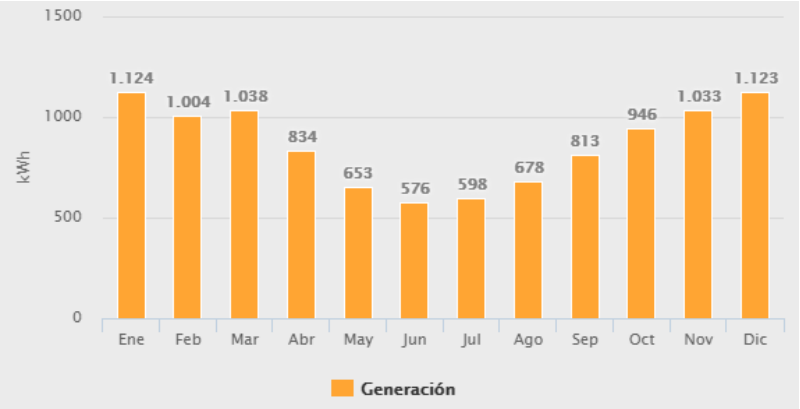

Figura 4.29: Generación de energía eléctrica mensual promedio proveniente del sistema fotovoltaico para el establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Ministerio de energía.

De manera complementaria, el aporte energético anual es de 10.419 kWh. Si relacionamos el aporte energético con el precio de la energía eléctrica, utilizado para la propuesta de luminarias, se obtiene un ahorro anual de $1.289.663 pesos.

A continuación se presenta un gráfico que muestra la relación entre el precio neto de 1 kW de un panel fotovoltaico y la cantidad de kW instalados.

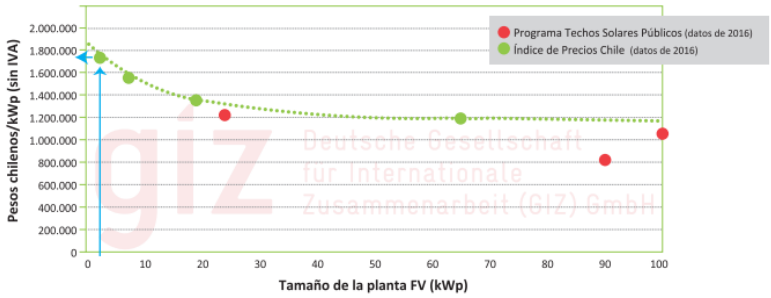

Figura 4.30: Precio neto de 1 kWp instalado por tamaño de planta fotovoltaica.
Fuente: Ministerio de energía.

Según la información presentada anteriormente y el tamaño de la planta propuesta, el costo aproximado de instalación para la planta fotovoltaica de 7 kW es de $11.200.000.

De acuerdo a la información presentada, se procede a calcular el VAN y la TIR de la propuesta. Para esto se consideraron los mismos supuesto utilizados anteriormente para el calculo de estos indicadores. Cabe mencionar que la vida util de estos sistemas es de 20 años.

Considerando los costos totales del sistema fotovoltaico, ademas de los ahorros percibidos mencionados anteriormente, se obtuvo un VAN de $5.224.313 pesos y una TIR de 13,04 %. Los cálculos correspondientes para obtener el valor del VAN y la TIR se encuentran disponibles en la figura 5.10 del anexo.

De acuerdo con estos valores, es posible concluir que desde una mirada económica esta propuesta es factible debido al valor positivo del VAN y la TIR.

4.7. Política energética

Con la intención de mejorar el uso de los recursos energéticos para los centros educacionales se propone la iniciativa de generar una política energética que guíe la conducta acerca de como manejar los recursos y buscar así, la eficiencia energética.

Dicho esto, se presenta la siguiente propuesta de política energética para los centros.

1. Fomentar la eficiencia en el uso de los recursos energéticos en sus instalaciones y actividades durante todo el ciclo de vida.
2. Promover la búsqueda y adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes.
3. Cumplir con la legislación vigente y con los compromisos adquiridos voluntariamente relacionados con el uso y consumo eficiente de la energía.
4. Establecer metas y objetivos en materia de eficiencia energética que propendan a la mejora continua en el desempeño energético y la implementación de mejores prácticas energéticas.
5. Establecer y mantener un Sistema de Gestión y Control de Energía que permita evaluar y hacer seguimiento al cumplimiento de las metas y objetivos propuestos, bajo un marco de mejoramiento continuo.
6. Asegurar la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para alcanzar las metas propuestas en materia de gestión de la energía.

Esta política energética busca alcanzar el máximo rendimiento posible en términos del uso de recursos energético para la Escuela de párvulos el Aguilucho y la Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.

4.8. Financiamiento

Un eventual conflicto para llevar a cabo estas mejoras, son los recursos necesarios para implementarlas. Por lo que se propone la alternativa de financiamiento basada en el modelo ESCO.

Una empresa tipo ESCO es quien asume los riesgos financieros de las medidas de mejora para la eficiencia energética, permitiendo así a las organizaciones llevar a cabo los proyectos de mejora energética. Luego, dicha empres recibe los montos percibidos por los ahorros energéticos hasta que logra recuperar su inversión.

Esta es una iniciativa impulsada por el Ministerio de energía del Gobierno de Chile, por lo que entrega cierto grado de confiabilidad y seguridad.

5 | Conclusiones y recomendaciones finales

En este capitulo se presentaran las conclusiones y recomendaciones finales generadas a lo largo de la investigación.

Una de las mayores complicaciones, debido a lo tedioso del proceso, fue la recopilación de información correspondientemente a los valores de consumo energético de los establecimientos educacionales. Específicamente los valores de la energía eléctrica y consumo de agua sanitaria. Esto se produjo debido a la organización interna que posee la Municipalidad de Providencia para pagar dichas cuentas ya que estas se encontraban agregadas junto con la de otros centros, dificultando así la obtención de dicha información, ademas de no poder acceder al detalle de esta. Sin embargo como se menciono en el capitulo de Análisis y resultados, basta con que una persona se encargue de registrar las mediciones internas para mejorar el proceso y el entendimiento del funcionamiento del centro.

Otra dificultad al momento de perseguir los registros energéticos es la indiferencia de los administradores de los centros. Estos no tenían un control ni un seguimiento de los valores de las cuentas energéticas de sus centros. Se estima que este fenómeno es producto de que la corporación de desarrollo social de Providencia es quien financia estos gastos y no los fiscaliza. Debido a esto los administradores no poseen incentivo alguno a hacer mas eficientes con el uso de los recursos económicos. Cayendo en descuidos tales como alumbrado encendido permanentemente, luminaria obsoleta y artefactos eléctrico de alto consumo.

Bajo el mismo principio presentado en el párrafo anterior, donde los administradores no tienen incentivos reales para preocuparse de la mejora en la gestión de recursos energético, es que nace la recomendación de un equipo o persona se encare de ir renovando los distintos artefactos electrónicos y luminaria de los diversos establecimientos, ya sean educacionales, de salud o deportivos que posee la municipalidad de Providencia.

Es importante entender el problema de la gestión energética para establecimientos educacionales no solo como una preocupación económica, sino como una problemática sistemática que impacta de manera transversal a las distintas aristas que componen a un establecimiento educacional que trabaja con personas y particularmente niños que son altamente perturbados por cambios en las condiciones térmicas y ambientales. Los distintos actores mencionados se encuentran bajo un proceso de aprendizaje, el cual es sensible frente cambios que alteren el confort energético. Es por esto que es relevante considerar las diversas implicancias que podrían resultar para el desarrollo del establecimiento, producto de una mala gestión energética.

Estas conclusiones y recomendaciones fueron realizadas con la intención de impactar pasivamente el desempeño, tanto económico, social y ambiental de los distintos centros educacionales de Providencia. De igual manera estas conclusiones y recomendaciones pueden ser extrapoladas a otras comunas e incluso otros tipos de centros ya que son las personas quienes sufren mas ante los cambios en las condiciones climáticas y energéticas. Entendiendo que las personas son el elemento fundamental que toda organización debería cuidar y estimular, la preocupación por los estándares energéticos se vuelve cada vez mas relevante.

Referencias

Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (2012). *Guía de eficiencia energética para Establecimiento Educacionales*. Santiago, Chile.

Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (2014).*Guía autodiagnóstico eficiencia energética para establecimientos educacionales.*. Santiago, Chile.

Agencia de Sostenibilidad Energética. *Programa educativo integral en eficiencia energética*. Recuperado de: *https : //www.acee.cl/programa − educativo − integral − en − eficiencia − energetica/*

Angulo, M. Blanco, H. Borregaard, N. Castillo, R. Cortés, C. Finat, C... y Seebach, C.(2018). *Futuro de la energía en Chile factores de cambio y tendencias*. Santiago, Chile.

BP. (2018). *BP Energy Outlook*. Recuperado de: *https : //www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy−economics/energy − outlook/bp − energy − outlook* − 2018.*pdf*

BP. (2018). *BP Statiscal Review of World Energy*. Recuperado de: *https : //www.bp.com/content/dam/bp/en/corporat economics/statistical − review/bp − stats − review* − 2018 − *full − report.pdf*

BP. (2018). *BP Technology Outlook*. Recuperado de: *https : //www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/techn technology − outlook* − 2018.*pdf*

Corporación de Desarrollo Social. (2018). *Plan anual de desarrollo educativo municipal 2019*, Providencia, Chile.

Corporación de Desarrollo Social. Recuperado de: *http : //www.cdsprovidencia.cl/quienes − somos/corporativo/quienes − somos.html*

El Comercio (2016). *¿ Que pasaría si la temperatura aumenta dos grados centígrados ?*. Recuperado de: *https : //www.elcomercio.com/tendencias/efectos − aumento − temperatura − planeta − cambioclimatico.html*

ENEL (2018). *Tarifas clientes regulados - septiembre 2019.*

Ford, A. (2007). *Designing the Sustainable School, Australia: The images publishing group.*

Freitag, P. K., Woods, J. E., Hemler, B., Sensharma, N. P., Penney, B. A. & Marx, G. (2002). *Health, Energy and Productivity in Schools : Measures of Occupant Performance*. En 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate - Indoor Air 2002. Rotterdam (Netherlands): In-house publishing, 834-839.

Gwinner, S. (2015). *Análisis técnico y económico de proyectos de eficiencia energética en Puerto Patache de la compañía minera Doña Ines de Collahuasi*. (Memoria para optar al titulo de Ingeniero civil industrial). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Gore, A. (2006). *Una verdad incomoda*. Recuperado de: *https : //www.documaniatv.com/naturaleza/al−gore − una − verdad − incomoda − video*$_4$17669111.*html*

Instituto Nacional de Estadísticas. *Resultados censo 2017*.Recuperado de: *https : //resultados.censo*2017.*cl/Region*?*R R*13

de Laire, M., Fiallos, Y., Aguilera, A. (2017). *Guía de Implementación de Sistemas de Gestión de Energía basado en ISO 50.001*.

de Laire, M., Fiallos, Y., Aguilera, A. (2017).*Beneficios de los sistemas de gestión de energía basados en ISO 50.001 y casos de éxito*.

Ministerio de Energía, Gobierno de Chile. (2015). *Hoja de ruta 2050 hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile*. Santiago, Chile.

Ministerio de Energía, Gobierno de Chile. (2016). *Energía 2050 política energética de Chile*. Santiago, Chile

Municipalidad de Providencia. (2016). *Estrategia energética Providencia*. Providencia, Chile.

Vásquez, A. (2017). *Diseño de un sistema de gestión de la energía para una universidad chilena basada en la norma ISO 50.001:2011*. (Memoria para optar al titulo de Ingeniero civil industrial). Universidad Técnica Federico Santa María, Santiago, Chile.

Bilbiografía

http://www.dt.gob.cl

http://www.easy.cl

http://www.falabella.cl

http://www.gestionaenergia.cl/mipymes/modelo-esco/

https://www.habitissimo.cl/presupuesto/termopanel-solar

http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/

https://www.opitra.cl

http://www.sec.cl

http://www.sodimac.cl

http://www.top-ten.cl

Anexo

Flujos propuesta luminaria Escuela de párvulos el Aguilucho					
PERIODO	FLUJO	PERIODO	FLUJO	PERIODO	FLUJO
año 0	-$ 151.460	año 12	$ 225.511	año 24	$ 340.762
año 1	$ 154.463	año 13	$ 233.404	año 25	$ 352.689
año 2	$ 159.869	año 14	$ 241.573	año 26	$ 365.033
año 3	$ 165.464	año 15	$ 250.028	año 27	$ 377.809
año 4	$ 171.255	año 16	$ 258.779	año 28	$ 391.033
año 5	$ 177.249	año 17	$ 267.836	año 29	$ 404.719
año 6	$ 183.453	año 18	$ 277.210	año 30	$ 418.884
año 7	$ 189.874	año 19	$ 286.913	año 31	$ 433.545
año 8	$ 196.520	año 20	$ 296.955		
año 9	$ 203.398	año 21	$ 307.348		
año 10	$ 210.517	año 22	$ 318.105		
año 11	$ 217.885	año 23	$ 329.239		

Figura 5.1: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta de nueva luminaria del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Flujos propuesta luminaria Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin					
PERIODO	FLUJO	PERIODO	FLUJO	PERIODO	FLUJO
año 0	-$ 189.620	año 12	$ 400.521	año 24	$ 605.214
año 1	$ 274.335	año 13	$ 414.539	año 25	$ 626.397
año 2	$ 283.937	año 14	$ 429.048	año 26	$ 648.321
año 3	$ 293.875	año 15	$ 444.065	año 27	$ 671.012
año 4	$ 304.160	año 16	$ 459.607	año 28	$ 694.497
año 5	$ 314.806	año 17	$ 475.693	año 29	$ 718.805
año 6	$ 325.824	año 18	$ 492.342	año 30	$ 743.963
año 7	$ 337.228	año 19	$ 509.574	año 31	$ 770.002
año 8	$ 349.031	año 20	$ 527.409	año 32	$ 796.952
año 9	$ 361.247	año 21	$ 545.869	año 33	$ 824.845
año 10	$ 373.890	año 22	$ 564.974	año 34	$ 853.715
año 11	$ 386.977	año 23	$ 584.748	año 35	$ 883.595

Figura 5.2: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta de nueva luminaria del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de parvulos el Aguilucho			
PERIODO	COSTOS	INGRESOS	TOTAL
año 0	$ 89.822	$ -	-$ 89.822
año 1	$ -	$ 32.468	$ 32.468
año 2	$ -	$ 33.604	$ 33.604

Figura 5.3: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta de aislación térmica del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de parvulos Madre Bernarda Morin			
PERIODO	COSTOS	INGRESOS	TOTAL
año 0	$ 136.780	$ -	-$ 136.780
año 1	$ -	$ 123.146	$ 123.146
año 2	$ 94.567	$ 127.456	$ 32.888
año 3	$ -	$ 131.917	$ 131.917
año 4	$ 101.303	$ 136.534	$ 35.231
año 5	$ -	$ 141.312	$ 141.312
año 6	$ -	$ 146.258	$ 146.258

Figura 5.4: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta de aislación térmica del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos el Aguilucho	
PERIODO	FLUJO
año 0	-$ 386.070
año 1	$ 226.679
año 2	$ 234.613
año 3	$ 242.825
año 4	$ 251.323
año 5	$ 260.120
año 6	$ 269.224
año 7	$ 278.647
año 8	$ 288.399
año 9	$ 298.493
año 10	$ 308.941
año 11	$ 319.754
año 12	$ 330.945
año 13	$ 342.528

Figura 5.5: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta de calefacción del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin	
PERIODO	FLUJO
año 0	-$ 514.760
año 1	$ 268.657
año 2	$ 278.060
año 3	$ 287.792
año 4	$ 297.865
año 5	$ 308.290
año 6	$ 319.080
año 7	$ 330.248
año 8	$ 341.807
año 9	$ 353.770
año 10	$ 366.152
año 11	$ 378.967
año 12	$ 392.231
año 13	$ 405.959

Figura 5.6: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta de calefacción del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
PERIODO	FLUJOS	PERIODO	FLUJOS
año 0	$ -1.093.290	año 11	$ 277.304
año 1	$ 196.586	año 12	$ 287.010
año 2	$ 203.467	año 13	$ 297.055
año 3	$ 210.588	año 14	$ 307.452
año 4	$ 217.958	año 15	$ 318.213
año 5	$ 225.587	año 16	$ 329.350
año 6	$ 233.483	año 17	$ 340.877
año 7	$ 241.654	año 18	$ 352.808
año 8	$ 250.112	año 19	$ 365.156
año 9	$ 258.866	año 20	$ 377.937
año 10	$ 267.927		

Figura 5.7: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta del sistema solar térmico del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
PERIODO	FLUJOS	PERIODO	FLUJOS
año 0	$ -3.279.870	año 11	$ 871.220
año 1	$ 617.624	año 12	$ 901.712
año 2	$ 639.241	año 13	$ 933.272
año 3	$ 661.614	año 14	$ 965.937
año 4	$ 684.771	año 15	$ 999.745
año 5	$ 708.738	año 16	$ 1.034.736
año 6	$ 733.544	año 17	$ 1.070.951
año 7	$ 759.218	año 18	$ 1.108.435
año 8	$ 785.790	año 19	$ 1.147.230
año 9	$ 813.293	año 20	$ 1.187.383
año 10	$ 841.758		

Figura 5.8: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta del sistema solar térmico del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos el Aguilucho			
PERIODO	FLUJO	PERIODO	FLUJO
año 0	$ -8.840.000	año 11	$ 1.351.434
año 1	$ 958.057	año 12	$ 1.398.734
año 2	$ 991.589	año 13	$ 1.447.690
año 3	$ 1.026.295	año 14	$ 1.498.359
año 4	$ 1.062.215	año 15	$ 1.550.802
año 5	$ 1.099.392	año 16	$ 1.605.080
año 6	$ 1.137.871	año 17	$ 1.661.257
año 7	$ 1.177.697	año 18	$ 1.719.401
año 8	$ 1.218.916	año 19	$ 1.779.581
año 9	$ 1.261.578	año 20	$ 1.841.866
año 10	$ 1.305.733		

Figura 5.9: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta del sistema fotovoltaico del establecimiento Escuela de párvulos el Aguilucho.
Fuente: Elaboración propia.

Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin			
PERIODO	**FLUJO**	**PERIODO**	**FLUJO**
año 0	$ -11.200.000	año 11	$ 1.819.197
año 1	$ 1.289.663	año 12	$ 1.882.869
año 2	$ 1.334.801	año 13	$ 1.948.769
año 3	$ 1.381.519	año 14	$ 2.016.976
año 4	$ 1.429.872	año 15	$ 2.087.570
año 5	$ 1.479.918	año 16	$ 2.160.635
año 6	$ 1.531.715	año 17	$ 2.236.258
año 7	$ 1.585.325	año 18	$ 2.314.527
año 8	$ 1.640.811	año 19	$ 2.395.535
año 9	$ 1.698.240	año 20	$ 2.479.379
año 10	$ 1.757.678		

Figura 5.10: Detalle sobre el calculo del VAN y la TIR para la propuesta del sistema fotovoltaico del establecimiento Escuela de párvulos Madre Bernarda Morin.
Fuente: Elaboración propia.