



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
Departamento de Construcción y Prevención de Riesgos  
Viña Del Mar – Chile

Diagnóstico energético según la Norma ISO 50001:2011,  
aplicado a la USM Sede Viña Del Mar en los sectores de los  
edificios P y R.

Memoria de titulación para optar al título  
de ingeniero en prevención de riesgos  
laborales y ambientales.

Alumno:

Moisés Matías Peña Álvarez.

Profesor guía:

Enrique Calderón Carmona.

Agosto, 2018.



## **RESUMEN**

**KEYWORDS: EFICIENCIA ENERGETICA, USM, ISO 50001.**

La importancia de la eficiencia energética actualmente en el país es un tema que ha ido creciendo cada vez más, en el cual la innovación tecnológica juega un papel importante a la hora de lograr las principales metas para el ahorro en la demanda energética, tanto en los sectores industriales como residenciales.

Debido a esto la presente investigación se basó en la elaboración de un diagnóstico para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía basado en la Norma ISO 50.001 dentro de las instalaciones de la Universidad Técnica Federico Santa María Sede José Miguel Carrera en la zona de edificio R y edificio P, con la finalidad de lograr un control y la reducción de costos en materia de energía asociados a los procesos que se realizan dentro del sector

Para el cual se estudió modelos internacionales de implementación de Sistemas de Gestión de la Energía, los cuales fueron comparados con los principales ejemplos efectuados en el país.

Posteriormente se definió la línea base en donde se realizó la segregación de los sectores y subsectores del edificio para el análisis de la estimación del consumo total energético generado en el edificio. Siendo los procesos ejecutados para el desarrollo de las actividades administrativas el de mayor demanda energética, producto de la cantidad de equipos ofimáticos que se utilizan para la realización normal de las actividades necesarias en estas actividades.

De esta manera se logró concluir en términos generales que la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía, es un proceso que dependerá tanto de los actores principales para la inversión de programas, y tecnología, como los usuarios en el correcto uso y buenas prácticas del recurso y así poder interactuar en un ambiente más confortable para todos.

## **ABSTRACT**

**KEYWORDS: ENERGY EFFICIENCY, USM, ISO 50001.**

The importance of energy efficiency in the country today is an issue that has been growing increasingly, in which technological innovation plays an important role in achieving the main goals in saving energy demand, both in the industrial sectors as residential.

Due to this the present investigation was based on the formulation of a system for the implementation of an Energy Management System based on the ISO 50.001 standard within the facilities of the Technical University Federico Santa María Sede José Miguel Carrera in the area of building R and building P, in order to achieve control and reduction of energy costs associated with the processes that are carried out within the sector which international models of implementation of Energy Management Systems were studied, the results were compared with the main examples made in the country.

Subsequently, the baseline was defined where the segregation of the sectors and subsectors of the building was carried out for the analysis of the estimation of the total consumption of the energy generated in the building. Being the processes executed for the development of the administrative activities of the greater energetic demand, product of the quantity of office equipment that are used for the normal accomplishment of the necessary activities in these activities.

In this way it was possible to conclude in general terms that the implementation of an Energy Management System is a process that depends on the main actors for the investment of programs and technology, as well as the users in the correct use and good practices. of the resource and thus be able to interact in a more comfortable environment for all.

# ÍNDICE TEMÁTICO

pagina

|                                                                                                                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN .....</b>                                                                                                                                                                          | <b>3</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                                                                                                                         | <b>4</b>  |
| <b>SIGLA Y SIMBOLOGÍA.....</b>                                                                                                                                                                | <b>10</b> |
| <b>OBJETIVO GENERAL .....</b>                                                                                                                                                                 | <b>12</b> |
| <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>                                                                                                                                                            | <b>12</b> |
| <b>ALCANCE Y LIMITACIONES.....</b>                                                                                                                                                            | <b>13</b> |
| <b>FUNDAMENTACIÓN .....</b>                                                                                                                                                                   | <b>14</b> |
| <b>METODOLOGÍA.....</b>                                                                                                                                                                       | <b>15</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                                                                                                                                     | <b>16</b> |
| <b>CAPITULO 1: ESTADO DEL ARTE.....</b>                                                                                                                                                       | <b>20</b> |
| <b>1.1. PLANES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UE. ....</b>                                                                                                                                       | <b>21</b> |
| 1.1.1. CONSUMIDORES. ....                                                                                                                                                                     | 22        |
| 1.1.2. EDIFICIOS. ....                                                                                                                                                                        | 25        |
| <b>1.2. AUTORIDADES PÚBLICAS. ....</b>                                                                                                                                                        | <b>26</b> |
| <b>1.3. INDUSTRIAS, PRODUCTOS Y SERVICIOS.....</b>                                                                                                                                            | <b>26</b> |
| <b>1.4. REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN. ....</b>                                                                                                                                                 | <b>27</b> |
| <b>1.5. EN CHILE.....</b>                                                                                                                                                                     | <b>28</b> |
| 1.5.1. SECTOR EDIFICACIÓN.....                                                                                                                                                                | 30        |
| 1.5.2. ¿CÓMO ESTÁ CHILE?.....                                                                                                                                                                 | 30        |
| 1.5.3. MENOR DEMANDA DE ENERGÍA EN LAS CONSTRUCCIONES.....                                                                                                                                    | 31        |
| 1.5.4. PLANIFICACIÓN URBANA, NORMA URBANÍSTICA Y ENERGÉTICA CHILENA<br>ASOCIADA AL INMOBILIARIO RESIDENCIAL. ....                                                                             | 31        |
| <b>CAPITULO 2: MARCO LEGAL.....</b>                                                                                                                                                           | <b>36</b> |
| <b>2. MARCO LEGAL .....</b>                                                                                                                                                                   | <b>37</b> |
| <b>2.1. ISO 50001/2011 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA .....</b>                                                                                                                            | <b>38</b> |
| <b>2.2. NORMATIVA LEGAL CHILENA SOBRE EFICIENCIA ENERGETICA.....</b>                                                                                                                          | <b>39</b> |
| 2.2.1. LEY 20.571/2014 REGULA EL PAGO DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS DE LAS<br>GENERADORAS RESIDENCIALES .....                                                                                     | 39        |
| 2.2.2. DECRETO LEY Nº 2.224, DE 1978 CREA EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y LA<br>COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA.....                                                                                  | 39        |
| 2.2.3. DECRETO SUPREMO 97, DE 2012; APRUEBA REGLAMENTO QUE ESTABLECE<br>EL PROCEDIMIENTO PARA LA FIJACIÓN DE ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA<br>ENERGÉTICA Y NORMAS PARA SU APLICACIÓN. .... | 40        |

|                    |                                                                                                                                                    |           |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.4.             | DECRETO SUPREMO N°148/2015 DEL MINISTERIO DE ENERGÍA APRUEBA POLÍTICA NACIONAL DE ENERGÍA. ....                                                    | 40        |
| 2.2.5.             | DECRETO SUPREMO N°594/2000 DEL MINISTERIO DE SALUD, SOBRE CONDICIONES LABORALES Y AMBIENTALES EN LOS LUGARES DE TRABAJO. ....                      | 44        |
| 2.2.6.             | NCH 3000 OF 2006: EFICIENCIA ENERGÉTICA, REFRIGERADORES, CONGELADORES DE USO DOMÉSTICO, CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO.....                            | 47        |
| 2.2.7.             | NCH 3010 OF 2006: EFICIENCIA ENERGÉTICA LÁMPARAS INCANDESCENTES DE USO DOMÉSTICO Y SIMILARES CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO.....                       | 47        |
| 2.2.8.             | NCH 3020 OF 2006: EFICIENCIA ENERGÉTICA: LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS CIRCULARES Y TUBULARES DE USO DOMÉSTICO, CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO..... | 47        |
| 2.2.9.             | NCH 04 OF 2003: INSTALACIONES DE CONSUMO DE UNA BAJA TENSIÓN. ....                                                                                 | 48        |
| 2.2.9.1            | ALUMBRADOS EN RECINTOS ASISTENCIALES Y EDUCACIONALES.....                                                                                          | 49        |
| Tabla2-6:          | Iluminaciones mínimas para locales educacionales y asistenciales. ....                                                                             | 49        |
| Fuente:            | Norma chilena 04/2003. ....                                                                                                                        | 50        |
| <b>2.3.</b>        | <b>NORMAS INTERNACIONALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....</b>                                                                                        | <b>50</b> |
| 2.3.1.             | PROTOCOLO DE KIOTO .....                                                                                                                           | 50        |
| 2.3.2.             | ENERGY POLICY ACT OF 2005 OF USA.....                                                                                                              | 50        |
| 2.3.3.             | DIRECTIVA 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO.....                                                                                     | 51        |
| 2.3.4.             | REAL DECRETO 314/2006 DE ESPAÑA.....                                                                                                               | 52        |
| 2.3.5.             | REAL DECRETO 1027/2007 DE ESPAÑA.....                                                                                                              | 53        |
| 2.3.6.             | REAL DECRETO 1890/2008 DE ESPAÑA.....                                                                                                              | 53        |
| <b>CAPÍTULO 3:</b> | <b>RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS .....</b>                                                                                                   | <b>56</b> |
| <b>3.1.</b>        | <b>DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN. ....</b>                                                                                                         | <b>58</b> |
| <b>3.2.</b>        | <b>DESCRIPCIÓN DE LUGARES ASIGNADOS A EVALUAR.....</b>                                                                                             | <b>59</b> |
| <b>3.3.</b>        | <b>RECAUDACIÓN DE LOS DATOS. ....</b>                                                                                                              | <b>60</b> |
| <b>3.4.</b>        | <b>DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO R. ....</b>                                                                                                            | <b>62</b> |
| <b>3.5.</b>        | <b>ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL EDIFICIO R.....</b>                                                                                       | <b>62</b> |
| 3.5.2.             | ANÁLISIS DE DATOS EDIFICIO R SEGÚN SU USO.....                                                                                                     | 65        |
| 3.5.3.             | ANÁLISIS EDIFICIO R SEGÚN SU PROCESO. ....                                                                                                         | 67        |
| <b>3.6.</b>        | <b>DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO P.....</b>                                                                                                             | <b>69</b> |
| <b>3.7.</b>        | <b>ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL EDIFICIO P.....</b>                                                                                       | <b>69</b> |
| 3.7.1.             | ANÁLISIS DE LOS DATOS EDIFICIO P POR PISO.....                                                                                                     | 69        |
| 3.7.2.             | ANÁLISIS DE LOS DATOS EDIFICIO P SEGÚN SU USO.....                                                                                                 | 72        |
| <b>3.8.</b>        | <b>PROYECCIÓN CONSUMO ANUAL.....</b>                                                                                                               | <b>74</b> |

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>CAPÍTULO 4: IMPACTOS DEL CONSUMO ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA SU DISMINUCIÓN.</b>         | 77  |
| <b>4.1. CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR LA ENERGÍA ELÉCTRICA.</b>                            | 78  |
| <b>4.2. COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN CHILE.</b>                                      | 79  |
| <b>4.3. ENERGÍA NO CONVECCIONALES.</b>                                                   | 80  |
| 4.3.1. ENERGÍA NUCLEAR.                                                                  | 80  |
| 4.3.2. ENERGÍA SOLAR.                                                                    | 81  |
| 4.3.3. ENERGÍA GEOTÉRMICA.                                                               | 82  |
| 4.3.4. ENERGÍA EÓLICA.                                                                   | 83  |
| 4.3.5. ENERGÍA DE BIOMASA.                                                               | 83  |
| <b>4.4. DESARROLLO DE ENERGÍA NO CONVENCIONAL EN CHILE.</b>                              | 84  |
| <b>4.5. OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA USM SEDE VIÑA DEL MAR.</b> | 84  |
| 4.5.2. CAMBIO EN LA ILUMINACIÓN.                                                         | 86  |
| 4.5.2.1. CAMBIO EN LA ILUMINACIÓN EDIFICIO R.                                            | 86  |
| 4.5.2.2. CAMBIO EN LA ILUMINARIA EN EL EDIFICIO P.                                       | 87  |
| 4.5.3. DISMINUCIÓN DEL CONSUMO EL APARATOS OFIMATICOS.                                   | 89  |
| 4.5.5. DESARROLLO DE PROYECTO FOTOVOLTAICO DENTRO DE LA CASA DE ESTUDIO JMC.             | 90  |
| <b>ANEXOS</b>                                                                            | 92  |
| <b>ANEXO 1: Consumo facturado USM período 2015-2016.</b>                                 | 92  |
| <b>ANEXO 2: Tarifas de suministro eléctrico.</b>                                         | 93  |
| <b>ANEXO 3: muestreo edificio P</b>                                                      | 94  |
| <b>ANEXO 4: datos edificio R</b>                                                         | 97  |
| <b>REFERENCIAS</b>                                                                       | 102 |

## ÍNDICE DE TABLAS

pagina

|                   |                                                                                                             |    |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 2-1:</b> | Valor Mínimo de la Iluminación Promedio.....                                                                | 43 |
| <b>Tabla 2-2:</b> | Valores Iluminación General y Localizada.....                                                               | 43 |
| <b>Tabla 2-3:</b> | Luminancia según su Complejidad.....                                                                        | 45 |
| <b>Tabla 2-4:</b> | Relación de Luminancia.....                                                                                 | 45 |
| <b>Tabla 2-5:</b> | Comparación de eficiencia energética según el tipo de ampollita.....                                        | 47 |
| <b>Tabla 3-1:</b> | Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico dividida por piso del edificio R.....                 | 61 |
| <b>Tabla 3-2:</b> | Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico según su uso en el edificio R.....                    | 63 |
| <b>Tabla 3-3:</b> | Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico según su proceso en el edificio R.....                | 65 |
| <b>Tabla 3-4:</b> | Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico por piso del edificio P.....                          | 68 |
| <b>Tabla 3-5:</b> | Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico según su uso en el edificio P.....                    | 70 |
| <b>Tabla 4-1:</b> | acciones para mejorar la gestión del recurso eléctrico.....                                                 | 83 |
| <b>Tabla 4-2:</b> | Luces instaladas en el edificio R y su consumo.....                                                         | 84 |
| <b>Tabla 4-3:</b> | disminución del consumo proveniente de las luminarias al cambiar el tipo de ampollita en el edificio R..... | 85 |
| <b>Tabla 4-4:</b> | Luces instaladas en el edificio R y su consumo.....                                                         | 86 |

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 4-5:</b> disminución del consumo proveniente de las luminarias al cambiar el tipo de<br>ampolleta en el edificio<br>P..... | 87 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 2-1:</b> lineamiento<br>17.....                                  | 40 |
| <b>Figura 2-2:</b> Lineamiento<br>21.....                                  | 41 |
| <b>Figura 2-3:</b> Lineamiento<br>31.....                                  | 42 |
| <b>Figura 3-1:</b> Plano USM sede viña del<br>mar.....                     | 57 |
| <b>Figura 3-2:</b> Edificios a evaluar en la USM sede viña del<br>mar..... | 58 |
| <b>Figura 3-3:</b> Tabla de recolección de<br>datos.....                   | 59 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

pagina

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Grafico 3-1:</b> Porcentaje de la potencia total instalada distribuido por piso en el edificio<br>R.....                          | 62 |
| <b>Grafico 3-2:</b> Porcentaje del consumo total estimado en el mes de junio del 2017 distribuido por<br>pisos en el edificio R..... | 62 |

**Grafico 3-3:** Porcentaje de la potencia total instalada en el edificio R según su uso.....64

**Grafico 3-4:** Porcentaje del consumo total estimado en el mes de junio del 2017 distribuido según su uso en el edificio R.....64

**Grafico 3-5:** Porcentaje potencia instalada según su proceso en el edificio R.....66

**Grafico 3-6:** Porcentaje del consumo total estimado en el mes de junio del 2017 según su proceso en el edificio R.....66

**Grafico 3-7:** Porcentaje de la potencia total instalada distribuido por piso en el edificio P.....68

**Grafico 3-8:** Porcentaje del consumo total estimado en el mes de junio del 2017 distribuido por pisos en el edificio P.....69

**Grafico 3-9:** Porcentaje de la potencia total instalada en el edificio P según su uso.....70

**Grafico 3-10:** Porcentaje del consumo total estimado en el mes de junio del 2017 distribuido según su uso en el edificio P.....71

## SIGLA Y SIMBOLOGÍA

### A. SIGLAS

ACHEE: Agencia Chilena de Eficiencia Energética

EE: Eficiencia Energética

ISO: Organización Internacional de Normalización.

USM: Universidad Santa María.

JMC: sede José Miguel Carrera.

D.S: decreto supremo.

ONG: Organización no gubernamental.

CO2: Dióxido de carbono.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

IEA: Agencia Internacional de la Energía.

CFLs: Fluorescentes compactas.

UE: Unión Europea.

LED: Diodo emisor de luz.

PPEE: Programa País de Eficiencia Energética

CNE: Comisión Nacional de Energía

Edificio: hace referencia a los departamentos que se encuentran dentro de la infraestructura de la USM sede José Miguel Carrera.

Sector: hace referencia a los departamentos que se encuentran dentro de la infraestructura de los edificios P y R.

Subsector: Hace referencia a las salas, oficinas y sectores de uso común que se encuentran dentro de los departamentos de los Edificio P y R.

## B. SIMBOLOGÍA

A: Amper

h: Hora

kW: Kilowatts

Lx: Lux

V: Volt

W: Watts

## **OBJETIVO GENERAL**

Diagnosticar el uso del recurso energético en los Edificios P y R de la USM JMC, como parte del proyecto para proponer un modelo de Gestión de la Energía según los requisitos de la norma ISO 50001.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los antecedentes del marco legal y estado del arte en los sistemas de gestión de energía.

- Levantar información del perfil de uso de energía en los Edificios P y R en la USM. Evaluando brechas existentes para la obtención de esta información.
- Proponer medidas de mejoras a partir del análisis realizado.

## **ALCANCE Y LIMITACIONES.**

El presente diagnóstico fue realizado en la universidad Santa María sede Viña del Mar, realizando un catastro de todos los aparatos que consumen electricidad a través de la observación y encuestas que se realizaron a los funcionarios que estuvieran encargados de alguna instalación permitiéndonos conocer de mejor manera el tiempo de uso de cada aparato eléctrico. Dicho trabajo de título está dirigido a alumnos, profesores y funcionarios además de ser la base del catastro total del consumo de toda la institución el cual seguirá desarrollándose a futuro.

Las limitaciones de este proyecto es en primer lugar el tiempo debido a que solo se recolectaron los datos en un periodo de tiempo acotado al mes de junio, y la segunda problemática y con mayor influencia en los datos es la información entregada por los funcionarios, que si bien se aproxima a la realidad esta siempre es un estimativo del tiempo de consumo y no dato certeros.

## **FUNDAMENTACIÓN**

Hoy en día, existe una elevada preocupación por el estilo de vida que está desarrollando la población, debido al consumo despreocupado y el derroche de recursos energéticos.

Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA), en 2035 el 30% del consumo energético provendrá de energías renovables. Por ello, el 70% restante será cubierto por energías convencionales, que utilizan recursos limitados, costosos y que afectan al clima.

Aquí es donde la mayor eficiencia es clave en el camino hacia un suministro renovable de la energía, que beneficiará a personas, medio ambiente y compañías. Sin embargo, el desarrollo en esta área no va lo suficientemente rápido, y sólo una buena estrategia internacional de eficiencia desde varios frentes lo permitiría.

La Universidad Técnico Federico Santa María no se encuentra ajena ante esta situación, es por esto, que se ha tomado la iniciativa de implementar una investigación para analizar la estimación del consumo y determinar medidas para mitigar el uso innecesario de energías y las oportunidades de mejora disponibles para la organización, debido a la diversidad de actividades que desarrollan alumnos, funcionarios y docentes dentro de esta institución, los cuales requieren un consumo significativo de energía periódicamente, principalmente de la eléctrica.

El presente trabajo de título se fundamenta en mejorar la gestión actual de la eficiencia energética, enfocada a la energía eléctrica que utiliza la Universidad Técnica Federico Santa María.

Si bien la universidad desconoce cuánto es el impacto real de sus consumos de energía, cumple con hacer un registro e identificación de equipos, pero no así sus datos de consumo teóricos y menos aún contrastar la energía estimada de consumo versus el consumo real facturado, es por esto, que la investigación a realizar es la primera sobre el tema dentro de esta sede.

## **METODOLOGÍA**

Para la realización de este diagnóstico y con el fin de cumplir tanto con los objetivos generales como específicos se plantean las siguientes etapas:

- **Etapas 1: “Identificación de antecedentes del marco legal y estado del arte de los sistemas de gestión de energía.”**

Para la identificación de la información en primera instancia se indagará en la historia de la eficiencia energética y los estudios preliminares realizados por diversas

organizaciones y países, posteriormente se estudiará la normativa internacional y nacional aplicada a este tema, además de su vinculación con la ISO 50.001.

- **Etapla 2: “Levantamiento de información de perfil de uso de energía y recopilación de datos requeridos para la elaboración del diagnóstico energético.”**

Según la información recolectada, se deberá hacer una caracterización de la organización o parte de ella, en donde se declaren los alcances y límites del área a evaluar.

Dentro de esas mismas zonas de estudio se realizarán registros de equipos, a su vez de los datos de las instalaciones y su tiempo de utilización, con el fin de conocer los datos de consumo de energía que estos tengan, estableciendo una forma estandarizada de registro y como se obtuvo el acceso a esa información.

- **Etapla 3: “Proponer y evaluar medidas de mejora a partir de análisis realizado.”**

Finalizados los puntos anteriores, se propondrán acciones significativas en la mejora de la gestión del recurso eléctrico principalmente, minimizando a su vez los costos económicos asociados al consumo energético, como también fomentar el compromiso medio ambiental y de responsabilidad social de la universidad.

## INTRODUCCIÓN

Desde el inicio del siglo XXI, el mundo se encuentra en la necesidad de enfrentar problemas energéticos, debido principalmente al agotamiento de las reservas de energías no renovables, el cual es utilizado como fuente directa de energía ya sea de motores de vehículos u otros artefactos, o bien para que a través de él se generen otras energías como la eléctrica por ejemplo.

Es preciso tener presente que la eficiencia energética en su concepción más amplia pretende mantener el servicio que presta, reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía. Es decir, se

trata de reducir las pérdidas que se producen en toda transformación o proceso, incorporando mejores hábitos de uso y mejores tecnologías. Incluso es ir más allá de solo mantener los servicios que se obtienen de la energía y se demuestra, con múltiples ejemplos, que es posible reducir a la mitad el consumo duplicando los beneficios. (Weizsäcker, Lovins, & Lovins, 1997)

No obstante el potencial de incremento de la eficiencia energética en los países es significativo y se puede concretar por medio de la adopción de patrones de uso más racionales y mejores tecnologías de conversión energética, traduciéndose en ventajas técnicas, económicas y ambientales. Es importante observar que la eficiencia energética se asocia a la eficiencia económica e incluye cambios tecnológicos, económicos, institucionales y de comportamiento, y se refiere a una reducción en la energía utilizada para un mismo nivel de satisfacción de un requerimiento energético final. (Horta, 2010)

En tanto Chile los desafíos que enfrenta el sector energético nacional son relevantes el crecimiento en la demanda de energía, la dependencia energética, el cambio climático y la expansión del sistema eléctrico, entre otros. Frente a todos estos desafíos, la eficiencia energética surge como una solución factible y sustentable para el país. Y es en este contexto la necesidad de Planes de Acción de Eficiencia Energética para establecer los pilares sobre los que se debe asentar una estrategia país para el uso eficiente de la energía





## **CAPITULO 1: ESTADO DEL ARTE.**

### **1.1. PLANES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UE.**

El programa de investigación e innovación más ambicioso de la Unión Europea se llama *Horizon 2020* (Horizonte 2020) que cuenta con el respaldo político de dirigentes de la Unión y miembros del Parlamento Europeo. Todos ellos coinciden en que la inversión en materia de investigación e innovación es primordial para el futuro de Europa.

Horizonte 2020 es considerado un instrumento financiero, dotado de 80.000 millones de euros que se repartirán durante un período de siete años (2014-2020), cuyo objetivo es garantizar ciencia de primer nivel, eliminar las barreras de innovación y facilitar el trabajo conjunto de sectores públicos y privados para que los proyectos salgan a terreno rápidamente, alcanzando resultados eficientes. (European Commission, 2014)

El programa de trabajo de Horizonte 2020 tiene contemplado la Eficiencia Energética aportando un presupuesto aproximado de 194 millones de euros para el 2016 y 2017, y que sirva de apoyo en la innovación a través de:

- Investigación y demostración de tecnologías con soluciones más eficientes desde el punto de vista energético.
- Medidas de absorción del mercado para eliminar las barreras de gobernabilidad mediante la financiación, reglamentación y la mejora de las competencias y conocimiento. (European Commission, 2016)

Las áreas centrales de innovación se clasifican en:

#### 1.1.1. CONSUMIDORES.

Cambiar el comportamiento del consumidor para adquirir soluciones estratégicas sostenibles. Jugar un papel activo produciendo energías para su consumo, y de ser posible, abordar barreras no tecnológicas. Apoyar las acciones de investigación para comprender de manera adecuada la toma de decisiones de los consumidores y cuantificar los impactos positivos de la eficiencia energética. Colaborar con las autoridades públicas y aumentar la capacidad para desarrollar políticas y planes energéticos sustentables. (European Commission, 2016)

El informe *“People have the Power”* (La Gente tiene el Poder), muestra 41 proyectos realizados y divididos en Campañas de Sensibilización y Consumo, Iluminación, Electrodomésticos, Productos Industriales y Comerciales, y Compra Verde, dentro de los cuales se destacan los siguientes:

- El proyecto “*My Econavigator*” terminó el 31 de enero de 2016. Este permitió la creación de *ecoGator*, una app gratuita para dispositivos móviles que selecciona los electrodomésticos más eficientes del mercado, descargable aún para dispositivos iOS y Android. Esta app realiza una exhaustiva comparativa entre los distintos aparatos que copan el mercado europeo de electrodomésticos. Existen multitud de marcas y modelos, y esta herramienta facilita la elección según la clase a la que pertenecen.

La aplicación dispone de un escáner que permite recoger datos de la etiqueta energética de electrodomésticos, como lavadoras, neveras, lámparas o televisores. Acota las posibilidades según un criterio ecológico, y cuenta con un semáforo que clasifica los aparatos y destaca cuál es un 20% más eficiente con el medioambiente.

El proyecto “*EURONET 50/50 max*” tiene como principal objetivo motivar el ahorro energético en escuelas y edificios públicos mediante incentivos financieros. El 50% del ahorro económico obtenido gracias a las medidas de eficiencia energética adoptadas por los alumnos y los profesores se devuelve al colegio a través de un pago financiero. El 50% del ahorro económico es un ahorro neto para la autoridad local que paga las facturas energéticas.

- Durante el 2013 y 2016 el proyecto se desarrolló en 500 escuelas y 48 edificios públicos en 13 países europeos dando como resultado el desarrollo de nuevos materiales y herramientas educativas para apoyar la aplicación de la metodología 50/50 en los colegios y edificios públicos. El ahorro energético mínimo en cada edificio involucrado alcanza el 8% anual.
- El proyecto “*BUTK*” (*Bottom Up To Kyoto*) consistió en reducir las emanaciones de CO<sub>2</sub> mediante el uso de productos de iluminación energéticamente eficientes. Se utilizaron tres municipios como ejemplos procurando así la superación de barreras que impedían cambiar tecnologías de iluminación y proporcionar especificaciones de licitación a otros municipios.

- Dentro de los resultados más destacables se encuentran el análisis de los aspectos jurídicos claves para la implementación del proyecto y el financiamiento de terceros para alumbrado público e iluminación al interior de los municipios asociados, estudios de viabilidad técnica y económica identificaron soluciones, opciones, costos y beneficios relacionados a la reducción de CO<sub>2</sub>, indicando “*período de amortización*”. En tres de los municipios asociados se registró una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por más del 40% anual.
- El proyecto “*ENERLIN*” como iniciativa europea de iluminación residencial eficiente tenía como objetivo transformar el mercado de la iluminación promoviendo las lámparas fluorescentes compactas (CFLs). Considerando que la iluminación en la UE consume el 14% de todo el consumo de electricidad, esta representa un área potencial para el ahorro de energía. Sustituyendo una lámpara incandescente por hogar se obtendría una ganancia de 11TWh y 1,2 Mt menos de CO<sub>2</sub> por año.
- La Agencia Energética de Austria promovió el proyecto “*Premium Light*” que tenía como objetivo principal apoyar de manera fluida y eficaz la transición de tecnologías de iluminación antigua e ineficiente a una iluminación de alta eficiencia, dando medidas de apoyo y servicios de información orientada al consumidor. “*Premium Light*” no sólo facilitó dicha transición, sino que también apoyó los nuevos instrumentos jurídicos de la UE.

El proyecto hizo productos de iluminación de alta calidad y eficientes, asequibles a los compradores, e incitando un mercado creciente y de precios más bajos para las lámparas LED.

Los resultados obtenidos mostraron una participación de al menos 120 agentes de las autoridades públicas, asociaciones, servicios públicos de energía y otros, en las actividades de difusión. Cooperó con al menos 36 socios de los medios de comunicación para apoyar en la

información completa sobre el desarrollo y los servicios de iluminación eficiente. Motivó a 10 millones de consumidores para comprar productos de iluminación de alta calidad y eficientes. (Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises , 2015)

### 1.1.2. EDIFICIOS.

Representan el 40% del consumo de energía final, ofreciendo el mayor potencial para la mejora de la eficiencia y el ahorro en las facturas de energía. La financiación en esta área tiene como objetivo:

- Reducir el costo de las renovaciones dirigidas a mejorar la eficiencia energética.
- Lograr un rendimiento casi cero de energía en los edificios, llamado *Nearly Zero-Energy Buildings (NZEB)*.
- Eliminar las barreras de mercado.
- Estimular el mercado para renovaciones impulsadas por la eficiencia energética.
- Posibilitar una mayor armonización en el cálculo del rendimiento energético y la certificación de los edificios.
- Tener un personal de construcción calificado, incluyendo los sistemas apropiados de certificación y acreditación.
- Fomentar la participación ciudadana en la eficiencia energética.
- Trabajar para la interoperabilidad e interacción con las redes de energía de los edificios y sus sistemas de gestión energética.

- Apoyar las actividades de las asociaciones públicas y privadas sobre la eficiencia energética en edificios. (European Commission, 2016)

## **1.2. AUTORIDADES PÚBLICAS.**

El desempeño de los organismos públicos debe ser ejemplar en todos sus niveles de eficiencia energética. Se busca aumentar y lograr que las autoridades públicas cuenten con la capacidad adecuada para desarrollar y aplicar ambiciosas políticas y planes energéticos sostenibles. (European Commission, 2016).

## **1.3. INDUSTRIAS, PRODUCTOS Y SERVICIOS.**

La industria y el sub-área de servicios y productos, está orientada a mejorar la eficiencia energética, los procesos de producción y las tecnologías en apoyo de la competitividad de la industria y los servicios de la UE, teniendo en cuenta los objetivos energéticos y climáticos.

En el sector de la industria, las inversiones en eficiencia energética pueden llevar a importantes beneficios operacionales de productividad, además, puede representar hasta 2,5 veces (250%) el valor del ahorro energético. Se pretenden abordar diseños de procesos de fabricación, recuperación de energía, auditorías y sistemas de gestión energéticas. Reutilizar los residuos industriales y optimizar la cadena de valor y simbiosis industrial. (European Commission, 2016).

Algunos de los proyectos financiados por *Horizon 2020* fueron los siguientes:

- I-THERM; Conversión y gestión en la recuperación de energía térmica industrial. (Community Research and Development Information Service, 2015).
- Indus3Es; Las grandes cantidades de calor residual son continuamente rechazadas de las industrias. La mayor parte de esta energía de desperdicio es de baja calidad y no es

práctica o económica para recuperarlo con las tecnologías actuales. El proyecto Indus3Es desarrollará un innovador transformador de calor de absorción (AHT) para este propósito, enfocado a la recuperación de calor residual a baja temperatura (por debajo de 130 °C). El sistema Indus3Es recuperará y revalorizará eficazmente alrededor del 50% del calor residual a baja temperatura, aumentando la calidad de la fuente de residuos a la temperatura requerida y reutilizándola nuevamente en el proceso industrial. (Community Research and Development Information Service, 2015)

- SUSPIRE; Producción sostenible de energía industrial recuperada, utilizando tecnologías de almacenamiento y disipación de energía. (Community Research and Development Information Service, 2015)

#### **1.4. REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN.**

Constituyen alrededor de la mitad del consumo final de energía de la UE y el mayor sector de uso final de energía, por delante del transporte y la electricidad. Alrededor del 85% de la calefacción y la refrigeración se produce a partir de gas natural, carbón, productos petrolíferos y electricidad no-RES. Sólo el 15% se genera a partir de energía renovable. Esto demuestra que el sector de la calefacción y la refrigeración tiene un papel crucial que desempeñar en la transición de la UE hacia un sistema energético eficiente y descarbonizado, así también, el logro de la seguridad energética a largo plazo. El desafío es moderar la demanda de calefacción y refrigeración, aumentar la eficiencia energética en el suministro, maximizar el uso de energía renovable y reducir el costo de calefacción y refrigeración a niveles asequibles para todos. (Executive Agency for SMEs, 2016).

En el marco de un financiamiento innovador, se puede hacer referencia que para cubrir una necesidad de financiación de alrededor de 100. 000 millones de euros al año, la financiación innovadora de la sub-área de eficiencia energética tiene por objeto aumentar la inversión

mediante una mayor participación del capital privado en los mercados de inversión en esta misma. Las actividades se centran en:

- Desarrollar mecanismos innovadores de financiamiento, instrumentos de inversión y esquemas de eficiencia energética que permitan la demostración y aprovechamiento de casos de negocio relacionados con el ahorro energético.
- Inicio de un mercado de gran escala para la financiación de la eficiencia energética.
- Aumento de la confianza de los inversores y la creación de capacidad.
- Aprovechamiento de las soluciones existentes y despliegue de los servicios energéticos para acercar a los grupos interesados relevantes y a las organizaciones de mercado.
- Acelerar el desarrollo del mercado. (Executive Agency for SMEs, 2016).

## 1.5. EN CHILE.

El primer antecedente de políticas de Eficiencia Energética en Chile se dio el año 2005 con la creación del Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) de la Comisión Nacional de Energía (CNE), dependiente del Ministerio de Economía de Chile.

Dos años después surge ANESCO Chile, la primera asociación en el país de empresas de Eficiencia Energética, como parte del programa de “*Energías Limpias*” de Fundación Chile y el

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Es la única asociación que representa a empresas de productos y servicios que ofrecen soluciones de Eficiencia Energética para una amplia gama de especialidades en un mercado emergente y atractivo.

Su misión es impulsar el máximo desarrollo del mercado de la Eficiencia Energética en Chile. Por ello no sólo se orienta a la mejora interna de sus socios, también colabora en mesas de trabajo junto a la autoridad y otros actores para compartir experiencias propias y del extranjero.

En 2010 se crea el Ministerio de Energía y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, dependiente del ministerio, organismo público privado y coordinador entre el mercado y el Estado (ANESCO, 2011). El objetivo general del Ministerio de Energía es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector, velar por su cumplimiento y asesorar al gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía. A raíz de la definición de la Ley N°20.402 (Crea el Ministerio de Energía, estableciendo modificaciones al DL N°2.224, de 1978 y a otros cuerpos legales). Quedó establecido que el sector energía comprende todas las actividades de estudio, exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, almacenamiento, distribución, consumo, uso eficiente, importación y exportación, y cualquiera otra materia que concierna a la electricidad, gas, petróleo y derivados, energía nuclear, geotérmica y solar, y demás fuentes energéticas (Ministerio de Energía, 2010). La Agencia Chilena de Eficiencia Energética es una fundación, cuya misión es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía articulando a los actores relevantes, a nivel nacional e internacional e implementando iniciativas (programas y proyectos) público-privadas que impulsen la disminución del consumo energético, contribuyendo al desarrollo competitivo y sustentable del país (Energética, 2011).

El crecimiento en la demanda de energía en Chile, así como la dependencia energética, el calentamiento global y la expansión del sistema eléctrico, entre otros factores, ha incidido en la necesidad de buscar soluciones vinculadas al mejoramiento de la Eficiencia Energética.

Por eso el Gobierno ha impulsado el Plan de Acción de Eficiencia Energética que tiene el objetivo de establecer los pilares sobre los cuales asentar una estrategia país para el uso eficiente de la energía.

Según el Ministerio de Energía, el consumo eléctrico del país se proyecta que podría crecer entre un 5,5% y 6,5% anualmente hasta el año 2020. Ello implica que Chile requerirá aumentar su capacidad de generación entre 7.000 MW y 8.000 MW hacia fines de esta década.

El Plan de Acción tiene como meta alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada hacia el año 2020. Para ello propone una serie de medidas cuyo objetivo es aumentar la eficiencia energética en todo el país. (Energía, 2010)

#### 1.5.1. SECTOR EDIFICACIÓN.

Algunas de las propuestas son mejorar la calidad energética del equipamiento en edificaciones que estén construidas sin estándares de eficiencia energética, promover el diseño de edificios con altos estándares de esta misma, y promover la oferta tanto de productos como servicios de construcción que posean criterios de eficiencia. (Gazmuri, 2015)

Se prevé que en la próxima década los costos asociados a electricidad suban en torno al 30%, lo que convierte a la eficiencia energética en un aspecto clave para hacer buen uso de los recursos.

Disponer de energía es una condición necesaria para el crecimiento y desarrollo económico de nuestro país. Sin embargo, de acuerdo al Balance Nacional de Energía (BNE) 2012, Chile importa el 60% de su energía primaria, convirtiéndonos en una nación dependiente de los mercados externos y por consecuencia, de las restricciones de abastecimiento que se produzcan. Mientras se habla de que los costos de electricidad podrían subir en torno al 34% durante la próxima década, es clave la optimización en el uso de recursos. (Electricidad, 2015)

#### 1.5.2. ¿CÓMO ESTÁ CHILE?

Según estadísticas de la Agencia Internacional de Energía, el consumo per cápita de Chile, es casi el doble del promedio de los países de Latinoamérica, y a su vez es la mitad del promedio de países OCDE. “Esto significa que, dadas las perspectivas de crecimiento de nuestra economía, los consumos van a seguir aumentando y es por eso que debemos preocuparnos hoy en como

diseñamos las nuevas viviendas, industrias y ciudades para que consuman menos energía en los próximos cincuenta años, entre otros factores relacionados”, dice Michel De Laire.

Alex Godoy, director del Magister en Gestión de la Sustentabilidad de la Universidad del Desarrollo, establece que una de las principales barreras en eficiencia está relacionada con los bajos niveles de personal adecuado al interior de las organizaciones. “La idea es que estos temas se puedan insertar como una herramienta de ingeniería y no como se ha hecho hasta ahora, mediante control de gastos recortándolos bajo una perspectiva comercial. A Chile le hace falta Ingeniería”. (Pulso, 2015)

### 1.5.3. MENOR DEMANDA DE ENERGÍA EN LAS CONSTRUCCIONES.

Si se aplican criterios de diseño eficiente en la construcción de edificios es posible reducir la demanda energética hasta casi en un 50%. Por ejemplo, los costos de calefacción pueden bajar hasta en un 70%. El confort de la vivienda aumenta y su valor comercial se acrecienta. Las viviendas eficientes son cada vez más requeridas. (4E Chile, 2014)

### 1.5.4. PLANIFICACIÓN URBANA, NORMA URBANÍSTICA Y ENERGÉTICA CHILENA ASOCIADA AL INMOBILIARIO RESIDENCIAL.

Si bien la luz solar esta resguardada en la legislación chilena, (MINVU, 2015) no es evidente su incorporación en la norma urbanística respecto a la forma de ocupación de suelos. En efecto, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción establece conceptos asociados tales como los distanciamientos, rasantes, sombras, forma arquitectónica, pero no define la variable energética solar como un bien a resguardar en el emplazamiento de los edificios. 2 (OGUC 2015, PLANIF 6-4 a 6-11).

La agenda política de energía chilena establece entre uno de sus ejes el desarrollo de recursos energéticos propios y un sector energético eficiente en la gestión del consumo. Esto induce a

pensar en la revalorización de la arquitectura y el urbanismo solar como un aporte desde la disciplina. (Szokolay, 1983:1-6); (European Comission, 2010: 6-7).

En efecto, entre estos ejes de la agenda se definen líneas de acción y metas tales como estimular la integración de las ERNC concordante con la Ley de Fomento de las ERNC; el desarrollo de un mercado de las ERNC de autoconsumo socialmente eficiente; Eficiencia Energética como Política de Estado y medidas para masificar los proyectos de eficiencia energética.

En la actualidad se observa que la aplicación de proyectos con Net Billing en Chile es ya una realidad, aunque esté en su fase inicial y presente aún dificultades propias de la inexperiencia; enmarcadas en la Ley 20.571 de Generación Distribuida. (MINENERGIA, 2015).

Los subsidios a la implementación de colectores solares en viviendas sociales durante el período 2010 a 2013 activaron la implementación de sistemas solares térmicos en viviendas nuevas unifamiliares, en la escala de barrios. Iniciativa que acaba de repetirse con la renovación de la franquicia tributaria otorgada por la Ley N°20.365, extendiendo así su vigencia al 31 dic 2020. (DO. 05/02/2016).

Esta ley se focaliza en dos ejes: calentamiento de agua caliente para viviendas nuevas (franquicia a las constructoras) y viviendas sociales (subsidio a familias canalizada a través de las empresas). Por otro lado, la Corporación de Desarrollo Tecnológico, organismo dependiente de la Cámara de la Construcción, ha desarrollado desde el año 2010 documentos de apoyo para la implementación de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos, y más recientemente manuales para el diseño y dimensionamiento de sistemas conectados a red. La venta de viviendas de sectores de ingresos medios en edificios de media altura, que ofrecían sistemas solares térmicos y reducción en costos de operación, para disponer de agua caliente sanitaria, fue un plus que actuó positivamente en la velocidad de venta de las unidades residenciales. Edificios aislados de gran altura que buscaban liderar el diseño ambiental y energético fueron enarbolados como estándares por la innovación tecnológica y el ahorro en los costos de energía de los usuarios. (Jirón & Juan Pablo Vásquez Palau, 2016).







## **CAPITULO 2: MARCO LEGAL.**

## **2. MARCO LEGAL**

La implementación del Sistema de Eficiencia Energética se ha normalizado a lo largo del tiempo, regularizando los procesos para la aplicación de esta en diversos sectores industriales, tales como en la construcción, producción de energía, como también en el uso doméstico.

Chile en su compromiso con el medio ambiente, ha implementado leyes, decreto de ley y decretos supremos los cuales han adoptado el alma de diversas normativas sobre la eficiencia energética aplicadas en la UE para regular de manera correcta la ejecución de esta.

## **2.1. ISO 50001/2011 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA**

La norma ISO 50001 “Sistemas de gestión de La Energía- Requisitos con orientación para su uso”, se basa en el modelo ISO de sistemas de gestión, que permite a una organización definir una estructura probada para lograr la mejora continua del desempeño energético y del Sistema de Gestión de la Energía (SGE) en sus procesos.

El concepto “desempeño energético” es clave para la comprensión del SGE, ya que incluye otros conceptos como el uso de la energía, eficiencia energética y consumo de energía. De esta forma cada organización establece como mide su desempeño energético, para mejorarlo en el tiempo.

La implementación de un SGE según la norma ISO 50001, se constituye en una valiosa herramienta para las organizaciones que se han propuesto mejorar su desempeño energético, motivadas por la reducción de costos y el desarrollo sustentable del negocio.

Por este motivo se recomienda su implementación como una forma de llevar a cabo de forma exitosa el trabajo en materias de eficiencia energética y reducción de emisiones de gases efecto invernadero.

## **2.2.NORMATIVA LEGAL CHILENA SOBRE EFICIENCIA ENERGETICA**

### **2.2.1. LEY 20.571/2014 REGULA EL PAGO DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS DE LAS GENERADORAS RESIDENCIALES**

Este sistema permite la autogeneración de energía en base a Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y cogeneración eficiente. Esta Ley, conocida también como Generación Distribuida, entrega el derecho a los usuarios a vender sus excedentes directamente a la distribuidora eléctrica a un precio regulado. (SEC, s.f.)

### **2.2.2. DECRETO LEY N° 2.224, DE 1978 CREA EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA.**

El Ministerio de Energía es la institución de Gobierno responsable de elaborar y coordinar, de manera transparente y participativa, los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país.

Dentro de sus responsabilidades esta la fijación, mediante estándares mínimos de eficiencia energética que deberán cumplir los productos, máquinas, instrumentos y aparatos que utilicen cualquier tipo de recurso energético. (Congreso, 1978)

Por otro ámbito la comisión nacional de energía es un organismo público y descentralizado con la capacidad para adquirir y ejercer derechos y obligaciones, mediante el ministerio de energía, regulando el sector energético asegurando un desarrollo energético, sustentable, buscando el bien común de la sociedad. (CNE)

2.2.3. DECRETO SUPREMO 97, DE 2012; APRUEBA REGLAMENTO QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA LA FIJACIÓN DE ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NORMAS PARA SU APLICACIÓN.

Según lo estipulado en la letra h) del artículo 4° del D.L N°2224 tiene por objeto “establecer el procedimiento conforme al cual se fijarán los estándares mínimos de eficiencia energética que deberán cumplir los productos, máquinas, equipos, artefactos y materiales que utilicen cualquier tipo de recurso energético”. (Congreso, 1978).

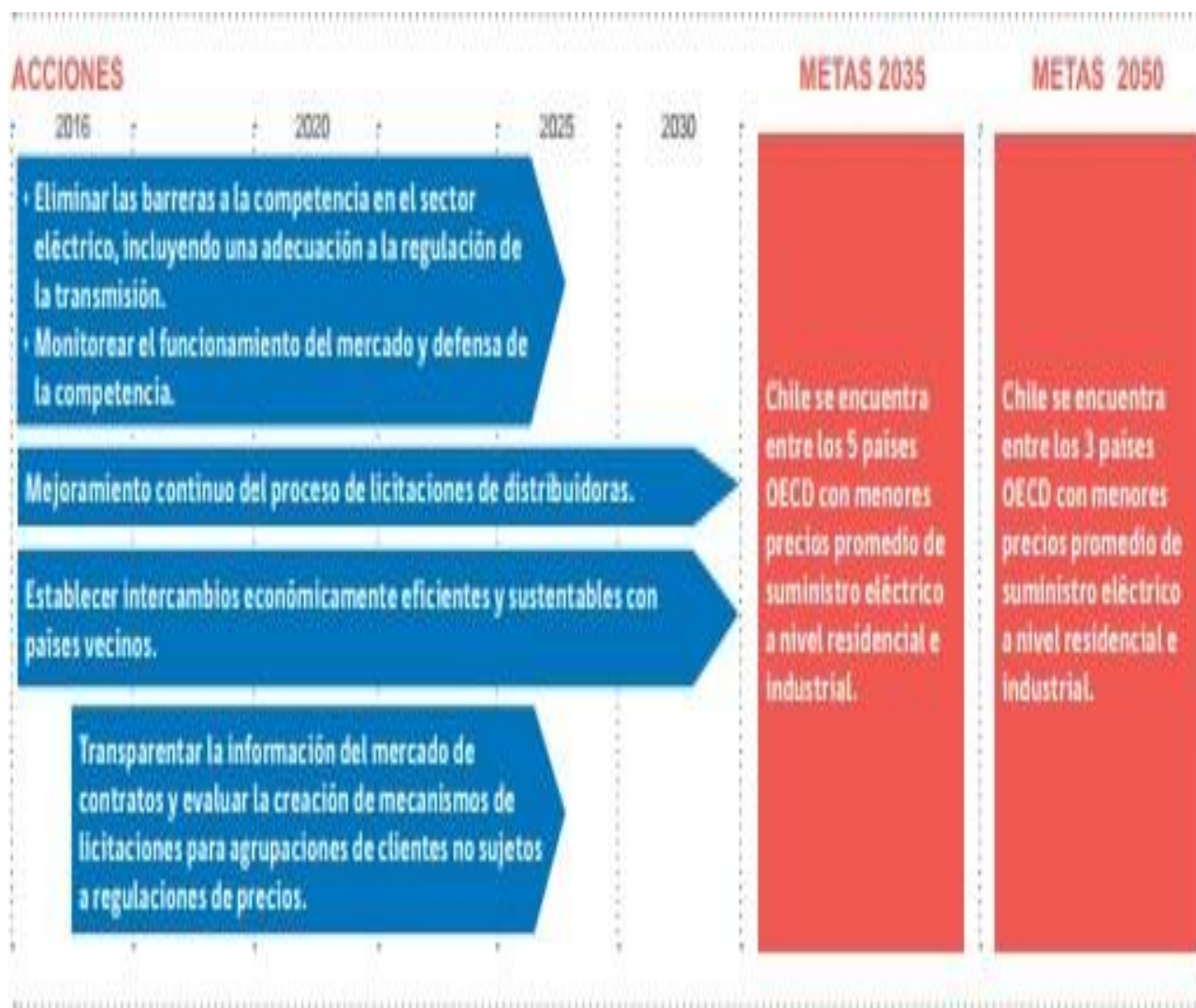
Una vez establecido estos requisitos mínimos se debe tener en consideración antecedentes internacionales respecto a un determinado producto, las especificaciones y características técnicas, tales como consumo energético, y las estimaciones de impacto energético y ambiental. (ENERGÍA, 2012)

2.2.4. DECRETO SUPREMO N°148/2015 DEL MINISTERIO DE ENERGÍA APRUEBA POLÍTICA NACIONAL DE ENERGÍA.

Mediante la promulgación de Política Energética de Chile, “Energía 2050” se busca que al 2050 el 70% de la generación eléctrica nacional provenga de energías renovables y que el 100% de las edificaciones nuevas tengan altos estándares de construcción eficiente y cuenten con sistemas de control de energía, entre otras. (Energía M. , Ministerio de Energía, 2015).

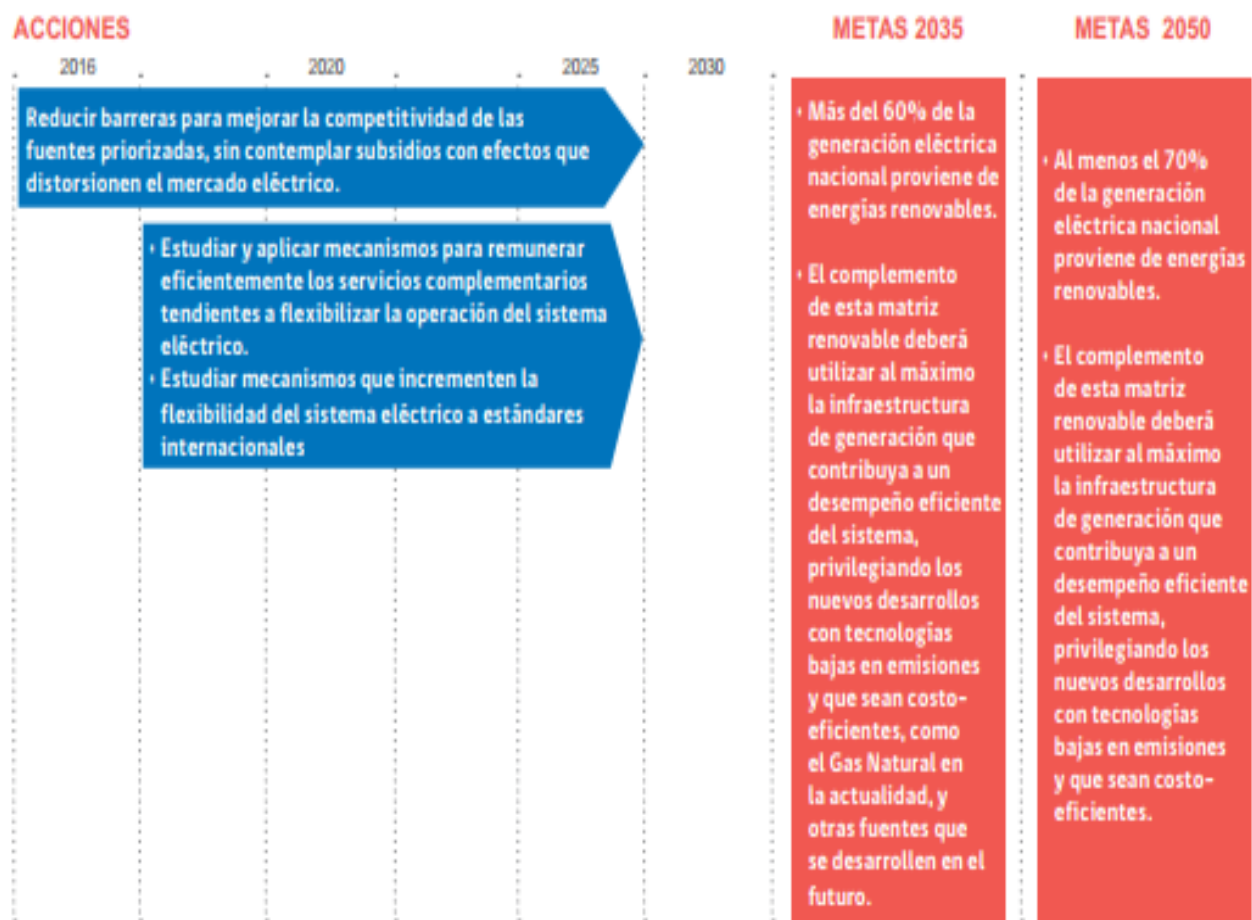
Según el Ministerio de Energía, la Política Energética no se limita a la definición de reglas para la operación del mercado y reacción ante contingencias, sino que es esencial el rol articulador del Estado para proponer visiones de desarrollo energético de largo plazo. (Energía M. , Política Energética de Chile, 2015).

Figura 2-1: Lineamiento 17: Promover precios competitivos como una condición esencial para el desarrollo sustentable del país, siendo una fuente de competitividad para los sectores productivos.



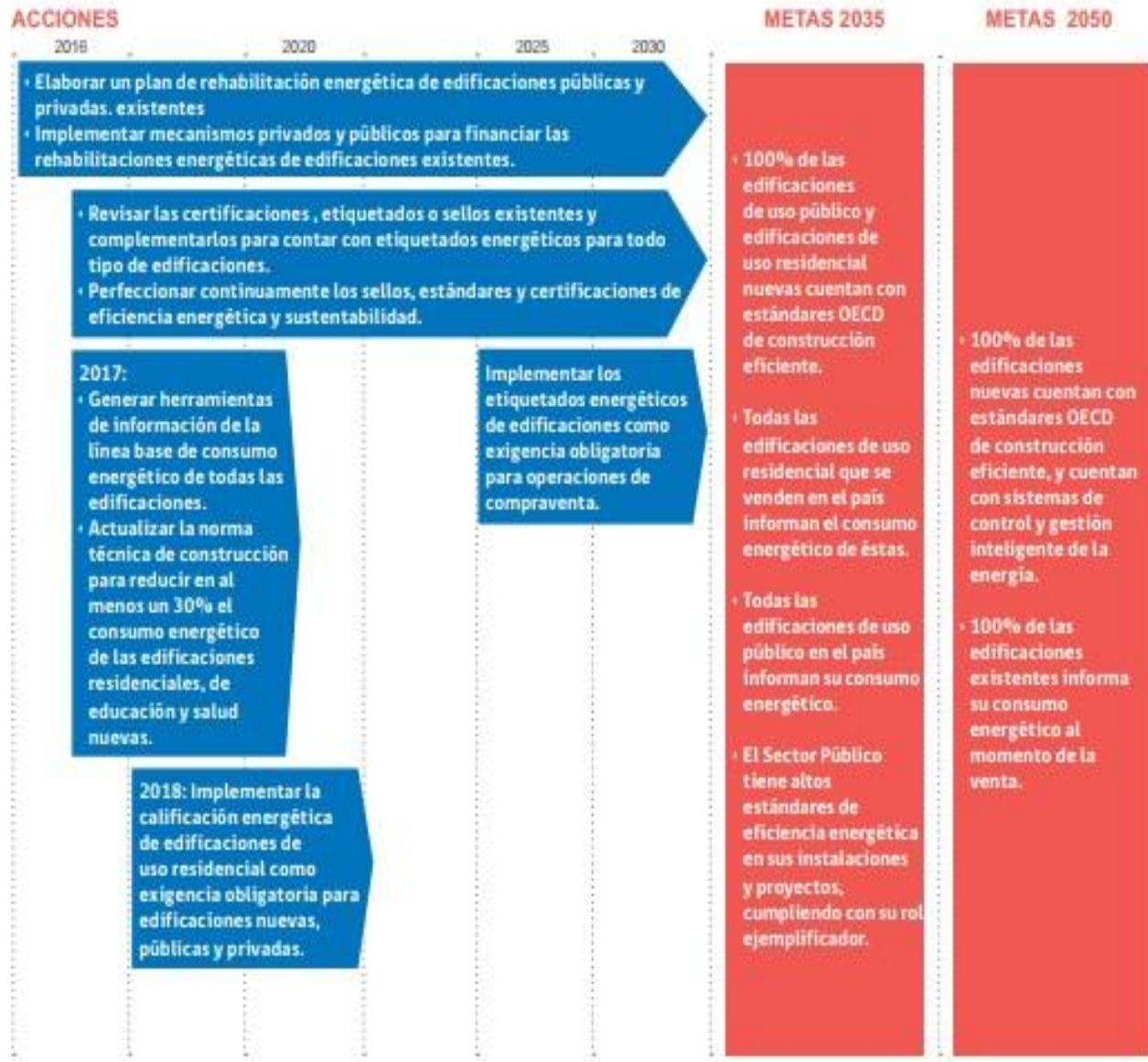
Fuente: Política Energética de Chile; Chile 2050

Figura 2-1: Lineamiento 21: Promover una alta penetración de energías renovables en la matriz eléctrica.



Fuente: Política Energética de Chile; Chile 2050

Figura 2-2: Lineamiento 31: Edificar de manera eficiente por medio de la incorporación de estándares de eficiencia energética en el diseño, construcción y reacondicionamiento de edificaciones, a fin de minimizar los requerimientos energéticos y las externalidades.



Fuente: Política Energética de Chile; Chile 2050

2.2.5. DECRETO SUPREMO N°594/2000 DEL MINISTERIO DE SALUD, SOBRE CONDICIONES LABORALES Y AMBIENTALES EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

El lugar de trabajo que se estudiará debe contar luz natural o artificial mínima en una cantidad en lux que dependerá del tipo de trabajos que se realicen y que se encuentran en la siguiente tabla. (DS 594 art 103; 2000)

Tabla 2-1: Valor Mínimo de la Iluminación Promedio.

| Lugar o Faena                                                                                                                                                                                                                                                      | Iluminación<br>Expresa en Lux<br>(Lx) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste | 150                                   |
| Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en fundiciones y trabajos similares.                                                                                                 | 300                                   |
| Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.                                                   | 500                                   |
| Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.                                                                                                                                                                      | 500 a 700                             |
| Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.                                                                                                                                                                                        | 1000                                  |
| Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones                                                                                                            | 1500 a 2000                           |

|                                                    |       |
|----------------------------------------------------|-------|
| textiles sobre género oscuro y trabajos similares. |       |
| Sillas dentales y mesas de autopsias.              | 5000  |
| Mesa quirúrgica                                    | 20000 |

Fuente: Decreto Supremo 594, Art. 103.

Los valores indicados en la tabla se entenderán medidos sobre el plano de trabajo o a una altura de 80 centímetros sobre el suelo del local en el caso de iluminación general. Cuando se requiera una iluminación superior a 1.000 Lux, la iluminación general deberá complementarse con luz localizada. Quedan excluidos de estas disposiciones aquellos locales que en razón del proceso industrial que allí se efectúe deben permanecer oscurecidos. (Salud, Ministerio de, 2015, pág. 35)

En ciertas áreas de trabajo se requerirá de iluminación localizada la cuales deberá dependerá de la iluminación general según los valores en la siguiente tabla. (DS 594 art 104; 2008)

Tabla 2-2: Valores Iluminación General y Localizada

| <b>Iluminancia General (Lux)</b> | <b>Iluminación Localizada (Lux)</b> |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 150                              | 250                                 |
| 250                              | 500                                 |
| 300                              | 1000                                |
| 500                              | 2000                                |
| 600                              | 5000                                |
| 700                              | 10000                               |

Fuente: Decreto Supremo 594, Art. 104

La cantidad de luminancia (que corresponde al brillo) dependerá de la complejidad de la tarea que se efectúe y de acuerdo a la siguiente tabla. (DS 594 art 105; 2008)

Tabla 2-3: Luminancia según su Complejidad

| <b>Tarea</b>      | <b>Luminancia en cd/m<sup>2</sup></b> |
|-------------------|---------------------------------------|
| Demasiado Difícil | Más de 122,6                          |
| Muy Difícil       | 35,0 – 122,6                          |
| Difícil           | 12,3 – 35,0                           |
| Ordinaria         | 5,3 – 12,3                            |
| Fácil             | Menor de 5,3                          |

Fuente: Decreto Supremo 594, Art. 105

La relación entre la zona en que se efectúe la tarea que requiera de una mayor luminancia (brillantez) y las otras zonas del campo visual corresponde a las señaladas a continuación. (DS 594 art 106; 2008)

Tabla 2-4: Relación de luminancia.

|        |                                                                                      |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 a 1  | Entre tareas y los alrededores adyacentes                                            |
| 20 a 1 | Entre tareas y las superficies más remotas                                           |
| 40 a 1 | Entre las unidades de iluminación (o del cielo) y las superficies adyacentes a ellas |
| 80 a 1 | En todas partes dentro del medio ambiente del trabajador                             |

Fuente: Decreto Supremo 594, Art. 106

#### 2.2.6. NCH 3000 OF 2006: EFICIENCIA ENERGÉTICA, REFRIGERADORES, CONGELADORES DE USO DOMÉSTICO, CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO

Establece la metodología para la clasificación de refrigeradores, congeladores y refrigeradores-congeladores de uso doméstico alimentados por la red eléctrica de acuerdo con su desempeño energético. Además, indica el método de ensayo y las características de la etiqueta de eficiencia energética. Esta norma también establece los requisitos que debe cumplir la etiqueta de eficiencia energética de los aparatos. (Combustible, Superintendencia de electricidad y, 2006, pág. 1)

#### 2.2.7. NCH 3010 OF 2006: EFICIENCIA ENERGÉTICA LÁMPARAS INCANDESCENTES DE USO DOMÉSTICO Y SIMILARES CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO.

Establece una metodología para la clasificación de eficiencia energética de las lámparas incandescentes de uso doméstico y similar alimentadas por la red eléctrica. La clasificación se hace de acuerdo con su potencia y flujo luminoso. También establece los requisitos que debe cumplir la etiqueta de eficiencia energética de las lámparas incandescentes y es aplicable a las lámparas incandescentes de filamento de tungsteno para uso doméstico y usos similares para iluminación general. (Combustibles, Superintendencia de electricidad y, 2006, pág. 1)

#### 2.2.8. NCH 3020 OF 2006: EFICIENCIA ENERGÉTICA: LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS CIRCULARES Y TUBULARES DE USO DOMÉSTICO, CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO.

Establece una metodología para la clasificación de eficiencia energética de las lámparas fluorescentes compactas, circulares y tubulares de uso doméstico y similar alimentadas por la red eléctrica. Esta clasificación se hace de acuerdo con su potencia y flujo luminoso. También establece los requisitos que debe cumplir la etiqueta de eficiencia energética de las lámparas

fluorescentes y es aplicable a las lámparas fluorescentes compactas integradas o no con balasto electromagnético o electrónico, circular y tubular.

Tabla 2-5: Comparación de costo, energía, desempeño y parámetros de producción de tecnologías de iluminación

|                                     | Incandescente | Tungsteno-Halógeno                                                                                                                                        | Fluorescente compacta                                                         | Diodo emisor de luz                                                           |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Costo inicial                       | Muy Bajo      | Bajo a Medio                                                                                                                                              | Bajo a Medio                                                                  | Alto muy alto                                                                 |
| Vida media                          | <1000h        | <4000 h                                                                                                                                                   | <20000 h                                                                      | <50000 h                                                                      |
| Eficiencia lumínica                 | <12 lm/W      | <15 lm/W                                                                                                                                                  | <70 lm/w                                                                      | <120 lm/W                                                                     |
| Eficiencia luminosa relativa        | Muy Baja      | Hasta 15% de ahorro en comparación con incandescente.<br>Con gas xenón y otras mejoras hasta 30% de ahorro en comparación con las lámparas incandescentes | Hasta 80% de ahorro de energía en comparación con las lámparas incandescentes | Hasta 90% de ahorro de energía en comparación con las lámparas incandescentes |
| Costo por vida útil                 | Alta          | Alta                                                                                                                                                      | Bajo                                                                          | Medio a Bajo                                                                  |
| Complejidad técnica y de producción | Baja          | Media                                                                                                                                                     | Alta                                                                          | Muy Alta                                                                      |

Fuente: Informe Técnico Preliminar Estándar Mínimo Eficiencia Energética Lámparas No Direccionales para Iluminación General. Ministerio de Energía.

## 2.2.9. NCH 04 OF 2003: INSTALACIONES DE CONSUMO DE UNA BAJA TENSIÓN.

Esta Norma tiene por objeto fijar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas de consumo en Baja Tensión, con el fin de salvaguardar a las personas que las operan o hacen uso de ellas y preservar el medio ambiente en que han sido construidas

#### 2.2.9.1 ALUMBRADOS EN RECINTOS ASISTENCIALES Y EDUCACIONALES.

Para determinar la potencia eléctrica necesaria a instalar para alumbrado de recintos asistenciales y educativos, se deberá tener en cuenta el nivel de iluminación requerido, el tipo de fuente luminosa y el área del recinto por iluminar. El nivel de iluminación mínimo según el tipo de local y tarea que en él se desarrolle, se determinará de acuerdo a lo señalado en la tabla 2-6.

Tabla2-6: Iluminaciones mínimas para locales educativos y asistenciales.

| <b>Tipos de recintos.</b>                 | <b>Iluminancia (lux)</b> |
|-------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Atención administrativa</b>            | <b>300</b>               |
| <b>Bibliotecas</b>                        | <b>400</b>               |
| <b>Cocinas</b>                            | <b>300</b>               |
| <b>Gimnasios</b>                          | <b>200</b>               |
| <b>Oficinas</b>                           | <b>400</b>               |
| <b>Pasillos</b>                           | <b>100</b>               |
| <b>Policlínicos</b>                       | <b>300</b>               |
| <b>Sala de cirugía menor</b>              | <b>500</b>               |
| <b>Sala de cirugía mayor (quirófano)</b>  | <b>500</b>               |
| <b>Sala de clases, párvulo</b>            | <b>150</b>               |
| <b>Sala de clases, educación básica</b>   | <b>200</b>               |
| <b>Sala de clases, educación media</b>    | <b>250</b>               |
| <b>Sala de clases, educación superior</b> | <b>300</b>               |
| <b>Sala de dibujos</b>                    | <b>600</b>               |
| <b>Sala de espera</b>                     | <b>150</b>               |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>Sala de pacientes</b>  | <b>100</b> |
| <b>Sala de profesores</b> | <b>400</b> |

Fuente: Norma chilena 04/2003.

## **2.3.NORMAS INTERNACIONALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

### **2.3.1. PROTOCOLO DE KIOTO**

El Protocolo de Kioto se inscribe dentro del Convenio Marco de la ONU sobre Cambio Climático. Pide que los países industrializados (excepto Estados Unidos) reduzcan sus emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global en aproximadamente un 5% por debajo de los niveles de 1990 para el período 2008-2012. Los países adoptaron diferentes porcentajes objetivo dentro de este compromiso general. Permite que los participantes en el Protocolo de Kioto deduzcan las emisiones en sus países de origen y/o beneficiarse de los llamados mecanismos flexibles (Comercio de Emisiones, el Desarrollo Limpio y la Aplicación Conjunta), así como contabilizar el carbono absorbido por los llamados sumideros como los bosques o las tierras de cultivo. Se impondrán sanciones a aquellos países que no cumplan sus objetivos. (Vallecillo)

Con el fin de promover el desarrollo sostenible, se estableció que cada una de las Partes debe cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones en donde deberán aplicar y/o seguir elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo las siguientes:

- fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.
- investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales (Unidas, 1998)

### **2.3.2. ENERGY POLICY ACT OF 2005 OF USA**

La Política de Eficiencia Energética de EE.UU del 2005, ofrece a los consumidores y las empresas federales, créditos tributarios (beneficios tributarios) por la compra de vehículos eléctricos híbridos, que usen en forma eficiente el combustible, por la construcción y remodelación de edificaciones y la compra de artefactos y productos energéticamente eficientes. Además, realiza inversiones de alto riesgo en investigación y desarrollo de alto valor, que no lo podría realizar el sector privado en forma independiente, acción fundamental para asegurar el abastecimiento energético en el futuro. Con todas estas acciones, intervenciones y subvenciones, se ha logrado introducir el concepto de eficiencia energética en las instituciones, las empresas y los usuarios, que son los que finalmente exigen que la eficiencia energética esté presente en los productos que compran y arriendan. (Efernergia, s.f.)

La presente política tiene como objetivo primordial aumentar el suministro de energía, estableciendo normas que aumenten el uso de ciertos Tipos de energía y tecnologías de ahorro de energía. Las fuentes y tecnologías de energía promovidas por la ley incluyen algunas que son amigables con el clima y algunas cuyo uso dará lugar a grandes emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Uno de los temas tratados son Medidas de ahorro de energía y agua en edificios donde se desarrolla, actualizará e implementará un plan de Conservación de la energía y el plan de gestión. (Congress, 2005)

### 2.3.3. DIRECTIVA 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO.

Sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo

La finalidad de la presente Directiva es fomentar la mejora rentable de la eficiencia del uso final de la energía en los Estados miembros:

- a) aportando los objetivos orientativos, así como los mecanismos, los incentivos y las normas generales institucionales, financieras y jurídicas necesarios para eliminar los

obstáculos existentes en el mercado y los defectos que impidan el uso final eficiente de la energía;

b) creando las condiciones para el desarrollo y el fomento de un mercado de servicios energéticos y para la aportación de otras medidas de mejora de la eficiencia energética destinadas a los consumidores finales. (Parlamento Europeo y del Consejo., 2006)

#### 2.3.4. REAL DECRETO 314/2006 DE ESPAÑA

El Código Técnico de la Edificación, es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Para este rigen una serie de Exigencias Básicas de calidad que deben cumplir los edificios donde se refieren a materias de seguridad (seguridad estructural, seguridad contra incendios, seguridad de utilización) y habitabilidad (salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía)

##### 2.3.4.1.EXIGENCIA BÁSICA DE AHORRO DE ENERGÍA.

El objetivo básico de Ahorro de energía consiste en alcanzar un uso racional de la energía esencial para la utilización de los edificios, disminuyendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Según el artículo 15.3 la Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación: “los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios implementado de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones. (Ministerio de Vivienda, 2006)

### 2.3.5. REAL DECRETO 1027/2007 DE ESPAÑA.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, tiene por esencia establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento. (Ministerio de la Presidencia, 2007)

Es decir las instalaciones térmicas deben diseñarse, calcularse, y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía de estas y, como resultado, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos. Por ende la aplicación de un sistema de eficiencia energética deberá cumplir así algunos requisitos, tales como; la distribución de calor y frío; regulación y control de instalaciones; y la utilización de energías renovables. (Ministerio de la Presidencia, 2007)

### 2.3.6. REAL DECRETO 1890/2008 DE ESPAÑA.

El presente reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de:

- Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta.

No es objeto del presente reglamento establecer valores mínimos para los niveles de iluminación en los distintos tipos de vías o espacios a iluminar, que se regirán por la normativa que les sea de aplicación.

#### 2.3.6.1. ARTÍCULO 4: EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Con el fin de lograr una eficiencia energética adecuada en las instalaciones de alumbrado exterior, éstas deberán cumplir, al menos, con los requisitos siguientes:

- Los niveles de iluminación de la instalación no superen lo establecido en la instrucción técnica complementaria ITC-EA 02, salvo casos excepcionales, que requerirán autorización previa del órgano competente de la Administración Pública.
- Para el alumbrado vial, se cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en la ITC-EA-01. Para el resto de instalaciones de alumbrado, se cumplan los requisitos de factor de utilización, pérdidas de los equipos, factor de mantenimiento y otros establecidos en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.
- En donde se requiera, dispongan de un sistema de accionamiento y de regulación del nivel luminoso, tal y como se define en la ITC-EA-04. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008)



## **CAPÍTULO 3: RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS**



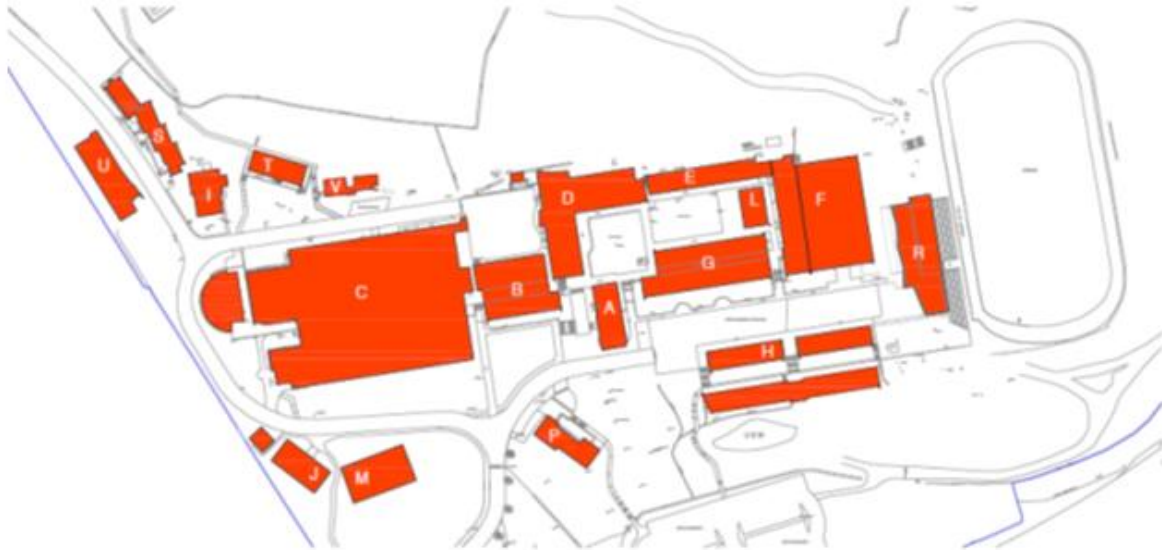
### **3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN.**

La Universidad Técnica Federico Santa María (USM) es una universidad tradicional privada chilena, perteneciente al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, a la Agrupación de Universidades Regionales de Chile, a la Red Universitaria Cruz del Sur y a la Red Universitaria G9.

La institución tiene una extensión nacional e internacional y de acuerdo con la voluntad testamentaria de su fundador, don Federico Santa María Carrera, la cual busca la excelencia académica y pone especial énfasis en facilitar la admisión y la permanencia de aquellos que, reuniendo las aptitudes y actitudes exigidas por el trabajo académico, no poseen suficientes medios materiales.

La sede Viña del mar También llamada sede José Miguel Carrera, fue creada en 1971 a continuación de la escuela de Artes y Oficios, fundada por la voluntad testamentaria del filántropo Federico Santa María. La cual se puede apreciar en la figura 3-1.

Figura3-1: Distribución de los edificios en la USM sede José miguel Carrera.



Fuente: Unidad de Planificación y Diseño Universidad Federico Santa María

Ubicada en la Avenida Federico Santa María N°6090, en el límite entre las comunas de Viña del Mar y Quilpué.

### **3.2.DESCRIPCIÓN DE LUGARES ASIGNADOS A EVALUAR.**

En el presente diagnóstico energético de la USM JMC evaluaremos esta institución en las áreas de los edificio R y edificio P según la Norma ISO 50001, el cual se espera recopilar datos que sirvan para evaluar el desempeño energético de estas áreas, esto a partir del desarrollo de los memoristas que recopilar la información necesaria para este estudio, en el caso particular del estudio de los edificios P y edificio R analizados el mes de junio y conociendo el consumo estimado de cada edificio. Los cuales se encuentran ubicados en donde se indica con las flechas en la imagen.

Figura3-2: Edificios asignados en la evaluación.



Fuente: Unidad de Planificación y Diseño Universidad Federico Santa María

### 3.3.RECAUDACIÓN DE LOS DATOS.

Los datos fueron recolectados en el mes de junio del 2017 en el cual se analizaron todos los puntos eléctricos de los edificios R y edificio P de la USM JMC, lo cual se realizara con una tabla para la toma de datos (imagen 1). Obteniendo el consumo eléctrico y la potencia instalada en dichos edificios.

Figura 3-3: Tabla de recolección de datos

| Sector | Subsector | Uso | Inventario Equipos de Consumo |  | TOTAL (unidades) | POTENCIA MEDIA EQUIPO (kW) | POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW) | TIEMPO DE USO (horas al día) | TIEMPO DE USO (días al mes) | TIEMPO DE USO (horas al mes) | TOTAL CONSUMO ELECTRICICO en periodo de referencia en kWh |
|--------|-----------|-----|-------------------------------|--|------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|        |           |     | EQUIPOS                       |  |                  |                            |                               |                              |                             |                              |                                                           |

| Edificio P | auditorio | <b>Iluminación</b>             | Fluorescente              | Puntos de luz x potencia (W) x n.º lámparas |  |  |  |  |  |                                          |  |
|------------|-----------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|--|--|--|--|--|------------------------------------------|--|
|            |           |                                | Halogeno                  |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                | LED                       |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                |                           |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                |                           |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           | <b>Ofimáticos</b>              | Unidades x potencia (W)   |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                | pantallas led 3 pulgadas  |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                | Computador portátil       |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                | parlantes                 |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                | Proyector                 |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                |                           |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           | <b>Agua Caliente Sanitaria</b> |                           |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                | Unidades de climatización |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                | Bombas                    |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                | Conjunto de enfriadoras   |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           | <b>Refrigeración</b>           |                           |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           | <b>Calefacción</b>             |                           |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           | <b>Otros</b>                   |                           |                                             |  |  |  |  |  |                                          |  |
|            |           |                                |                           |                                             |  |  |  |  |  | <b>TOTAL CONSUMO en Zona 1 (kWh/mes)</b> |  |

Fuente: gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejoras.

Con esta tabla se podrá tomar y seleccionar los datos dividiéndolos en los distintos tipos de consumo que se encuentra en cada una de las áreas evaluadas.

### **3.4.DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO R.**

El edificio R es un edificio que posee cuatro pisos superiores y un piso inferior los cuales está destinado al uso académico, administrativo y deportivo, distribuyéndose de la siguiente manera:

- Piso inferior: cuenta con camarines para el uso deportivo y oficinas de los profesores de actividad formativa, además de contar con un baño por sexo.
- Primer piso: cuenta con 3 salas de clases y un baño por sexo.
- Segundo piso: cuenta con 3 salas de clases y un baño por sexo.
- Tercer piso: cuenta con 3 salas de clases, además de 8 oficinas de profesores, una secretaría y un baño destinado solo a los funcionarios.
- Cuarto piso: cuenta con 3 salas de clases, con 4 oficinas de profesores y una secretaría, además de una secretaría y cajero perteneciente al vespertino y un baño destinado solo a los funcionarios.

Además de destacar que en este edificio se encuentra el departamento de construcción y prevención de riesgos de la universidad.

### **3.5.ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL EDIFICIO R.**

Los datos obtenidos en el edificio R fueron recaudados en el mes de junio del 2017 en el cual se realizó un levantamiento de todos los aparatos eléctricos a través de la observación y conteo de dichos elementos además de la disposición de los funcionarios que nos añadieron información del tiempo que cada aparato eléctrico se encuentran funcionando.

### 3.5.1. ANÁLISIS DE DATOS EDIFICIO R POR PISO.

Para facilitar el análisis de los datos del edificio R lo dividiremos por sus pisos que cuenta este edificio, por lo tanto el edificio R cuenta con cinco pisos el cual se puede apreciar en la siguiente tabla. En el cual se puede distinguir dos datos de mayor relevancia para esta investigación la cual es la potencia total instalada y el consumo total estimado.

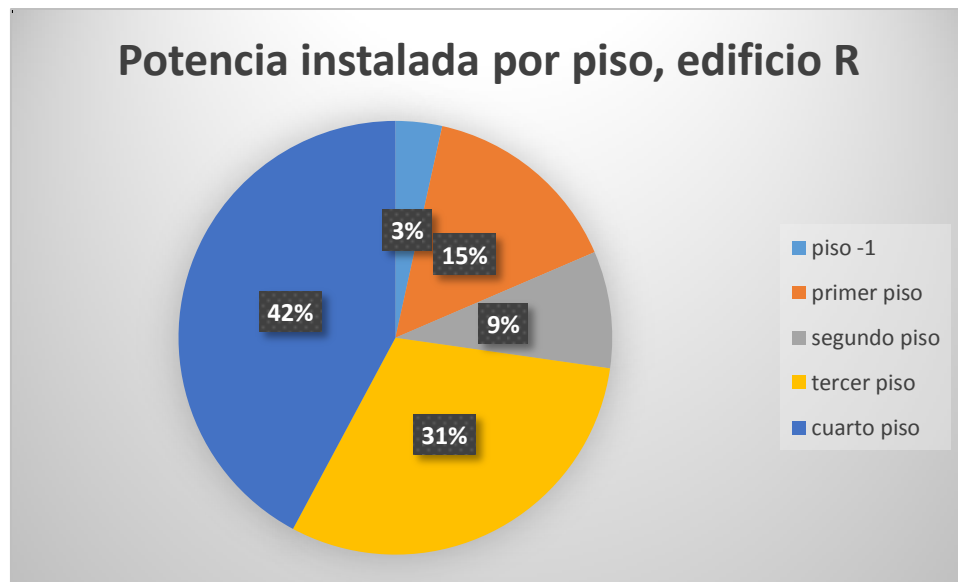
Tabla 3-1: Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico en los pisos del edificio R.

| Piso edif. R | Potencia Instalada kW | % estimación potencia instalada | Estimación Consumo kWh | % Estimación Consumo |
|--------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------|
| piso -1      | 3,7                   | 3,6                             | 299,3                  | 3,2                  |
| primer piso  | 16,2                  | 14,0                            | 1585,3                 | 16,9                 |
| segundo piso | 9,4                   | 9,1                             | 1123,8                 | 11,7                 |
| tercer piso  | 32,9                  | 30,4                            | 2921,9                 | 31,3                 |
| cuarto piso  | 45,4                  | 42,9                            | 3466,2                 | 36,9                 |
|              |                       |                                 |                        |                      |
| Total        | 107,8                 | 100                             | 9396,5                 | 100                  |

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recolectados.

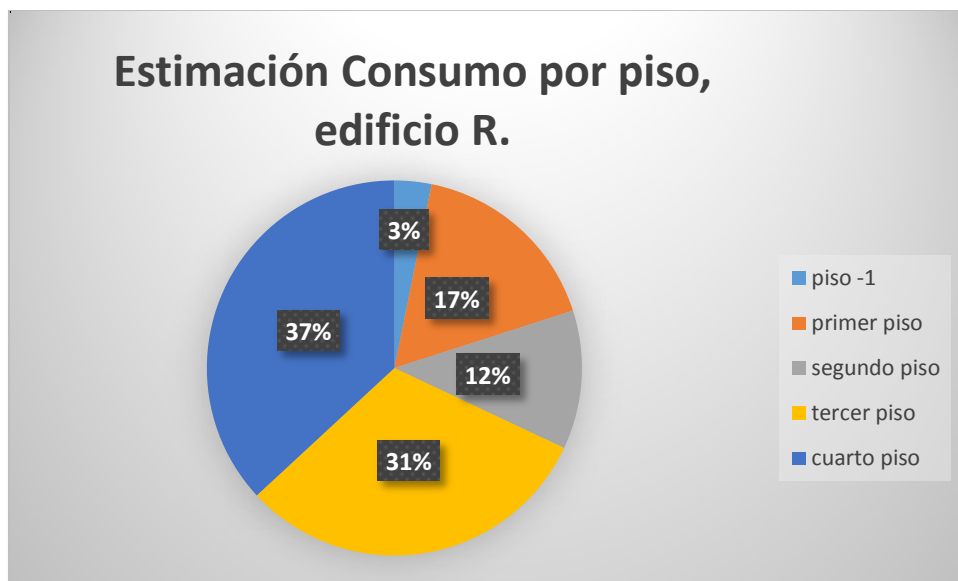
De la siguiente tabla se pueden distinguir los datos más relevantes del edificio R, conocer la capacidad instalada distribuida por pisos (grafico 3-1) y el consumo total estimado (grafico3-2) de dicho edificio.

Grafico 3-1: Porcentaje de la potencia total instalada.



Fuente: elaboración propia, a partir de los datos obtenidos.

Grafico 3-2: Porcentaje del consumo de energía eléctrica estimado por piso en el edificio R en el mes de junio del 2017.



Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recopilados

Mediante el análisis de los gráficos podemos concluir que el cuarto y tercer piso son los sectores con mayor capacidad instalada y además son los sectores con mayor consumo, esto debido a que estos pisos cuentan con oficinas y salas de clases, en donde las oficinas poseen un

mayor número de aparatos eléctricos, a comparación de primer y segundo piso que solo cuentan con salas de clases y el sector con menos consumo y capacidad eléctrica es el piso -1 ya que este piso solo es ocupado esporádicamente como camarines y no cuenta con salas de clases.

### 3.5.2. ANÁLISIS DE DATOS EDIFICIO R SEGÚN SU USO.

Demás analizamos la capacidad instalada y el consumo total estimado según el uso, lo que dividiremos en iluminación, ofimático, climatización y otros. Los cuales se apreciaran en la tabla 3-2.

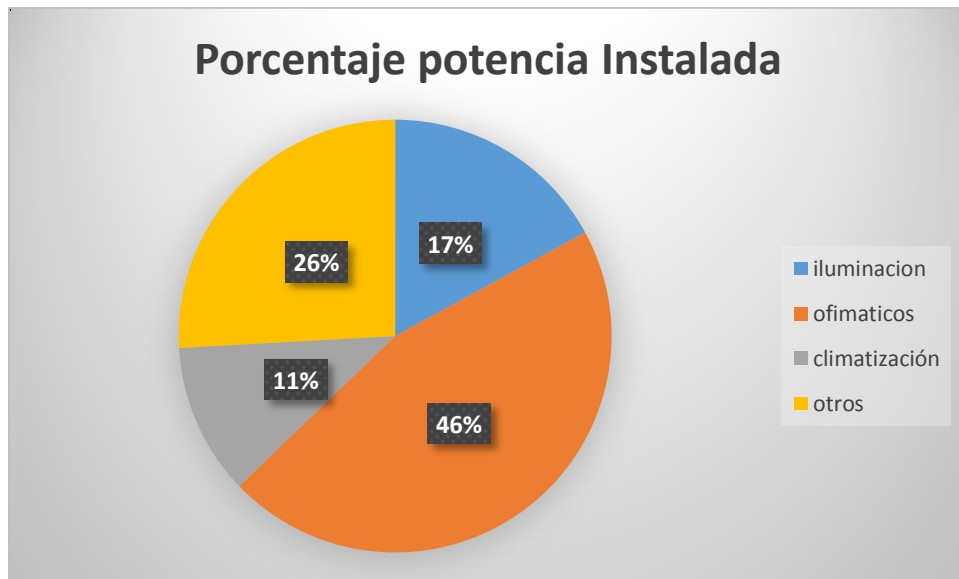
Tabla 3-2: Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico según su uso en el edificio R.

| uso           | Potencia Instalada kW | % potencia instalada | Estimación Consumo kWh | % Estimación consumo |
|---------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| iluminación   | 18,4                  | 17,0                 | 2359,8                 | 25,1                 |
| ofimáticos    | 49,3                  | 46,1                 | 4322,2                 | 46,0                 |
| Climatización | 12,2                  | 11,3                 | 1460,0                 | 15,5                 |
| otros         | 27,9                  | 25,6                 | 1254,4                 | 13,4                 |
|               |                       |                      |                        |                      |
| total         | 107,8                 | 100                  | 9396,4                 | 100                  |

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos recopilados

En la siguiente tabla se puede distinguir los datos más relevantes del edificio R según su uso, en el cual se puede distinguir la capacidad instalada (grafico 3-3) y el consumo total en el mes de junio (grafico 3-4) según sus distintos usos que se le da a la energía eléctrica en el edificio R.

Grafico 3-3: Porcentaje de la potencia total instalada en el edificio R según su uso.



Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recopilados.

Grafico 3-4: Porcentaje consumo de energía eléctrica estimado según su uso en el edificio R en el mes de junio del 2017.



Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recopilados.

En donde se aprecia en el gráfico de la capacidad instalada el uso ofimáticos es el que requiere una mayor capacidad con un 46%, y la menor capacidad pero no despreciable es la

iluminación con un 17% y climatización con un 11%. En donde los elementos que no clasifican en ningún ítem anterior se clasificara como otro el cual su capacidad es de un 26% debido principalmente a las cámaras de seguridad y el ascensor que cuentan este edificio principalmente. Y el consumo total estimado es clasificado de la misma manera en donde el mayor consumo se produce en los aparatos ofimáticos con un 46% seguido por la iluminación con un 25 la climatización consume un 16% y otros un 13%, en donde el consumo mayor es de los elementos ofimáticos y de iluminación con más de un 70% del consumo total del mes de junio del 2017.

### 3.5.3. ANÁLISIS EDIFICIO R SEGÚN SU PROCESO.

Para finalizar el análisis del edificio R de su capacidad instalada y estimación del consumo los desagregaran según su proceso en proceso administrativo (correspondiente a las oficinas de profesores, secretarias y cajero), académico (correspondiente a las salas de clases) y común (sitios como pasillos y baños). El cual se apreciara en la tabla 3-3:

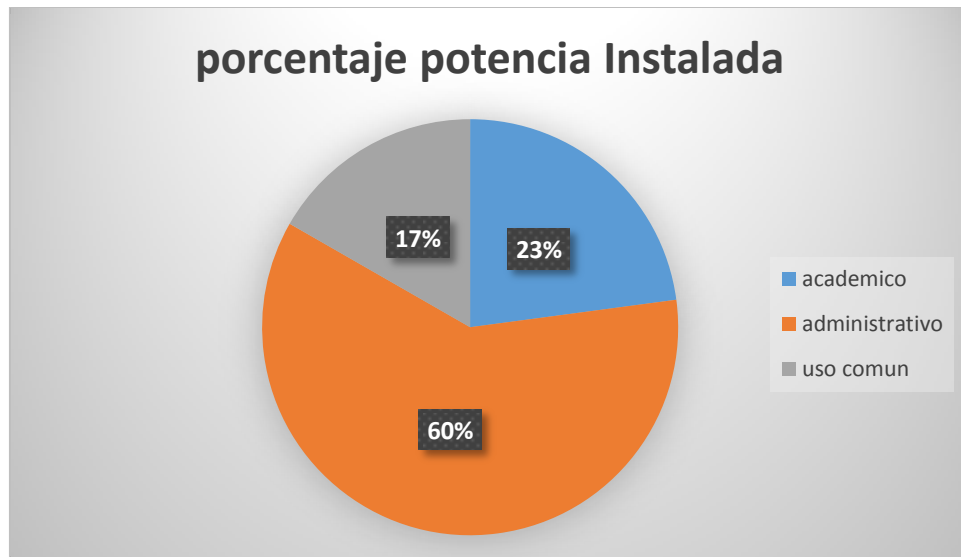
Tabla 3-3: Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico según su proceso en el edificio R

| proceso        | Potencia Instalada kW | % potencia instalada | Estimación Consumo kwh | % estimación consumo |
|----------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Académico      | 24,7                  | 22,9                 | 3396,7                 | 36,1                 |
| administrativo | 65,1                  | 60,4                 | 4638,1                 | 49,4                 |
| uso común      | 18,0                  | 16,7                 | 1361,6                 | 14,5                 |
| Total          | 107,8                 | 100                  | 9396,4                 | 100                  |

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos recopilados.

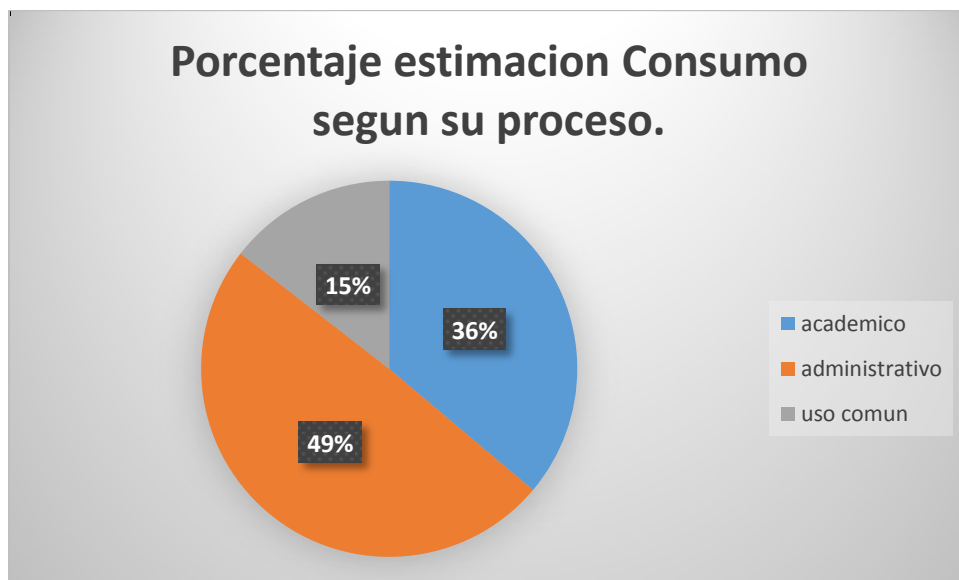
En la siguiente tabla se puede distinguir los datos más relevantes del edificio R según su proceso, en el cual se puede distinguir la capacidad instalada (grafico 3-5) y el consumo total en el mes de junio (grafico 3-6) según sus distintos usos que se le da a la energía eléctrica en el edificio R.

Grafico 3-5: Porcentaje potencia instalada según su proceso en el edificio R.



Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recopilados.

Grafico 3-6: Porcentaje estimación del consumo de energía eléctrica según su proceso en el edificio R.



Fuente: Elaboración Propia, a partir de los datos recabados

Mediante el análisis de los gráficos se puede asegurar que la potencia instalada en el edificio R es mayor en el proceso administrativo superando el 50% del total de la capacidad instalada de

este edificio y el consumo de igual forma es mayor en el proceso administrativo debido principalmente a la cantidad de oficinas que este edificio posee.

### **3.6. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO P.**

El edificio P cuenta con dos pisos superiores y un piso inferior, en donde los pisos superiores están destinados a la administración y el piso inferior en donde distribuidos de la siguiente manera:

- Primer piso: cuenta con un hall, 5 oficinas, una secretaría y un baño.
- Segundo piso: cuenta con 4 oficinas, una sala de reuniones y un baño.
- Piso inferior: cuenta con el auditorio principal y un baño.

### **3.7. ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL EDIFICIO P.**

Los datos obtenidos en el edificio P fueron recaudados en el mes de junio del 2017 en el cual se realizó un levantamiento de todos los aparatos eléctricos a través de la observación y conteo de dichos elementos además de la disposición de los funcionarios de cada edificio que nos añadieron información del tiempo que cada aparato eléctrico se encuentran funcionando.

#### **3.7.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS EDIFICIO P POR PISO.**

Para facilitar el análisis de los datos del edificio P lo dividiremos por sus pisos que cuenta este edificio, por lo tanto el edificio P cuenta con tres pisos el cual se puede apreciar en la siguiente tabla. En el cual se puede distinguir dos datos de mayor relevancia para esta investigación la cual es la potencia total instalada y el consumo total estimado (tabla 3-4).

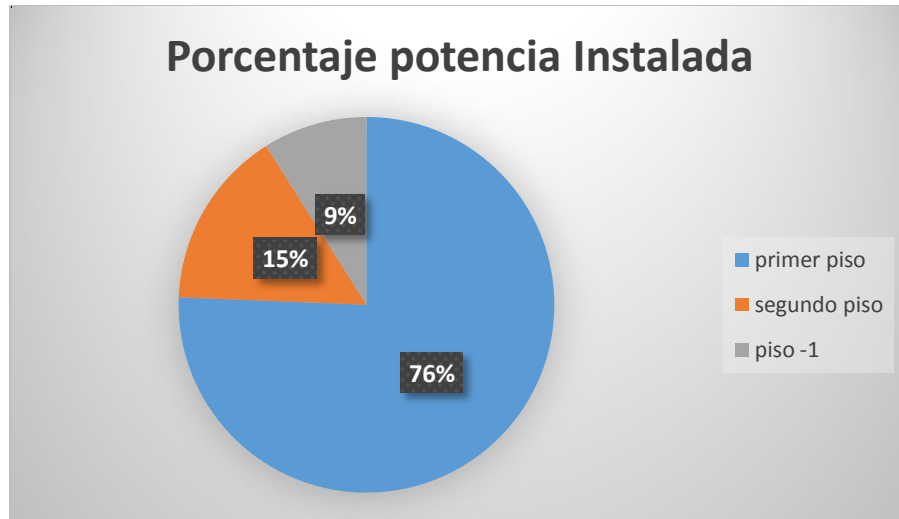
Tabla 3-4: Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico dividido por pisos en el edificio P.

| Piso         | Potencia Instalada kW | % potencia instalada | Estimación Consumo kWh | % Estimación Consumo |
|--------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| primer piso  | 53,0                  | 75,6                 | 1760,2                 | 54,1                 |
| segundo piso | 10,8                  | 15,4                 | 1185,3                 | 36,4                 |
| piso -1      | 6,3                   | 9,0                  | 307,9                  | 9,5                  |
|              |                       |                      |                        |                      |
| total        | 70,1                  | 100                  | 3253,5                 | 100                  |

Fuente: Elaboración propia, a partir los datos recolectados.

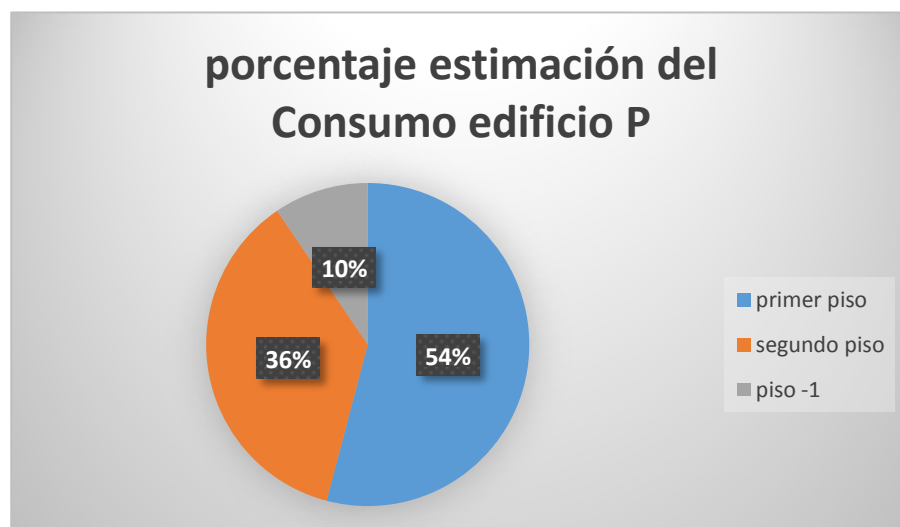
De la siguiente tabla se pueden distinguir los datos más relevantes del edificio P, conocer la capacidad instalada distribuida por pisos (grafico 3-7) y el consumo total estimado (grafico 3-8) de dicho edificio.

Grafico 3-7: Porcentaje de la potencia total instalada distribuida por pisos en el edificio P.



Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recolectados.

Grafico 3-8: Porcentaje consumo de energía eléctrica por piso en el edificio P en el mes de junio del 2017



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos recopilados.

Mediante el análisis de los gráficos podemos concluir que el primer piso es el sector con mayor capacidad instalada y además el sector con mayor consumo, seguido por el segundo piso en capacidad instalada y estimación del consumo. Esto debido a que estos piso son utilizados diariamente en ámbitos administrativos, a diferencia del piso inferior debido a que este piso cuenta básicamente solo con un auditorio que no es utilizado constantemente lo que explica que sea el piso con menos consumo y capacidad instalada.

### 3.7.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS EDIFICIO P SEGÚN SU USO.

Para poder complementar el análisis, analizaremos la capacidad instalada y el consumo total estimado según el uso, lo que dividiremos en iluminación, ofimático, climatización y otros. Los cuales se apreciarán en la tabla 3-5.

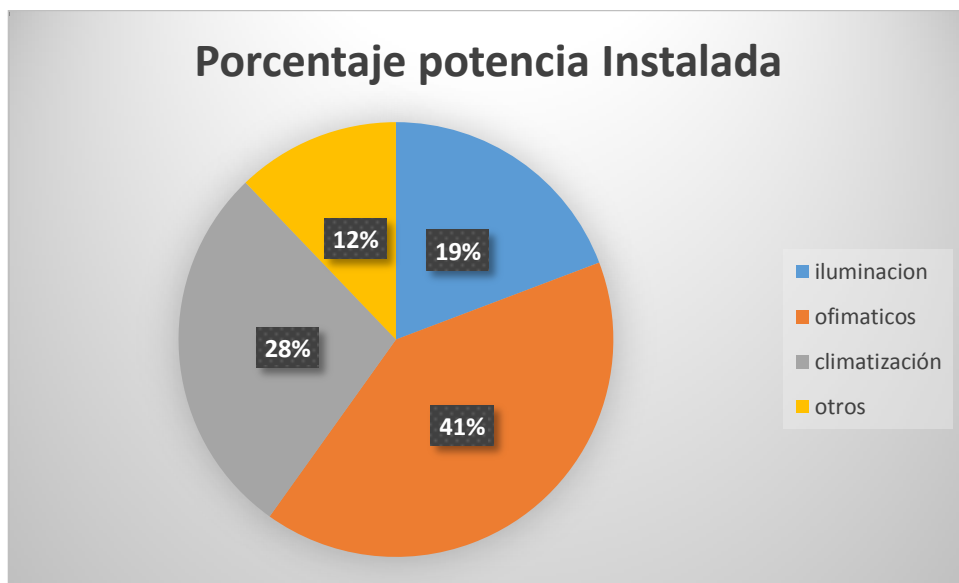
Tabla 3-5: Potencia instalada y estimación del consumo eléctrico según su uso en el edificio P.

| Uso           | Potencia Instalada kW | % potencia instalada | Estimación Consumo kWh | % Estimación consumo |
|---------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Iluminación   | 32,5                  | 46,3                 | 626,0                  | 19,2                 |
| Ofimáticos    | 13,4                  | 19,1                 | 1321,9                 | 40,6                 |
| Climatización | 11,6                  | 16,6                 | 910,0                  | 28,0                 |
| Otros         | 12,6                  | 18,0                 | 395,6                  | 12,2                 |
| Total         | 70,1                  | 100                  | 3253,5                 | 100                  |

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos recolectados.

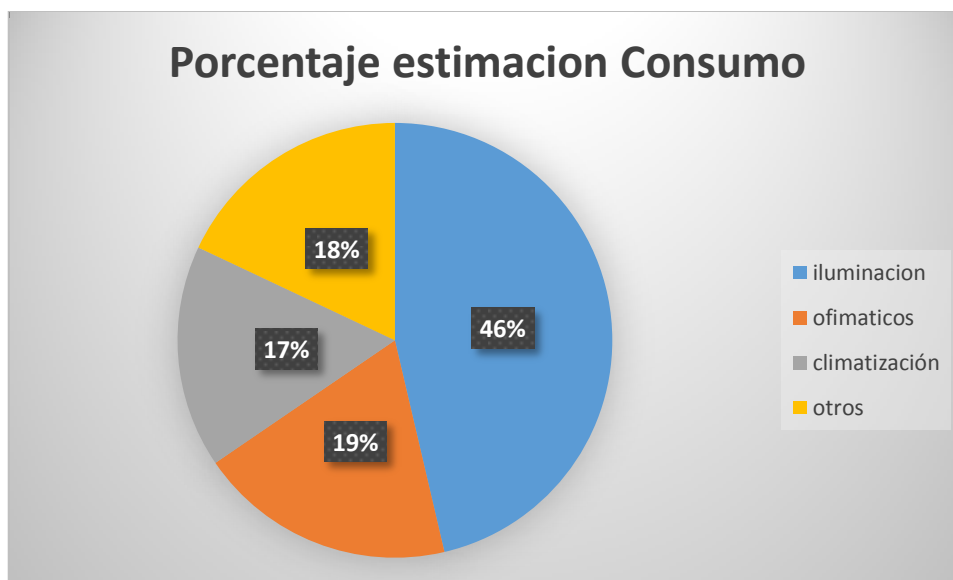
En la siguiente tabla se puede distinguir los datos más relevantes del edificio P según su uso, en el cual se puede distinguir la capacidad instalada (grafico 3-9) y el consumo total en el mes de junio (grafico 3-10) según sus distintos usos que se le da a la energía eléctrica en el edificio P.

Grafico 3-9: Porcentaje de la potencia total instalada según su uso en el edificio P



Fuente: elaboración propia, según los datos recopilados.

Grafico 3-10: Porcentaje consumo de energía eléctrica en el edificio P según su uso.



Fuente: Elaboración propia, según los datos recolectados.

Al apreciar ambos gráficos podemos distinguir que la capacidad instalada en el edificio P, en donde la iluminación tiene una mayor capacidad instalada y la distribución del consumo estimado en el mes de junio del 2017 es mayor en los aparatos ofimáticos, en donde podemos afirmar que esto se debe a que este edificio cuenta solo con oficinas en donde solo se utilizan estos aparatos, seguido por el consumo proveniente de la iluminación en donde este dato puede variar según los meses de verano e invierno, dato que también influye en los consumos de climatización. Mientras que en el consumo de otros aparatos eléctricos que no clasifican en ninguno de las demás categorías se consideran básicamente aparatos como hervidores y cargadores de telefono que son utilizados por los funcionarios.

### **3.8.PROYECCIÓN CONSUMO ANUAL.**

Para la proyección anual se estimó un total de 173 horas académicas anuales y 210 horas administrativas según la información del calendario académico de la sede (determinación realizada por medio de la exclusión de periodos de vacaciones de verano, vacaciones de invierno, festivos y semanas agendadas para actividades de alumnos), estableciendo la estimación de horas efectivas de uso de los equipos, realizando un cálculo simple de factores entre la potencia media de la unidad verificada y las horas descritas anteriormente.

$$TCE_{Administrativo} = H * Cte * p$$

En donde:

$TCE_A$  = Total Consumo Eléctrico Anual (kWh)

Cte = Constante Días Administrativos

H= Horas de uso

P= Potencia Total Instalada Equipo uso Administrativos (kW)

De esta manera es posible calcular la estimación total de consumo eléctrico anual y proyectar a través del tiempo los gastos energéticos que efectivamente se genera en los edificios, para así determinar las medidas de mejoras para el desarrollo de las actividades mediante la eficiencia energética.

$$TCE_{Académico} + TCE_{Administrativo}$$



## **CAPÍTULO 4: IMPACTOS DEL CONSUMO ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA SU DISMINUCIÓN.**

#### **4.1. CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR LA ENERGÍA ELÉCTRICA.**

En Chile a fines de año 2017 la capacidad instalada del Sistema Interconectado Central (SIC) llegó a 15.799,9 MW y la del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) es de 4.156,9 MW. En conjunto se encuentran instalados 19.956,8 MW de potencia, correspondientes a un 60,5% de origen térmico, un 32,3% de origen hídrico, un 4,5% de origen eólico y un 2,7% de origen solar. En donde la principal fuente de abastecimiento de energía eléctrica es a través de termoeléctrica las cuales son consideradas fuentes importantes de emisiones atmosféricas y pueden afectar la calidad del aire en el área local o regional (energía, 2018). La combustión que ocurre en los proyectos termoeléctricos emite dióxido de sulfuro (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Que afecta notoriamente el ambiente y contribuye al aumento de la disminución de la capa de ozono. Y la segunda fuente de abastecimiento de energía eléctrica en nuestro país es a través de hidroeléctricas que si bien no contaminan como las termoeléctricas destruyen y alteran los cauces naturales de los ríos generando problemas hídricos en las zonas en donde se encuentran instaladas estas hidroeléctricas. Además del cambio climático que afecta al planeta y principalmente a Chile, la cual ha producido la disminución notoria del recurso hídrico. Por este motivo Chile ha incorporado fuentes de energía no convencionales que van aumentando cada año y es el país que más ha desarrollado esta energía en Sudamérica.

#### **4.2. COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN CHILE.**

La universidad argentina de Belgrano publicó un estudio que pone a Chile como el segundo país, después de Perú, con las tarifas más altas en materia de consumo de electricidad en hogares.

Llevada a cabo el Centro de Estudio de la Regulación Económica de los Servicios Públicos de dicha casa de estudios superiores, señaló que en Chile la tarifa es de 15,80 centavos de dólar por KWh (\$105), superando el promedio de 10,21 centavos de dólar (\$65) que se registra en otros países de la región.

El dato, publicado por El Mercurio, es consistente con lo exhibido en 2014 por el Índice global de rendimiento de la arquitectura energética del Foro Económico Mundial (WEF), medición que dio cuenta que Chile forma parte de los 13 países con las tarifas eléctricas más caras del mundo, en un listado que comprendía 124 naciones (Belgrano, 2017).

### **4.3. ENERGÍA NO CONVECIONALES.**

Se refiere a aquellas formas de producir energía que no son muy comunes en el mundo y cuyo uso es limitado debido todavía a los costos para su producción y su difícil forma para captarlas y transformarlas en energía eléctrica. También se les conoce como "energías limpias", ya que por lo general no combustionan, no contaminan (aunque todas tienen algún impacto en el medio ambiente). Dentro de las que más se están utilizando, están la energía nuclear, la energía solar, la energía geotérmica, la energía eólica y la energía de la biomasa.

#### **4.3.1. ENERGÍA NUCLEAR.**

La energía nuclear o atómica es la que se libera espontánea o artificialmente en las reacciones nucleares. Sin embargo, este término engloba otro significado que es el aprovechamiento de dicha energía para otros fines, tales como la obtención de energía eléctrica, energía térmica y energía mecánica a partir de reacciones atómicas, y su aplicación, bien sea con fines pacíficos o bélicos. Así, es común referirse a la energía nuclear no solo como el resultado de una reacción, sino como un concepto más amplio que incluye los conocimientos y técnicas que permiten la utilización de esta energía por parte del ser humano.

Los sistemas más investigados y trabajados para la obtención de energía aprovechable a partir de la energía nuclear de forma masiva son la fisión nuclear y la fusión nuclear. La energía nuclear puede transformarse de forma descontrolada, dando lugar al armamento nuclear; o controlada en reactores nucleares en los que se produce energía eléctrica, energía mecánica o energía térmica. Tanto los materiales usados como el diseño de las instalaciones son completamente diferentes en cada caso.

Otra técnica, empleada principalmente en pilas de mucha duración para sistemas que requieren poco consumo eléctrico, es la utilización de generadores termoelectrónicos de radioisótopos (GTR, o RTG en inglés), en los que se aprovechan los distintos modos de desintegración para generar electricidad en sistemas de termopares a partir del calor transferido por una fuente radiactiva.

La energía desprendida en esos procesos nucleares suele aparecer en forma de partículas subatómicas en movimiento. Esas partículas, al frenarse en la materia que las rodea, producen energía térmica. Esta energía térmica se transforma en energía mecánica utilizando motores de combustión externa, como las turbinas de vapor. Dicha energía mecánica puede ser empleada en el transporte, como por ejemplo en los buques nucleares.

La principal característica de este tipo de energía es la alta calidad de la energía que puede producirse por unidad de masa de material utilizado en comparación con cualquier otro tipo de energía conocida por el ser humano, pero sorprende la poca eficiencia del proceso, ya que se desaprovecha entre un 86 % y 92 % de la energía que se libera.

#### 4.3.2. ENERGÍA SOLAR.

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma térmica o eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite. El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar.

Los paneles solares pueden ser de distintos tipos dependiendo del mecanismo escogido para el aprovechamiento de la energía solar.

- Mediante captadores solares térmicos (energía solar térmica): La energía solar pasiva es el método más antiguo de aprovechamiento de la radiación solar. Se trata del método que ya utilizaban las culturas antiguas tal y como se explica en historia de la energía solar. Este sistema consiste en aprovechar la radiación solar sin la utilización de ningún dispositivo o aparato intermedio, mediante la adecuada ubicación, diseño y orientación de los edificios, empleando correctamente las propiedades de los materiales y los elementos arquitectónicos de los mismos: aislamientos, tipo de cubiertas, protecciones, etc. Aplicando criterios de arquitectura bioclimática se puede reducir significativamente la necesidad de climatizar los edificios y de iluminarlos.
- Mediante con módulos fotovoltaicos (energía solar fotovoltaica): La energía solar fotovoltaica aprovecha las propiedades del silicio para generar una corriente eléctrica,

que tratada correctamente, se puede utilizar para suministrar electricidad en instalaciones autónomas o se puede utilizar para suministrarla (venderla) directamente a la red eléctrica

- Sin ningún elemento externo (energía solar pasiva): Su funcionamiento se basa en la idea de calentar agua mediante colectores solares que posteriormente se podrá utilizar para agua caliente sanitaria o para la calefacción de una vivienda.

#### 4.3.3. ENERGÍA GEOTÉRMICA.

La energía geotérmica es una energía renovable que aprovecha el calor del subsuelo para climatizar y obtener agua caliente sanitaria de forma ecológica. Aunque es una de las fuentes de energía renovable menos conocidas, sus efectos son espectaculares de admirar en la naturaleza. Seguro que todos podemos recordar imágenes del volcán Etna en Sicilia en plena erupción, hemos probado alguna vez los efectos relajantes de las aguas termales o bien admirado fumarolas y géiseres, como los del parque de Timanfaya en Lanzarote, por ejemplo.

Se trata de una energía considerada limpia, renovable y altamente eficiente, aplicable tanto en grandes edificios, hospitales, fábricas, oficinas, etc., en viviendas e incluso en inmuebles ya construidos.

Suecia fue el primer país europeo en utilizar la energía geotérmica, como consecuencia de la crisis del petróleo de 1979. En otros países como Finlandia, estados unidos, Japón, Alemania, Holanda y Francia la geotermia es una energía muy conocida e implantada desde hace décadas.

Las aplicaciones de la geotermia dependen de las características de cada fuente. Los recursos geotérmicos de alta temperatura (superiores a los 100-150°C) se aprovechan principalmente para la producción de electricidad. Cuando la temperatura del yacimiento no es suficiente para producir energía eléctrica, sus principales aplicaciones son térmicas en los sectores industrial, servicios y residencial. Así, en el caso de temperaturas por debajo de los 100°C puede hacerse un aprovechamiento directo o a través de bomba de calor geotérmica (calefacción y refrigeración). Por último, cuando se trata de recursos de temperaturas muy bajas (por debajo de los 25°C), las posibilidades de uso están en la climatización y obtención de agua caliente

#### 4.3.4. ENERGÍA EÓLICA.

La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es convertida en otras formas útiles de energía para las actividades humanas. El término eólico proviene del latín *aeolicus*, es decir perteneciente o relativo a Eolo, dios de los vientos en la mitología griega.

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir electricidad mediante aerogeneradores conectados a las grandes redes de distribución de energía eléctrica. Los parques eólicos construidos en tierra suponen una fuente de energía cada vez más barata y competitiva, e incluso más barata en muchas regiones que otras fuentes de energía convencionales. Pequeñas instalaciones eólicas pueden, por ejemplo, proporcionar electricidad en regiones remotas y aisladas que no tienen acceso a la red eléctrica, al igual que la energía solar fotovoltaica. Las compañías eléctricas distribuidoras adquieren cada vez en mayor medida el excedente de electricidad producido por pequeñas instalaciones eólicas domésticas. El auge de la energía eólica ha provocado también la planificación y construcción de parques eólicos marinos a menudo conocidos como parques eólicos offshore por su nombre en inglés, situados cerca de las costas. La energía del viento es más estable y fuerte en el mar que en tierra, y los parques eólicos marinos tienen un impacto visual menor, pero sus costos de construcción y mantenimiento son considerablemente mayores.

#### 4.3.5. ENERGÍA DE BIOMASA.

La energía de biomasa o bioenergía es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico o mecánico, generalmente es sacada de los residuos de las sustancias que constituyen los seres vivos (plantas, ser humano, animales, entre otros), o sus restos y residuos. El aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente (por ejemplo, por combustión), o por transformación en otras sustancias que pueden ser aprovechadas más tarde como combustibles o

alimentos. Por esos motivos producir energía con la biomasa es un sistema ecológico, que respecta el medio ambiente y además no tiene muchos gastos.

#### **4.4. DESARROLLO DE ENERGÍA NO CONVENCIONAL EN CHILE.**

Chile ha confirmado su liderazgo en materia de energías renovables. Tenemos la radiación solar más alta del mundo, fuertes vientos de norte a sur para desarrollar energía eólica, un tremendo potencial de energía marina en nuestras costas, gran capacidad para desarrollar biogás y un recurso geotérmico a lo largo de nuestra cordillera.

En la última versión del New Energy Finance Climascopes elaborado por Bloomberg New Energy Finance y el Banco Interamericano de Desarrollo, Chile alcanzó el primer lugar en inversión de energías renovables y en la lucha contra el cambio climático, en la región de América Latina y el Caribe (energía, 2018).

Además Chile cuenta La mayor planta fotovoltaica de América Latina se ubica en la comuna de Vallenar, en la Región de Atacama. Posee una potencia bruta de 196 MW, lo que la sitúa también como una de las instalaciones más grandes del mundo. Pertenece a la empresa Acciona.

La única problemática encontrada es que todas estas energías renovables están surgiendo por inversión de empresarios y no por el gobierno, esto quiere decir que los dueños de las energías no convencionales son empresarios. Y a consideración propia los recursos básicos y materias primas deberían ser explotados y/o administrados por el estado, utilizando las ganancias de los recursos del país en el mejoramiento del propio país y no beneficiar a privados con los recursos que pertenecen a todo los chilenos.

#### **4.5. OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA USM SEDE VIÑA DEL MAR.**

Para poder mejorar la eficiencia del consumo eléctrico dentro de la institución es necesario el compromiso de parte de todos los involucrados ya sean alumnos, funcionarios y autoridades, ya que con el compromiso de todas las partes se puede lograr con dicho propósito.

En donde mostraremos medias que al aplicarse disminuirían el consumo y además se mostrara un proyecto fotovoltaico desarrollado dentro de nuestra universidad que es único en nuestro país.

#### 4.5.1. ACCIONES PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL RECURSO ELÉCTRICO.

Tabla 4-1: acciones para mejorar la gestión del recurso eléctrico.

| <b>Tipo de Medida</b>                        | <b>Descripción de la medida.</b>                                                                   |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. Correcciones Básicas</b>               | Realizar mantención o cambio a los equipos que no funcionen de manera correcta                     |
| <b>B. Mejoramiento y Control Operacional</b> | Desconectar los aparatos eléctricos que no se estén utilizando.                                    |
|                                              | Intensificación del aprovechamiento de la luz natural                                              |
|                                              | Mejoramiento de condiciones físicas del entorno con influencia al comportamiento operacional.      |
|                                              | Incorporación de sistemas automáticos /avanzados de control de iluminación.                        |
| <b>C. Mejoramiento Tecnológico</b>           | Incorporación de tecnología LED en equipamiento de iluminación.                                    |
|                                              | Sustitución de luminarias por otros de mejor distribución lumínica.                                |
| <b>D. Recambio e Innovación Tecnológica</b>  | Reemplazo de equipos de alta inversión en sistemas o instalaciones por modelos de mayor eficiencia |
|                                              | Instalar paneles solares dentro de la institución.                                                 |

Fuente: elaboración propia, a partir de la información recolectada.

En las tablas anteriores (tabla 4-1) se muestra medidas para disminuir el consumo eléctrico dentro de los edificios evaluados las cuales no todas son viables para desarrollar dentro de los edificio, por falta de recurso o tecnologías, por lo que solo se realizaran correcciones básicas y mejoramiento y control operacional. En donde la mejor alternativa, las mencionadas en los dos siguientes puntos.

#### 4.5.2. CAMBIO EN LA ILUMINACIÓN.

Una medida para disminuir el consumo está enfocado en la iluminación ya que este ítem es el segundo en el consumo en ambos edificios estudiados, y un cambio que no requiere de un gran gasto económico.

##### 4.5.2.1.CAMBIO EN LA ILUMINACIÓN EDIFICIO R.

Según lo arrojado por el catastro desarrollado del edificio R, este nos indica el número y tipos de luminarias que se aprecia en la tabla 4-2.

Tabla 4-3: Tipos de lámparas instaladas en el edificio R y su consumo.

| Consumo iluminación edificio R          |              |                  |              |               |              |              |              |
|-----------------------------------------|--------------|------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Led 24W                                 |              | Fluorescente 32W |              | Focos Led 50W |              | Halógeno 26W |              |
| unidades                                | consumo (Kw) | unidades         | consumo (Kw) | unidades      | consumo (Kw) | unidades     | consumo (Kw) |
| 132                                     | 3,2          | 256              | 8,2          | 8             | 0,4          | 128          | 3,3          |
| Consumo total en iluminación edificio R |              |                  |              |               | 14,7 Kwh     |              |              |

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recopilados.

Al realizar el catastro en el edificio R podemos distinguir que este edificio posee un iluminación proveniente de lámparas variadas como lo son Led, fluorescente y halógeno, la cual las fluorescentes son las que producen un mayor consumo entre los tres distintos tipos de lámparas instaladas en el edificio por lo que una medida para disminuir el consumo es cambiar este tipo de lámpara por una que consuma menos energía como lo es una led, el cual disminuirá el consumo de este en un 25% y la disminución del consumo total de la iluminación será de un 14% como muestra la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Disminución del consumo proveniente de las iluminarias al cambiar el tipo de ampollita en el edificio R

| Consumo en iluminación.                                 |              |          |              |
|---------------------------------------------------------|--------------|----------|--------------|
| Antes                                                   |              | Después  |              |
| Fluorescente 32W                                        |              | Led 24W  |              |
| unidades                                                | consumo (Kw) | unidades | consumo (Kw) |
| 256                                                     | 8,2          | 256      | 6,1          |
| disminuye el consumo en un 25%                          |              |          |              |
| Consumo iluminación total (Kwh)                         |              |          |              |
| Antes                                                   |              | Después  |              |
| 14,7                                                    |              | 12,6     |              |
| Disminuye el consumo luminoso en un 14%                 |              |          |              |
| Costo del cambio de ampolletas: \$1.277.440 pesos       |              |          |              |
| Reducción del consumo eléctrico: \$34.677 pesos al mes. |              |          |              |

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recopilados.

Al analizar la tabla se puede distinguir que el costo del cambio de ampollita no es rentable por lo que no sería una buena decisión el cambio de iluminaria dentro del edificio, pero si el cambio paulatino de lámparas al cumplir su vida útil.

#### 4.5.2.2.CAMBIO EN LA ILUMINARIA EN EL EDIFICIO P.

Según lo arrojado por el catastro desarrollado del edificio R, este nos indica el número y tipos de luminarias que se aprecia en la tabla 4-4.

Tabla 4-4: Luces instaladas en el edificio P y su consumo

| consumo iluminarias edificio P |              |                  |              |
|--------------------------------|--------------|------------------|--------------|
| Led 24W                        |              | Fluorescente 32W |              |
| unidades                       | consumo (Kw) | Unidades         | consumo (Kw) |
| 86                             | 2,1          | 98               | 3,1          |
| consumo total                  |              |                  | 5,2 Kwh      |

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recopilados.

En este edificio solo cuenta con dos tipos de luminarias las cuales son de tipo led y fluorescente, en donde como se menciona en el punto anterior las luces de tipo fluorescente son las que producen un mayor consumo y a su vez un mayor costo, por ende si se cambiaran todas las luces fluorescentes por luces led la disminución del consumo que se generaría en este tipo de luces sería de un 25% y la disminución del consumo producido por la iluminación en el edificio es de un 15% como lo indica la tabla 4-5.

Tabla 4-5: Disminución del consumo proveniente de las iluminaciones al cambiar el tipo de ampolleta en el edificio P.

| Consumo en iluminación.                                        |              |          |              |
|----------------------------------------------------------------|--------------|----------|--------------|
| Antes                                                          |              | Después  |              |
| Fluorescente 32W                                               |              | Led 24W  |              |
| unidades                                                       | consumo (Kw) | unidades | consumo (Kw) |
| 98                                                             | 3,1          | 98       | 2,4          |
| disminuye el consumo en un 25%                                 |              |          |              |
| Consumo iluminación total (Kwh)                                |              |          |              |
| Antes                                                          |              | Después  |              |
| 5,2                                                            |              | 4,4      |              |
| Disminuye el consumo en un 15%                                 |              |          |              |
| Costo del cambio de ampolletas: \$391.020 pesos                |              |          |              |
| Reducción del consumo eléctrico en dinero: \$9860 pesos al mes |              |          |              |

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recabados

Al analizar la tabla se puede distinguir que el costo del cambio de ampolleta no es rentable por lo que no sería una buena decisión el cambio de iluminaria dentro del edificio. Pero si es rentable el cambio paulatino de estas cuando finalicen su vida útil.

#### 4.5.3. DISMINUCIÓN DEL CONSUMO EL APARATOS OFIMATICOS.

Como podemos apreciar en el análisis del capítulo anterior los aparatos ofimáticos son los que consumen una mayor cantidad de energía en ambos edificios evaluados, por lo que centrarse en este punto es fundamental para disminuir el consumo eléctrico.

Una de las medidas pensadas en este proyecto es centrarnos en todos los aparatos que funcionan en modo “stand by”, esto quiere decir que al mantenerse conectados a la red eléctrica mantienen el consumo pero en menor medida a comparación a cuando se encuentra en funcionamiento, por lo que cortar el consumo eléctrico mientras estos aparatos no se encuentran en funcionamiento significaría un ahorro significativo.

Esto se puede realizar al instalar alargadores con corta corriente ubicados por cada estación de trabajo en cada oficina para que cuando el funcionario termine sus funciones solo oprima un interruptor y des energice todos los aparatos que se encuentren conectados a este aparato, evitando el consumo que aparatos como computadores e impresoras sigan consumiendo energía por las noches.

Tabla 4-6: eficiencia de la instalación de cortacorrientes para evitar el consumo stand by.

| Instalación de alargadores con corta corrientes en los edificios |                            |                                                   |                            |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|
| Edificio R                                                       |                            | Edificio P                                        |                            |
| Alargadores a instalar                                           | 19                         | Alargadores a instalar                            | 9                          |
| Costo: \$ 98.610 pesos                                           |                            | Costo: \$ 46.710 pesos                            |                            |
| Ahorro consumo stand by de 10% según la IDAE.                    |                            |                                                   |                            |
| Consumo ofimático:<br>4322 kWh                                   | 10% del consumo<br>432 kWh | Consumo ofimático<br>1321 kWh                     | 10% del consumo<br>132 kWh |
| Ahorro en dinero: \$ 45.360 pesos                                |                            | Ahorro en dinero: \$ 13.860 pesos                 |                            |
| Tiempo de recuperación de la inversión.                          |                            |                                                   |                            |
| Recuperación de la inversión en menos de 3 meses.                |                            | Recuperación de la inversión en menos de 4 meses. |                            |

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos recolectados.

#### 4.5.4. DESARROLLO DE MEDIDAS DE MEJORA EN LOS EDIFICIOS P Y R.

Con el fin de realizar medidas concretas dentro del proyecto se propone realizar dos medidas para mejorar la eficiencia energética dentro de ambos edificios, las cual se implementara el cambio de ampolletas fluorescentes por led y la incorporación de cortacorrientes dentro de oficinas con aparatos ofimáticos que consumen energía constante (stand by) proponiendo la siguiente carta Gantt.

Tabla 4-6: Carta Gantt del desarrollo de las mejoras dentro de los edificios P y R.

| Tarea                                                                                        | encargado                | octubre | noviembre | diciembre | enero | Febrero | marzo |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|-----------|-----------|-------|---------|-------|
| entregar a las autoridades la propuesta de mejoras y solicitud de fondos                     | memorista                |         |           |           |       |         |       |
| Aprobación de la propuesta y entrega de recursos                                             | Rector de la universidad |         |           |           |       |         |       |
| Comprar lámparas Led y alargadores con corta corriente.                                      | personal de apoyo        |         |           |           |       |         |       |
| instalaciones de las lámparas Led en los edificio R y P                                      | electricista             |         |           |           |       |         |       |
| instalaciones de los alargadores dentro de las oficinas de los edificios R y P               | electricista             |         |           |           |       |         |       |
| instruir a los profesores y personal administrativo para el correcto uso del corta corriente | memorista                |         |           |           |       |         |       |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5.5. DESARROLLO DE PROYECTO FOTOVOLTAICO DENTRO DE LA CASA DE ESTUDIO JMC.

Para la USM, este proyecto es el inicio de un acuerdo de cooperación que forma parte de diversos mecanismos que facilitan las tecnologías y la infraestructura para contribuir al

desarrollo sostenible de países en desarrollo. De esta forma, nos convertiremos en la primera universidad del país en contar con una instalación de paneles fotovoltaicos de gran envergadura, siendo además una de las más grandes de Sudamérica instalada al interior de un campus universitario.

En términos ambientales este proyecto, que en su primera etapa contará con una capacidad total de 992 kW de potencia, significará una reducción de emisiones anuales que se estima en 660 toneladas de dióxido de carbono, cifra que equivale a lo que absorbe un bosque de 285 hectáreas durante todo un año.

De esta manera, gracias a estas plantas fotovoltaicas se potenciarán los espacios de cooperación ambiental, a través de la contratación de compra de energía (PPA) generada por estos módulos que se distribuirán entre los Campus Casa Central Valparaíso, San Joaquín y Vitacura, además de la Sede Viña del Mar.

Es importante destacar que la planta solar fotovoltaica más grande estará ubicada en la Sede Viña del Mar y podrá generar el equivalente al 97% del consumo eléctrico de la Sede, considerando como base el consumo registrado en 2016. Además, en la Sede Concepción ya se están realizando los estudios de pre-factibilidad, lo que permitirá ampliar el impacto de esta iniciativa en la sustentabilidad energética de la Universidad.

Según explica Darcy Fuenzalida, Rector de la USM, “la firma de este memorándum nos permitirá potenciar la sustentabilidad de nuestros Campus, ya que el tema del cambio climático es una realidad que no podemos desconocer. Nuestra responsabilidad como Universidad es continuar generando estos vínculos para abordar con efectividad los desafíos que permitan el uso limpio y adecuado de la energía eléctrica, mediante estos paneles”

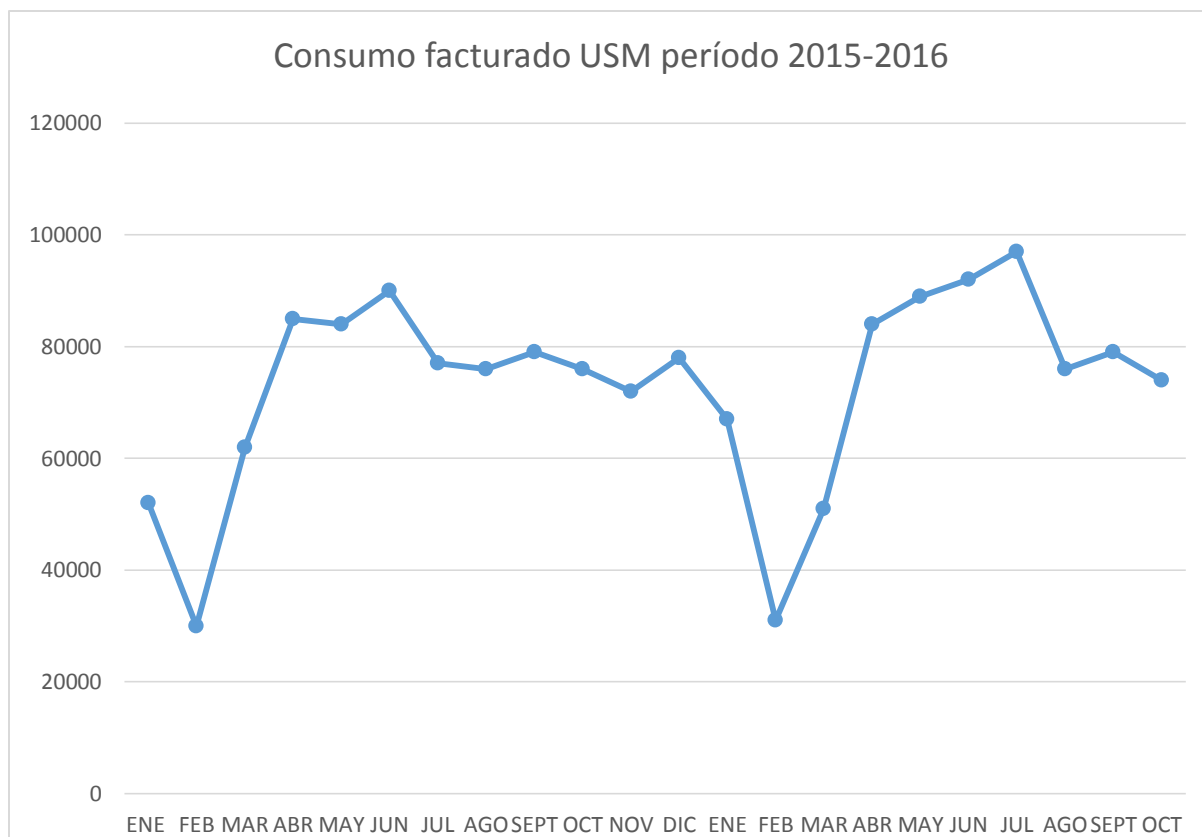
Iniciativa que permitirá contar con energía eléctrica limpia y sustentable. Lo anterior, gracias a la firma de un Memorando de Entendimiento (MdE) con la empresa MGM Innova Chile, que además permitirá constituir un marco vinculante previo a la estructuración de un convenio entre ambas partes.

El acuerdo, que ya fue aprobado por el Gobierno de Japón a través de su Mecanismo de Crédito Conjunto (JCM), fue posible gracias al Global Environment Center Foundation (GEC),

entidad patrocinada por el Ministerio del Medio Ambiente de Japón que basa sus esfuerzos en promover diversas medidas para enfrentar el calentamiento global en países en vías de desarrollo (USM, 2018).

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1: Consumo facturado USM período 2015-2016**



## ANEXO 2: Tarifas de suministro eléctrico.

## TARIFAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 151°, 157°, 171° y 191° del DFL N° 4 de 2006, el Decreto N° 320/2008 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, y los Decretos N° 17/2012, 1/2012 y 47/2013 todos del ministerio de energía, Chilquinta Energía S.A. informa que desde el 01 de Septiembre del 2013 aplicará a la facturación de sus clientes, las tarifas por sector geográfico que a continuación se indican:

| <i>Cargos por Tarifas<br/>y Zonas de aplicación</i> | Comuna Valparaíso | Comuna Viña del Mar | Comuna Valparaíso | Comuna de | Otras Comunas |
|-----------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------|---------------|
|                                                     | SUBTERRÁNEA       | SUBTERRÁNEA         | SUBTERRÁNEA       | Cartagena | Región de     |
|                                                     | Sct. Barón        | Sct. Los Almendros  | Plan              |           | Valparaíso    |
|                                                     | ZS1               | ZS2                 | ZS3               | Z2        | Z1            |
|                                                     | en \$             | en \$               | en \$             | en \$     | en \$         |
| <b>TARIFA BT-1</b>                                  |                   |                     |                   |           |               |
| Cargo fijo (\$/mes)                                 | 1,154.167         | 1,154.167           | 1,154.167         | 1,171.375 | 1,154.167     |
| Energía base (\$/kWh)                               | 112.192           | 111.609             | 118.150           | 107.583   | 105.651       |
| Energía adicional de invierno (\$/kWh)              | 166.565           | 165.397             | 178.481           | 157.347   | 153.480       |
| Cargo único por uso del sistema troncal (\$/kWh)    | 0.953             | 0.953               | 0.953             | 0.953     | 0.953         |

### ANEXO 3: muestreo edificio P

| Sector       | Proceso        | Sub-sector                                | Uso          | Inventario Equipos de Consumo | Total (Unidades) | POTENCIA MEDIA EQUIPO (kW) | POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW) | TOTAL CONSUMO ELECTRIC O kWh |
|--------------|----------------|-------------------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| primer piso  | administrativo | planificación                             | iluminación  | Led                           | 15               | 0,024                      | 0,36                          | 57,6                         |
| primer piso  | administrativo | planificación                             | ofimático    | computador de escritorio      | 3                | 0,3                        | 0,9                           | 144                          |
| primer piso  | administrativo | planificación                             | ofimático    | impresora                     | 3                | 1,1                        | 3,3                           | 132                          |
| primer piso  | administrativo | planificación                             | otro         | hervidor                      | 1                | 2,2                        | 2,2                           | 88                           |
| primer piso  | administrativo | planificación                             | aclimatación | calefactor                    | 1                | 1                          | 1                             | 100                          |
| primer piso  | Uso Común      | Hall                                      | iluminación  | fluorescente                  | 15               | 0,032                      | 0,48                          | 76,8                         |
| primer piso  | Uso Común      | Hall                                      | iluminación  | Led                           | 3                | 0,024                      | 0,072                         | 11,52                        |
| primer piso  | administrativo | of. Jefatura de planificación             | iluminación  | fluorescente                  | 8                | 0,032                      | 0,256                         | 40,96                        |
| primer piso  | administrativo | of. Jefatura de planificación             | ofimático    | computador de escritorio      | 1                | 0,3                        | 0,3                           | 48                           |
| primer piso  | administrativo | of. Jefatura de planificación             | ofimático    | impresora                     | 1                | 1,1                        | 1,1                           | 44                           |
| primer piso  | administrativo | of. Jefatura de planificación             | otro         | hervidor                      | 1                | 2,2                        | 2,2                           | 22                           |
| primer piso  | administrativo | of. Jefatura de planificación             | Aclimatación | calefactor                    | 1                | 1                          | 1                             | 100                          |
| primer piso  | administrativo | director de extensiones                   | Iluminación  | fluorescente                  | 8                | 0,032                      | 0,256                         | 40,96                        |
| primer piso  | administrativo | director de extensiones                   | Ofimático    | computador de escritorio      | 1                | 0,3                        | 0,3                           | 48                           |
| primer piso  | administrativo | director de extensiones                   | Ofimático    | impresora                     | 1                | 1,1                        | 1,1                           | 44                           |
| primer piso  | administrativo | director de extensiones                   | Otro         | hervidor                      | 1                | 2,2                        | 2,2                           | 22                           |
| primer piso  | administrativo | director de extensiones                   | Aclimatación | calefactor                    | 1                | 1                          | 1                             | 100                          |
| primer piso  | administrativo | oficina capacitación y asistencia técnica | Iluminación  | fluorescente                  | 8                | 0,032                      | 0,256                         | 41                           |
| primer piso  | administrativo | oficina capacitación y asistencia técnica | Ofimático    | computador de escritorio      | 2                | 0,3                        | 0,6                           | 96                           |
| primer piso  | administrativo | oficina capacitación y asistencia técnica | Ofimático    | impresora                     | 2                | 1,1                        | 2,2                           | 88                           |
| primer piso  | administrativo | oficina capacitación y asistencia técnica | Otro         | hervidor                      | 1                | 2,2                        | 2,2                           | 44                           |
| primer piso  | administrativo | oficina capacitación y asistencia técnica | Aclimatación | calefactor                    | 1                | 1                          | 1                             | 100                          |
| primer piso  | administrativo | oficina director de docencia              | Iluminación  | fluorescente                  | 8                | 32                         | 0,256                         | 41                           |
| primer piso  | administrativo | oficina director de docencia              | Ofimático    | computador de escritorio      | 1                | 0,3                        | 0,3                           | 48                           |
| primer piso  | administrativo | oficina director de docencia              | Ofimático    | impresora                     | 1                | 1,1                        | 1,1                           | 44                           |
| primer piso  | administrativo | oficina director de docencia              | Aclimatación | calefactor                    | 1                | 1                          | 1                             | 100                          |
| primer piso  | Uso Común      | Baños                                     | Iluminación  | Led                           | 16               | 0,024                      | 0,384                         | 38,4                         |
| segundo piso | administrativo | sala de reuniones                         | Iluminación  | fluorescente                  | 12               | 0,032                      | 0,384                         | 23                           |
| segundo      | administrativo | sala de reuniones                         | Aclimatación | calefactor                    | 1                | 1                          | 1                             | 30                           |

|              |                |                               |              |                          |    |       |       |       |
|--------------|----------------|-------------------------------|--------------|--------------------------|----|-------|-------|-------|
| o piso       | o              |                               |              |                          |    |       |       |       |
| segundo piso | administrativo | oficina dirección de docencia | iluminación  | fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 41    |
| segundo piso | administrativo | oficina dirección de docencia | ofimático    | computador de escritorio | 3  | 0,3   | 0,9   | 144   |
| segundo piso | administrativo | oficina dirección de docencia | ofimático    | impresora                | 3  | 1,1   | 3,3   | 132   |
| segundo piso | administrativo | oficina dirección de docencia | aclimatación | calefactor               | 1  | 1     | 1     | 100   |
| segundo piso | administrativo | administración y finanzas     | iluminación  | fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 41    |
| segundo piso | administrativo | administración y finanzas     | ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 48    |
| segundo piso | administrativo | administración y finanzas     | ofimático    | impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 44    |
| segundo piso | administrativo | administración y finanzas     | aclimatación | calefactor               | 1  | 1     | 1     | 100   |
| segundo piso | administrativo | secretaría                    | iluminación  | fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 41    |
| segundo piso | administrativo | secretaría                    | ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 48    |
| segundo piso | administrativo | secretaría                    | ofimático    | impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 44    |
| segundo piso | administrativo | secretaría                    | aclimatación | calefactor               | 1  | 1     | 1     | 100   |
| segundo piso | administrativo | administración sede           | iluminación  | fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 41    |
| segundo piso | administrativo | administración sede           | ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 48    |
| segundo piso | administrativo | administración sede           | ofimático    | impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 44    |
| segundo piso | administrativo | administración sede           | aclimatación | calefactor               | 1  | 1     | 1     | 100   |
| segundo piso | Uso Común      | Baños                         | iluminación  | Led                      | 17 | 0,024 | 0,408 | 16,32 |
| piso -1      | administrativo | Auditorio                     | iluminación  | fluorescente             | 30 | 0,032 | 0,96  | 57,6  |
| piso -1      | administrativo | Auditorio                     | Iluminación  | Led                      | 35 | 0,024 | 0,84  | 16,8  |
| piso -1      | administrativo | Auditorio                     | Otro         | pantalla led 32 "        | 2  | 3,5   | 7     | 140   |
| piso -1      | administrativo | Auditorio                     | Ofimático    | computador portátil      | 1  | 0,3   | 0,3   | 0,9   |
| piso -1      | administrativo | Auditorio                     | Otro         | parlantes                | 4  | 0,3   | 1,2   | 24    |
| piso -1      | administrativo | Auditorio                     | Ofimático    | proyector                | 1  | 1,1   | 1,1   | 33    |
| piso -1      | administrativo | Auditorio                     | aclimatación | calefactor               | 1  | 1     | 1     | 10    |
| piso -1      | Uso Común      | Baños                         | Iluminación  | Fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 25,6  |

**ANEXO 4: datos edificio R**

| Sector       | Proceso   | Sub-sector | Uso         | Inventario Equipos de Consumo | Total (Unidades) | POTENCIA MEDIA EQUIPO (kW) | POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW) | TOTAL CONSUMO ELECTRICO kWh |
|--------------|-----------|------------|-------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| piso - 1     | Uso Común | baño       | iluminación | Led                           | 12               | 0,02                       | 0,24                          | 48                          |
| piso - 1     | Uso Común | baño       | otro        | secador de manos              | 1                | 2,5                        | 2,5                           | 62,5                        |
| piso - 1     | Uso Común | pasillo    | iluminación | fluorescente                  | 14               | 0,032                      | 0,448                         | 56                          |
| piso - 1     | Uso Común | pasillo    | iluminación | Led                           | 16               | 0,024                      | 0,24                          | 30                          |
| piso - 1     | Uso Común | pasillo    | iluminación | focos led                     | 4                | 0,05                       | 0,2                           | 25                          |
| piso - 1     | Uso Común | Cámaras    | otro        | cámaras de seguridad          | 6                | 0,018                      | 0,108                         | 77,76                       |
| Primer Piso  | académico | Sala R 101 | iluminación | Halógeno                      | 32               | 0,026                      | 0,832                         | 133,12                      |
| Primer Piso  | académico | Sala R 101 | ofimático   | computador portátil           | 1                | 0,3                        | 0,3                           | 42                          |
| Primer Piso  | académico | Sala R 101 | Ofimático   | proyector                     | 1                | 1,1                        | 1,1                           | 154                         |
| Primer Piso  | académico | Sala R 102 | iluminación | Halógeno                      | 32               | 0,026                      | 0,832                         | 133,12                      |
| Primer Piso  | académico | Sala R 102 | Ofimático   | computador portátil           | 1                | 0,3                        | 0,3                           | 42                          |
| Primer Piso  | académico | Sala R 102 | Ofimático   | proyector                     | 1                | 1,1                        | 1,1                           | 154                         |
| Primer Piso  | académico | Sala R 102 | otro        | Router wifi                   | 1                | 0,006                      | 0,006                         | 4,32                        |
| Primer Piso  | académico | Sala R 103 | iluminación | Halógeno                      | 32               | 0,026                      | 0,832                         | 133,12                      |
| Primer Piso  | académico | Sala R 103 | Ofimático   | computador portátil           | 1                | 0,3                        | 0,3                           | 42                          |
| Primer Piso  | académico | Sala R 103 | Ofimático   | proyector                     | 1                | 1,1                        | 1,1                           | 154                         |
| Primer Piso  | académico | Sala R 103 | otro        | Router wifi                   | 1                | 0,006                      | 0,006                         | 4,32                        |
| Primer Piso  | Uso Común | pasillo    | iluminación | Fluorescente                  | 14               | 0,032                      | 0,448                         | 56                          |
| Primer Piso  | Uso Común | pasillo    | iluminación | Led                           | 16               | 0,02                       | 0,24                          | 30                          |
| Primer Piso  | Uso Común | pasillo    | iluminación | Focos Led                     | 4                | 0,05                       | 0,2                           | 25                          |
| Primer Piso  | Uso Común | pasillo    | Otro        | cámaras de seguridad          | 6                | 0,018                      | 0,108                         | 77,76                       |
| Primer Piso  | Uso Común | baño       | iluminación | Led                           | 12               | 0,02                       | 0,24                          | 48                          |
| Primer Piso  | Uso Común | baño       | Otro        | secador de manos              | 1                | 2,5                        | 2,5                           | 62,5                        |
| Primer Piso  | Uso Común | pasillo    | Otro        | ascensor                      | 1                | 5,8                        | 5,8                           | 290                         |
| Segundo Piso | Uso Común | pasillo    | iluminación | fluorescente                  | 4                | 0,032                      | 0,128                         | 16                          |
| Segundo Piso | Uso Común | pasillo    | iluminación | Led                           | 18               | 0,02                       | 0,36                          | 45                          |
| Segundo Piso | Uso Común | pasillo    | otro        | cámaras de seguridad          | 4                | 0,018                      | 0,072                         | 51,84                       |
| Segundo Piso | Uso Común | baño       | iluminación | Led                           | 12               | 0,02                       | 0,24                          | 48                          |
| Segundo      | Uso Común | baño       | otro        | secador de manos              | 1                | 2,5                        | 2,5                           | 62,5                        |

|              |                |                               |              |                          |     |       |       |        |
|--------------|----------------|-------------------------------|--------------|--------------------------|-----|-------|-------|--------|
| Piso         |                |                               |              |                          |     |       |       |        |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 201                    | iluminación  | halógeno                 | 24  | 0,026 | 0,624 | 99,84  |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 201                    | Ofimático    | computador portátil      | 1,0 | 0,3   | 0,3   | 42     |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 201                    | Ofimático    | proyector                | 1   | 1,1   | 1,1   | 154    |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 201                    | Otro         | Router wifi              | 1   | 0,006 | 0,006 | 4,32   |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 202                    | Iluminación  | halógeno                 | 24  | 0,026 | 0,624 | 112,32 |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 202                    | Ofimático    | computador portátil      | 1   | 0,3   | 0,3   | 48     |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 202                    | Ofimático    | proyector                | 1   | 1,1   | 1,1   | 176    |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 202                    | Otro         | Router wifi              | 1   | 0,006 | 0,006 | 4,32   |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 203                    | Iluminación  | halógeno                 | 24  | 0,026 | 0,624 | 87,36  |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 203                    | Ofimático    | computador portátil      | 1   | 0,3   | 0,3   | 36     |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 203                    | Ofimático    | proyector                | 1   | 1,1   | 1,1   | 132    |
| Segundo Piso | académico      | Sala r 203                    | Otro         | Router wifi              | 1   | 0,006 | 0,006 | 4,32   |
| tercer piso  | académico      | sala r 301                    | Iluminación  | Fluorescente             | 12  | 0,032 | 0,384 | 46     |
| tercer piso  | académico      | Sala r 301                    | Ofimático    | computador portátil      | 1   | 0,3   | 0,3   | 36     |
| tercer piso  | académico      | sala r 301                    | Ofimático    | Proyector                | 1   | 1,1   | 1,1   | 132    |
| tercer piso  | académico      | sala r 302                    | Iluminación  | Fluorescente             | 12  | 0,032 | 0,384 | 69,12  |
| tercer piso  | académico      | sala r 302                    | Ofimático    | computador portátil      | 1   | 0,3   | 0,3   | 54     |
| tercer piso  | académico      | sala r 302                    | Ofimático    | Proyector                | 1   | 1,1   | 1,1   | 198    |
| tercer piso  | académico      | sala r 302                    | Otro         | Router wifi              | 1   | 0,006 | 0,006 | 4,32   |
| tercer piso  | académico      | sala r 303                    | Iluminación  | Fluorescente             | 12  | 0,032 | 0,384 | 46     |
| tercer piso  | académico      | sala r 303                    | Ofimático    | computador portátil      | 1   | 0,3   | 0,3   | 36     |
| tercer piso  | académico      | sala r 303                    | Ofimático    | Proyector                | 1   | 1,1   | 1,1   | 132    |
| tercer piso  | académico      | sala r 303                    | otro         | Router wifi              | 1   | 0,006 | 0,006 | 4,32   |
| tercer piso  | Uso Común      | pasillo                       | iluminación  | Fluorescente             | 12  | 0,032 | 0,384 | 38,4   |
| tercer piso  | Uso Común      | pasillo                       | iluminación  | Led                      | 16  | 0,02  | 0,24  | 24     |
| tercer piso  | Uso Común      | pasillo                       | otro         | cámaras de seguridad     | 3   | 0,018 | 0,054 | 38,88  |
| tercer piso  | Administración | oficina profesor Marcos Howes | iluminación  | Florecente               | 8   | 0,032 | 0,256 | 25,6   |
| tercer piso  | Administración | oficina profesor Marcos Howes | Ofimático    | computador de escritorio | 1   | 0,3   | 0,3   | 48     |
| tercer piso  | Administración | oficina profesor Marcos Howes | Ofimático    | Impresora                | 1   | 1,1   | 1,1   | 33     |
| tercer piso  | Administración | oficina profesor Marcos Howes | otro         | Hervidor                 | 1   | 2,4   | 2,4   | 24     |
| tercer piso  | Administración | oficina profesor Marcos Howes | aclimatación | Calefactor               | 1   | 1     | 1     | 100    |
| tercer piso  | Administración | of. Profesora Graciela Muñoz  | iluminación  | Fluorescente             | 6   | 0,032 | 0,192 | 19,2   |
| tercer piso  | Administración | of. Profesora Graciela Muñoz  | Ofimático    | computador de escritorio | 1   | 0,3   | 0,3   | 30     |

|             |                |                                   |              |                          |    |       |       |       |
|-------------|----------------|-----------------------------------|--------------|--------------------------|----|-------|-------|-------|
| tercer piso | Administración | of. Profesora Graciela Muñoz      | Ofimático    | Impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 33    |
| tercer piso | Administración | of. Profesora Graciela Muñoz      | aclimatación | Calefactor               | 1  | 1     | 1     | 100   |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Bruno Piazze     | iluminación  | Fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 30,7  |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Bruno Piazze     | Ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 36    |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Bruno Piazze     | Ofimático    | Impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 132   |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Bruno Piazze     | aclimatación | calefactor               | 1  | 1     | 1     | 120   |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Rodrigo Figueroa | iluminación  | fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 30,72 |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Rodrigo Figueroa | Ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 36    |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Rodrigo Figueroa | Ofimático    | impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 132   |
| tercer piso | Administración | secretaría                        | iluminación  | fluorescente             | 4  | 0,032 | 0,256 | 51,2  |
| tercer piso | Administración | secretaría                        | Iluminación  | Led                      | 10 | 0,02  | 0,2   | 40    |
| tercer piso | Administración | secretaría                        | Ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 48    |
| tercer piso | Administración | secretaría                        | Ofimático    | impresora                | 2  | 1,1   | 2,2   | 110   |
| tercer piso | Administración | secretaría                        | aclimatación | calefacción              | 1  | 1     | 1     | 100   |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Sebastián Amaro  | iluminación  | fluorescente             | 4  | 0,032 | 0,256 | 51,2  |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Sebastián Amaro  | Ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 48    |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Sebastián Amaro  | Ofimático    | impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 22    |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Sebastián Amaro  | aclimatación | calefacción              | 1  | 1     | 1     | 100   |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Mauricio Gáelas  | iluminación  | fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 25,6  |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Mauricio Gáelas  | Ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 30    |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Mauricio Gáelas  | Ofimático    | impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 22    |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Mauricio Gáelas  | aclimatación | calefacción              | 1  | 1     | 1     | 100   |
| tercer piso | Administración | Oficina profesor Claudio Acuña    | iluminación  | fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 25,6  |
| tercer piso | Administración | Oficina profesor Claudio Acuña    | Ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 30    |
| tercer piso | Administración | Oficina profesor Claudio acuña    | Ofimático    | impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 22    |
| tercer piso | Administración | Oficina profesor Claudio Acuña    | aclimatación | calefacción              | 1  | 1     | 1     | 100   |
| tercer piso | Administración | Oficina profesor Claudio Acuña    | otro         | Televisor.               | 1  | 0,13  | 0,13  | 2,6   |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Alex Rojas       | iluminación  | Fluorescente             | 6  | 0,032 | 0,192 | 19,2  |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Alex Rojas       | Ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 48    |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Alex Rojas       | Ofimático    | Impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 7,2   |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Alex Rojas       | Ofimático    | computador portátil      | 1  | 0,3   | 0,3   | 30    |
| tercer piso | Administración | oficina profesor Alex Rojas       | aclimatación | Calefactor               | 1  | 1     | 1     | 100   |

|             |                |                                    |              |                          |    |       |       |       |
|-------------|----------------|------------------------------------|--------------|--------------------------|----|-------|-------|-------|
| cuarto piso | académico      | sala r 401                         | iluminación  | Fluorescente             | 24 | 0,032 | 0,768 | 107,5 |
| cuarto piso | académico      | sala r 401                         | ofimático    | computador portátil      | 1  | 0,3   | 0,3   | 30    |
| cuarto piso | académico      | sala r 401                         | Ofimático    | Proyector                | 1  | 1,1   | 1,1   | 110   |
| cuarto piso | académico      | sala r 402                         | iluminación  | Fluorescente             | 24 | 0,032 | 0,768 | 107,5 |
| cuarto piso | académico      | sala r 402                         | ofimático    | computador portátil      | 1  | 0,3   | 0,3   | 30    |
| cuarto piso | académico      | sala r 402                         | Ofimático    | proyector                | 1  | 1,1   | 1,1   | 110   |
| cuarto piso | académico      | sala r 403                         | iluminación  | fluorescente             | 24 | 0,032 | 0,768 | 107,5 |
| cuarto piso | académico      | sala r 403                         | ofimático    | computador portátil      | 1  | 0,3   | 0,3   | 30    |
| cuarto piso | académico      | sala r 403                         | Ofimático    | proyector                | 1  | 1,1   | 1,1   | 110   |
| cuarto piso | Uso Común      | pasillo                            | iluminación  | Fluorescente             | 14 | 0,032 | 0,448 | 63    |
| cuarto piso | Uso Común      | pasillo                            | iluminación  | Led                      | 16 | 0,02  | 0,24  | 33,6  |
| cuarto piso | Uso Común      | pasillo                            | otro         | cámaras de seguridad     | 4  | 0,018 | 0,072 | 51,84 |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Enrique Calderón  | iluminación  | Fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 41    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Enrique Calderón  | ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 60    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Enrique Calderón  | Ofimático    | Impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 11    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Enrique Calderón  | otro         | Hervidor                 | 1  | 2,4   | 2,4   | 24    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Enrique Calderón  | otro         | Refrigerador             | 1  | 0,4   | 0,4   | 288   |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Enrique Calderón  | aclimatación | Calefacción              | 1  | 1     | 1     | 100   |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Rodrigo Domínguez | iluminación  | Fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 36    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Rodrigo Domínguez | ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 60    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Rodrigo Domínguez | Ofimático    | Impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 110   |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Rodrigo Domínguez | otro         | Hervidor                 | 1  | 2,2   | 2,2   | 22    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Carlos Gomez      | iluminación  | Fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 41    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Carlos Gomez      | Ofimático    | computador de escritorio | 1  | 0,3   | 0,3   | 60    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Carlos Gomez      | Ofimático    | Impresora                | 1  | 1,1   | 1,1   | 33    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Carlos Gomez      | Otro         | Hervidor                 | 1  | 2,2   | 2,2   | 22    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesor Carlos Gomez      | aclimatación | calefactor               | 1  | 1     | 1     | 100   |
| cuarto piso | Administración | oficina profesora Milena Salgado   | iluminación  | fluorescente             | 8  | 0,032 | 0,256 | 41    |
| cuarto piso | Administración | oficina profesora Milena Salgado   | Ofimático    | computador de escritorio | 2  | 0,3   | 0,6   | 120   |

|             |                |                                  |              |                          |   |       |       |      |
|-------------|----------------|----------------------------------|--------------|--------------------------|---|-------|-------|------|
| cuarto piso | Administración | oficina profesora Milena Salgado | Ofimático    | impresora                | 1 | 1,1   | 1,1   | 33   |
| cuarto piso | Administración | oficina profesora Milena Salgado | Otro         | hervidor                 | 1 | 2,2   | 2,2   | 22   |
| cuarto piso | Administración | Secretaría                       | iluminación  | fluorescente             | 4 | 0,032 | 0,128 | 25,6 |
| cuarto piso | Administración | Secretaría                       | iluminación  | Led                      | 4 | 0,02  | 0,08  | 16   |
| cuarto piso | Administración | secretaría                       | Ofimático    | computador de escritorio | 3 | 0,3   | 0,9   | 120  |
| cuarto piso | Administración | secretaría                       | Ofimático    | impresora                | 2 | 2,2   | 4,4   | 66   |
| cuarto piso | Administración | secretaría                       | aclimatación | calefacción              | 1 | 2,2   | 2,2   | 220  |
| cuarto piso | Administración | secretaría vespertino            | iluminación  | fluorescente             | 8 | 0,032 | 0,256 | 41   |
| cuarto piso | Administración | secretaría vespertino            | Ofimático    | computador de escritorio | 2 | 0,3   | 0,6   | 120  |
| cuarto piso | Administración | secretaría vespertino            | Ofimático    | trituradora              | 1 | 1     | 1     | 20   |
| cuarto piso | Administración | secretaría vespertino            | Ofimático    | impresora                | 1 | 1,1   | 1,1   | 176  |
| cuarto piso | Administración | secretaría vespertino            | Ofimático    | fotocopiadora            | 2 | 0,9   | 1,8   | 44   |
| cuarto piso | Administración | secretaría vespertino            | Otro         | hervidor                 | 1 | 2,2   | 2,2   | 44   |
| cuarto piso | Administración | secretaría vespertino            | aclimatación | calefactor               | 1 | 2,2   | 2,2   | 220  |
| cuarto piso | Administración | cajero vespertino                | iluminación  | fluorescente             | 6 | 0,032 | 0,192 | 30,7 |
| cuarto piso | Administración | cajero vespertino                | Ofimático    | computador de escritorio | 2 | 0,3   | 0,6   | 120  |
| cuarto piso | Administración | cajero vespertino                | Ofimático    | impresora                | 2 | 1,1   | 2,2   | 88   |

## REFERENCIAS

- Belgrano, u. A. (18 de julio de 2017). *chvnoticias.cl*. Obtenido de chvnoticias.cl:  
<http://www.chvnoticias.cl/nacional/chile-es-el-segundo-pais-de-la-region-que-mas-paga-por-electricidad/2017-07-18/095143.html>
- CNE. (s.f.). *Comisión Nacional de Energía*. Obtenido de Comisión Nacional de Energía:  
<https://www.cne.cl/quienes-somos/>
- Congreso, B. N. (25 de Mayo de 1978). DECRETO LEY N° 2.224. *CREA EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y LA COMISION NACIONAL DE ENERGÍA*. Santiago, Chile.
- Congress, U. S. (29 de Julio de 2005). Energy Policy Act of 2005. Estados Unidos.
- Efernergia. (s.f.). *Eficiencia Energetica en Español*. Obtenido de <http://www.efenergia.com/legislacion-eficiencia-energetica/norteamerica/usa/>
- Energía, M. (30 de Diciembre de 2015). *Ministerio de Energía*. Obtenido de  
<http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/nueva-politica-energetica-para>
- Energía, M. (30 de Diciembre de 2015). Política Energética de Chile. *Resumen Energía 2050*. Santiago, Chile: <http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2016/07/Resumen-Ejecutivo-de-la-Politica.pdf>.
- ENERGÍA, M. D. (14 de 05 de 2012). APRUEBA REGLAMENTO QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA LA FIJACIÓN DE ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NORMAS PARA SU APLICACIÓN. *ARTÍCULO 3*. Santiago, Chile: <http://www.leychile.cl/N?i=1040003&f=2012-05-14&p=>.
- energia, m. d. (2018). <http://www.energia.gob.cl>. Obtenido de <http://www.energia.gob.cl>:  
<http://www.energia.gob.cl/energias-renovables>
- Horta, L. A. (2010). *Indicadores de políticas públicas en materia de Eficiencia Energetica en America Latina y Caribe*. Naciones Unidas.
- <https://energia-nuclear.net>. (s.f.). <https://energia-nuclear.net>. Obtenido de <https://energia-nuclear.net>: <https://energia-nuclear.net/que-es-la-energia-nuclear>
- Ministerio de Energia. (2012). *Plan de Accion de Eficiencia Energética*. Santiago.
- SEC. (s.f.). *Super Intendencia de Electricidad y Combustible*. Obtenido de  
[http://www.sec.cl/portal/page?\\_pageid=33,5819695&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5819695&_dad=portal&_schema=PORTAL)
- Unidas, N. (1998). PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO . Kioto, Japon:  
<http://www.cambioclimatico.org/sites/default/files/kpspan.pdf>.
- USM, n. (8 de mayo de 2018). <http://www.noticias.usm.cl>. Obtenido de <http://www.noticias.usm.cl>:  
<http://www.noticias.usm.cl/2018/05/08/usm-desarrolla-uno-de-los-proyectos-fotovoltaicos-mas-grandes-de-sudamerica-al-interior-de-una-casa-de-estudios/>

Vallecillo, C. G. (s.f.). Protocolo de Kioto. *Situación actual y perspectivas*. España:  
<http://www.ceida.org/prestige/Documentacion/Protocolo%20Kioto.pdf>.

Weizsäcker, E., Lovins, A., & Lovins, H. (1997). Duplicar el Bienestar con la mitad de los Recursos Naturales. *Galaxia Gutenberg*.

Gestión de la eficiencia energética: cálculo de consumo, indicadores y mejora, edición 2015. Autores: Antonio Carretero Peña y Juan Manuel García Sánchez.