



Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Medioambiente
Ingeniería Ambiental

Propuesta de Plan de Reducción de la Huella de Carbono 2022 en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso.

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: ESTEBAN HUMBERTO MUÑOZ OYARZÚN

PROFESOR GUÍA: JOAO CERQUEIRA PINTO

VALPARAÍSO, 2024

Dedicado a mi padre, mi mejor amigo por luchar a toda costa por nuestros anhelos y deseos. Por ser el pilar y el fuego que enciende mi motivación. Gracias, papá por tu apoyo incondicional, estar conmigo apoyándome en cada uno de los procesos y sé que estarás conmigo en cada meta que me proponga, somos Muñoz.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia por la oportunidad entregada y el apoyo para poder formarme con buenos valores, a mis amigos por su constante impulso a seguir adelante y mantener la confianza en mí. A mi padre, Humberto Muñoz Vargas quien me ha enseñado, preparado y entregado las herramientas para enfrentar las dificultades de la vida con un apoyo incondicional, un padre excepcional que en conjunto de mis hermanos quienes son un pilar fundamental para mi vida.

Agradecer a mi profesor Guía Joao Cerqueira Pinto, por su apoyo, tiempo y paciencia para guiarme en el desarrollo y la entrega de mi trabajo de título en conjunto de mi profesor ayudante Jairo Valencia quien me brindo su apoyo y motivación durante mi formación académica, al profesor Hector Andrade por la ayuda con sus conocimientos en el área, la profesora Lorena Álvarez y María Paz quienes me han orientado e impulsado a lo largo de mi transcurso en la carrera, y a todo el equipo de la docencia y funcionarios de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente por las innumerables experiencias obtenidas a lo largo de este proceso.

A mi pareja Claudia Aguilera Pinto, por brindarme su apoyo para enfrentar toda dificultad, en mi formación como persona y en nuestra vocación de Ingenieros Ambientales, y que, a partir de nuestras iniciativas en equipo frente al cuidado del medioambiente, podremos mejorar nuestro entorno y el de todos.

RESUMEN

A partir del Acuerdo de París, surgido en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se establecieron medidas o contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), para comprometer a los países en base a los objetivos establecidos en el tratado, donde el principal de los objetivos apunta a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En Chile surge desde el Ministerio del Medio Ambiente el programa Huella Chile, iniciativa que busca fomentar la gestión de gases de efecto invernadero (GEI) en organizaciones públicas y privadas para la mitigación de sus emisiones en el país.

La huella de carbono es un concepto que en la actualidad ha tomado gran importancia a nivel mundial, en los distintos países es posible ver las iniciativas que se han tomado para hacer frente a las emisiones de GEI y el efecto que generan en el cambio climático por el consumo de productos, el desarrollo de actividades y procesos que provienen principalmente de fuentes de combustibles fósiles.

El presente proyecto de título busca elaborar una propuesta de plan de mitigación para huella de carbono, en torno a la aplicación de la metodología establecida por GHG Protocol para elaborar criterios aplicables al Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente, y con ello determinar la huella de carbono actual según los criterios establecidos; evaluar técnica y económicamente un plan de medidas de reducción, mediante la gestión adecuada de la huella de carbono y su cálculo considerando el plan de medidas de mitigación propuesto.

Los resultados que se obtuvieron de la cuantificación de la Huella de Carbono, mediante el diagnóstico de las actividades académicas y operaciones impartidas por la Escuela de Ingeniería en Medioambiente abarcando los 3 alcances. Para el alcance 1 se obtuvo 7,91 kg CO₂eq, en el alcance 2 se obtuvo 18.347,17 kg CO₂eq y para el alcance 3 se obtuvo 1.050.657,36 kg de CO₂eq, dando un total de 1069,01 toneladas de CO₂eq, referido al periodo comprendido durante el año 2022.

Se propusieron alternativas de reducción para estimar la huella de carbono aplicando estas medidas, permitiendo la disminución de 14,77 ton de CO₂ equivalente en la huella de carbono para la solución de mitigación por sistema fotovoltaico con inyección de energía, así mismo se propuso otra alternativa de mitigación para satisfacer el autoconsumo por un sistema fotovoltaico la cual generó una disminución de 8,43 ton de CO₂ equivalente.

Se propusieron medidas de eficiencia energética, asociado la mejora de tecnologías por el cambio de luminarias a led en la cual se genera una disminución de 1,38 ton de CO₂ equivalente, y el cambio de equipos de computación los cuales permiten una reducción de 0,13 ton de CO₂ equivalente.

ÍNDICE

1	INTRODUCCION	1
1.1	Cambio climático y efecto invernadero	2
1.2	Gases de efecto invernadero	3
1.3	Huella de Carbono.....	5
1.4	Metodologías de cálculo de la huella de carbono	8
1.4.1	GHG Protocol.....	8
1.4.2	Normativa ISO 14064, para inventarios de GEI.....	9
1.4.3	Bilan Carbone o Balance de Carbono	9
1.4	Contribución determinada a nivel nacional (NDC).....	10
1.5	Huella Chile.....	12
1.6	Programa estado verde.....	12
1.7	Estrategias de reducción de emisiones.....	14
1.8	Mediciones de huella de carbono en instituciones educativas nacionales e internacionales.....	16
1.9	Evaluación social de proyectos	20
1.10	Ley de generación distribuida	20
1.11	Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso	21
2	PROBLEMA	23
3	OBJETIVOS	25
3.1	Objetivo general.....	25
3.2	Objetivo específico.....	25
4	METODOLOGÍA.....	26
4.1	Realizar un diagnóstico para identificar las fuentes de emisión de GEI en procesos y actividades	27
4.1.1	Establecer el periodo de reporte	27

4.1.2	Definición de los límites organizacionales	27
4.1.3	Límites operacionales.....	28
4.1.4	Levantamiento de información	28
4.1.4.1	Identificar características generales del edificio de la Institución educativa	28
4.1.4.2	Identificar las áreas de operación en el edificio.....	28
4.1.4.3	Uso de Áreas de operación	28
4.1.4.4	Identificar fuentes de emisión de GEI	29
4.1.4.4	Alcance del diagnóstico de la información.....	31
4.2	Determinar la huella de carbono de la Escuela.....	32
4.2.1	Identificación y categorización de fuentes de emisión	32
4.2.1.1	Identificar emisiones de alcance 1	32
4.2.1.1	Identificar emisiones de alcance 2	33
4.2.1.1	Identificar emisiones de alcance 3	33
4.2.2	Método de cálculo.....	33
4.2.2.1	Factores de emisión	34
4.2.2.2	Cálculo de huella de carbono	34
4.3	Desarrollar un plan de medidas para la reducción de la huella de carbono.....	34
4.3.1	Selección de un escenario, emisiones de año base	35
4.3.2	Oportunidades de reducción de la huella de carbono.....	35
4.3.3	Medidas de reducción de la huella de carbono	35
4.3.4	Cálculo de huella considerando medidas de reducción de la huella de carbono	36
4.4	Evaluar la huella de carbono técnica y económicamente, considerando el plan de medidas desarrollado	37
4.4.1	Levantamiento de información preliminar	37
4.4.1.1	Valorización de la inyección de entrada de energía.....	37
4.4.1.2	Tarifas de energía	37

4.4.1.3	Tasa de descuento.....	37
4.4.1.4	Cotización y presupuestos.....	38
4.4.2	Evaluación de proyecto	38
4.4.2.1	Beneficios sociales asociados a medidas de mitigación.....	38
4.4.2.2	Costos sociales asociados a medidas de mitigación.....	39
4.4.2.3	Precio social de la mano de obra	39
4.4.2.4	Flujo de costo sociales netos.....	40
4.4.3	Indicadores de Rentabilidad.....	40
4.4.3.1	Valor actual neto social	40
4.4.3.2	Tasa interna de retorno.....	41
4.4.3.3	Periodo de recuperación de la inversión.....	42
4.4.3.1	Enfoque costo-eficiencia	42
4.4.4	Curva marginal de abatimiento (MAC).....	44
5	RESULTADOS	45
5.1	Diagnóstico para identificar las fuentes de emisión de GEI en procesos y actividades....	45
5.1.1	Periodo de reporte	45
5.1.2	Definición de los limites organizacionales	46
5.1.3	Limites operacionales.....	47
5.1.4	Revisar información y definir el levantamiento de información.....	48
5.1.4.1	Identificar características generales del edificio de la Institución educacional	48
5.1.4.2	Identificar las áreas de operación en el edificio.....	49
5.1.4.3	Uso de Áreas de operación	50
5.1.4.4	Identificar fuentes de emisión de GEI	50
5.2	Determinación de la huella de carbono de la Escuela	57
5.2.1	Identificación y categorización de fuentes de emisión	57
5.2.1.1	Identificar emisiones de alcance 1	58

5.2.1.2	Identificar emisiones de alcance 2	59
5.2.1.3	Identificar emisiones de alcance 3	60
5.2.2	Calculo de la huella de carbono del edificio.....	61
5.2.3	Factores de emisión	61
5.2.4	Cuantificación de emisiones GEI	64
5.3	Desarrollar un plan de medidas para la reducción de la huella de carbono.....	65
5.3.1	Selección de un escenario y emisiones de año base.....	65
5.3.2	Oportunidades de reducción de la huella de carbono.....	66
5.3.3	Medidas de mitigación propuestas.....	67
5.3.3	Calculo de huella considerando medidas de mitigación propuestas.....	92
5.3.3.1	Calculo de reducción de huella de carbono por módulos fotovoltaicos proyecto A de autoconsumo	92
5.3.3.2	Calculo de reducción de huella de carbono por módulos fotovoltaicos proyecto B de inyección a la red.....	94
5.3.3.3	Calculo de reducción de huella de carbono por cambio de luminarias	96
5.3.3.4	Calculo de reducción de huella de carbono por cambio de equipos de computación con sello energético	97
5.3.3.5	Resumen de cálculo de huella de carbono con medidas de mitigación propuestas. 99	
5.4	Evaluar la huella de carbono técnica y económicamente, considerando el plan de medidas desarrollado	100
5.4.1	Levantamiento de información preliminar	100
5.4.1.1	Valorización de la inyección de entrada de energía.....	100
5.4.1.2	Tarifas de energía	101
5.4.1.3	Tasa de descuento.....	101
5.4.2	Evaluación de proyecto	102

5.4.2.1	Evaluación económica para medida de reducción por sistema fotovoltaico de autoconsumo	102
5.4.2.2	Evaluación económica para medida de reducción por sistema fotovoltaico de inyección a la red.....	106
5.4.2.3	Evaluación económica para medida de reducción por cambio de luminarias	110
5.4.2.3	Evaluación económica para medida de reducción por cambio de equipo de computación.....	113
5.4.3	Curva marginal de abatimiento (MAC).....	115
6	DISCUSIÓN.....	118
7	CONCLUSIÓN.....	126
8	BIBLIOGRAFÍA.....	127
	Anexos.....	131
	Anexo 1: Preguntas de encuesta para cálculo de huella de carbono en Google Forms.....	131
	Anexo 2: Encuesta para estudiantes, docentes y funcionarios para el cálculo de huella de carbono.	132
	Anexo 3: Clasificación de Medidas de mitigación.....	133
	Anexo 4: Antecedentes de actividades realizadas en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	137
	Anexo 5: Horas de uso de áreas de operación durante el primer semestre y el segundo semestre2022.....	138
	Anexo 6: Calendarización de uso de auditorio del Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	140
	Anexo 7: Balance de consumo energético para equipos de fuerza en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	141
	Anexo 8: Catalogo de luminarias registradas en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	145
	Anexo 9: Balance energético al Sistema de iluminación en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	146

Anexo 10: Equipo de refrigeración Aire acondicionado Anwo.....	149
Anexo 11: Incertidumbre para alcances	150
Anexo 12: Resumen y cálculo de huella de carbono en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	151
Anexo 13: Ficha técnica de Inversor Solis-S5-GRIP	152
Anexo 14: Garantía de módulos fotovoltaicos Canadian Solar.	154
Anexo 15: Especificaciones técnicas del panel Fotovoltaico Canadian Solar 540W.....	155
Anexo 16: Especificaciones eléctricas del panel fotovoltaico Canadian Solar 540W	156
Anexo 17: Generación eléctrica fotovoltaica para el arreglo solar con 20 y 5 paneles, herramienta de cálculo Explorador Solar.....	157
Anexo 18: Valor mínimo de la iluminación promedio en áreas de operación en el edificio de la escuela de ingeniería en medioambiente	159
Anexo 19: Degradación del flujo luminoso en luz led t8 y ampolleta por uso en el funcionamiento del edificio de la Escuela.	161
Anexo 20: Cotización de componentes para Sistema fotovoltaico, panel fotovoltaico, inversor, automáticos.....	162
Anexo 21: Flujo de caja para Instalación de Sistema fotovoltaico Solar para el autoconsumo del edificio.....	164
Anexo 22: Flujo de caja: Instalación de Sistema fotovoltaico Solar con Inyección energía a la red.	166
Anexo 23: Flujo de caja de Cambio de luminarias eficientes para el ahorro de energía.....	168
Anexo 24: Flujo de caja: Cambio de equipos de computación eficientes para el ahorro de energía.	170
Anexo 25: Calculo del sistema de iluminación eficiente de luminarias.....	172
Anexo 26: Remanente de energía por cambio de luminarias eficientes.....	174
Anexo 27: Ejemplo de cálculo en Google Earth de trayecto a el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	178

Anexo 28: Cotizaciones y características para tubo fluorescentes, led y ampollitas proyecto cambio de luminarias.	178
Anexo 29: Cotizaciones y características computadores eficientes y no eficientes.....	180
Anexo 30: Degradación de la energía en sistema de autoconsumo, según rendimiento de Panel Fotovoltaico.....	182
Anexo 31: Degradación de la energía en sistema de inyección a la red, según rendimiento de Panel Fotovoltaico.....	182
Anexo 32: Calculo energético y selección de equipos de computación clave para renovación de equipos.....	183
Anexo 33: Calculo energético de equipos de computación eficientes.....	183
Anexo 34: Calculo del desempeño y huella de carbono con cambio de equipos de computación	184
Anexo 35: Alcance 3 Resumen transporte y movilización de estudiantes, docentes y funcionarios.	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1.2: Resumen de alcances y emisiones.	7
Figura N°1.3: Pasos para identificar y calcular emisiones de GEI.	9
Figura N°1.4: Requisitos de postulación a sellos de nivel organizacional y eventos.	14
Figura N°1.5: Resumen Distribución de Emisiones PUCV 2018.	17
Figura N°1.6: Resumen de distribución de emisiones en FCFM para el año 2019.	18
Figura N°1.7: Ubicación geográfica del edificio en Av. Brasil 2140.	22
Figura N°4.1: Diagrama del desarrollo de proyecto y el cálculo de Huella de Carbono para el edificio de la Escuela de Ingeniería Ambiental.	26
Figura N°4.2: Curvas marginales de costos de abatimiento. Fuente: MAPSCHILE.	44
Figura N°5.1 Plano de las áreas de operación del 2° piso para el diagnóstico.	49
Figura N°5.2: Plano de las áreas de operación del 1° piso para el diagnóstico.	49
Figura N°5.3: Planos de las áreas de operación del subterráneo para el diagnóstico.	50
Figura N°5.4: Distribución de la huella de carbono por fuente de emisión en Edificio de EIM.	65
Figura N°5.5: Porcentajes totales de emisiones para alcance 1, 2 y 3 en el Edificio de EIM.	66
Figura N°5.6 Propuestas de mitigación de huella de carbono.	67
Figura N°5.7 Área total de Superficie para instalación Sistema Fotovoltaico año 2022.	69
Figura N°5.8: Orientación e inclinación del diseño Fotovoltaico en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.	70
Figura N°5.9: Gráficos de trayectoria solar para ciudades de Chile y Argentina.	71
Figura N°5.10: Ancho total de superficie en el techo para cálculo de efecto sombra en el diseño Fotovoltaico.	72
Figura N°5.11: Angulo solar proyectado en instalación fotovoltaica.	73
Figura N°5.12 Área total por String en superficie para instalación Sistema Fotovoltaico de autoconsumo.	77

Figura N°5.13: Consumo eléctrico del edificio y generación eléctrica mensual del sistema fotovoltaico para autoconsumo..... 80

Figura N°5.14 Área total de Superficie para instalación Sistema Fotovoltaico año 2022. 81

Figura N°5.15: Consumo eléctrico del edificio y generación eléctrica mensual del sistema fotovoltaico para inyección a la red..... 83

Figura N°5.16: Equipo medidor de consumo de energía Nashone..... 88

Figura N°5.17: Curva marginal de costos de abatimiento para propuestas de mitigación en EIM 116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°4.1: Tabla para diseño de inventario de fuentes de emisiones.	32
Tabla N°4.2. Corrección social según tipo de insumo. (Fuente: Decreto Supremo 594/99).....	39
Tabla N°4.3: Parámetros nacionales de factor de corrección para el Precio social de la mano de obra, 2023 (Fuente: Precios sociales vigentes 2023, MDSF).....	40
Tabla N°4.4: Tabla de flujos de costos sociales netos. Fuente: MDSF,2023.....	40
Tabla N°5.1: Horario de funcionamiento del edificio.	45
Tabla N°5.2: Límites Organizacionales.....	46
Tabla N°5.3: Enfoque organizacional.....	46
Tabla N°5.4: Categoría de emisiones presentes dentro de los límites operacionales.	48
Tabla N°5.5: Características generales del Edificio.....	48
Tabla N°5.6: Consumo de Gas natural mensual registrado en Boleta, referentes al año 2022.	51
Tabla N°5.7: Registro de consumo asociado al uso de Gas natural en el Edificio.	51
Tabla N°5.8: Tabla de extintores presentes el año 2022.....	52
Tabla N°5.9: Tabla de Energía consumida mensual y valor total, referidos al año 2022.	53
Tabla N°5.10: Resumen de consumo en Sistema de iluminación por nivel de pisos en el Edificio..	54
Tabla N°5.11: Resumen de balance energético.....	54
Tabla N°5.12: Tabla de consumo de agua potable mensual año 2022.....	55
Tabla N°5.13: Miembros de Escuela de Ingeniería en Medioambiente 2022	56
Tabla N°5.14: Datos estadísticos proporcionados por la EPA.	56
Tabla N°5.15: Tabla de generación de residuos mensual y anual Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente año 2022.....	57
Tabla N°5.16: Inventario de Fuentes de emisión para alcance 1.	58
Tabla N°5.17: Categorización de Fuentes de Emisión del alcance 1 en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	58
Tabla N°5.18: Inventario de Fuentes de emisión para alcance 2.	59

Tabla N°5.19: Categorización de Fuentes de Emisión para Alcance 2 en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	59
Tabla N°5.20: Inventario de Fuentes de emisión para alcance 3.	60
Tabla N°5.21: Categorización de Fuentes de Emisión para Alcance 3 en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.....	60
Tabla N°5.22: Alcances y emisiones registradas en el Edificio.	61
Tabla N°5.23 Factor de emisión registrado por HuellaChile para el alcance 1.....	61
Tabla N°5.24 Factor de emisión para el consumo eléctrico por mes, registrado el 12/10/23.....	62
Tabla N°5.28: Categoría de emisiones presentes dentro de los límites operacionales.	64
Tabla N°5.29: Variables de descripción en techo del edificio para la instalación Fotovoltaica.	69
Tabla N°5.30: Angulo solar por estaciones del año entregado por carta solar.	71
Tabla N°5.31: Características de inversor Solis-S5-gr1P10K.....	75
Tabla N°5.32: Factor de seguridad para capacidad de entrada de inversor.....	78
Tabla N°5.33: Generación eléctrica mensual y anual producida por el sistema fotovoltaico instalado para autoconsumo.....	79
Tabla N°5.34: Generación eléctrica producida por el sistema fotovoltaico con inyección de energía a la red.....	82
Tabla N°5.35: Cantidad de Luminarias para cambio total en niveles del edificio para eficiencia energética.....	84
Tabla N°5.36: Cantidad de luminarias para recambio en el 2do nivel del edificio.	85
Tabla N°5.37: Cantidad de luminarias para recambio en el 1er nivel y subterráneo del edificio. ...	85
Tabla N°5.38: Cantidad de luminarias para recambio en el subterráneo del edificio.....	85
Tabla N°5.39: Inventario de luces eficientes para cambio de luminarias.....	86
Tabla N°5.40: Consumo eléctrico de sistema de iluminación normal y eficiente.	87
Tabla N°5.41: Resumen de reducción energética por mitigación de luminarias.....	88
Tabla N°5.42: Características técnicas de equipo medidor de consumo Nashone.	89
Tabla N°5.43: Medición de rendimiento de equipos de computación.....	90

Tabla N°5.44: Resumen de reducción energética por mitigación de luminarias.....	91
Tabla N°5.45: Energía consumida al sistema con reducción por sistema fotovoltaico de autoconsumo.	92
Tabla N°5.46: Energía consumida al sistema con reducción por sistema fotovoltaico de autoconsumo.	93
Tabla N°5.47: Energía consumida y generada por el sistema fotovoltaico con inyección de energía a la red.....	94
Tabla N°5.48: Energía consumida al sistema con reducción por sistema fotovoltaico con inyección a la red.....	95
Tabla N°5.49: Energía consumida y reducción por cambio de luminarias.	96
Tabla N°5.50: Resumen de mitigación de CO ₂ eq para el consumo eléctrico por luminarias	97
Tabla N°5.51: Resumen de energía consumida y mitigación por cambio de equipos de computación.	97
Tabla N°5.52: Resumen de reducción energética por mitigación de luminarias.....	98
Tabla N°5.53: Resumen de mitigación para el consumo eléctrico por cambio de equipos de computación	98
Tabla N°5.54: Reducciones de emisión por proyectos de mitigación.	99
Tabla N°5.55: Resumen de reducción por proyectos de mitigación.	99
Tabla N°5.56: Cargos de Suministro Eléctrico asociados a la Tarifa BT3 del edificio y Tarifas de Inyección. Fuente: Chilquinta.....	101
Tabla N°5.57: Cargos de Suministro Eléctrico asociados a la Tarifa BT3 del edificio y Tarifas de Inyección. Fuente: Chilquinta, 2023.....	101
Tabla N°5.58: Generación y energía ahorrada según rendimiento de panel fotovoltaico, entre los años 1 a 25 de operación.	102
Tabla N°5.59: Sistema fotovoltaico y material eléctrico a cotizar.....	103
Tabla N°5.60: Costos sociales de OPEX.....	104
Tabla N°5.61: Precios sociales de mano de obra.....	105
Tabla N°5.62: Generación y energía ahorrada según rendimiento de panel fotovoltaico.....	107

Tabla N°5.63: Inventario de costos sociales para sistema fotovoltaico con inyección a la red.	108
Tabla N°5.64: Inventario de costos de operación para sistema fotovoltaico con inyección a la red. 109	
Tabla N°5.65: Inventario de precio social de mano de obra para sistema fotovoltaico con inyección a la red.....	109
Tabla N°5.66: Inventario de precio de Sistema iluminación.....	111
Tabla N°5.67: Mano de obra para cambio de luminaria.....	112
Tabla N°5.68: Inventario de costos sociales asociados a equipos de computación.	114
Tabla N°5.69: Inventario de precio de mano de obra.	114
Tabla N°5.70: Resumen de las medidas de mitigación y costo de reducción anual de huella de carbono.	116

GLOSARIO

Impactos (Consecuencias, resultados): Consecuencias de los riesgos materializados en los sistemas humanos y naturales, donde los riesgos provienen de las interacciones entre los peligros relacionados con el clima /incluidos los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos), la exposición y la vulnerabilidad.

Factor de emisión: Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de las últimas emisiones. Los factores de emisión se basan a menudo en una muestra de datos sobre mediciones, calculados como promedio para determinar una tasa representativa de las emisiones correspondientes a un determinado nivel de actividad en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento.

Emisión de CO₂ equivalente (CO₂eq): Corresponde a la cuantía de emisión de dióxido de carbono (CO₂), que causaría el mismo forzamiento radiativo integrado o cambio de temperatura, en un plazo dado, que cierta cantidad emitida de un gas de efecto invernadero (GEI) o de una mezcla de GEI.

Forzamiento radiativo: Es una variación del flujo radiativo neto en la tropopausa o en la parte superior de la atmósfera, debido a una variación del causante externo del cambio climático; por ejemplo, una variación en la concentración del dióxido de carbono (CO₂), o de la radiación solar.

Gases de efecto invernadero (GEI): Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), y el ozono (O₃) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre, además de otros GEI como el óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Huella Ecológica: Es un indicador de sostenibilidad de índice único, desarrollado por Rees y Wackernagel en 1996, que mide todos los impactos que produce una población, expresados en hectáreas de ecosistemas o “naturaleza” (GFN, 2008) . Utilizada habitualmente para regiones o países, en anteriores trabajos se ha constatado que dicho indicador podía utilizarse también en empresas y en cualquier tipo de organización. (Domenech, 2006).

Potencial de Calentamiento Global (PCG/GWP): El potencial de calentamiento mundial compara el forzamiento radiativo integrado durante un periodo de tiempo específico (por ejemplo, 100 años) con una emisión de pulso de una unidad de masa y constituye una forma de comparar el cambio climático potencial asociado con las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero.

Eficiencia energética: Es la relación entre la producción de energía útil o servicios energéticos u otro producto físico útil que se obtiene por medio de un sistema, un proceso de conversión o una actividad de transmisión o almacenamiento y la cantidad de energía consumida o cualquier medida física del producto útil (ton/kWh). En economía se mide como el consumo de energía en una unidad económica o física. En contexto de política, suele presentarse como las medidas destinadas a reducir la demanda de energía a través de opciones tecnológicas, electrodomésticos más eficientes, equipos de iluminación y vehículos eficientes, entre otras.

Protocolo de Kyoto: El protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es un tratado internacional que fue adoptado en diciembre de 1997 en Kyoto. Los países que se adhirieron al protocolo acordaron reducir, en el primer periodo de compromiso sus emisiones de GEI, comprometiendo reducir en el periodo 2013-2020, las emisiones GEI en un 18% como mínimo respecto de los niveles de 1990.

Desempeño energético: Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.

Uso de la energía: Forma o tipo de aplicación de la energía. Ej: Ventilación, iluminación, calefacción, refrigeración, transporte, procesos, líneas de producción.

Consumo de energía: Cantidad de energía utilizada.

1 INTRODUCCION

En el marco actual de Chile frente al cambio climático, se pretende lograr la carbono-neutralidad, proceso en el cual se busca la realización de actividades sin consumo del carbono de origen fósil. Siendo una meta que compromete al país a alcanzar cero emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el 2050 y establece una serie de objetivos para reducir las emisiones (Benavides, 2021).

En abril del 2020, Chile entregó su Contribución Nacional Determinada (NDC) como parte del compromiso con el Acuerdo de París por el Cambio Climático. Entre las obligaciones de la NDC está la mitigación tanto de los GEI como de los contaminantes climáticos de vida corta, específicamente el carbono negro que contribuye al calentamiento global como a la contaminación local (Vivanco, 2020).

En relación con esto, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), a través de la Ley 21455 “Ley Marco de Cambio Climático”, establece la meta de mitigación a más tardar al año 2050 en la que se deberá alcanzar la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero.

El programa de Gestión del Carbono, Huella-Chile, cuyo principal objetivo es fomentar las acciones de mitigación, busca medidas para fomentar la cuantificación, reporte y gestión de los gases de efecto invernadero en organizaciones del sector público y privado.

La Huella de carbono (HC), es una herramienta que se ha desarrollado como una medida para cuantificar las emisiones GEI, provenientes de los impactos de una actividad o proceso en unidades de CO₂ equivalente, siendo un indicador útil para estimar el impacto de una actividad en cualquier sistema de producción, mediante la emisión o fijación de gases de efecto invernadero (Andrade et al., 2014).

A partir de esta herramienta, se han elaborado protocolos, normativas estandarizadas internacionalmente y manuales que permiten orientar a las organizaciones para elaborar un inventario a las emisiones de GEI dentro de sus límites organizacionales y operacionales.

Esto, sumado a la actual búsqueda de acreditación del “Estado Verde” de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente, siendo uno de los principales objetivos de ésta, la reducción de la Huella de Carbono en las entidades estatales, buscando alcanzar la meta nacional de carbono neutralidad para el 2050.

Las medidas de mitigación ambiciosas son indispensables para limitar el calentamiento a 1,5°C y al mismo tiempo lograr el desarrollo sostenible, buscando una trayectoria de desarrollo resiliente con el clima, orientada a cumplir los objetivos de desarrollo sostenible como la adaptación climática (IPCC, 2019).

1.1 Cambio climático y efecto invernadero

El cambio climático en la actualidad es la temática principal entre los problemas que afectan la humanidad, debido a sus efectos medioambientales, donde su principal determinante es el incremento de los gases de efecto invernadero resultantes de las actividades humanas (Espíndola & Valderrama, 2012).

El clima de la tierra depende del equilibrio radiativo que está controlado por factores radiativos forzantes, por factores determinantes y la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (atmosfera, hidrosfera, litosfera, criosfera, biosfera y antroposfera)(Oswaldo et al., n.d.).

Los procesos que controlan el clima están directamente relacionados con la interacción entre la atmosfera, la superficie terrestre, los océanos, las áreas terrestres cubiertas de hielo, la biosfera y desde luego, las actividades antropogénicas. Estos son los componentes del sistema Climático y la regulación del clima está en función del intercambio de masa y energía que se realiza entre ellos, a través de ciclos biogeoquímicos (Fernández, 2013).

Los GEI, son definidos en el protocolo de Kyoto el año 1997 y estos son capaces de formar una capa permanente en la parte media de la atmosfera, que impide que toda la radiación solar que es devuelta por la tierra pueda salir provocando con ello que la temperatura bajo la capa aumente y se produzca el efecto invernadero (Espíndola & Valderrama, 2012).

El rápido incremento de la temperatura global es producto del efecto invernadero, debido a la liberación de GEI de origen antropogénico a la atmósfera. No todos los GEI tienen la misma capacidad de provocar calentamiento global, ya que la intensidad depende de su poder de radiación y el tiempo promedio que la molécula del gas permanece en la atmósfera. Si estos dos factores se consideran juntos, al promedio de calentamiento que pueden causar, se conoce como Potencial de Calentamiento (PCG), el cual es obtenido matemáticamente y es expresado en relación al nivel de calentamiento que produce el CO₂.

Los efectos antropogénicos son responsables de la mayor parte del actual cambio climático, por la rotura de diversos equilibrios biológicos y energéticos. A pesar del escaso efecto invernadero de los compuestos habituales de la atmósfera (Nitrógeno -78%- y Oxígeno-21%), las actividades humanas (industria, generación de energía con combustibles fósiles, explotación y uso de recursos, agricultura, deforestación, etc.), producen un aumento de los GEI. En consecuencia, se ocasiona el calentamiento de la tierra, que, a su vez incrementa la producción de sulfatos actuando como contrapeso y contribuyendo a refrigerarla (Fernández, 2013).

Desde hace unos años que la cuantificación de las emisiones de GEI es una manera de ser un agente activo de participación en la agenda de sostenibilidad, aunque la relación GEI con cambio climático ha sido más resistida y lenta en la práctica (Burrit y Tingey-Holuoak, 2012).

En casi todos los países del mundo se han emprendido iniciativas para cuantificar los efectos de los GEI, principales causantes del cambio climático y del calentamiento global, siendo la huella de carbono (HdC) el concepto que concentra la mayor atención desde el punto de vista de las empresas, por ser un importante factor de competitividad y acceso a mercados (Hertwich y Peters, 2009).

1.2 Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero, son los componentes gaseosos de la atmósfera tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero.

En la atmósfera de la tierra, los principales GEI son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃). Hay además en la atmósfera una serie de GEI creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, regulados por el Protocolo de Montreal como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). Están clasificados como GEI directos e indirectos (Benavides & Leon, 2007).

El protocolo de Kyoto aplica las definiciones provenientes de la Conferencia de Viena contenidas en el artículo N°1 del "Protocolo de Montreal" creado el 16 de septiembre de 1987 para proteger la

capa de ozono controlando la producción y emisión de sustancias nocivas para la misma. Se entiende como sustancia nociva según el mismo protocolo aquellas sustancias que agotan la capa de ozono.

Los gases de efecto invernadero están clasificados en directos e indirectos.

Los **GEI Directos** son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera. En este grupo se encuentran: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los compuestos halogenados.

Los **GEI Indirectos** son precursores de ozono troposférico, además de contaminantes del aire ambiente de carácter local y en la atmósfera se transforman a gases de efecto invernadero directo. En este grupo se encuentran: los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano y el monóxido de carbono.

Muchos gobiernos están tomando medidas para reducir sus emisiones GEI, a través de políticas nacionales que contemplan la introducción de programas de intercambio y comercio de emisiones, programas voluntarios, impuestos al carbono o a la energía, y regulaciones y estándares en materia de eficiencia energética y emisiones. (GHG Protocol)

Como resultado, las organizaciones deben ser capaces de comprender y manejar los riesgos asociados a los GEI, para asegurar un desempeño exitoso a largo plazo en un ámbito de negocios competitivo, y prepararse adecuadamente para futuras políticas nacionales e internacionales con la protección del clima.

Un inventario corporativo de GEI consistente y bien diseñado puede contribuir a varios objetivos organizacionales o empresariales:

- Gestión de riesgos asociados a los GEI
- Reportes públicos y participación en programas voluntarios de GEI
- Participación en programas de reporte obligatorio
- Participación en mercados de GEI
- Reconocimiento a acciones voluntarias tempranas de reducción de emisiones

1.3 Huella de Carbono

La Huella de Carbono (HdC), definida en forma general, representa la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Pandey et al., 2010).

El Ministerio del Medio Ambiente indica que “La huella de carbono nace como una medida de cuantificar y generar un indicador del impacto que una actividad o proceso tiene sobre el cambio climático, más allá de los grandes emisores. La huella de carbono se define como el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, procesos, eventos o regiones geográficas en términos de CO₂” (MMA, 2021).

Es por tanto un inventario de GEI que se mide en toneladas de CO₂ equivalentes y que tiene en cuenta los seis tipos de gases considerados en el protocolo de Kyoto (CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs y SF₆). Además, son herramientas útiles para la cuantificación de emisiones y admiten un amplio margen de posibilidades dentro del enfoque del estudio en función de cuál sea el objeto de análisis: emisiones producidas por los miembros, edificios, consumos totales a lo largo de un año o un periodo de tiempo determinado (Mondéjar-Navarro et al., 2011).

Administrar los GEI de manera efectiva y establecer límites operacionales comprensivos respecto de las emisiones directas e indirectas ayudará a una institución, organización u empresa a manejar mejor el espectro total de los riesgos y las oportunidades a lo largo de su cadena de valor.

De esta forma el cálculo de la Huella de carbono aporta ventajas como:

- I. Identificación de oportunidades de reducción de emisiones de GEI.
- II. Formar partes de esquemas voluntarios nacionales (Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono), regionales o privados.
- III. Mejorar la reputación corporativa y el posicionamiento de la organización. Reconocimiento externo por el hecho de realizar acciones voluntarias tempranas de reducción de emisiones.

Cabe mencionar que las emisiones asociadas a las operaciones de una organización se pueden encontrar emisiones directas o indirectas.

- **Emisiones directas de GEI:** son emisiones de fuentes que son propiedad de o están controladas por la organización. Entendiéndose como las emisiones liberadas *in situ* en el lugar donde se produce la actividad, por ejemplo, las emisiones debidas al sistema de calefacción si éste se basa en la quema de combustibles fósiles.
- **Emisiones indirectas de GEI:** son emisiones consecuencia de las actividades de la organización, pero ocurren en fuentes que son propiedad de o están controladas por otra organización. Todo esto depende del enfoque de consolidación (participación accionaria o control) seleccionado para determinar los límites organizacional. Un ejemplo de emisión indirecta es la emisión procedente de la electricidad consumida por una organización, cuyas emisiones han sido producidas en el lugar que se generó dicha electricidad.

En relación con ayudar a definir las fuentes de emisiones directas e indirectas, mejorar la transparencia y promover metas organizacionales, es que se definen tres “alcances” para el reporte y contabilidad de GEI (alcance 1, alcance 2 y alcance 3). Los alcances 1 y 2 se definen cuidadosamente en este estándar para asegurar que dos o más empresas no contabilicen emisiones dentro de el mismo alcance. El Protocolo GHG de Gases de Efecto invernadero establece 3 tipos de alcances para emisión directa, emisión indirecta y otras emisiones para la cuantificación y realización de inventarios de GEI en organizaciones.

Las empresas deben contabilizar y reportar de manera separada los alcances 1 y 2 como mínimo.

1.3.1 Alcance 1: Emisiones directas de GEI

El alcance 1 o emisiones directas, ocurren de fuentes que son propiedad de la organización u empresa como se observa en la figura N° 1.2. Dentro de ésta se encuentran emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, entre otros, que son propiedad o están controladas por la organización; emisiones provenientes de la producción química en equipos de proceso propios o controlados por la organización. Las emisiones directas de CO₂ provenientes de la combustión de biomasa, no deben incluirse en el alcance 1, siendo necesario reportarlas de manera separada. Las emisiones de GEI no cubiertos por el Protocolo de Kyoto, como CFCs, NO_x, etc., no deben incluirse en el alcance 1, pudiendo ser reportadas de manera separada.

Los HFC Refrigerantes, SF₆, PFC representan el 1,0% del efecto invernadero total, y una estimación del 2,4% en 2030. Siendo el CO₂ y el Metano los que representan el 95% y más incluido el R410-A.

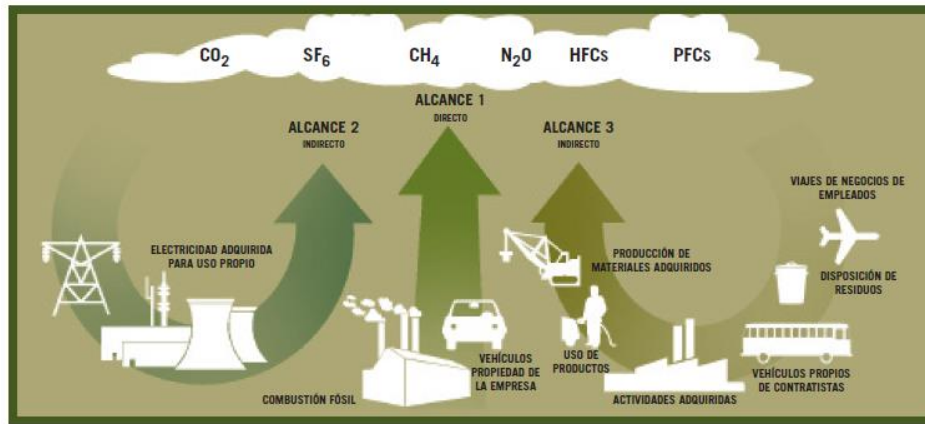


Figura N°1.2: Resumen de alcances y emisiones.

Fuente: Protocolo GHG.

1.3.2 Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI

Incluye las emisiones de la generación de energía (electricidad y/o vapor) adquirida y consumida por la empresa. Por electricidad adquirida se define como electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa. Las emisiones del alcance 2 ocurren físicamente en la planta donde es generada esta energía (ver la figura N° 1.2).

1.3.3 Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI

El alcance 3 es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Estas son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa.

Ejemplos del alcance 3 que ocurren en fuentes que no son de la propiedad ni controladas por la empresa son la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos como es observable en la figura N° 1.2. Por el contrario, se contabilizará en el alcance 1 si es que el transporte de los productos es realizado en vehículos propiedad o controlados de la empresa.

Para referirse si una actividad se incluye dentro del alcance 1 o el alcance 3, la organización debe referirse al método de consolidación seleccionado, ya sea de participación accionaria o de control, utilizado para definir sus límites organizacionales.

1.4 Metodologías de cálculo de la huella de carbono

1.4.1 GHG Protocol

El protocolo de Gases de Efecto invernadero (GHG Protocol) corresponde a un marco metodológico voluntario que ofrece un estándar y lineamientos para que distintas empresas, organizaciones o instituciones puedan realizar sus inventarios de GEI. Cubriendo la contabilidad y el reporte de los seis GEI previstos en el protocolo de Kyoto. Su aplicación garantiza que el inventario de GEI constituya a una representación imparcial y fidedigna de emisiones de una empresa. El estándar y las guías se diseñaron a partir de los siguientes objetivos:

- I. Ayudar a preparar de un inventario de GEI representativo de sus emisiones reales mediante enfoques y principios estandarizados.
- II. Simplificar y reducir los costos para desarrollar un inventario de GEI.
- III. Ofrecer información que pueda ser utilizada para plantear una estrategia efectiva de gestión y reducción de emisiones de GEI.
- IV. Ofrecer información que facilite la participación de las empresas y organizaciones en programas obligatorios y voluntarios de GEI.
- V. Incrementar la consistencia y transparencia de los sistemas de contabilidad y reporte de GEI entre distintas empresas y programas.

El protocolo sugiere desarrollar los pasos indicados en la Figura N°1.3 para identificar y calcular las emisiones de GEI.

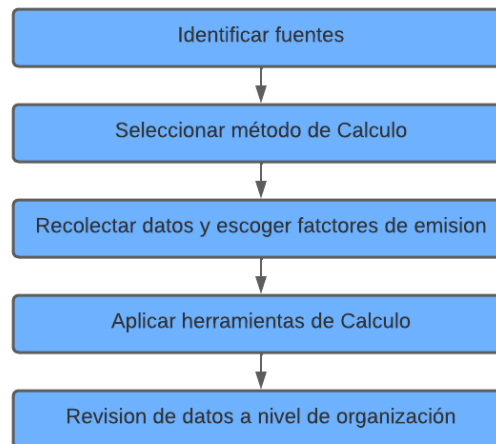


Figura N°1.3: Pasos para identificar y calcular emisiones de GEI.

Fuente: GHG Protocol.

1.4.2 Normativa ISO 14064, para inventarios de GEI

La norma ISO14064-1 aborda uno de los protocolos más usados y reconocidos a nivel internacional con enfoque en organizaciones para realizar los inventarios de emisiones de GEI. Esta ha sido elaborada por ISO de acuerdo con lo establecido en el GHG Protocol, siendo compatible con el mismo.

En cuanto a la normalización de las mediciones de la HC y emisiones GEI, las normas UNE EN ISO 14064:2006 – partes 1,2 y 3 y UNE-EN ISO 14065 (ISO, 2007) ofrecen las especificaciones con orientación a nivel de las organizaciones y de proyecto, para la cuantificación, seguimiento e informe de emisiones y remociones de GEI, así como la validación y verificación de declaraciones de los mismos, y los requisitos necesarios para que los organismos puedan usar dichas declaraciones en acreditaciones u otras formas de reconocimiento (Mondéjar-Navarro et al., 2011).

La Normativa Chilena NCh-ISO 14064-1:2018, presenta una versión en español que es la UNE-EN ISO 14064-1:2019 de Gases de efecto invernadero–Parte 1, resulta ser un documento que incluye especificaciones con orientación en las organizaciones, para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.

1.4.3 Bilan Carbone o Balance de Carbono

Corresponde a un método de cálculo de emisiones desarrollado por la ADEME, implementado en el 2004, responde a los marcos metodológicos ISO 14.064 y GHG Protocol.

Es una herramienta metodológica que permite estimar las emisiones de GEI generadas por la producción de bienes o servicios apoyándose en un principio de cálculo transparente y abierto. La herramienta está basada en el programa de formato Excel, con disponibilidad de factores de emisión (determinado por varios países), y formulas utilizadas garantizando transparencia.

Se caracteriza por una visión general muy completa, permitiendo trabajar a nivel de empresas y eventos, pero también de territorios y productos.

El uso oficial de esta herramienta está sujeto a la obtención de una licencia anual gestionada por la Association Bilan Carbone (ABC) en Francia.

1.4 Contribución determinada a nivel nacional (NDC)

En el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en el Protocolo de Kyoto, promulgado en nuestro país mediante el Decreto Supremo N°349/2004, del Ministerio de Relaciones Exteriores, se establecieron compromisos de reducción de emisiones para los países desarrollados, relacionado con su responsabilidad histórica en los niveles de gases de efecto invernadero en la atmosfera. En este contexto, y basado en el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, los países en vías de desarrollo no asumieron obligaciones de reducción de emisiones.

Este protocolo no fue suficiente para lograr disminuir las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, después de negociaciones para definir el instrumento que reemplazaría al protocolo de Kyoto, se logró el Acuerdo de Paris el año 2015.

En el acuerdo de París, tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante, fue adoptado por 196 partes en las COP21 en París, con el objetivo principal de limitar el calentamiento mundial por debajo de 2°C, preferiblemente a 1,5°C, en comparación con los niveles preindustriales (Gobierno de Chile, 2020).

A partir del acuerdo de Paris, las partes también acordaron el objetivo a largo plazo de aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, fomentar la resiliencia al clima y el desarrollo de bajas emisiones de gases de efecto invernadero (UNFCCC, 2022).

Las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés) son el núcleo del Acuerdo de París y de la consecución de esos objetivos a largo plazo. Las contribuciones determinadas a nivel nacional encarnan los esfuerzos de cada país para reducir las emisiones nacionales y adaptarse a los efectos del cambio climático.

Debido a la importancia que en la actualidad está cobrando la problemática ambiental asociada al calentamiento global, diversas asociaciones administrativas han desarrollado bases de datos y metodologías específicas para la medición de emisiones de GEI y el cálculo de la HC, con el fin de identificar planes de acción adecuados y certificar el cumplimiento de las exigencias de Kyoto.

Dicha cuantificación puede realizarse para un territorio o país, pero también a nivel de empresa, producto o servicio, de modo que puedan conocerse las emisiones propias de la actividad y poder abordar así el problema desde la raíz (Mondéjar-Navarro et al., 2011).

Chile, al igual que todos los países que se han suscrito el Acuerdo de París, debe implementar las acciones necesarias, incluyendo instrumentos de gestión para cumplir con los compromisos adquiridos en su Contribución Determinada a Nivel Nacional, y así transitar a un desarrollo inclusivo y sostenible.

A partir de la meta de mitigación establecida por la Ley 21455/2022 “Ley marco de cambio Climático”, cuyo objetivo es alcanzar la neutralidad de gases de efecto invernadero junto a una mayor resiliencia para el 2050. Dicha meta será evaluada cada cinco años por el Ministerio del Medio Ambiente, conforme a los instrumentos establecidos en la presente ley.

Se debe entender esta visión a nivel país como un cambio gradual y sistemático, el cual se basa principalmente en dos líneas de acción relevantes: 1) Conseguir una disminución sostenida de emisiones de GEI; y 2) Aumentar y mantener los sumideros naturales de carbono.

Con respecto a la disminución de emisiones, se requerirá de un esfuerzo multisectorial en la aplicación de políticas y medidas que permitan la reducción efectiva y permanente de las emisiones de GEI de Chile a través del tiempo. Además, Chile se compromete a un presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 MtCO₂eq entre el 2020 y 2030, con un máximo de emisiones (peak) de GEI al 2025, y así lograr alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO₂eq al 2030.

Para el caso de Chile, de acuerdo con el inventario nacional de emisiones de GEI y de proyecciones basadas en el mismo, se estima que las acciones analizadas permitirían alcanzar el orden de un 30%

de reducción del balance de GEI del 2030 con respecto al 2016. Además, bajo ciertas condiciones habilitantes (financieras, mercados, tecnológicas y políticas) se proyecta que Chile puede llegar más allá del 30%, apuntando a un potencial de hasta un 45% de reducción de emisiones meta al 2030, es decir, considerando acciones de mitigación y/o capturas de emisiones de gases de efecto invernadero (Gobierno de Chile, 2020).

1.5 Huella Chile

Bajo el contexto de las contribuciones nacionales, en Chile surge desde el Ministerio del Medio Ambiente el programa Huella Chile, iniciativa que busca fomentar la gestión de gases de efecto invernadero (GEI) en organizaciones públicas y privadas para la mitigación de las emisiones de GEI del país.

El principal objetivo de Huella Chile es fomentar la cuantificación, reporte y gestión de las emisiones de GEI corporativa en el ámbito público y privado (Huella Chile, 2022). Adicionalmente el programa busca:

- Facilitar la cuantificación de emisiones de GEI, a través de una herramienta de cálculo en línea y gratuita.
- Establecer canales de difusión para el reporte voluntario de GEI.
- Reconocer el esfuerzo y compromiso de las organizaciones participantes, por medio de la entrega de logos, dependiendo del nivel de gestión alcanzado: cuantificación, reducción, neutralización y de otras acciones enfocadas en la gestión de emisiones de GEI.

La herramienta de cálculo presente en este programa ha sido desarrollada a partir de la conformidad de las Normativas Chilenas NCH-ISO 14064/1:2013 y NCH-ISO 14069:2014.

1.6 Programa estado verde

El programa estado verde es un proceso de trabajo que desarrolla el Ministerio de Medio Ambiente el cual busca que en las instalaciones físicas y los procesos administrativos de las oficinas de los organismos públicos que componen el aparato estatal, se concreten políticas, principios y prácticas de cuidado ambiental, así como la conservación de los recursos (MMA, s.f).

A partir de establecido en la Resolución Exenta N°333/2022, Ministerio del Medioambiente, sobre las etapas de acreditación, existen etapas de acreditación. De esta forma para obtener la Pre-acreditación como “Estado verde”, es necesario cumplir con al menos el 90% de los requisitos de esta etapa.

La acreditación inicial implica la ejecución de acciones de cumplimiento de las metas definidas en el plan de gestión ambiental y el cronograma de implementación mediante la ejecución una campaña comunicacional. Existen tres niveles de acreditación inicial, los que se diferencian por los compromisos y metas desarrolladas por la entidad en proceso de acreditación.

- Nivel básico: contempla un logro de cinco requisitos exigidos, el cual en su tercer punto en materia de huella de carbono busca realizar un registro en Huella-Chile y cuantificar sus gases de efecto invernadero o compromete acciones en materia de capacitación para el cálculo de la huella de carbono organizacional, con el fin de preparar una futura cuantificación.
- Nivel intermedio, implica el logro de todos los compromisos del nivel básico. Además, cumple al menos con cinco acciones descritas en este nivel en el cual, en su cuarto punto establece que cuantifica sus gases de efecto invernadero.
- Nivel de “Excelencia”, implica el logro de todos los compromisos definidos para el nivel básico, asimismo, cumple con al menos 6 de las acciones establecidas para excelencia, en el cual en materia de huella de carbono en su tercer punto se establece la implementación de medidas de reducción de emisiones de GEI a partir de la ejecución de su plan de trabajo y la implementación del plan de reducción de emisiones GEI.

Para la mantención del nivel de Excelencia, en materia de huella de carbono, en el punto 6.3 en la letra i, establece en la reducción de la huella de carbono organizacional: Aquellas entidades que hayan realizado su cálculo de huella de carbono organizacional deberán presentar un plan de reducción de la huella de carbono.

Por otra parte, en la Resolución Exenta N°333, en el punto 6.4, el nivel de “Excelencia sobresaliente” solo se podrá postular obteniendo el nivel de excelencia y considera en sus acciones el desarrollar un plan de reducción de emisiones GEI (Gases de efecto invernadero) en base a la plataforma Huella-Chile estableciendo aquellas entidades que hayan realizado su cálculo de huella de carbono organizacional, deberán presentar un plan de reducción de la huella de carbono.

Para obtener el sello de reducción a nivel organizacional proporcionado por Huella Chile es necesario contar con los requisitos expuestos en la figura N°1.4



Figura N°1.4: Requisitos de postulación a sellos de nivel organizacional y eventos.

Fuente: Huella-Chile, 2023

1.7 Estrategias de reducción de emisiones

El término “Reducción de GEI” en el protocolo GHG, define a una reducción de la emisión de GEI como el aumento en la eliminación o almacenamiento de GEI en la atmosfera. Este documento a partir de su contenido ofrece sus usos, limitaciones, conceptos claves, y principios para la contabilidad de emisiones GEI en proyectos.

Consiste en una serie de medidas y estrategias que tienen por finalidad evitar o disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera, ya sea mediante reducciones directas (ej: reducción en consumo de combustible, mejoras en la logística, gestión de los residuos, mejoras tecnológicas, etc.) siendo también otra medida como la compensación mediante la compra de bonos de carbono.

Contabilizar las emisiones puede ayudar a identificar oportunidades de reducción significativas y efectivas. Esto puede conducir a incrementar la eficiencia y al desarrollo de nuevos productos y servicios que reduzcan los impactos de GEI de clientes o proveedores.

Es necesario realizar la evaluación de los límites de GEI, para identificar fuentes y sumideros que se tendrán en cuenta para las reducciones de GEI. Las reducciones totales de GEI de un proyecto se cuantifican como la suma de las reducciones de GEI de cada actividad presente en el proyecto, y se calcula como la suma de sus efectos primarios asociados y cualquier efecto secundario significativo (que puede implicar disminución o aumento en la compensación de las emisiones de GEI).

1.7.1 Reducciones en el alcance 1

A la hora de reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera se han adoptado diferentes estrategias. La más accesible es la que se basa en considerar que diferentes combustibles producen cantidades distintas de CO₂ por unidad de energía liberada en la combustión. El carbón se convierte casi al 100% en CO₂ (alrededor de 1,06 kg de CO_{2eq} por kWh generado). El gas natural está formado casi totalmente por metano y en su combustión se produce CO_{2eq} y agua (Gonzales, 2009), la cual para el factor de emisión del año 2020 el gas natural se convierte en alrededor de 0,182 kg de CO_{2eq} por kWh generado.

1.7.2 Reducciones en el alcance 2

Las organizaciones pueden reducir su consumo de electricidad invirtiendo en tecnologías de eficiencia energética aplicando medidas de ahorro de energía. Además, los mercados emergentes de energía verde proveen oportunidades para las organizaciones de cambiar a fuentes de electricidad menos intensivas de GEI.

Las reducciones totales de GEI de un proyecto se cuantifican como la suma de las reducciones de GEI de cada actividad presente en el proyecto, y se calculan como la suma de sus efectos primarios asociados y cualquier efecto secundario significativo (que puede implicar disminución o aumento en la compensación de las emisiones de GEI).

Reportar las emisiones de alcance 2 permite contabilizar de manera transparente las emisiones y las reducciones de GEI asociadas a dichas oportunidades (GHG Protocol).

1.7.3 Reducciones en el alcance 3

El alcance 3 es opcional, pero provee la oportunidad de innovar en la administración de GEI. Algunas de estas actividades pueden ser registradas como los datos utilizados para calcular el total de las emisiones para la transportación realizada por terceros, dando un panorama detallado del alcance

3. Permitiendo así, analizar el desempeño ambiental de cada transportista y tomar decisiones en base a las emisiones de cada uno.

1.8 Mediciones de huella de carbono en instituciones educacionales nacionales e internacionales

La preocupación sobre el cambio climático ha existido en establecimientos educacionales y campus universitarios durante décadas. Sin embargo, es sólo en los últimos años que las instituciones de educación superior han asumido este problema como propio y han comenzado a tomar acciones al respecto, realizando análisis del ciclo de vida (ACV), midiendo su HC o su Huella ecológica (HE), estableciendo planes de mejora de la gestión medioambiental con el objetivo de reducir al mínimo sus emisiones.

A nivel universitario, muchas instituciones en todo el mundo están enfocando sus esfuerzos en adoptar iniciativas con el objetivo de reducir las emisiones, entre ellas destacan: reducción de los consumos energéticos, inversión en energías renovables o el uso de métodos de transporte alternativos, entre otros.

Las instituciones de educación superior son las formadoras de la sociedad del futuro, es por ello deberían ser las primeras en establecer sistemas de gestión ambiental que permitan a sus estudiantes aprender con el ejemplo y ser capaces de catalizar la acción social sobre el calentamiento Global (Mondéjar-Navarro et al., 2011).

Los países Latinoamericanos no superan la media internacional de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera, mientras que países como Estados Unidos lideran en el ranking con mayor cantidad de emisiones (Global Footprint Network, 2009).

Con el fin de idear planes de acción para convertirse en carbono neutral, se plantean propuestas de acciones de reducción en los focos más contaminantes, orientado hacia la mejora de la eficiencia y la compensación de emisiones para aquellas que no pueden ser evitadas.

En este caso, se asume que las principales fuentes de contaminación son la calefacción, la electricidad, el uso de combustibles en los diversos medios de transporte y los residuos sólidos generados cotidianamente, para centrarse en el análisis de estrategias alternativas que reduzcan el

nivel de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera en el desarrollo de las actividades propias del campus.

Cabe destacar que en Chile ya existen universidades que han realizado cuantificación o acciones de mitigación en HC como lo son la Universidad Adolfo Ibáñez, Universidad Católica de Chile y Universidad de Chile, son ejemplos de universidades comprometidas y conscientes con el medioambiente. Estas instituciones han realizado estudios similares con el objetivo de reducir en la medida de lo posible sus emisiones y acercarse cada vez más al concepto de universidad carbono neutral (Mondéjar-Navarro et al., 2011).

1.7.1 Huella de Carbono en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Cuando se habla de carbono neutralidad este objetivo lo plantean por medio de dos vías. La primera dice relación con la mitigación y reducción de emisiones, mientras que la segunda tiene que ver con la compensación. Dentro de estas alternativas la Universidad Católica tomó la mitigación como su foco de atención comprometiendo neutralidad en alcances 1, 2 y 3.

La medición del 2018 de Huella de Carbono de la Pontificie Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)(Figura N°1.5), arrojó un total de emisiones de 32.168 toneladas de CO₂eq, concentrando un 4.2%, 35.3% y 60.5%, en los alcances 1, 2 y 3, respectivamente.

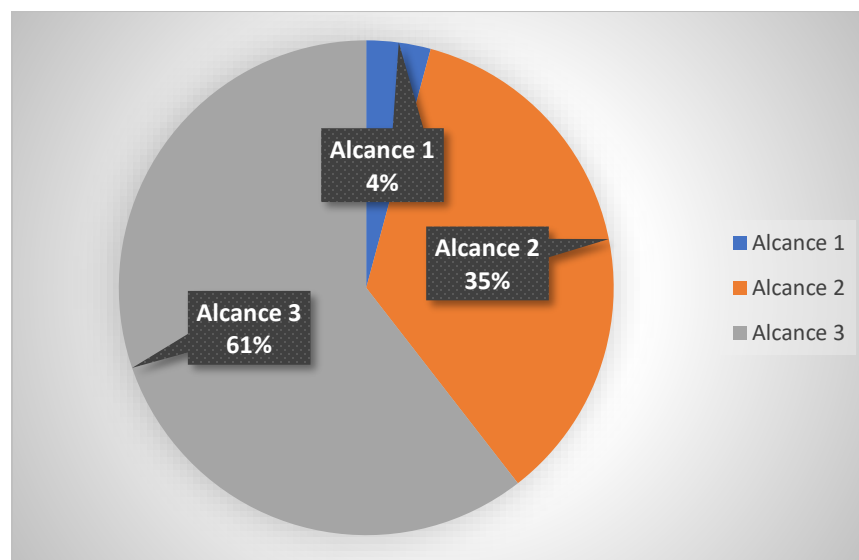


Figura N°1.5: Resumen Distribución de Emisiones PUCV 2018.

Fuente: Adaptado de PUCV.

1.7.2 Huella de carbono en Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

Para elaborar un marco de referencia con relación a las metodologías utilizadas para elaborar criterios aplicables y la cuantificación de las emisiones pertenecientes a una institución de educación superior, se levantó información respecto a iniciativas que buscan cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero en instituciones como la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (FCFM).

En base a lo anterior, la huella presentada por aquella institución el año 2018 fue de un valor cercano a las 14.000 t CO₂eq

El inventario de GEI realizado por la entidad universitaria contempló el uso de la metodología GHG Protocol, en torno a los GEI tratados en el protocolo de Kyoto, en el cual obtuvieron como resultados una emisión total de 10.063 t CO₂eq para el año 2019, considerando los 6 GEI que están establecidos en los alcances 1, 2 y 3. Además, considerando hidroc fluorocarbonos resulta una emisión total de 10.122 tCO₂eq.

Según la Figura N°1.6, que corresponden a los alcances registrados en la FCFM, de la universidad de Chile. Se registró que en el alcance 1 se asocia la mayor cantidad de misiones por la fuga de refrigerantes

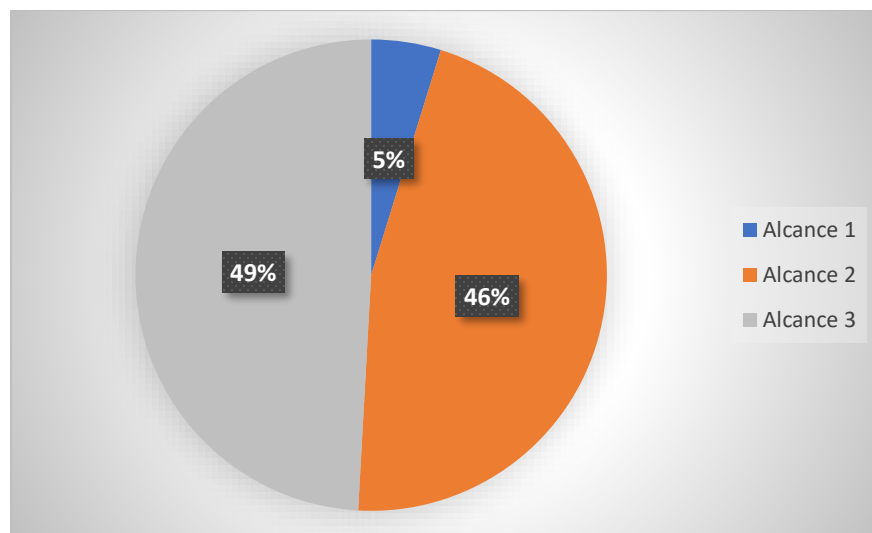


Figura N°1.6: Resumen de distribución de emisiones en FCFM para el año 2019.

Fuente: Adaptado de Osvaldo Villagrán, 2020.

El alcance 2 se vincula al consumo de energía eléctrica de las instalaciones pertenecientes al límite organizacional, en donde se puede identificar una alta generación de emisiones asociadas a este alcance. Así mismo, para el alcance 3 en la fracción de transporte se toma en consideración como fuente de emisión el traslado de la comunidad universitaria, donde se consideran principalmente: la disposición de residuos, junto al consumo de bienes y servicios. En este punto cabe mencionar que en base a la bibliografía el alcance 3 presenta una alta incertidumbre en los resultados.

1.7.3 Huella de carbono en la Universidad de Pennsylvania

Con el fin de idear un plan de acción para convertirse en carbono neutral, la Universidad de Pennsylvania presentó el proyecto titulado “University of Pennsylvania Carbon Footprint” (TCCCBSSES, 2007), que destaca la realización de un inventario completo de todas las emisiones de GEI producidas y la determinación de la huella de carbono correspondiente, abarcando la totalidad del campus como alcance del estudio, esto es, 141 edificios y 40.000 miembros.

Además, el cómputo de emisiones no se restringe a un año base, sino que estudia la evolución desde el año 1990 hasta el 2006, y prevé los valores que pueden llegar a alcanzarse hasta el 2020 en caso de no tomar medidas al respecto, todo ello comparado con su meta en el compromiso de Kioto.

El estudio determina las toneladas de CO₂ resultado del uso de la energía, la movilidad de su comunidad, fertilizantes en jardinería y los distintos tratamientos posibles para los residuos sólidos (escenarios de incineración y vertedero).

Es necesario destacar que los resultados se expresan igualmente referidos por unidad de superficie en m², según el edificio y por miembros de la universidad, diferenciando entre personal y estudiantes.

Por último, plantea un plan de acción de reducción de los focos más contaminantes, orientado hacia la mejora de la eficiencia y la compensación de emisiones para aquellas que no pueden ser evitadas.

En este caso, se asume que las principales fuentes de contaminación son la calefacción, la electricidad, el uso de combustibles en los diversos medios de transporte y los residuos sólidos generados en el día a día, para centrarse en el análisis de estrategias alternativas que reduzcan el nivel de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera en el desarrollo de las actividades propias del campus.

Acciones tales como el ajuste óptimo del termostato, sustitución de ventanas por otras con mayor capacidad aislante, el cambio de duchas por otras que proporcionen menor flujo, el uso de combustibles limpios o incluso la iniciativa de optar por vehículos eléctricos, son algunas de las propuestas analizadas.

Cabe señalar que, además de calcular la magnitud de reducción de toneladas de CO₂ que podría lograrse, también desarrolló un estudio de viabilidad acerca de la puesta en marcha, costes y beneficios asociados, con el fin de generar un balance general y determinar objetivamente que estrategias son las más eficientes (Mondéjar-Navarro et al., 2011).

1.9 Evaluación social de proyectos

La evaluación social de proyectos va a determinar la conveniencia de ejecutar un proyecto desde la perspectiva de la sociedad en su conjunto (M.D.S.F, 2017). A partir de esto, el plan de reducción de huella de carbono en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente busca establecer el efecto de la mitigación del consumo a partir de los beneficios directos o indirectos que el proyecto pueda tener.

1.10 Ley de generación distribuida

Según la Ley 20.571/2012 del Ministerio de Energía, para la regulación del pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, las inyecciones de energía que se realicen serán valorizadas al precio que los concesionarios de servicio público de distribución traspasan a sus clientes regulados, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 158.

Las inyecciones deberán ser valorizadas conforme al inciso precedente deberán ser descontadas de la facturación correspondiente al mes en el cual se realizaron dichas inyecciones. De existir remanente a favor del cliente, el mismo se imputará y descontará en la o las facturas subsiguientes. Los remanentes deberán ser reajustados de acuerdo con el Índice de precios del consumidor, según las instrucciones establecidas por la Superintendencia de electricidad y combustibles.

Según el artículo primero de la Ley 21.118/2018 del Ministerio de Energía, se establece que, para el caso de las inyecciones de energía valorizadas de acuerdo con lo establecido con la ley, provenientes de equipamientos de generación de energía eléctrica de propiedad conjunta, deberán ser

descontadas de los cargos de suministro eléctrico de las facturaciones de los propietarios del equipamiento.

Por otra parte, los remanentes de inyecciones de energía valorizados que provengan de equipamientos de generación conectado de acuerdo con lo establecido en el artículo 149 bis, que no hayan podido ser descontados de los cargos de facturaciones, podrán a voluntad del cliente, ser descontados de los cargos por suministro eléctrico correspondiente a inmuebles o instalaciones de propiedad del mismo cliente.

No obstante, los clientes pueden optar a recibir un pago por parte de la empresa distribuidora por los remanentes de inyecciones de energía valorizados, siempre y cuando se cumplan las condiciones establecidas en la ley. En donde los remanentes son debidamente reajustados de acuerdo con el índice de precios al consumidor.

La generación distribuida para autoconsumo (Netbilling), se basa en la Ley 21.118 y en el reglamento establecido por el Decreto Supremo 57/2020 del Ministerio de Energía, que les entrega a los consumidores el derecho de convertirse en un generador de energía eléctrica con medios de energías renovables no convencionales o de instalaciones de generación eficiente (Chilquinta, s.f.). Para conectarse al sistema es necesario cumplir con normas y reglamentos de generación distribuida para autoconsumo.

1.11 Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso

El edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente (EIM) corresponde a la infraestructura que alberga a esta unidad perteneciente a la Universidad de Valparaíso (véase la figura N°1.7), encontrándose en la Región de Valparaíso, ubicada en calle Brasil 2140, Valparaíso.

La infraestructura del edificio consta de 3 pisos, correspondientes a 1 piso subterráneo y 2 pisos sobre el nivel del suelo. Actualmente la Escuela de Ingeniería en Medioambiente imparte docencia a 331 estudiantes de los cuales, 314 corresponden a pregrado pertenecientes a las carreras de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Civil Ambiental y 17 corresponden a postgrado para estudiantes nacionales y de intercambio. La docencia impartida se caracteriza por aplicar técnicas y herramientas en el ámbito de la ingeniería y gestión ambiental con un enfoque sustentable.



Figura N°1.7: Ubicación geográfica del edificio en Av. Brasil 2140.

Fuente: Google Earth.

2 PROBLEMA

En el marco de los planes de adaptación y resiliencia de comunidades y sociedades frente al cambio climático, es imprescindible contar con programas de reducción o mitigación de la huella de carbono en relación con las actividades realizadas por las organizaciones. Esto pretende ser una problemática en la cual no existe una adecuada gestión a nivel local que permita estimar y evaluar las emisiones de GEI en las diversas actividades que se realizan en las organizaciones, que son los principales causantes del calentamiento global, procedentes de las actividades de las organizaciones educativas.

De acuerdo con la Contribución Nacional Determinada (NDC), Chile, al estar suscrito al Acuerdo de París, debe cumplir con el objetivo de reducir las emisiones nacionales de GEI mediante acciones de mitigación. Una de estas acciones es el programa Huella Chile, una iniciativa que busca promover la gestión de gases de efecto invernadero en organizaciones públicas y privadas para mitigar las emisiones de GEI a nivel nacional.

En la actualidad, la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso se encuentra Pre-Acreditada bajo el Programa Estado Verde, desarrollado por el Ministerio del Medio Ambiente. Este programa busca incorporar buenas prácticas ambientales en las instituciones del estado, implementando medidas de sostenibilidad interna. Los objetivos de este programa incluyen empoderar a los funcionarios en términos de eficiencia, disminuir los impactos ambientales de la huella de carbono y generar educación y capacitación para los colaboradores.

En base estas premisas, el presente trabajo de título tiene como objetivo abordar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), centrándose en la estimación de la huella de carbono, según las metodologías establecidas para la realización y mitigación de inventarios de GEI. Esta propuesta se considera esencial para ser aplicado en un establecimiento de educación superior, específicamente en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso, ubicado en la ciudad de Valparaíso. La escuela proporciona servicio de educación superior a estudiantes de pregrado y postgrado, quienes, durante el transporte y desarrollo de sus actividades dentro de las instalaciones, generan emisiones de GEI, tanto en forma directa como indirecta. La implementación de esta propuesta contribuirá significativamente al mejoramiento de

la sustentabilidad en la Escuela de Ingeniería en Medioambiente, alineándola con prácticas más ecológicas y sostenibles

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Proponer un plan de medidas para la reducción de la huella de carbono en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso, como contribución a la sostenibilidad ambiental institucional.

3.2 Objetivo específico

- Realizar un diagnóstico de las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en actividades y procesos desarrollados en la Escuela.
- Determinar la huella de carbono del edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.
- Desarrollar un plan de medidas de reducción para la mitigación de la huella de carbono.
- Evaluar la huella de carbono técnica y económicamente, considerando el plan de medidas propuesto.

4 METODOLOGÍA

La propuesta de reducción de la huella de carbono desarrolla la metodología en 4 etapas, cada una asociada al objetivo específico correspondiente, cuyas actividades se pueden visualizar en el esquema de la Figura N°4.1.



Figura N°4.1: Diagrama del desarrollo de proyecto y el cálculo de Huella de Carbono para el edificio de la Escuela de Ingeniería Ambiental.

4.1 Realizar un diagnóstico para identificar las fuentes de emisión de GEI en procesos y actividades

4.1.1 Establecer el periodo de reporte

Para realizar un inventario de GEI, las organizaciones deben elegir un periodo de reporte o año base para el cual exista una información confiable de emisiones. El inventario del año base puede ser utilizado como una plataforma para fijar y dar seguimiento del desempeño de la organización enfocada a trabajar ciertos objetivos de emisiones, siendo esencial el principio de mitigación de las emisiones. Para este caso, el año base se denomina año base objetivo, pues es el periodo que se busca mitigar. Además, es necesario especificar las razones por la cual la organización toma como referencia ese año en particular (GHG Protocol, 2005).

4.1.2 Definición de los límites organizacionales

Las operaciones dentro del edificio son tratadas de acuerdo con reglas establecidas de manera interna, que dependen de la estructura de la organización y de las relaciones entre las diferentes partes. La organización elige un enfoque para consolidar sus emisiones de GEI; esta visión debe ser aplicada consistentemente para definir aquellas unidades de operaciones que constituyen a la organización (GHG Protocol, 2005).

Un límite operacional se define entonces, como el alcance de las emisiones directas e indirectas para operaciones que caen dentro del límite organizacional establecido de la empresa u organización (GHG Protocol, 2005).

Se establecieron los límites organizacionales y operacionales del edificio de La Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso perteneciente a la Institución de Educación Superior de la Universidad de Valparaíso, para identificar los alcances en donde la organización tiene propiedad y control de las operaciones para el cálculo de las emisiones.

De esta forma, en conjunto a académicos se determina si el límite organizacional de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso que se desarrollará en el presente informe presenta un enfoque de control operativo o financiero.

4.1.3 Límites operacionales

Con relación a la metodología establecida por el protocolo GHG para definir los límites organizacionales y operacionales, una organización establece sus límites organizacionales identificando las emisiones asociadas a sus operaciones clasificándolas como emisiones directas o indirectas, estableciendo el alcance de la contabilidad y reporte para las emisiones indirectas.

Se realiza un inventario de la huella de carbono en torno a las “áreas de operación” donde se desarrollan las actividades y operaciones que son del control de la organización, estas son identificadas como una fuente de emisión dentro del edificio utilizado por la Escuela para reportar de manera transparente los impactos en el carbono emitido.

Se desarrolla una tabla con los datos registrados en la cual se describe las categorías de emisiones presentes dentro de los límites operacionales según los tres tipos de alcance, para identificar si se incluye alguna de las fuentes de emisión presentes en el protocolo, en las actividades realizadas en el edificio de la Escuela.

4.1.4 Levantamiento de información

4.1.4.1 Identificar características generales del edificio de la Institución educacional

Se identificó información del establecimiento educacional acerca del nombre, ubicación, la cantidad de pisos, periodo de uso, horario de funcionamiento del edificio, actividades realizadas, salas, cantidad de funcionarios, cantidad total de alumnos y superficie total.

4.1.4.2 Identificar las áreas de operación en el edificio

Se elaboró mediante la identificación visual conjunto al registro de los planos del edificio, las áreas de operación que se encuentran habilitadas y no habilitadas, en donde se realizan actividades académicas y de mantenimiento de instalaciones dentro del edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente

4.1.4.3 Uso de Áreas de operación

Se elaboró un registro del uso de las salas, oficinas, auditorio, laboratorios, comedor, salones de uso general y pasillos a partir de la calendarización académica del año 2022 para el uso en periodos de actividad académica durante el año establecido, con el fin de determinar los tiempos estimados de ocupación.

4.1.4.4 Identificar fuentes de emisión de GEI

I. Definir registros de consumo de gas natural

Se recopiló información respecto al consumo mensual registrado de las boletas asociadas al consumo de gas natural para el año base.

Sumado a esto, se identifica las actividades o fuentes de emisión que hacen uso de gas natural a modo de obtener una aproximación del consumo.

II. Definir registros de mantención o recarga de extintores

Se tiene en consideración para el cálculo de huella de carbono, todas las recargas y mantenciones que se realizan a todos los extintores existentes en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Para definir registros de los extintores se realizó un catastro de las unidades que se encuentran en los 3 niveles de las instalaciones del edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso.

Sumado a esto, se reunió información de la recarga realizada el año 2023, para estimar la fecha de mantención del año 2022, debido que a partir del artículo N°30 del Decreto 44/2018 del Ministerio de Economía, todos los extintores deberán ser sometidos a mantenimiento por lo menos una vez al año.

III. Definir registros de consumo eléctrico

Para definir los registros de consumo se recoge información de las boletas pertenecientes al consumo eléctrico mensual del edificio para el año base.

Se realizó un balance energético a partir de catastros para identificar los equipos de fuerza y las fuentes de iluminación que generen consumo eléctrico, registrado a través de documento Excel y fotografías, para así justificar el consumo. Se determinan los siguientes indicadores:

a) Identificar los equipos de fuerza

Se realizó un catastro para identificar los equipos de fuerza y tiempo de uso de estos, presentes en las distintas áreas de operación del edificio en donde la organización realiza sus actividades.

b) Identificar fuentes de iluminación

Se realizó un catastro para identificar las fuentes de iluminación, mediante la visita a las instalaciones del edificio, a modo de recopilar información respecto a las luminarias que se encuentran en uso en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Se levantó información acerca de la cantidad de luminarias y de sus características, como la potencia, el tipo de luminaria y su marca.

c) Balance energético

Se realizó un balance energético a el sistema de iluminación y a los equipos de fuerza identificados, para establecer un consumo eléctrico estimado a partir de las horas y cantidad de días de uso de estos equipos.

Estableciendo los parámetros de entrada y de salida de la energía consumida dentro de los límites físicos del edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente, el cálculo se realiza a través de la Ecuación N°1.

$$\{Energia consumida\} = \{Consumo equipos de fuerza\} + \{Consumo iluminarias\}$$

Ecuación N°1: Formula de balance energético.

IV. Definir registros de consumo hídrico

Se recopiló información a partir de las boletas pertenecientes al consumo hídrico mensual del año base, correspondientes al edificio, para así realizar el cálculo de la huella asociada al consumo hídrico en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

V. Definir registros de transporte de estudiantes y funcionarios

Para definir registros de transporte de los estudiantes y funcionarios se realizaron encuestas de monitoreo a partir del uso de Google Forms para levantar información vinculada al alcance 3.

La encuesta consta de varias preguntas que dependiendo de las alternativas seleccionadas la encuesta se redirige a la siguiente subsección de la encuesta con el fin de representar el registro de la dirección de residencia y si realiza algún cambio de domicilio entre el 1° semestre y 2° semestre, para identificar la distancia de transporte al edificio desde su residencia, tipo de transporte y

cuantos trayectos realizo durante este periodo. Se busca estimar la emisión que cada persona tenía asociada dentro del trayecto hacia el edificio, donde la información se trabajó de manera confidencial.

VI. Definir registro de residuos solidos

Para definir el registro de los residuos sólidos se realizó el pesaje de los contenedores de basura durante un mes para estimar el cálculo de la generación mensual de basura, y así estimar la generación anual de basura.

4.1.4.4 Alcance del diagnóstico de la información

Se generó un diagnóstico para recopilar toda la información del edificio, además de identificar las fuentes de emisión, en base al periodo de reporte en estudio junto a los límites organizacionales y operacionales, fijando así el alcance de las actividades a reportar.

El alcance de las emisiones para el diagnóstico de la información vendrá dado por el límite operacional establecido por la organización. El límite operacional es aplicado de manera uniforme para identificar y categorizar las emisiones directas e indirectas (GHG Protocol, 2005).

El alcance del diagnóstico para el levantamiento de información se realizó mediante el catastro generado en el edificio sobre las labores relacionadas a los límites de la organización. Además, se consideró las actividades en las cuales se utilizan las dependencias, y será diagnosticado realizando la sistematización de datos a partir de software Excel y teniendo en consideración las siguientes alternativas de recopilación de datos:

- a) *Catastro in situ de las fuentes de emisión* mediante un monitoreo de las áreas de operación y actividades realizadas en el edificio.
- b) *Estimación por medio de datos históricos, promedios o de gastos* de consumo mensual e información consultada a la docencia de la institución y a funcionarios (consumo de servicios de electricidad y agua, entre otras.).
- c) *Encuestas de monitoreo*, permitirán levantar la información necesaria en torno a las actividades que se puedan vincular a los alcances de la huella de carbono en la institución educacional, las cuales serán contestadas por los estudiantes, personal académico y administrativo para elaborar una estimación representativa.

4.2 Determinar la huella de carbono de la Escuela

Según el protocolo de GHG de Gases de Efecto invernadero, para determinar la huella de carbono de una organización es necesario seguir una serie de pasos los cuales se describen a continuación.

4.2.1 Identificación y categorización de fuentes de emisión

De manera inicial para identificar y calcular las emisiones de carbono, es necesario categorizar las fuentes de emisiones de GEI dentro de los límites de la institución, empresa u organización. Estas fuentes de emisión de GEI se encuentran descritas según el alcance establecido.

Cada organización tiene procesos, productos o servicios que van a generar emisiones directas y/o indirectas de una o más fuentes que se clasifican según el alcance.

Se desarrolló una tabla con los datos registrados en la cual se describe las fuentes de emisión según los tres tipos de alcances, para identificar si se incluye alguna de las fuentes de emisión presentes en el protocolo y en las actividades realizadas en el edificio de la Escuela (ver Tabla N°4.1).

Tabla N°4.1: Tabla para diseño de inventario de fuentes de emisiones.

Alcance	Fuente de emisión	Área de operación	Consumo	Unidad	Detalle

4.2.1.1 Identificar emisiones de alcance 1

Para identificar las fuentes de emisiones directas de una organización se categorizará a partir de las cuatro categorías establecidas por el protocolo GHG.

- Combustión fija: combustión de combustibles en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores motores, flameadores, etc.
- Combustión móvil: Combustión de combustibles en medios de transporte, como automóviles, camiones autobuses, trenes, aviones, buques, barcos, barcasas, embarcaciones, etc.

- Emisiones de proceso: emisiones de procesos físicos o químicos, como el CO₂ de la etapa de calcinación de la manufactura de cemento, el CO₂ del “cracking” catalítico en proceso petroquímicos, las emisiones de PFC en la fundición de aluminio, etc.
- Emisiones fugitivas: liberaciones intencionales y no intencionales, como fugas en las uniones, sellos, empaques, o juntas de equipos, así como emisiones fugitivas derivadas de pilas de carbón, tratamiento de aguas residuales, torres de enfriamiento, plantas de procesamiento de gas, etc.

Las organizaciones que basan sus actividades en oficinas pueden no tener ninguna emisión directa de GEI, excepto en casos que sean dueñas de las instalaciones u operen un vehículo, o equipo de combustión, refrigeración o aire acondicionado.

4.2.1.1 Identificar emisiones de alcance 2

El siguiente paso es identificar las fuentes de emisiones indirectas derivadas del consumo de electricidad, vapor o calor adquiridos. Cabe destacar que prácticamente todos los negocios generan emisiones indirectas derivadas de la compra de electricidad para uso en sus procesos o servicios.

4.2.1.1 Identificar emisiones de alcance 3

Identificar las emisiones del alcance 3 implica establecer las emisiones indirectas provenientes de las actividades corriente arriba o corriente debajo de una empresa, así como las emisiones asociadas a la manufactura realizada por terceros a cuenta de la empresa o subcontratada, arrendamiento o franquicias no incluidas en los alcances 1 y 2.

La inclusión de las emisiones del alcance 3 permite a las empresas expandir el límite de su inventario a lo largo de su cadena de valor e identificar todas las emisiones relevantes de GEI. Esto ofrece un panorama para posibles oportunidades de reducciones significativas de emisiones de GEI.

4.2.2 Método de cálculo

Existen varios métodos efectivos para el cálculo de la huella de carbono entre los cuales destaca el cálculo con base en un balance de masa o fundamento estequiométrico específico para una planta o proceso. Además, existen aproximaciones para el cálculo que se generan mediante la aplicación de factores de emisión documentados, dichos factores son cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión específica (GHG Protocol, 2005).

Según los lineamientos del IPCC se alude a una escala de métodos y tecnologías de cálculo que van con la aplicación de factores genéricos de emisión al monitoreo directo, es por esto que el método seleccionado con el objetivo de crear el cálculo de HC se realiza con los factores de emisión ya conocidos y documentados para las actividades específicas identificadas mediante catastros y encuestas.

4.2.2.1 Factores de emisión

Para la identificación adecuada de los factores de emisión se recopiló información mediante bibliografía como la base de datos entregada por Huella Chile e IPCC de directrices para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero para el potencial de calentamiento global.

Para el cálculo de los parámetros de emisión relacionado a la electricidad, se tomó en consideración el factor de emisión por mes dentro del reporte de emisiones del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

4.2.2.2 Cálculo de huella de carbono

La fórmula básica proporcionada por la guía de buenas prácticas del IPCC (ver ecuación N°2), la metodología más sencilla y común consiste en combinar la información sobre el alcance de una actividad humana (datos de actividad o DA) con coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por unidad de actividad, denominados factores de emisión (FE) (IPCC, 2006).

$$Emisiones = DA \times FE$$

Donde:

DA: Datos de actividad

FE: Factor de emisión

Ecuación N°2: Cálculo de emisiones huella de carbono.

4.3 Desarrollar un plan de medidas para la reducción de la huella de carbono

La huella de carbono permite gracias al conocimiento de las emisiones de GEI, la posibilidad de actuar sobre las emisiones por las cuales es responsable una actividad, proceso o producto, estableciendo lineamientos claros enfocados para la mejora y reducción.

En este informe se desarrolló un plan en el cual es necesario realizar un análisis inicial el cual comprende la identificación de las fuentes de emisión de la organización en las cuales puede gestionar una acción de reducción, es fundamental establecer objetivos internos bien definidos en la institución educativa antes de comenzar el proceso de cuantificación y reducción.

4.3.1 Selección de un escenario, emisiones de año base

Para evaluar escenarios de reducción de la huella de carbono es necesario establecer las emisiones base las cuales serán la situación inicial para generar la medida de reducción, es por eso que se seleccionará un año a calcular el cual es posible tener contabilidad de la mayoría de los consumos asociados a los alcances de la huella de carbono.

4.3.2 Oportunidades de reducción de la huella de carbono

Se realizó un análisis de riesgos y oportunidades a partir del estudio de la fase de cuantificación o estadio inicial, en donde es posible identificar los procesos y fuentes asociadas que contribuyen de manera relevante a la huella de carbono, o puntos críticos (hotspots), y a partir de estos procesos, desarrollar medidas de mejora las cuales generen oportunidades de reducción efectiva en términos de reducción de huella de carbono.

A partir de la “Guía de mejores técnicas y tecnologías para la reducción de emisiones de GEI en oficinas y en el sector agrícola”, guía facilitada por el Programa de Gestión del Carbono del Ministerio del Medio Ambiente Huella Chile, se levantó información que analiza diferentes documentos nacionales e internacionales que proponen medidas de reducción de GEI en actividades de oficinas (Anexo 3).

El cálculo de la huella va acompañado de medidas que actúen a una reducción progresiva de la misma, visto desde un análisis de oportunidades para elaborar un plan de reducción.

La aplicación de las medidas será desarrollada en función de las áreas en que desarrollan las actividades de la organización y los alcances que tengan oportunidades de reducción de GEI en busca de una disminución gradual.

4.3.3 Medidas de reducción de la huella de carbono

Para la selección de las medidas de reducción de la huella de carbono estas se centran en la mejora de eficiencia energética (MMEE), las cuales son un conjunto de acciones que permiten disminuir el consumo de energía reduciendo su uso innecesario como optimizar la relación entre la cantidad de

energía consumida y los productos y servicios obtenidos. Las medidas se pueden clasificar en 3 principales desde mayor a menor costo de implementación:

- Recambio tecnológico
- Medida de Gestión
- Adopción de hábitos de Uso responsable.

Es recomendable dada a la complejidad de la implementación de las medidas, partir por la adopción de hábitos de uso responsable y las medidas de gestión, dado a la complejidad de proyectos como recambio tecnológico. (U. Chile)

4.3.4 Cálculo de huella considerando medidas de reducción de la huella de carbono

Para el cálculo de la huella con las medidas de reducción implementadas se realizó en 3 etapas, cálculo de huella de carbono a partir de la situación inicial, implementación de las medidas de reducción y recalcu de la huella de carbono para obtener el resultado final de las mitigaciones

El cálculo de la situación inicial se realiza a partir de los alcances y límites ya establecidos. Junto con esto, es necesario establecer los datos iniciales para la estimación del cálculo de huella, datos de boletas para el consumo de energía, el registro kilometraje en transporte y consumo de combustible, para residuos medir la cantidad y tipo de residuos. Para así luego convertir estos datos a emisiones de CO₂ equivalente utilizando factores de emisión para cada fuente de los datos. En los cuales se recomienda usar base de datos estandarizadas por GHG protocol, EPA o DEFRA para factores de emisión. Para así calcular la huella de carbono inicial sumando cada categoría u alcance para obtener el total en toneladas de CO₂ equivalente.

La implementación de las medidas de reducción consta de la identificación de las medidas a partir de las oportunidades de reducción a modo de generar un impacto en la reducción de la huella de carbono, buscando implementar medidas de eficiencia energética, energías renovables, optimización del transporte, reducción de residuos entre otros.

Para obtener el resultado final de las medidas de mitigación, es necesario realizar el recalcu recopilando nuevos datos de consumos de energía, transporte, residuos, etc., con las medidas ya implementadas. Luego es necesario convertir los nuevos datos a emisiones de CO₂ equivalente aplicando los mismos factores de emisión. Para así calcular la huella de carbono final, sumando las emisiones de cada categoría después de la implementación de la medida en toneladas de CO₂

equivalente. Con el fin de obtener un análisis y comparación de la situación inicial y final, evaluando las emisiones totales antes y después de la implementación de las medidas.

4.4 Evaluar la huella de carbono técnica y económicamente, considerando el plan de medidas desarrollado

4.4.1 Levantamiento de información preliminar

Se realizó un levantamiento de información sobre el valor de las tarifas y cargos por suministro de la energía, y la valorización de la inyección con fin de evaluar los proyectos de reducción asociados a el ahorro de la energía eléctrica.

4.4.1.1 Valorización de la inyección de entrada de energía

Se registró a partir de la información entregada por la Ley 20.571 de Generación Distribuida o Net Billings y su reglamento para la regulación del pago de tarifas eléctricas, y las inyecciones de energía realizadas en conformidad a la normativa vigente.

4.4.1.2 Tarifas de energía

La legislación vigente establece que las tarifas deben representar los costos reales de generación, transmisión y de distribución de electricidad asociados a una operación eficiente. Por tanto, se establece que para obtener el precio de las empresas distribuidoras será con relación a la zona de distribución (CNE, 2023).

En base a esto existen distintas opciones tarifarias dependiendo del consumo de los usuarios finales. Las cuales son elegidas por los clientes y se estructuran si para clientes con consumo de Alta tensión o de baja tensión.

4.4.1.3 Tasa de descuento

La tasa social de descuento representa el costo de oportunidad social del capital cuando se financian los proyectos. La tasa social, entregada por el Sistema Nacional de Inversiones (SNI) para el año 2023, viene estipulada por el Informe de Precios Sociales 2023 (IPS, 2023).

Se estima según la siguiente fórmula de cálculo:

$$TSD = \beta \cdot tp + \theta \cdot q \cdot \alpha \cdot CMgx$$

Ecuación N°2: Tasa de descuento social

Donde

- Tp: Tasa interés del ahorro interno
- Q: Rentabilidad de la inversión privada
- CMgx: Costo marginal del ahorro externo
- B, θ y α : Ponderadores del ahorro interno, inversión privada y ahorro externo respectivamente

4.4.1.4 Cotización y presupuestos

Se realizó la cotización de los materiales e implementos a utilizar por las diferentes medidas de mitigación

4.4.2 Evaluación de proyecto

Para realizar la evaluación del proyecto se utilizó la “Metodología General de Preparación y Evaluación de proyectos”, del ministerio de desarrollo social, para establecer la conveniencia técnico-económica de ejecutar los proyectos. Para la evaluación de este proyecto se adoptó un enfoque costo eficiencia.

4.4.2.1 Beneficios sociales asociados a medidas de mitigación

Los beneficios directos se deben identificar y valorar los beneficios sociales que traerá el proyecto que se está evaluando, para lo cual se utiliza el mercado ajustado por un factor social o utilizar valores establecidos (IACC, 2019).

Dentro de los beneficios que pueden identificarse en un proyecto social son:

- Beneficio por aumento de consumo de un producto. Por ejemplo, al aumentar la oferta y disminuir su precio para la comunidad.
- Beneficio por la disminución de costos. Por ejemplo, ahorro de costos de electricidad, mantenimiento de equipos o infraestructuras.
- Beneficio por disminución de tiempos de desplazamiento de usuarios y trabajadores.
- Beneficio por aumento de valor patrimonial.
- Beneficio por reducción de riesgo o aumento de seguridad.
- Beneficios por mejoras ambientales.
- Beneficios por la liberación de activos, cuyo valor de venta puede valorarse de acuerdo con los precios de mercado.

4.4.2.2 Costos sociales asociados a medidas de mitigación

La inversión en la evaluación social está constituida por todos los recursos utilizados en la ejecución del proyecto, valorados a precios sociales. Los precios sociales son herramientas metodológicas que permiten la cuantificación de los costos en que se incurre la sociedad por la utilización de insumos en proyectos de inversión pública.

Al aplicar los factores de corrección (ver tabla N°4.2) a los ítems de la inversión o al valorarlos a precios sociales, se obtiene la inversión social del proyecto. El valor del terreno debe ser incluido dentro de las evaluaciones de proyectos sociales.

Tabla N°4.2. Corrección social según tipo de insumo. (Fuente: Decreto Supremo 594/99)

Ítem	Corrección Social
Terrenos	No se corrige
Insumos nacionales	Descontar IVA y otros impuestos
Insumos importados	Descontar IVA, otros impuestos, arancel y posteriormente aplicar el factor de corrección de la divisa
Maquinaria y equipos nacionales	Descontar IVA y otros impuestos
Maquinaria y equipos importados	Descontar arancel y aplicar factor de corrección de la divisa
Sueldos y salarios	Aplicar factor de corrección de la mano de obra

4.4.2.3 Precio social de la mano de obra

El precio social de la mano de obra (PSMO) representa el costo de oportunidad en que incurre la sociedad por la contratación de mano de obra en proyectos de inversión pública.

Para su aplicación en el Sistema Nacional de Inversiones, el PSMO se diferencia en 3 subcategorías: Mano de obra calificada (MOC), Mano de Obra Semi Calificada (MOSC) y Mano de Obra No Calificada (MONC). Los valores vigentes provienen del “Estudio de Actualización metodológica del precio social de la mano de obra”.

El Sistema Nacional de Inversiones, el PSMO se aplica como factor de corrección (Factor de Corrección Social de la Mano de Obra o FCSMO que al multiplicarse por el salario de mercado mensual (Bruto) entrega el precio social real.

$$PSMO = \text{Salario bruto} * FCSMO$$

Ecuación N°11: Precio social de la mano de obra.

En la tabla N°4.3 se presentan los FCSMO correspondientes al periodo 2023:

Tabla N°4.3: Parámetros nacionales de factor de corrección para el Precio social de la mano de obra, 2023

(Fuente: Precios sociales vigentes 2023, MDSF).

Parámetros Nacionales 2023	
Precio social	Valor
Factor de Corrección Mano de Obra	
Mano de Obra Calificada (MOC)	0,97
Mano de Obra Semi-Calificada (MOSC)	0,95
Mano de Obra No Calificada (MONC)	0,91

4.4.2.4 Flujo de costo sociales netos

Los beneficios sociales netos son la diferencia entre los beneficios y costos sociales del proyecto evaluados en cada uno de los periodos del horizonte de evaluación, como se muestra en la tabla N°4.4.

$$BSN_i = \text{Beneficios Sociales}_i - \text{Costos Sociales}_i$$

Ecuación N°12: Calculo de beneficios sociales netos.

Tabla N°4.4: Tabla de flujos de costos sociales netos. Fuente: MDSF,2023.

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	...	Año N
INVs	CSN ₁	CSN ₂	CSN ₃	CSN ₄	CSN ₅	CSN ₆	CSN ₇	...	CSN _n

Donde:

INVs: es la inversión valorada a precios sociales.

CSN₁, CSN₂, CSN: son los costos sociales netos, determinados principalmente por los costos de operación y mantención que entrega el proyecto en cada uno de los periodos del horizonte de evaluación.

4.4.3 Indicadores de Rentabilidad

A partir de los flujos de beneficios netos, deben calcularse los indicadores de rentabilidad Valor actual neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

4.4.3.1 Valor actual neto social

Una vez que se han calculado los beneficios sociales netos y la inversión social, se deberá calcular en indicador del valor actual neto social (VANS) (Ministerio Desarrollo Social, 2013).

La que viene expresada en la siguiente ecuación:

$$VAN\ Social = -IS + \sum_{t=1}^n \frac{BSN_t}{(1 + r^s)^t}$$

Ecuación N°13: Calculo de VAN Social.

donde:

IS: Inversión Social

BSN_t = Beneficios Sociales Netos

R^s = Tasa social de descuento

N: Horizonte de evaluación

Estableciendo los siguientes criterios de decisión:

- Si el VAN es positivo: es conveniente ejecutar el proyecto
- Si el VAN es igual a 0: es indiferente ejecutar el proyecto
- Si el VAN es negativo: no es conveniente ejecutar el proyecto

4.4.3.2 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno mide la rentabilidad promedio que tiene un determinado proyecto.

Corresponde a aquella tasa de descuento que hace el van igual a cero (MDS, 2013).

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Ecuación N°14: Calculo de TIR.

El criterio de decisión al aplicar la TIR es el siguiente:

- Si la TIR es mayor que la tasa social de descuento: es conveniente ejecutar el proyecto
- Si la TIR es igual que la tasa social de descuento: es indiferente ejecutar el proyecto
- Si la TIR es menor que la tasa social de descuento: no es conveniente ejecutar el proyecto.

La TIR, se usa complementariamente al VAN, ya que ambos son criterios de evaluación equivalentes, es decir, un VAN positivo conlleva una TIR mayor que la tasa de descuento.

4.4.3.3 Periodo de recuperación de la inversión

Es un indicador que mide en cuanto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente, es decir, nos entrega la fecha en la cual se cubre la inversión inicial en años, meses y días (ITSON, s.f). Para calcularlo se utiliza la siguiente formula

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d}$$

Ecuación N°15: Calculo de periodo de recuperación de la inversión

donde:

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión

b= Inversión inicial

c= Flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión

d= Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión

4.4.3.1 Enfoque costo-eficiencia

El enfoque costo eficiencia establece como objetivo de la evaluación económica, identificar aquella alternativa de solución que presente el mínimo costo, para los mismos beneficios. Por ello, para poder aplicar este enfoque es fundamental poder configurar alternativas que entreguen beneficios comparables, de tal forma de poder evaluar cuál de ellas es más conveniente desde el punto de vista técnico-económico. Este enfoque de evaluación no valora los beneficios, si no solo sus costos involucrados.

Los indicadores utilizados bajo un enfoque costo eficiencia resumen todos los costos del proyecto, tanto de inversión, como de operación, mantención y conservación.

I. Valor actual de equivalente (VAE)

El valor actual equivalente, VAE, permite evaluar rentabilidad de un proyecto en flujos efectivos de diferentes periodos. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VAE = I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Ecuación N°16: Calculo de VAE con igual vida útil.

donde:

I_0 : Inversión inicial

C_t : flujo de caja durante el periodo t

n : horizonte de evaluación

r : Tasa social de descuento

Otra forma más de presentar la fórmula del VAE en Excel evaluando el flujo social por los periodos a evaluar es la siguiente:

$$VAE = VNA(r, n \text{ valore del flujo}) + I_0$$

Ecuación N°17: Cálculo de VAE con igual distinta vida útil.

El criterio de decisión al utilizar el VAC es el siguiente: la alternativa de solución evaluada que presente el menor valor actual de costos es la más conveniente desde el punto de vista técnico económico.

II. Costo anual equivalente

El costo anual equivalente, CAE, permite comparar alternativas de distinta vida útil. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$CAE = PAGO(r, n, -VAE)$$

Ecuación N°18: Ecuación para cálculo de CAE (SNI, 2013).

Donde el VAE es el valor actual equivalente de los flujos de costos referido previamente.

El criterio de decisión al utilizar el CAE es el siguiente: la alternativa de solución evaluada que presente el menor valor actual de costos es la más conveniente desde el punto de vista técnico económico.

4.4.4 Curva marginal de abatimiento (MAC)

El Costo marginal de Abatimiento (MAC) es una medida que representa el costo adicional de reducir una unidad adicional de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Siendo esta herramienta importante en contexto de cambio climático, para evaluar la eficiencia económica de diferentes opciones de reducción de emisiones. (MAPSCHILE)

El MAC se calcula como el cambio en los costos totales del proyecto dividido por el cambio en la cantidad de emisiones GEI mitigadas (MAC), para eso es necesario usar la siguiente formula:

$$MAC = \frac{\Delta \text{Costos del proyecto}}{\text{Cantidad de reducción por mitigación}}$$

En donde:

Δ Costos del proyecto: es el cambio en los costos totales del proyecto asociados con una reducción incremental en las emisiones de GEI.

Δ Reducción de Emisiones: es el cambio en la cantidad de emisiones de GEI mitigadas en el proyecto debido a esa reducción incremental.

Los potenciales de abatimiento se ordenan en forma creciente como se muestra en la figura N°4.2.

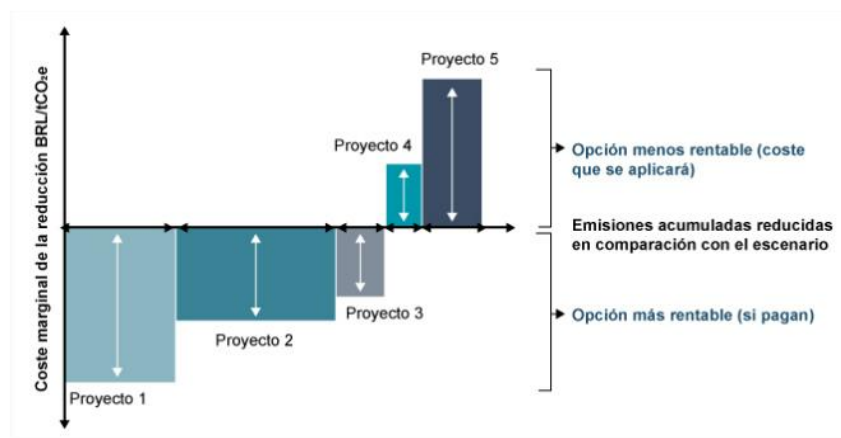


Figura N°4.2: Curvas marginales de costos de abatimiento. Fuente: MAPSCHILE.

5 RESULTADOS

5.1 Diagnóstico para identificar las fuentes de emisión de GEI en procesos y actividades

5.1.1 Periodo de reporte

El periodo de reporte de emisiones de GEI corresponde al periodo 2022, proveniente a un año de reincorporación post pandemia razón por la cual la funcionalidad normal del edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente se puede ver afectada con respecto a la estimación actual para el año 2023.

El periodo de reporte en el cual se estableció para el cálculo de huella de carbono involucra todos los datos de consumo referentes al año objetivo definido entre enero y diciembre del año 2022. Además, las actividades consideradas fueron los tiempos de clases, uso de laboratorios, mantenimiento, desarrollo de actividades académicas de pregrado y post grado, tiempo de funcionamiento del edificio estimando fines de semana y jornada vespertina.

El inventario de GEI considerará un normal funcionamiento de las actividades realizadas en el edificio, para identificar así las fuentes emisoras en las distintas áreas de operación, considerando el uso académico de las actividades impartidas por la Escuela de Ingeniería en Medioambiente (Tabla N°5. 1).

Tabla N°5.1: Horario de funcionamiento del edificio.

Día de la semana	Tipo de día	Horario de funcionamiento (h)	Horas de funcionamiento (h)	Uso nocturno (Guardias)	Tiempo uso nocturno (h)
Lunes a viernes	Hábil	7:30 - 21:30	14	21:30 - 7:30	10
Sábado	Semi hábil	8:30 - 15:30	7	21:30 - 7:30	7
Domingo y feriados	No hábil	7:30 - 21:30	14	21:30 - 7:30	10

5.1.2 Definición de los límites organizacionales

Se ordenan los límites organizacionales y operacionales en la Tabla N°5.2 del edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente perteneciente a la Universidad de Valparaíso.

Se establecen los alcances en donde la organización tiene propiedad y control de las operaciones para el cálculo de las emisiones, definiendo así el alcance de las emisiones directas e indirectas para las operaciones que se encuentran dentro del límite constituido.

Tabla N°5.2: Límites Organizacionales.

Parámetro	Dato
Institución	Universidad de Valparaíso
Establecimiento	Escuela de Ingeniería en Medioambiente
Dirección	Av. Brasil N 2140
Número de trabajadores (académicos y funcionarios)	22
N° de estudiantes	331

De esta forma, la organización presenta un enfoque organización en donde tiene el 100% control operacional sobre las actividades que se desarrollan dentro del edificio como se observa en la Tabla N°5.3.

Tabla N°5.3: Enfoque organizacional.

Enfoque	Indicar Si/No
Participación accionaria	No
Control Financiero	No
Control Operacional	SI

5.1.3 Límites operacionales

En relación a los criterios fijados previamente por las metodologías para definir los límites organizacionales y operacionales, se establecen los límites operacionales a partir de las emisiones identificadas en las áreas en donde se desarrollan las actividades durante las horas contempladas en el plan curricular y operaciones que son del control de la organización, como lo es el uso de las salas para clases, laboratorios, salas de computación, espacios comunes, oficinas, baños, bodegas, entre otros, que serán identificadas como una fuente de emisión contabilizando así en los 3 tipos de alcances en el edificio ocupado por la Escuela.

Emisiones directas (Alcance 1): Estas comprenden las emisiones directas generadas en lugares del edificio como laboratorios donde existe uso de combustibles, que son fuentes de propiedad de la organización o controladas por ella.

Para esto se realizó la consulta sobre del uso de combustibles asociados al gas natural y aire acondicionado asociado a fugas de refrigerantes de equipo, a los encargados de las áreas de operación y el uso de actividades que requieran consumo de gas natural.

Emisiones Indirectas (Alcance 2): Estas corresponden a emisiones indirectas producto del consumo de energía eléctrica.

Otras emisiones indirectas (Alcance 3): En este alcance es posible identificar bienes y servicios adquiridos como el agua potable, traslado de personas (estudiantes y funcionarios) al edificio y por actividades de terreno, además, se incluyen los residuos sólidos.

En la Tabla N°5.4 se presentan las categorías consideradas por HuellaChile, para indicar si alguna de estas fue “incluida”, “Excluida” o “No Aplica”, en la cuantificación de GEI de las operaciones en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Tabla N°5.4: Categoría de emisiones presentes dentro de los límites operacionales.

Categoría de emisiones		Aplicabilidad
Alcance 1: Emisiones directas de GEI provenientes de instalaciones dentro de sus límites organizacionales		
1A	Fuentes Fijas	Incluido
1B	Fuentes Móviles	No aplica
1C	Emisiones de procesos	No aplica
1D	Emisiones fugitivas	Excluido
1E	Uso de suelo, cambio de uso de suelo y forestal	No aplica
Alcance 2: Emisiones GEI de energía indirecta		
2A	Adquisición de electricidad	Incluido
2B	Perdidas por transmisión y distribución	No aplica
2C	Adquisición de vapor, calefacción, refrigeración y aire comprimido	No aplica
Alcance 3: Otras emisiones de GEI		
3A	Bienes y servicios adquiridos	Incluido
3B	Movilización de personas	Incluido
3C	Transporte de carga	No aplica
3D	Tratamiento y/o Disposición de residuos	Incluido
3E	Otros	No aplica

5.1.4 Revisar información y definir el levantamiento de información

5.1.4.1 Identificar características generales del edificio de la Institución educacional

Se identificó información del establecimiento educacional (tabla 5.5) acerca del nombre, ubicación, la cantidad de pisos, periodo de uso, horario de funcionamiento del edificio y salas, actividades realizadas en el edificio (Anexo 4), cantidad de funcionarios, cantidad total de alumnos y superficie total.

Tabla N°5.5: Características generales del Edificio.

Variable de descripción	Valor
Nombre del establecimiento	Escuela de Ingeniería en Medioambiente
Ubicación	Av. Brasil 2140
Coordenadas (Latitud °)	-33,0452
Coordenadas (Longitud °)	-71,6139
Longitud Superficie (norte-sur)	30 m
Longitud Superficie(oeste-este)	25 m
Área superficie total	750 m ²
Niveles (Pisos)	3 niveles (2° piso, 1° Piso y Subterráneo)
Horas de exposición solar	4 horas

5.1.4.2 Identificar las áreas de operación en el edificio

En las figuras 5,1, 5,2 y 5,3 se presenta la representación gráfica de los niveles del 2° piso, 1° piso y subterráneo respectivamente, los que fueron indicados por el nombre del área e indicando las que se registraron sin uso durante el 2022. En el alcance establecido para el diagnóstico dentro del edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

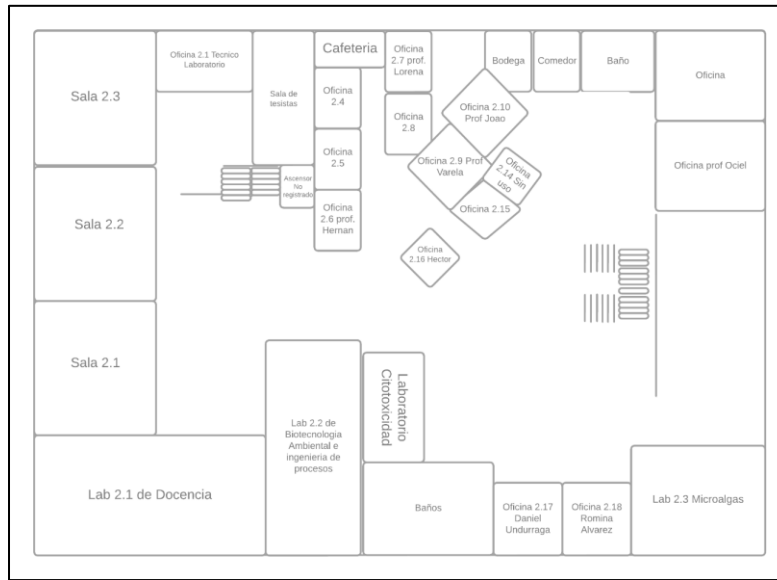


Figura N°5.1 Plano de las áreas de operación del 2° piso para el diagnóstico.

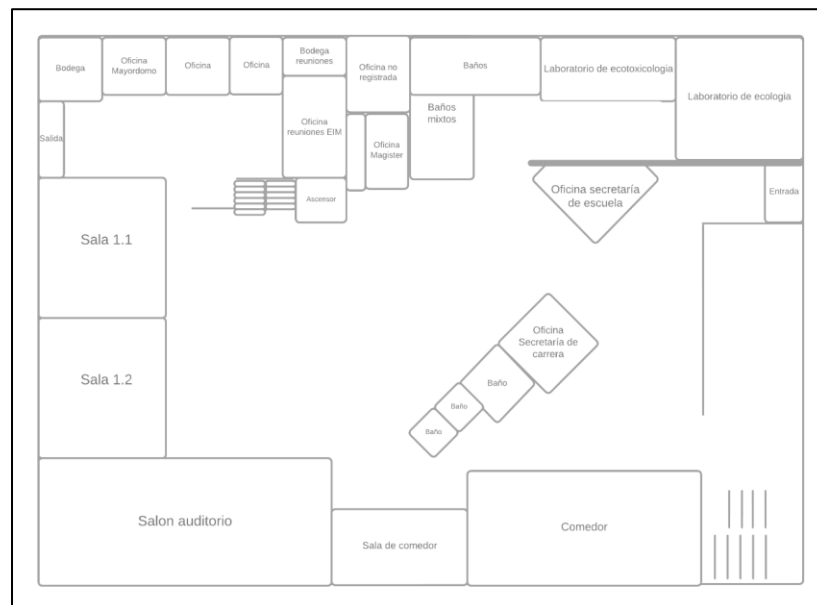


Figura N°5.2: Plano de las áreas de operación del 1° piso para el diagnóstico.

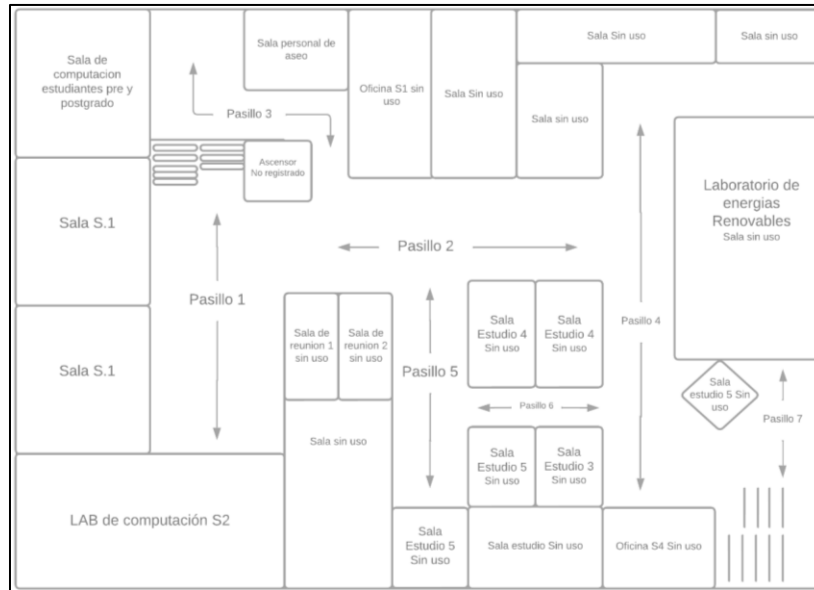


Figura N°5.3: Planos de las áreas de operación del subterráneo para el diagnóstico.

5.1.4.3 Uso de Áreas de operación

Se levanto información en una tabla respecto al uso de las salas, estableciendo la cantidad de horas utilizadas para uso académico, tiempo de uso nocturno, tiempo de aseo y tiempo de pruebas finales, según el área del edificio de la escuela de ingeniería en medioambiente la cual se encuentra en el anexo 4 y 5.

Se realizó la calendarización del uso del auditorio en conjunto a la encargada de secretaría de escuela, elaborando una tabla (Anexo N°6) que establece el detalle, el semestre de uso, el mes de uso, los días ocupados, la fecha de la actividad y el horario de uso para establecer el tiempo usado por día.

5.1.4.4 Identificar fuentes de emisión de GEI

I. Registros de consumo de gas natural

Se definieron los registros asociados al uso de Gas Natural en las áreas de operación, en donde se realizan actividades con uso de gas en el laboratorio de docencia, referente al uso de combustibles.

Para esto se registraron las boletas asociadas al consumo mensual de Gas Natural en la tabla N°5.6, servicio que es entregado por la empresa GasValpo.

Tabla N°5.6: Consumo de Gas natural mensual registrado en Boleta, referentes al año 2022.

Mes	Cantidad consumida (m ³)
ENERO	0
FEBRERO	0
MARZO	0
ABRIL	1
MAYO	0
JUNIO	1
JULIO	2
AGOSTO	0
SEPTIEMBRE	0
OCTUBRE	0
NOVIEMBRE	0
DICIEMBRE	0
Total, Anual	4

A partir de los cuales se obtuvo un registro un consumo anual de 4 m³ registrado en el medidor 401741-2, para el año 2022.

Sumado a esto se definió un registro de consumo asociado a el uso del mechero Bunsen. Datos que fueron registrados en la tabla N°5.7 en conjunto con el encargado de laboratorios.

Tabla N°5.7: Registro de consumo asociado al uso de Gas natural en el Edificio.

Área de Uso	Fuente emisora	GEI	Cant.	Consumo (m ³ /h)	Días de uso mensual	Horas diarias	Volumen mensual (m ³)	N° meses de uso	Volumen anual (m ³)
Laboratorio de docencia	Mechero Bunsen	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	6	0,055	2	0,5	0,22	3	0,66

A partir del consumo de gas natural registrado por boleta, el consumo registrado en cada mes se debe a la utilización de los mecheros Bunsen en el laboratorio solo durante los meses de abril, junio y julio, reportando un mayor uso de este durante el último periodo.

II. Registros de recarga de extintores

Se definieron los registros de uso de los extintores presentes en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente para el periodo establecido del año 2022, a partir de la mantención realizada el año 2023 por la empresa “SecMarine”, la cual sugiere que, a partir del servicio requerido, no se hizo uso de extintores durante el año 2022.

A partir de esto, se identificó que en el edificio de la Escuela utiliza extintores de PQS y CO₂. registrados en los 3 niveles una cantidad de 16 extintores descritos en la tabla N°5.8.

Tabla N°5.8: Tabla de extintores presentes el año 2022.

Tipo de extintor	Unidades
PQS (10kg)	4
PQS (6KG)	7
CO ₂ (6KG)	2
CO ₂ (2KG)	3

La empresa Snapoli cuenta con un certificado con norma chilena NCh2056:2019 para la revisión, mantenimiento y recarga de extintores, y se ve asociada a la mantención y recarga de los extintores en el edificio de la Escuela durante ese año.

La empresa establece a partir de sus servicios que el procedimiento para la recarga establece el cambio total del polvo químico seco o CO₂, por otra parte, la mantención del extintor sugiere la revisión y chequeo del polvo u presión en caso de CO₂, sin extraer su contenido.

La Universidad de Valparaíso durante el año 2022 no hizo uso del contenido de los extintores, por lo cual se solicitó a Snapoli la mantención de sus extintores, sin el cambio del polvo químico. Por lo que no existe emisión asociada a el uso de extintores para este periodo.

III. Registros de consumo eléctrico

Se definió el consumo energético del edificio en la tabla N°5.9 a partir del análisis de las boletas mensuales para el año 2022 entregada por Chilquinta S.A asociado al medidor N°401741-2, ubicado en Av. Brasil 2140.

Registrando un valor de 60,48 MWh de consumo eléctrico para el periodo 2022 reportado en el edificio.

Sumado a esto, para evaluar el consumo se identificaron los equipos de fuerza presentes y las luminarias dentro de las áreas de operación del Edificio.

Tabla N°5.9: Tabla de Energía consumida mensual y valor total, referidos al año 2022.

Mes	Energía consumida mensual (kWh)
ENERO	4.440
FEBRERO	3.060
MARZO	5.100
ABRIL	4.980
MAYO	5.880
JUNIO	6.300
JULIO	5.940
AGOSTO	4.800
SEPTIEMBRE	4.920
OCTUBRE	4.920
NOVIEMBRE	5.700
DICIEMBRE	4.620
Total	60.480

a) Identificar los equipos de fuerza presentes en las áreas de operación

Para identificar los equipos de fuerza presentes en las áreas de operación, se realizó una visita a las mismas, con tal de definir el consumo eléctrico de la fuente de emisión.

De esta forma, en el anexo 7 se registró el nivel o piso, el área de operación, el detalle de la fuente de emisión, el tipo de equipo, la cantidad, nombre del equipo de fuerza, la potencia total del equipo y el consumo según el tiempo de uso durante el primer y segundo semestre del año 2022, para obtener el valor anual de consumo.

b) Identificar fuentes de Iluminación

Se diagnosticó las fuentes de iluminación mediante el registro de las luminarias, identificando la potencia mediante de la revisión en el edificio de los equipos presentes en las áreas en donde se registró uso de luz eléctrica el año 2022 y el registro de los equipos que se encuentran a distancia del techo. Registrando tiempos de uso en las distintas áreas de operación presentes en el edificio.

Se llevó a cabo un inventario de luminarias en el lugar para elaborar un catálogo (ver Anexo 8). Se registró la marca, modelo, nomenclatura y potencia de cada una de ellas para evaluar el consumo asociado.

Se tomo registro en el sobre el inventario de la cantidad de luminarias instaladas en el techo (Anexo 9), las horas de uso y el consumo asociado, para el 2° piso, 1° piso y subterráneo respectivamente, las cuales se identificaron según la nomenclatura del catálogo de luminarias.

Se logra identificar que la cantidad de tubos fluorescentes instalados corresponden a 682, a partir del inventario realizado.

Así fue posible determinar el consumo asociado a cada nivel de piso en el edificio, el cual se detalla en la tabla N°5.10

Tabla N°5.10: Resumen de consumo en Sistema de iluminación por nivel de pisos en el Edificio.

Nivel	Valor	Unidad
2° piso	11.982,21	kWh
1° piso	7.550,49	kWh
Subterráneo	4.701,16	kWh
Total, Potencia Luminaria Normal	24.233,86	kWh

A partir de este diagnóstico se logró establecer el nivel del edificio que presenta mayor consumo, y el cual tendrá una mayor cantidad de recambio de luminarias.

c) Balance energético

Se realizó un balance energético estableciendo los parámetros de entrada y de salida a partir de la ecuación 1, estableciendo que la energía consumida dentro del edificio es equivalente a la energía consumida por los equipos de fuerza y el consumo de las luminarias presentes en el Edificio.

$$\{Energía consumida\} = \{Consumo equipos de fuerza\} + \{Consumo iluminarias\}$$

Ecuación N°1: Balance energético a la energía consumida.

La energía consumida en el edificio es registrada por las boletas de consumo energético entregadas por Chilquinta, en base a ello se establece un consumo anual de 60.480 kWh para el 2022.

Tabla N°5.11: Resumen de balance energético.

Parámetros	kWh Anual	%
Consumo Boleta anual	60.660	100
Uso de luminarias	24.234	39,95
Uso de equipos de fuerza	31.633	52,15
Σ Consumo boleta - Σ C. Luminarias - Σ E. Fuerza=	4.793	7,9

El registro del consumo asociado a los equipos de fuerza (Anexo 7), en el cual se registró el tiempo de uso de los equipos por área de operación durante el primer semestre y segundo semestre, teniendo un consumo estimado asociado de 31.186 kWh.

Para el registro de las luminarias (Anexo 9), se estableció el consumo anual a partir del tiempo de uso por área de operación durante el primer semestre y segundo semestre, dando un consumo estimado de 24.474 kWh.

La diferencia entre el consumo anual registrado en la factura y la suma del consumo calculado por el uso de luminarias durante el periodo académico, junto con el consumo estimado de equipos de fuerza, resulta presentar un margen de error de 7,9% de energía faltante.

IV. Definir registros de consumo hídrico

A partir de los registros de consumos facturados por ESVAL de manera mensual, se recopiló información en la tabla N°5.12 en relación con los metros cúbicos de consumo de agua para la estimación de huella de carbono hídrica para el periodo 2022.

Tabla N°5.12: Tabla de consumo de agua potable mensual año 2022.

Mes	Consumo de agua potable (m ³)
ENERO	205
FEBRERO	78
MARZO	41
ABRIL	84
MAYO	84
JUNIO	206
JULIO	105
AGOSTO	119
SEPTIEMBRE	115
OCTUBRE	162
NOVIEMBRE	137
DICIEMBRE	266
TOTAL	1.603

Estableciendo un valor de 1.032 m³ de consumo de agua registrado en el medidor N°401741-2, para el periodo 2022 reportado para el edificio.

V. Definir registros de transporte de estudiantes y funcionarios

Se definieron los registros de transporte mediante la recopilación de información en encuestas (Google forms) respondidas por los estudiantes, funcionarios docentes, administrativos y personal de aseo (Anexo 1 y 2). Con el fin de estimar la distancia del trayecto que utilizan para dirigirse desde el lugar donde residen (Anexo 35), a el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente ubicada en Av. Brasil #2140.

VI. Definir registro de residuos solidos

Se definieron los residuos sólidos a partir la medición de la generación mensual de basura realizada durante el 2do semestre de actividad académica el año 2022 y la estimación a partir de datos estadísticos. Para esto, se recopiló la cantidad de miembros pertenecientes a la Escuela de Ingeniería en Medioambiente en la tabla N°5.13.

Tabla N°5.13: Miembros de Escuela de Ingeniería en Medioambiente 2022

Parámetro	Cantidad
N° de estudiantes	331
N° docentes	12
N° funcionarios de Aseo	4
N° funcionarios en febrero	1

Se realizó la recopilación de los datos estadísticos de residuos generados en un entorno de oficina proporcionados por la EPA en la tabla N°5.14, para establecer la generación de basura mensual en relación con el periodo utilizado donde no se realizaron actividades académicas con estudiantes, obteniendo una aproximación de basura generada por entornos de oficina y la cantidad de docentes presentes.

Tabla N°5.14: Datos estadísticos proporcionados por la EPA.

Datos estadísticos (EPA)	Rango (kg.)	Valor tomado
Estimación de residuos en universidad	0,45 a 0,9	0,9
Entorno de oficina	0,68 a 0,91	0,68

Permitiendo así generar una estimación a partir del uso académico del edificio de los residuos mensuales y anuales en la tabla N°5.15.

Tabla N°5.15: Tabla de generación de residuos mensual y anual Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente año 2022.

Parámetro	Valor	Unidad
Generación mensual de basura durante periodo académico	203,38	Kg
Generación mensual de basura durante periodo sin estudiantes	146,88	Kg
Generación diaria de basura durante periodo académico	6,56	Kg
Generación semanal de basura durante periodo académico	45,92	Kg
Generación mensual por persona	0,59	Kg
Generación diaria por persona	0,02	Kg
Generación anual de basura	2,18	ton/año

Estimando una generación mensual de basura de 203,38 kg durante el periodo académico, 146,88 kg de basura mensual durante el mes de enero donde existen actividades de docencia, pero no hay presencia de estudiantes. Dando como resultado una generación anual de 2,18 ton, considerando el cálculo para un periodo de un mes de actividad de funcionarios docentes, un mes de receso académico y 10 meses de actividad académica con estudiantes.

5.2 Determinación de la huella de carbono de la Escuela

En este apartado se realizó el cálculo de la huella de carbono según los criterios establecidos por la metodología de GHG Protocol utilizada, para el adecuado uso de factores de emisiones y cuantificación de Emisiones GEI.

5.2.1 Identificación y categorización de fuentes de emisión

En relación con los criterios establecidos previamente por las metodologías para definir los límites organizacionales y operacionales, se determinará la huella de carbono en torno a las fuentes de emisión presentes descritos en los límites de operación.

Se realizó una identificación de las fuentes de emisión GEI dentro de los límites que comprende el edificio, en relación con sus emisiones directas e indirectas. En donde se desarrollará una tabla con los datos registrados en la cual se describe las fuentes de emisión según 3 tipos de alcance, para identificar si se incluye alguna de las fuentes de emisión presentes en el protocolo, en las actividades realizadas en el edificio de la Escuela.

5.2.1.1 Identificar emisiones de alcance 1

Se llevó a cabo un inventario de las fuentes de emisión identificadas dentro del alcance 1. Esto incluye el uso de gas natural, detallado en la Tabla N°5.16, empleado en el laboratorio de docencia, así como el uso de aire acondicionado en el Laboratorio de Ecotoxicología (consultar Anexo 10).

Tabla N°5.16: Inventario de Fuentes de emisión para alcance 1.

Alcance	Fuente de emisión	Área de operación	Consumo	Unidad	GEI	Detalle
1	Uso de Gas Natural	Laboratorio de Docencia	4	m ³	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Boletas de consumo de Gas (Uso mechero bunsen)
1	Uso de Aire acondicionado (Refrigerante R-410A)	Laboratorio Ecotoxicología	0	Kg	Hidrofluorocarbono (HFC)	Uso de Aire acondicionado para bioensayos.

El aire acondicionado fue excluido del registro de emisión debido a que no se han realizado mantenciones para medir y evaluar la presión del refrigerante R-410A, y determinar la cantidad de CO₂ equivalente emitido.

A partir de esto se realizó la categorización de las fuentes de emisión registradas en la Tabla N°5.17.

Tabla N°5.17: Categorización de Fuentes de Emisión del alcance 1 en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Categoría de emisiones	Fuente de emisión	Consumo	Gas de Efecto Invernadero	Detalle	
Alcance 1: Emisiones directas de GEI provenientes de instalaciones dentro de sus límites organizacionales					
1A	Fuentes Fijas	Combustión de gas natural	4 m ³	Dióxido de Carbono (CO ₂) Metano (CH ₄) Óxido Nitroso (N ₂ O)	Aplica
1B	Fuentes Móviles	No aplica	-	No aplica	No aplica
1C	Emisiones de procesos	No aplica	-	No aplica	No aplica
1D	Emisiones fugitivas	Uso de aire acondicionado	-	Hidrofluorocarbono (HFC)	Excluido del registro de emisión.
1E	Uso de suelo, cambio de uso de suelo y forestal	No aplica	-	No aplica	No aplica

5.2.1.2 Identificar emisiones de alcance 2

Las fuentes de emisión identificadas dentro del alcance 2, fueron registradas en un inventario de las fuentes de emisión en la tabla N°5.18, en el que fue considerando los equipos de fuerza, equipos no registrados y uso de las luminarias.

Tabla N°5.18: Inventario de Fuentes de emisión para alcance 2.

Alcance	Fuente de emisión	Detalle de la Fuente de emisión	Área de operación	Consumo anual	Unidad	Detalle
2	Consumo eléctrico	Uso de equipos de fuerza	Laboratorio, Salas de clase y generales, Auditorio	36.185,7	kWh	Se registro el consumo eléctrico de equipos de fuerza en los laboratorios, salas de clase,
2	Consumo eléctrico	Uso de luminarias	Áreas de operación del Edificio	24.474,2	kWh	Uso de Aire acondicionado, Excluido del registro de emisión

A partir de esto se realizó la categorización de las fuentes de emisión registradas en la tabla N°5.19.

Tabla N°5.19: Categorización de Fuentes de Emisión para Alcance 2 en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Categoría de emisiones	Fuente de emisión	Consumo Anual	Unidad	Gas de Efecto Invernadero	Detalle	
Alcance 2: Emisiones GEI de energía indirecta						
2A	Adquisición de electricidad	Consumo de electricidad	60.480	kWh	Dióxido de Carbono equivalente (CO ₂ eq)	Consumo eléctrico por el Uso de equipos de fuerza y uso de luminarias
2B	Perdidas por transmisión y distribución	No aplica	0	kWh	No aplica	No aplica
2C	Adquisición de vapor, calefacción, refrigeración y aire comprimido	No aplica	0	kWh	No aplica	No aplica

5.2.1.3 Identificar emisiones de alcance 3

Las fuentes de emisión identificadas dentro del alcance 3, fueron registradas en un inventario de las fuentes de emisión (Tabla N°5.20), en el que se considera el consumo de agua, el transporte de estudiantes y funcionarios en vehículos de Combustión y el tratamiento y/o disposición de residuos.

Tabla N°5.20: Inventario de Fuentes de emisión para alcance 3.

Alcance	Fuente de emisión	Área de operación	Consumo Anual	Unidad	Detalle
3	Consumo de Agua	Baños	1.603	m ³	Uso de llaves de mano, descarga de baños
3	Transporte de estudiantes y funcionarios en vehículos de Combustión	Fuera de Edificio	2462,1	Km	Transporte de Estudiantes
			353,7	Km	Transportes docentes
			103,9	Km	Transporte funcionarios
3	Tratamiento y/o disposición de residuos	Edificio	1,83	ton	Registro de disposición de residuos estimados por persona.

A partir de este inventario se realizó la categorización de las fuentes de emisión del alcance 3 registradas en la Tabla N°5.21.

Tabla N°5.21: Categorización de Fuentes de Emisión para Alcance 3 en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Alcance 3: Otras emisiones de GEI		Fuente de emisión	Consumo Anual	Unidad	Gas de Efecto Invernadero	Detalle
3A	Bienes y servicios adquiridos	Consumo de agua	1.603	m ³	Dióxido de Carbono equivalente (CO ₂)	Consumo hídrico asociado a boleta, por uso de estudiantes y funcionarios
3B	Movilización de personas	Transporte estudiantes y funcionarios a el Edificio	2919,7	km	Dióxido de Carbono equivalente (CO ₂)	Registro de transporte, movilización de estudiantes y funcionarios desde hogar a edificio
3C	Transporte de carga	No aplica	0	No aplica	No aplica	No aplica
3D	Tratamiento y/o Disposición de residuos	Generación de residuos domiciliarios	2,18	ton	Dióxido de Carbono equivalente (CO ₂)	Generación mensual de basura por funcionario
3E	Otros	No aplica	0	No aplica	No aplica	No aplica

Sumado a la categorización, se establecieron los alcances y emisiones registradas en el edificio en la tabla N°5.22.

Tabla N°5.22: Alcances y emisiones registradas en el Edificio.

Alcance 3: Otras emisiones de GEI	Categoría	Fuente de emisión	Detalle
Alcance 1 "Emisiones Directas"	1.A	Gas de cañería	Gas natural General
Alcance 2 "Emisiones Indirectas"	2A	Sistema Eléctrico Nacional	Sistema Eléctrico Nacional (SEN)
Alcance 3 "Otras emisiones Indirectas"	3A	Bienes y servicios adquiridos	Servicios adquiridos- Agua potable: Suministro y tratamiento
	3B	Traslado de personas	Traslado diario de personal
	3D	Residuos Solidos	Relleno sanitario - libros, papel y cartón

5.2.2 Cálculo de la huella de carbono del edificio

Para el método de cálculo, se utilizó la aproximación más común para calcular las emisiones de GEI, la cual es mediante la aplicación de factores de emisión documentados y estandarizados por el IPCC (2006, 2007, 2008) y el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (Defra, 2016 – 2019).

En los cuales estos factores son cocientes calculados que relacionan las emisiones de GEI a una medida de actividad de una fuente de emisión, la cual se registró y se estandarizó para su cuantificación.

5.2.3 Factores de emisión

Los factores de emisión se encuentran de los cuales se utilizó los valores estandarizados con una baja y media incertidumbre (Anexo 11) establecidos por la IPCC y la DEFRA.

Para el Gas natural se utilizó el factor de emisión registrado por Huella Chile, en la tabla N°5.23.

Tabla N°5.23 Factor de emisión registrado por HuellaChile para el alcance 1. Fuente: HuellaChile

CCH Nivel 4	Contaminante	Valor del FE	Unidad del FE	Origen del FE
Gas natural	Dióxido de Carbono (CO ₂)	1,9746	kgCO ₂ eq/m ³	IPCC 2006
Gas natural	Metano (CH ₄)	0,001	kgCO ₂ eq/m ³	IPCC 2007
Gas natural	Óxido Nitroso (N ₂ O)	0,0009	kgCO ₂ eq/m ³	IPCC 2008

Para el factor de emisión asociado a los extintores, el PQS es un agente limpio, lo que indica que no generan emisiones de GEI, por otra parte, el CO₂ como unidad de extintor, tiene un factor de emisión (FE) 1, y se calcula de manera directa, ya que el balance de masas se realiza directamente sobre el CO₂ de los equipos. (ISAGEN, 2018)

Referente al consumo eléctrico, se utilizaron los factores de emisión entregados por Energía Abierta tabla N°5.24 con fecha 05-04-2022, entidad que recopila y muestra el reporte de emisiones actualizado por el Sistema eléctrico nacional (SEN) para el año 2022.

Tabla N°5.24 Factor de emisión para el consumo eléctrico por mes, registrado el 12/10/23.

Mes	[tonCO ₂ eq/MWh]
ENERO	0,3073
FEBRERO	0,3366
MARZO	0,3746
ABRIL	0,3823
MAYO	0,3803
JUNIO	0,378
JULIO	0,3357
AGOSTO	0,2799
SEPTIEMBRE	0,2331
OCTUBRE	0,1872
NOVIEMBRE	0,195
DICIEMBRE	0,2173

Fuente: Comisión nacional de energía.

Para el alcance 3, relacionado con el transporte de estudiantes, funcionarios y docentes, se emplearon los factores de emisión proporcionados por Huella-Chile (Tabla N°5.25), basados en el informe del IPCC de 2006.

Tabla N°5.25 Factores de emisión de Transporte para Alcance 3. Fuente: Huella Chile.

CCH Nivel 4	Contaminante	Valor del FE	Unidad del FE	Origen del FE
Vehículo particular - gasolina	Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,2049	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Vehículo particular - gasolina	Metano (CH ₄)	0,0003	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Vehículo particular - gasolina	Óxido Nitroso (N ₂ O)	0,0045	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Bus interurbano (aprox. 45 pers.)	Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,012	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Bus interurbano (aprox. 45 pers.)	Metano (CH ₄)	0	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Bus interurbano (aprox. 45 pers.)	Óxido Nitroso (N ₂ O)	0,0002	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Bus local (aprox. 25 pers.)	Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,027	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Bus local (aprox. 25 pers.)	Metano (CH ₄)	0	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Bus local (aprox. 25 pers.)	Óxido Nitroso (N ₂ O)	0,0004	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Vehículo particular - gasolina	Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,2049	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Vehículo particular - gasolina	Metano (CH ₄)	0,0003	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Vehículo particular - gasolina	Óxido Nitroso (N ₂ O)	0,0045	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Vehículo particular - diésel	Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,2453	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Vehículo particular - diésel	Metano (CH ₄)	0,0004	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Vehículo particular - diésel	Óxido Nitroso (N ₂ O)	0,0034	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Taxi	Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,2049	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Taxi	Metano (CH ₄)	0,0003	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Colectivo	Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,0512	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Colectivo	Metano (CH ₄)	0,0001	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Colectivo	Óxido Nitroso (N ₂ O)	0,0011	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Metrotrén	Metano (CH ₄)	0,0001	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Metrotrén	Óxido Nitroso (N ₂ O)	0,0003	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Bicicleta/A pie	Dióxido de Carbono (CO ₂)	0	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006
Bicicleta/A pie	Metano (CH ₄)	0	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006

El alcance 3, que abarca los bienes y servicios adquiridos, como el consumo de agua potable, se emplearon los factores de emisión proporcionados por Huella-Chile en la tabla N°5.26, las cuales se basan en el informe de la DEFRA del año 2016.

Tabla N°5.26 Factores de emisión Agua potable para alcance 3. Fuente: DEFRA 2016.

CCH Nivel 4	Contaminante	Valor del FE	Unidad del FE	Origen del FE
Agua potable: Suministro y tratamiento	Dióxido de Carbono (CO ₂)	1,052	kgCO ₂ eq/m ³	DEFRA 2016

Para los residuos sólidos, la cuantificación de la emisión se realizó a partir de las mediciones y estimaciones realizadas para la generación de residuos por la Escuela de Ingeniería en Medioambiente utilizando el factor de emisión de la DEFRA del año 2019 (figura N°5.27).

Tabla N°5.27 Factores de emisión Residuos sólidos para alcance 3. Fuente: DEFRA 2016.

CCH Nivel 2	CCH Nivel 4	Contaminante	Valor del FE	Unidad del FE	Origen del FE
Residuos Sólidos	Relleno sanitario Residuos comerciales e industriales	Dióxido de Carbono (CO ₂)	1.041,89	kgCO ₂ eq/t	DEFRA 2019

5.2.4 Cuantificación de emisiones GEI

Se realizó la cuantificación por alcance de las emisiones, mediante el cálculo del consumo registrado en los inventarios categorizados y el uso de los factores de emisión entregados, para así obtener la Huella de carbono equivalente a cada fuente de emisión. En la tabla N°5.26 se exponen la suma de la masa de CO₂ equivalente por alcances para cada fuente de emisión.

Tabla N°5.28: Categoría de emisiones presentes dentro de los límites operacionales.

Alcance	Categoría	Fuente de emisión	GEI	Consumo	Unidad	Unidad FE	Origen del F.E.	Huella de Carbono (kg CO ₂ eq)	Suma por alcance Kg CO ₂ EQ
Alcance 1 "Emisiones Directas"	1.A	Gas natural General	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	4	m ³	kgCO ₂ eq/m ³	DEFRA 2019	7,91	7,91
Alcance 2 "Emisiones Indirectas"	2A	Sistema Eléctrico Nacional (SIC)	CO ₂	60,48	MWh	kgCO ₂ eq/MWh	Sistema Eléctrico Nacional (SEN)	18.347,17	18.347,17
Alcance 3 "Otras emisiones Indirectas"	3A	Servicios adquiridos- Agua potable: Suministro y tratamiento	CO ₂	1603	m ³	kgCO ₂ eq/m ³	DEFRA 2016	1686,36	1.006.093
	3B	Traslado diario de personal	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	477,35	km	kgCO ₂ eq/persona-km	IPCC 2006	1.002.499,55	
	3D	Relleno sanitario – Residuos comerciales	CO ₂	1,83042	ton	kgCO ₂ eq/ton	DEFRA 2019	1907,09	

En el Anexo 12 se presenta una tabla resumen de las emisiones y cálculo de huella de carbono en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Los resultados demuestran que el Alcance 1 de emisiones directas presenta un total de 7,91 ton de CO₂ equivalente, así para el Alcance 2 de emisiones indirectas presenta un total de 18.347 ton de CO₂ equivalente y para el Alcance 3 de otras emisiones se registra un total de 1.006.093 kg de CO₂ equivalente, dando un resultado total de 1.024.813 kg de CO₂ equivalente o 1024,44 toneladas de CO₂ equivalente para el periodo reportado 2022. A partir de los registros obtenidos se obtuvo que la distribución de la huella de carbono por fuente de emisión en la figura N°5.4.

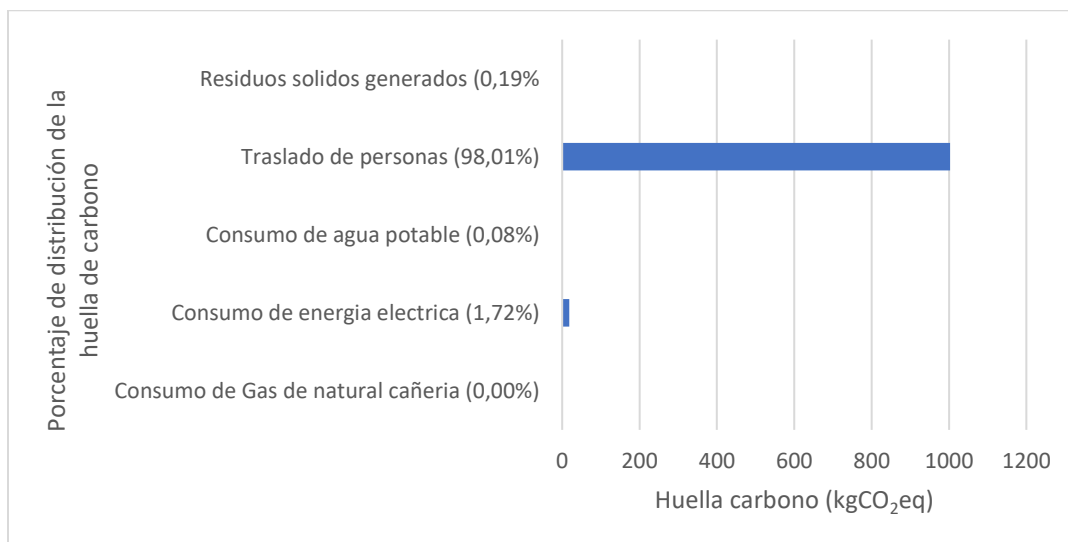


Figura N°5.4: Distribución de la huella de carbono por fuente de emisión en Edificio de EIM.

5.3 Desarrollar un plan de medidas para la reducción de la huella de carbono

5.3.1 Selección de un escenario y emisiones de año base

Las reducciones de las emisiones de la organización se calcularon en relación con el año base 2022, la cual sugiere ser un escenario base confiable debido a veracidad de los consumos asociados a los alcances de la huella de carbono y a su relación con la situación de incorporación a actividades al término de la pandemia de Covid-19. El registro de los equipos y servicios adquiridos pertenecientes al Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente, para así elaborar propuestas para cambios en el inventario a modo de reducir la Huella de Carbono.

5.3.2 Oportunidades de reducción de la huella de carbono

Los resultados de la cuantificación de emisiones permiten identificar oportunidades para implementar medidas de reducción de la huella de carbono, especialmente en el alcance 2 relacionado con el consumo eléctrico, y en gran medida en el alcance 3 vinculado al transporte, como se observa en la Figura N°5.5.

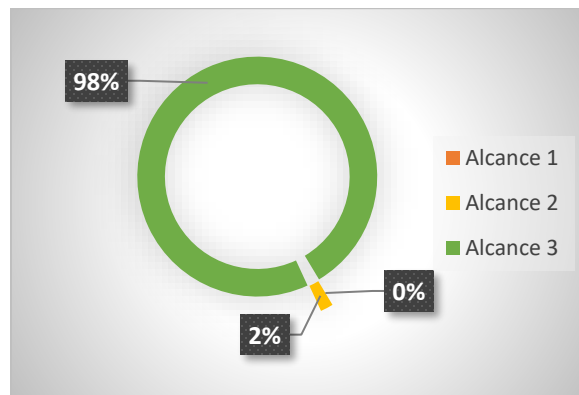


Figura N°5.5: Porcentajes totales de emisiones para alcance 1, 2 y 3 en el Edificio de EIM.

Sobre las oportunidades de mitigación, la organización puede realizar cambios dentro de sus límites operacionales principalmente entorno al consumo eléctrico, con el fin de reducir las emisiones.

Se realizó un diagnóstico inicial a los sistemas de fuerza y luminarias para identificar las áreas de operación que son asociados a un alto consumo.

El laboratorio de biotecnología ambiental e ingeniería de procesos presentan consumo eléctrico por el uso de equipos como autoclave, horno de convección, refrigeradores; el laboratorio de citotoxicidad un consumo asociado a el equipo “Estufa Binder”; el laboratorio de ecología que presenta consumo asociado a el equipo de incubación, uso de refrigerador, entre otros equipos de fuerza registrados en la tabla del Anexo N°7. Los equipos en cuestión, a pesar de su alto consumo de electricidad, no pueden ser reemplazados debido a que presentan una tecnología altamente eficiente y su sustitución implicaría una inversión considerablemente costosa.

Por ende, se identificó que el alcance 2 de electricidad es el cual sugiere tener ser más factible para proponer mejoras, orientándose a soluciones mediante el uso de energías renovables como un sistema fotovoltaico y eficiencia energética con el uso adecuado de iluminación y sistemas de fuerza. Para la selección de las medidas de mejora de eficiencia energética (MMEE) orientadas a disminuir el consumo de energía, se realizará implementación de energías renovables y el recambio

tecnológico priorizando las medidas que, con menos inversión, genere el mayor impacto/ahorro. De esta forma se estableció la ejecución de reducir el consumo energético a partir de la generación por sistemas fotovoltaicos con inyección a la red y de autoconsumo. Además, se realizó la propuesta de recambios tecnológico a partir de la renovación de la iluminación presente en el edificio y el cambio de equipos de computación.

5.3.3 Medidas de mitigación propuestas

El plan de medidas propuesto a continuación pretende generar alternativas de reducción a la huella de carbono, para esto es posible establecer medidas asociadas a las oportunidades encontradas. Para las emisiones del alcance 2 por consumo de electricidad en el edificio, se evaluó las propuestas de reducción las cuales se muestran en la figura N°5.6, las cuales incorporan el uso de fuentes de energías renovables a partir de la implementación de un sistema de generación fotovoltaico ONGRID para autoconsumo e inyección a la red, sumado al cambio en tecnologías usadas durante el funcionamiento del edificio por otras de mayor eficiencia energética, como lo es la renovación del sistema de iluminación y cambio de equipos de computación. Siendo estos aspectos los que permitan generar una reducción de los alcances y que aporten una disminución e impacto en la huella de carbono calculada.

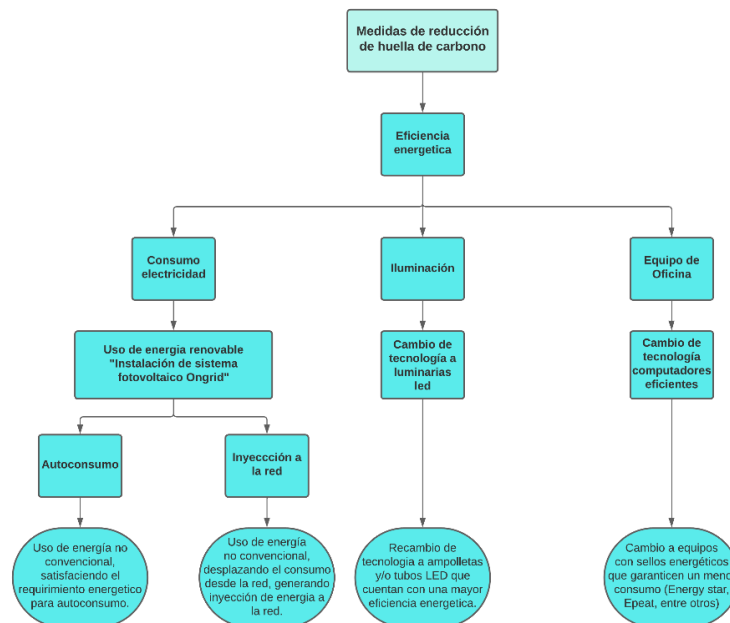


Figura N°5.6 Propuestas de mitigación de huella de carbono.

5.3.3.1 Instalación de sistema fotovoltaico

La primera alternativa de mitigación resulta ser el uso de energías renovables, en donde se evaluaron dos escenarios para la instalación de un sistema solar fotovoltaico. Una para cubrir los requerimientos energéticos durante el mes de menor consumo para lograr su autoconsumo y un sistema de inyección a la red en relación con las dimensiones máximas en la superficie del techo del edificio para la instalación de un sistema fotovoltaico, estableciendo las medidas a través de Google Earth en una modelación de las áreas de instalación para el sistema fotovoltaico en donde se instalarán módulos fotovoltaicos de 540 Watts de la marca Canadian Solar.

I. Antecedentes del proyecto fotovoltaico

La instalación fotovoltaica se situará en el tejado del edificio de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valparaíso. El tejado tiene una inclinación de 25° , por lo que se utilizará una estructura soporte de acero galvanizado anclado a los pilares estructurales del edificio con la disposición adecuada para asegurar y mantener la inclinación óptima con respecto a la horizontal durante todo el año y orientación con respecto al azimut óptimo para la generación de energía.

La generación de energía eléctrica estará a cargo de un grupo de paneles fotovoltaicos que transformaran la energía lumínica en energía eléctrica; un grupo de inversores que transformaran la energía procedente de los paneles que llega como corriente continua a corriente alterna a una frecuencia determinada, con el fin de enlazar el sistema a la red eléctrica sin generar perturbaciones que puedan impedir una correcta conexión. Estos equipos irán conectados mediante cableado adecuado a la instalación cumpliendo los pliegos técnicos normativos. Además, se utilizarán diferentes equipos de protección para mantener la seguridad de la instalación.

Se evaluó la superficie del techo del edificio para la instalación de un sistema fotovoltaico de paneles (Figura N°5.9), el cual se estableció a través de Google Earth las áreas de instalación para el sistema fotovoltaico. Además, se establecieron las variables que describen las características del techo para la futura instalación fotovoltaica (Tabla N°5.29).



Figura N°5.7 Área total de Superficie para instalación Sistema Fotovoltaico año 2022.

Fuente: Google Earth.

Tabla N°5.29: Variables de descripción en techo del edificio para la instalación Fotovoltaica.

Variable de descripción	Valor
Longitud (norte-sur)	29m
Longitud (oeste-este)	20m
Área total de superficie	750m ²
Longitud efectiva para instalación (norte-sur)	25m
Longitud efectiva para instalación (oeste-este)	15m
Área total efectiva para instalación	250m ²
Área utilizada en instalación	113,568

II. Orientación e inclinación óptima anual del módulo fotovoltaico

A partir del sitio geográfico de instalación ubicado en el hemisferio Sur, para la orientación de los paneles solares, estos se dispondrán en dirección -29° Horizonte Noroeste en una estructura en perpendicular a la dirección del techo, con un Azimut de -29° estimado por la herramienta Explorador Solar, la cual está representado en la figura N°5.8.

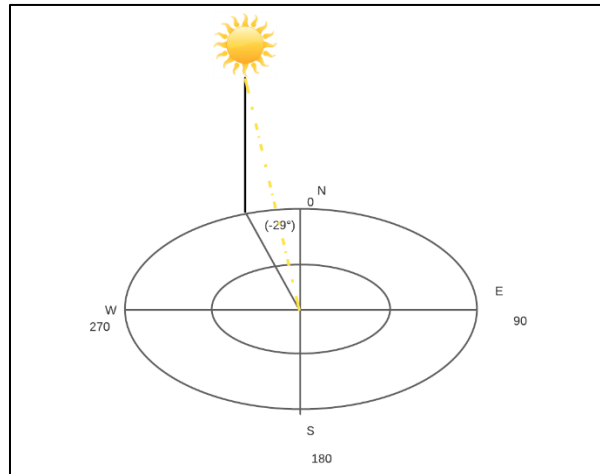


Figura N°5.8: Orientación e inclinación del diseño Fotovoltaico en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Para calcular el ángulo de inclinación (β) de los módulos de una instalación fotovoltaica conectada a la red puede utilizarse la siguiente expresión:

$$\beta = 3,7 + 0,69 \cdot \phi = 3,7 + 0,69 \cdot 33,0458 = 26,5^\circ$$

β : Angulo de inclinación de los módulos en grados.

ϕ : Latitud del emplazamiento, en este caso Valparaíso de 33,0458 grados.

Dando como resultado una inclinación óptima estimada para cada módulo de $26,5^\circ$ sobre la horizontal.

Para efectos del cálculo de generación realizado en el explorador solar, se establece que la inclinación optima de los módulos fotovoltaicos es de 27° .

III. Carta Solar

La carta solar es una representación en proyección estereográfica de la trayectoria del sol medio durante el año, considerando una latitud específica. Sobre el grafico se pueden identificar los ejes Norte-Sur y Este-Oeste. En la circunferencia externa se indican los ángulos azimut y, en la parte inferior del eje Norte-Sur, los ángulos de altura que corresponden a circunferencias de radios concéntricos, los que no se dibujan.

Las trayectorias del sol, en proyección estereográficas son los arcos de circunferencia sobre los cuales se han indicado las fechas correspondientes a cada trayectoria.

Las horas (Tiempo Solar Medio) se representan por las curvas que cortan a las anteriores y bajo las cuales están indicadas en la carta.

Además, cada trayectoria corresponde a dos fechas en el año, pues el movimiento aparente del sol es simétrico con respecto al solsticio de invierno (22 de junio), que es simétrico consigo mismo y naturalmente con respecto al solsticio de verano (22 de diciembre) (Stuven, 1968).

Para la aplicación de la carta solar, la ciudad de Valparaíso se sitúa en las coordenadas $33^{\circ}2' S$ y $71^{\circ}37' O$. Se utilizó la carta solar de la ciudad de Quillota y San Felipe ubicado en la latitud $32^{\circ}45'$ para estimar el ángulo solar en relación con las estaciones del año (Figura N°5.9).

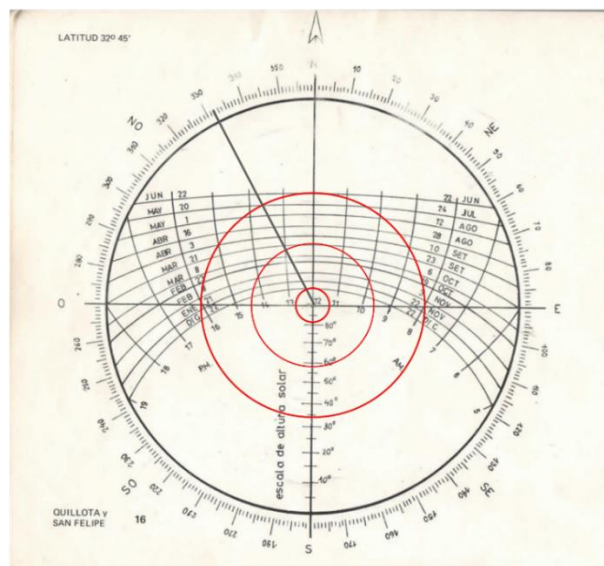


Figura N°5.9: Gráficos de trayectoria solar para ciudades de Chile y Argentina.

Fuente: Hellmuth Stuven, 1968.

Según la interpretación de la carta solar, se estimaron los ángulos solares para las estaciones de otoño, invierno primavera y verano en la tabla N°5.30.

Tabla N°5.30: Angulo solar por estaciones del año entregado por carta solar.

Estación del año	Lugar	Latitud	Fecha	Horario	Angulo solar ($^{\circ}$)
Otoño	Quillota	$32^{\circ}45'$	20-mar	12:00	60
Invierno	Quillota	$32^{\circ}45'$	22-jun	12:00	35
Primavera	Quillota	$32^{\circ}45'$	22-sept	12:00	60
Verano	Quillota	$32^{\circ}45'$	22-dic	12.00	82

El ángulo que solar que se proyecta en invierno en el mes de junio es de 35° , la cual resulta ser la máxima sombra que se puede proyectar en dirección con el azimuth de -29° grados.

IV. Disposición de los paneles y efecto sombra

Para el cálculo de la distancia mínima entre los paneles se deberá tener en cuenta que se tiene que evitar el sombreado que pudieran generar unos paneles sobre otros y objetos que afecten el rendimiento optimo del equipo. La distancia mínima entre el muro y el diseño fotovoltaico se determinó partir de la siguiente ecuación:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \phi)} \approx \frac{1m}{\tan(61^\circ - (-33,0452))} \approx 4,87 [m]$$

d : Distancia mínima entre panel y objeto que genere sombra (muro), en [m].

h : Proyección vertical de la estructura que genera sombra, en este caso un muro de 1 [m].

ϕ = Latitud de la instalación, ubicado en Valparaíso con un valor de $-33,0452$ en grados.

Obteniendo una sombra aproximada de 4,87m desde el muro a el techo, de esta forma el ancho total de la superficie del techo es de 25 m (Figura N°5.10), dando un área efectiva para la instalación de 15 m, en donde para el diseño fotovoltaico es posible instalar hasta 13 módulos en su ancho efectivo. Evitando el efecto sombra por el muro a partir del cálculo de esta sombra aproximada.



Figura N°5.10: Ancho total de superficie en el techo para cálculo de efecto sombra en el diseño Fotovoltaico.

Como se utilizarán estructuras de montaje, los paneles se situarán a lo ancho para realizar la conexión en serie de paneles, para el cálculo de efecto sombra de los paneles se estimó la distancia entre paneles a partir del menor ángulo solar proyectado en el mes de julio en la estación de invierno, establecido en las cartas solares.

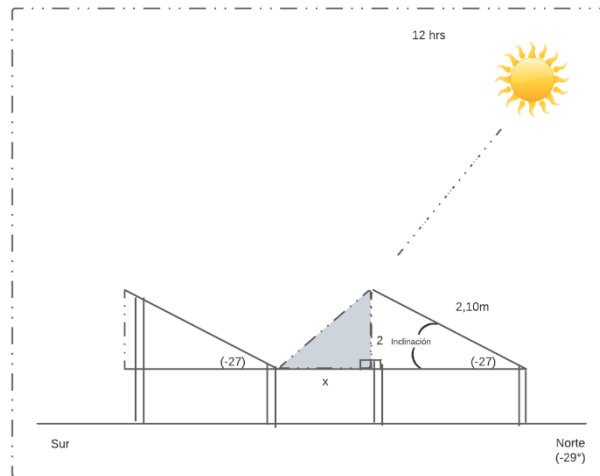


Figura N°5.11: Angulo solar proyectado en instalación fotovoltaica.

Para estimar la sombra proyectada entre paneles se utilizó trigonometría para establecer la sombra del panel y la sombra proyectada en invierno. En relación con esto se utilizó la inclinación del panel en 27° grados y el largo del panel de 2,26 m.

De esta forma la ecuación para determinar la sombra proyectada viene definida por:

$$\text{Cos (inclinación del panel)} = \frac{\text{Ca (Sombra proyectada por panel)}}{\text{Hipotenusa}}$$

$$\text{Sombra proyectada por panel} = \cos \frac{\text{inclinación del panel} (^{\circ})}{180} * \pi * \text{Largo del panel}$$

$$\text{Sombra proyectada por panel} = \cos \left(\frac{27}{180} * \pi \right) * 2,26\text{m}$$

$$\text{Sombra proyectada por panel} = 2,01 \text{ m}$$

Estableciendo una sombra proyectada por el panel de 2,01 metros de longitud.

A partir de esto, se calculó la altura desde la superficie a el punto más alto del panel a partir del seno del ángulo de inclinación del panel. Para determinar esta altura se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Sen (Inclinación del panel)} = \frac{\text{Co (Altura de la superficie al punto mas alto del panel)}}{\text{Hipotenusa}} \quad (2)$$

$$\text{Punto mas alto del panel a superficie} = \text{Largo del panel} * -\text{Sen}\left(\frac{\text{Inclinación del panel}}{180} * \pi\right)$$

$$\text{Punto mas alto del panel a superficie} = 1,03\text{m}$$

Una vez calculado el punto más alto del panel a la superficie, es posible establecer en relación con el ángulo solar proyectado en invierno una relación para estimar el largo de la sombra proyectada.

Para determinar el largo sombra proyectada en invierno utilizamos la ecuación 1,

$$\text{Cos}(\text{Angulo solar de invierno}) = \frac{\text{Ca}(\text{Largo de sombra proyectada})}{\text{Hipotenusa}}$$

$$\text{Sombra proyectada en invierno} = \cos\left(\frac{\text{Angulo solar en invierno}(\text{°})}{180} * \pi\right) * \text{hipotenusa}$$

$$\text{Sombra proyectada en invierno} = \cos\left(\frac{35}{180} * \pi\right) * \text{hipotenusa}$$

$$\text{Sombra proyectada en invierno} = 1,46 \text{ m}$$

A partir de esto la sombra total proyectada entre paneles corresponde a la sombra del panel y la sombra que se proyecta en invierno.

$$\text{Sombra entre paneles} = \text{Sombra proyectada por panel} + \text{Sombra proyectada en invierno}$$

$$\text{Sombra entre paneles} = 3,48 \text{ m}$$

Estimando que la sombra máxima proyectada en invierno entre paneles es de 3,48 metros para evitar la sombra en el arreglo entre corridas de módulos fotovoltaicos.

V. Elección del inversor

La elección del inversor se estableció en base a las características del circuito eléctrico formado por el generador. Los parámetros fundamentales son la corriente máxima de entrada al inversor (Vmax), voltaje de circuito abierto (Voc), corriente de funcionamiento óptimo al inversor (Imp) (Anexo 13).

El inversor seleccionado debe ser mayor a la potencia calculada, permitiendo conexión a la red y deben ser inversores auto protegidos.

La Escuela de Ingeniería en Medioambiente posee una conexión monofásica (una sola fase), en la cual sus tensiones se establecen a 220 o 230 voltios, por lo que se elige un inversor monofásico

conectado a la fase, dependiendo de la cantidad de inversores requeridos, se realizará la conexión de ellos en simultáneo.

Por lo cual se estableció para este sistema, el inversor Solis-S5-GRIP, en la cual se describen sus características en la tabla N°5.31.

Tabla N°5.31: Características de inversor Solis-S5-gr1P10K.

Parámetro	Valor
Máximo entrada DC	11,5 kW
Potencia nominal de salida AC	10 kW
Voltaje máximo de entrada al inversor [Vmax(INV)]	600 V
Rendimiento EU	97,1%
Rango Voltaje de circuito abierto MPPT[Voc]	100 - 500 V
Mppt Voltaje min	100 V
Corriente máxima de entrada al inversor [Imp]	14A
Corriente en cortocircuito del ramal [Isc]	22A
Cantidad de Entradas MPPT	3

La elección del inversor debe establecerse en base a las características del circuito eléctrico formado por los módulos fotovoltaicos. Los parámetros fundamentales son la intensidad y tensión máximas que llegan al inversor.

Las tensiones de circuito abierto, punto de máxima potencia y la corriente de cortocircuito están dentro de los valores que tolera el inversor, siendo éste adecuado para la instalación propuesta. Además, estos valores son condicionantes para la distribución del sistema.

A diferencia de la elección del módulo, en la que se deben tener en cuenta muchos aspectos, el inversor debe coincidir con las características a las que le someterá el generador, por lo que lo ideal es elegir una marca que se adapte perfectamente y que ofrezca buenas garantías de operación y mantenimiento.

VI. Elección de módulos fotovoltaicos

Para la elección del módulo se realizó una cotización con la empresa Tecnoled, para especialista en suministros de energía. En la cual se evaluó a partir de la potencia entregada, el fabricante, tecnología de fabricación, normativas, costos y garantías (Anexo 14).

Se establecen las mismas características eléctricas y de temperatura del módulo seleccionado, según las especificaciones técnicas y eléctricas entregadas por el fabricante en la ficha técnica (Anexo 15 y Anexo 16).

VII. Cálculo de la cantidad de módulos fotovoltaicos máximos y mínimos para inversor

Para realizar el cálculo de la cantidad de paneles se estimó por el área y tamaño de la superficie en el techo dispuesta para instalar y realizar maniobras de mantenimiento de equipos.

Sumado a esto, se estableció el número máximo y mínimo de módulos en serie y el número máximo de módulos en paralelo.

- Número máximo de módulos en Serie

El número máximo de módulos en serie dependerá de las tensiones máximas del inversor y del voltaje en circuito abierto (VOC) de 49,2 módulo fotovoltaico.

Ambas tensiones se relacionan de la siguiente forma:

$$N_{max,serie} = \frac{V_{max,inversor}}{V_{OC,module}} = \frac{600 V}{49,2 V} = 12,19 \sim 12 \text{ modulo en serie max.}$$

- Número mínimo de módulos en Serie

El número mínimo de módulos en serie vendrá limitado también por la tensión mínima del inversor (rango mínimo de voltaje) y del voltaje en máxima potencia de 41,3 del módulo, pero en esta ocasión serán las tensiones en el punto de máxima potencia (MPP).

$$N_{min,serie} = \frac{V_{min,inversor}}{V_{vmp,module}} = \frac{120 V}{41,3 V} = 2,90 \sim 2 \text{ modulo en serie min.}$$

- Número máximo de módulos en Paralelo

El número de ramales en paralelo dependerá ahora de la corriente máxima de entrada del equipo al inversor considerado y de la de cortocircuito de los módulos, de la siguiente manera:

$$N_{max,paralelo} = \frac{I_{max,inversor}}{I_{sc,module}} \approx \frac{14 A}{13,90 A}$$

$\approx 1 \text{ modulos en paralelo max por MPPT.}$

A partir del cálculo de módulos, se obtiene que el número máximo y mínimo de módulos en serie por inversor es de 12 y 2 módulos respectivamente. Mientras que el número de ramales en paralelo es aproximadamente 1 módulo.

El inversor permite la instalación de hasta 21 módulos totales, según su capacidad de entrada al inversor de 11,5 kW. El inversor posee 3 entradas de mppt/número de cadenas de entradas, los cuales pueden ser 10 módulos como máximo en serie por MPPT, ya que admite un rango entre 120 V y 500 V esta cantidad es estimada con un factor de seguridad recomendado de 5% a 25% de holgura y la conexión de aproximadamente 1 módulo en paralelo.

5.3.3.2 Sistema fotovoltaico con sistema de generación solar de autoconsumo

Para evaluar la instalación de un sistema fotovoltaico solar en el edificio de la Escuela de Ingeniería, se desarrolló un escenario óptimo para las necesidades energéticas con el fin de cubrir el autoconsumo durante el mes de menor consumo siendo este el mes de febrero. Se estableció el inversor, los módulos a utilizar y la cantidad de estos respecto a la generación que se requiere para cubrir el autoconsumo.

a) Cantidad de módulos fotovoltaicos

La cantidad de módulos fotovoltaicos se estableció en base a la capacidad máxima de entrada del inversor monofásico y a la configuración máxima de módulos PV en serie o Strings mencionados anteriormente, además de satisfacer los requerimientos energéticos para cubrir el mes de menor consumo en el edificio. El inversor permite una entrada de 11,5 kW de capacidad total instalada y una configuración de 10 módulos PV en serie por MPPT (3 MPPT), lo que estima una cantidad de 20 módulos fotovoltaicos totales por inversor solar. Se requieren 2 inversores en funcionamiento, lo que totaliza 40 módulos dispuestos en el techo del edificio (figura N°5.12) para abastecer la demanda energética y permitir el autoconsumo sin inyección durante el mes de febrero.



Figura N°5.12 Área total por String en superficie para instalación Sistema Fotovoltaico de autoconsumo.

Fuente: Google Earth.

b) Cantidad de inversores solares

La cantidad de inversores solares se determinó para un escenario de autoconsumo, a partir del cual se establecerá la cantidad de energía de generada. Por lo cual se estableció para este sistema de autoconsumo, el inversor Solis-S5-GRIP10K mencionado anteriormente.

Se tomó en consideración las características eléctricas y del stock presente en el mercado, en donde es posible realizar la instalación de 2 inversores con entrada de 11,5 kW y una salida de 10 kW de generación para realizar autoconsumo eléctrico.

c) Cálculo de la capacidad total Instalada

Para estimar la capacidad total instalada para la generación solar por los 2 inversores para abastecer el autoconsumo se realizó el cálculo a partir de la siguiente ecuación:

$$\{\text{Capacidad total Instalada}\} = \{\text{Potencia Nominal de cada Panel Solar}\} \times \{\text{Cantidad de paneles solares}\}$$

$$\{\text{Capacidad total Instalada}\} = 540 \text{ Wp} \times 40$$

$$\text{Capacidad total Instalada} = 21.600 \text{ Wp}$$

$$\text{Capacidad total Instalada} = 21,6 \text{ kWp}$$

Se presenta en la tabla N°5.32 los parámetros evaluados para el factor de seguridad aplicado a la energía de entrada al inversor.

Tabla N°5.32: Factor de seguridad para capacidad de entrada de inversor.

Parámetro	Valor
Entrada de inversor [kW]	11,5
Capacidad instalada[kW]	10,8
Uso de entrada [%]	93,91
Factor de seguridad [%]	6,09

Por inversor se tiene una capacidad instalada por módulos de 10,8 kW, lo que permite un margen en esta instalación del 6% de la capacidad total instalada por los 20 paneles, respecto al límite máximo de entrada al inversor de 11,5 kW.

d) Cálculo de generación eléctrica.

El cálculo de la generación eléctrica se realizó mediante la herramienta Explorador Solar (Anexo 17), el cual se estimó a partir de los antecedentes para la instalación del proyecto fotovoltaico, para asegurar el autoconsumo del mes de menor consumo (febrero) se estima la Generación eléctrica Mensual para una Capacidad instalada 21,6 kW por 40 paneles Solares de 540 W de potencia, a partir de 2 inversor solar monofásicos de 10 kW con una eficiencia EU de 97,1%. Al ser ONGRID los inversores en paralelo aumentan la capacidad de generación de energía. Se tabulo la generación en la tabla N°5.33

Tabla N°5.33: Generación eléctrica mensual y anual producida por el sistema fotovoltaico instalado para autoconsumo.

Mes	Consumo Eléctrico EIM [kWh]	Generación Eléctrica [kWh]	Delta Generación (kWh)	Ahorro de energía (kWh)	Remanente de inyección (kWh)	Consumo de Red (kWh)
ENERO	4.440	3.590	850	3.590	0	850
FEBRERO	3.060	3.014	46	3.014	0	46
MARZO	5.100	2.882	2.218	2.882	0	2.218
ABRIL	4.980	2.076	2.904	2.076	0	2.904
MAYO	5.880	1.348	4.532	1.348	0	4.532
JUNIO	6.300	1.208	5.092	1.208	0	5.092
JULIO	5.940	1.250	4.690	1.250	0	4.690
AGOSTO	4.800	1.690	3.110	1.690	0	3.110
SEPTIEMBRE	4.920	2.416	2.504	2.416	0	2.504
OCTUBRE	4.920	3.100	1.820	3.100	0	1.820
NOVIEMBRE	5.700	3.316	2.384	3.316	0	2.384
DICIEMBRE	4.620	3.622	998	3.656	0	998
Total anual[kWh]	60.660	29.512	31.148	29.512	0	31.148

En relación con los datos tabulados, se tomó el mes de febrero el cual registra un menor consumo eléctrico en el edificio para establecer la cantidad de paneles para la generación eléctrica necesaria para cubrir el consumo del peor escenario.

Se estimó que a partir del consumo energético del mes de febrero asociado a 3.060 la energía generada por el sistema fotovoltaico es de 3.014, obteniendo un consumo eléctrico remanente de 46 kWh, el cual será obtenido de la red eléctrica proporcionada por Chilquinta, logrando así el autoconsumo energético del edificio.

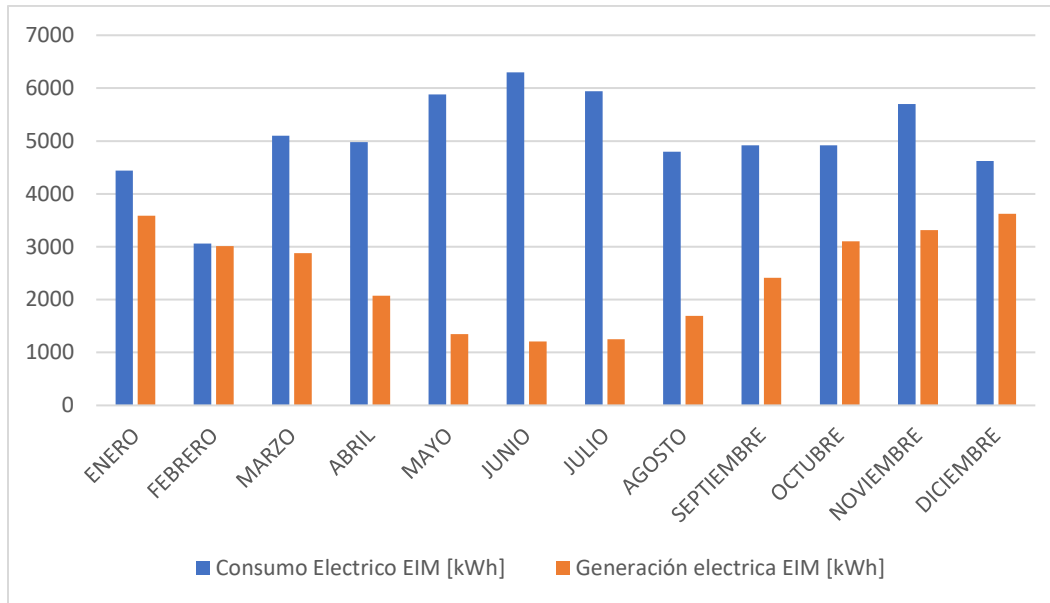


Figura N°5.13: Consumo eléctrico del edificio y generación eléctrica mensual del sistema fotovoltaico para autoconsumo.

Por otra parte, a partir de la generación eléctrica del sistema fotovoltaico es posible reducir un 49,11% anual, es decir, aproximadamente a la mitad del consumo eléctrico anual del edificio.

5.3.3.3 Sistema Fotovoltaico con inyección a la red

Se evaluó la instalación de un sistema fotovoltaico con inyección a la red en el edificio de la Escuela de Ingeniería, para esto se desarrolló un escenario óptimo para cubrir con las necesidades energéticas estimando la mayor cantidad de paneles en la superficie disponible en el techo para la instalación. En relación con esto, es necesario establecer el espacio disponible para la instalación, el módulo fotovoltaico, el inversor y la cantidad necesaria para realizar el arreglo fotovoltaico.

a) Cálculo de la cantidad de módulos fotovoltaicos

Se realizó el cálculo de la cantidad de paneles, en relación con las dimensiones del módulo y la disponibilidad máxima de superficie para módulos fotovoltaicos en el techo para la generación eléctrica con inyección de energía a la red (Figura N°5.14). Además, en relación con los parámetros del inversor, se estableció el número máximo y mínimo de módulos en serie y el número máximo de módulos en paralelo acorde a las características del inversor mencionadas anteriormente. Además de considerar el área y tamaño de la superficie en el techo dispuesta para instalar y realizar maniobras de mantenimiento de equipos.



Figura N°5.14 Área total de Superficie para instalación Sistema Fotovoltaico año 2022.

Fuente: Google Earth.

El inversor permite la instalación de hasta 21 módulos totales, posee 3 entradas MPPT con un máximo de 10 módulos en serie máximo por MPPT para cubrir con el factor de seguridad recomendado, el rango máximo de voltaje y en relación con la capacidad máxima de entrada de 11,5 kW. Para efectos de realizar un diseño con la totalidad de la superficie del techo del edificio, es necesario 95 paneles logrando estimar una generación 69,99 kWh anual. Por lo que para este diseño de inyección a la red se estimó la conexión de módulos para dos MPPT por inversor, esto quiere decir, 4 corridas de 10 módulos fotovoltaicos

b) Cantidad de inversores solares

La Escuela de Ingeniería en Medioambiente posee por lo que se elige una configuración paneles en corridas, con dos inversores trifásico conectado a cada fase. Por otra parte, debido a la potencia de generación requerida para la inyección el stock presente en el mercado se establece la instalación de 5 inversores de 10 kW.

Para establecer la cantidad de inversores resulta ser más confiable establecer múltiples inversores, que una configuración de 1 solo inversor trifásico, puesto que, si uno de los inversores falla, los otros equipos seguirán funcionando.

Por lo cual se estableció para este sistema de inyección de energía a la red, el inversor marca Solis, modelo Solis-S5-GR1P10K, mencionado anteriormente.

c) Cálculo de la capacidad total Instalada

Para estimar la capacidad total instalada se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Cálculo de capacidad} \\ \text{total Instalada} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Potencia Nominal de} \\ \text{cada Panel Solar} \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{Cantidad de} \\ \text{paneles solares} \end{array} \right\}$$

$$\text{Capacidad Instalada} = 540 \text{ Wp} \times 95 \text{ paneles}$$

$$\text{Capacidad Instalada} = 51,3 \text{ kWp}$$

Estimando una capacidad de generación instalada de 51,3 kWp para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico con inyección a la red.

d) Cálculo de generación eléctrica.

El cálculo de la generación eléctrica se realizó mediante la herramienta Explorador Solar (Anexo 17), para así tabular la generación eléctrica mensual y anual por el sistema (Tabla N°5.34). Según los antecedentes para la instalación del proyecto fotovoltaico, es posible la inyección de energía a partir de la generación eléctrica para una capacidad instalada 51,3 kWp por 95 paneles Solares de 540Wp.

Tabla N°5.34: Generación eléctrica producida por el sistema fotovoltaico con inyección de energía a la red.

Mes	Consumo Eléctrico EIM [kWh]	Generación Eléctrica [kWh]	Delta Generación (kWh)	Ahorro de energía [kWh]	Remanente de inyección [kWh]	Consumo red [kWh]
ENERO	4.440	8.607	-4.086	4.440	4.086	0
FEBRERO	3.060	7.225	-4.098	3.060	4.098	0
MARZO	5.100	6.907	-1.745	5.100	1.745	0
ABRIL	4.980	4.978	49	4.931	0	49
MAYO	5.880	3.230	2.678	3.202	0	2.678
JUNIO	6.300	2.897	3.431	2.869	0	3.431
JULIO	5.940	2.997	2.971	2.969	0	2.971
AGOSTO	4.800	4.052	886	3.914	0	886
SEPTIEMBRE	4.920	5.795	-818	4.920	818	0
OCTUBRE	4.920	7.429	-2.442	4.920	2.442	0
NOVIEMBRE	5.700	7.947	-2.175	5.700	2.175	0
DICIEMBRE	4.620	8.683	-3.983	4.620	3.983	0
Total [kWh]	60.660	69992	-9.332	50.645	19.833	10.015

A partir de los datos tabulados, es posible identificar que la generación eléctrica utilizando la capacidad máxima de instalación en la superficie del techo, permite satisfacer el consumo eléctrico además de generar un remanente de inyección a la red.

Por otra parte, a partir del consumo energético del mes de febrero asociado a 3.060 la energía generada por el sistema fotovoltaico es de 7.225 kWh, obteniendo un consumo eléctrico remanente para la inyección a la red de 4.165 kWh. Se tabulo en la figura N°5.15 el consumo eléctrico mensual y la generación eléctrica mensual del sistema fotovoltaico compuesto de 95 módulos solares y 5 inversores monofásicos Solis de 10 kW de generación.

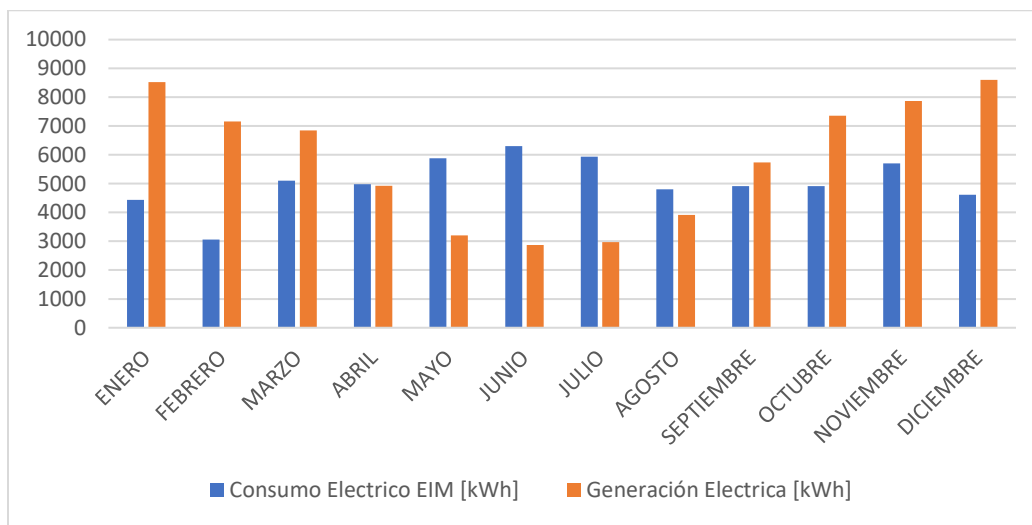


Figura N°5.15: Consumo eléctrico del edificio y generación eléctrica mensual del sistema fotovoltaico para inyección a la red.

Por otra parte, a partir de la generación eléctrica del sistema fotovoltaico es posible reducir un 83,49% la energía consumida anual, lo que es equivalente a más de la mitad del consumo eléctrico anual del edificio.

5.3.2.1 Renovación de sistema de iluminación

Se propone una alternativa de mitigación de la huella de carbono, la cual contempla de la renovación de las luminarias no eficientes, por luminarias led y de menor consumo presentes en los 3 niveles del edificio a modo de reducir el consumo energético. A partir de esto se realizó un diagnóstico inicial de los equipos de iluminación presentes en el edificio, la identificación de las luminarias con mayor consumo, el cálculo de la degradación del flujo luminoso según sus horas de vida útil, y el cálculo del consumo energético normal y eficiente.

a) Diagnóstico inicial

Se levantó información a partir del diagnóstico de las fuentes de iluminación para el 2° piso, 1° piso y subterráneo, realizando un catastro de las luminarias y elaborando un catálogo de luminarias utilizadas en el edificio (Sección 5.1.4.4), entre los cuales se encuentran tubos y paneles fluorescentes led de bajo consumo, además de tubos fluorescentes y ampolletas de alto consumo. A partir de este catastro se elaboró la tabla N°5.35 para el cambio de luminarias.

Tabla N°5.35: Cantidad de Luminarias para cambio total en niveles del edificio para eficiencia energética.

Luminarias para cambio total	Tipo de iluminación	Cantidad de luminarias
Cambio 2do piso	Fluorescente 40W	7
Cambio 2do piso	Led T8 eficiente	257
Cambio 2do piso	Led t8 no eficiente	16
Cambio 2do piso	Led ampolleta E27	7
Cambio 2do piso	Ampolleta E27	15
Cambio total 2do piso		302
Cambio 1er piso	Fluorescente 36W	28
Cambio 1er piso	Led T8 Eficiente	192
Cambio 1er piso	Led t8 no eficiente	0
Cambio 1er piso	Led ampolleta E27	3
Cambio 1er piso	Ampolleta E27	9
Cambio total 1er piso		232
Cambio Subterráneo	Fluorescente 40W	16
Cambio Subterráneo	Fluorescente 36W	27
Cambio Subterráneo	Led eficiente	105
Cambio Subterráneo	Led t8 no eficiente	0
Cambio Subterráneo	Led ampolleta E27	0
Cambio Subterráneo	Ampolleta E27	0
Cambio total subterráneo		148
Total, luminarias		682

A partir del diagnóstico de las luminarias junto a su consumo registradas (Anexo 9), se estableció los cambios asociados a los niveles dando 287 cambios en el 2° piso, 248 en el 1° piso y 147 cambios el subterráneo, dando un total de 683 cambios totales de luminarias.

b) Identificación de luminarias de mayor consumo para eficiencia energética

Se identificaron las luminarias que registran una mayor potencia nominal en los 3 niveles del edificio, para establecer modificaciones para cambiar a iluminación más eficiente y de menor consumo. Para esto se tabularon la cantidad de iluminación en las tablas N°5.36, 37 y 38.

Tabla N°5.36: Cantidad de luminarias para recambio en el 2do nivel del edificio.

Tipo de iluminación	Cantidad de luminarias
Fluorescentes 40 W	7
Led t8 no eficiente 22W	16
Led t8 eficiente	257
Ampolletas E27	15
Ampolletas E27 LED	7
Cambio total 2° piso	302

Tabla N°5.37: Cantidad de luminarias para recambio en el 1er nivel y subterráneo del edificio.

Tipo de iluminación	Cantidad de luminarias
Fluorescente 36W	28
Led t8 eficiente	192
Led T8 no eficiente	0
Led ampolleta E27	3
Ampolleta E27	9
Cambios totales 1° piso	232

Tabla N°5.38: Cantidad de luminarias para recambio en el subterráneo del edificio.

Tipo de iluminación	Cantidad de luminarias
Fluorescente 40W	16
Fluorescente 36W	27
Led eficiente	105
Led t8 no eficiente	0
Led ampolleta E27	0
Ampolleta E27	0
Cambios totales subterráneo	148

Para determinar las luminarias a cambiar, se cuantificó la cantidad de luminarias fluorescentes de 40 y 36 W, equipos led no eficientes de 22W, ampolletas led E27 y ampolletas E27 que presentan

mayor consumo energético y se realizó el cambio de ampolletas eficientes por mejora en iluminación eficiente.

Los resultados del sistema de iluminación registrado es posible identificar un total de 128 cambios en iluminación no eficiente para cambio. El área en la cual se centra la mayor cantidad de luminarias fluorescentes de 40 y 36 Watts es el “Subterráneo” sujeto a 43 cambios de luminarias, se estima el cambio de 45 luminarias para el 2° piso y 40 luminarias en el 1° piso. Para efectos de vida útil y recambio completo, el cálculo se realizó a partir del cambio total de 682 luminarias.

- c) Seleccionar la fuente de luz adecuada y más eficiente para la aplicación en el uso de las áreas de operación

Para seleccionar la luz adecuada para la aplicación según lo establecido por el artículo 103 del Decreto Supremo 594/99, se evaluaron las características de las áreas de operación para establecer el nivel de lux necesario en torno a el tipo de interior, tarea o actividad que se realiza durante el uso de las áreas (Anexo 18).

De esta forma, se seleccionaron las fuentes de luz eficientes registradas en la Tabla N°5.39 asegurando un bajo consumo de las luminarias al utilizar tecnología moderna entregada por el mercado, su vida útil y costo.

Tabla N°5.39: Inventario de luces eficientes para cambio de luminarias.

Inventario de compra	Tipo de iluminación	Watts	Vida útil HRS	Lúmenes	K
Ampolleta led a65 es7	Ampolleta E27	15	15000	800	
Megabright	LED T8	18	40000	1800	4000
Megabright	LED T8	18	40000		6000

Se seleccionaron Tubos led T8 de marca Megabright, por su consumo eficiente de 18 W, su vida útil de 40.000 horas de uso siendo este adecuado, además se seleccionó ampolletas marca Megabright E27.

- d) Degradación del flujo luminoso de luminarias led

Se realizó el cálculo de la degradación del flujo luminoso de las luminarias (Anexo 19) para evaluar el periodo en el que se realizará el recambio de las luminarias. Para esto, se evaluó del % de flujo luminoso y la vida útil de cada luminaria eficiente del tipo led. Para estimar la vida útil anual, se evaluó a partir del promedio de uso de horas de las salas de operación durante el primer semestre y segundo semestre. Para el primer semestre se estima un promedio para todas las salas de 37,31

horas. Así mismo para el segundo semestre se estima un promedio de 39,02 horas, con un promedio anual de 38,17 horas anuales por área de operación. Estableciendo un periodo de recambio de 21,5 años para las luminarias del tipo led T8 con vida útil de 40.000 horas, de 7,5 para las luminarias del tipo ampollita led con vida útil de 15.000 horas y de 5,1 para luminarias fluorescentes con vida útil de 10.000 horas.

e) Cálculo de consumo energético normal y eficiente

Para realizar el cálculo de consumo eficiente (Anexo 25), se estableció el consumo eléctrico asociado a partir del registro de Uso de las Áreas de Operación tomando en consideración las horas de uso durante el 1° semestre y 2° semestre del año 2022, y los cambios efectuados en las luminarias en estas estimando un consumo semanal, mensual y anual reducido. Dando como resultado de consumo eléctrico de la iluminación en la tabla N°5.40.

Tabla N°5.40: Consumo eléctrico de sistema de iluminación normal y eficiente.

Mes	Consumo de boleta mensual	Consumo eléctrico por iluminación normal		Consumo eléctrico por iluminación eficiente	
		Consumo anual [kWh]	% consumo de la boleta	Valor total [kWh]	% consumo de la boleta
Enero	4.440	1.798	40,50	1450	32,66.
Febrero	3.060	1.131	36,97	832	27,20
Marzo	5.100	2.369	46,45	1940	38,04
Abril	4.980	2345	47,09	1903	38,21
Mayo	5.880	2461	41,85	2009	34,16
Junio	6.300	2411	38,27	1962	31,14
Julio	5.940	2323	39,11	1892	31,85
Agosto	4.800	1895	39,48	1588	33,08
Septiembre	4.920	1743	35,42	1454	29,55
Octubre	4.920	2214	44,99	1843	37,45
Noviembre	5.700	1833	32,16	1501	26,33
Diciembre	4.620	1710	37,02	1401	30,31
Total	60.660	24234	39,95	19773	32,60

En la Tabla N°5.41 se presenta el resumen de los estados a evaluar, un escenario de potencia con luminaria normal y una con luminaria eficiente, para así obtener la potencia reducida.

Tabla N°5.41: Resumen de reducción energética por mitigación de luminarias.

Estado a evaluar	Valor	Unidad [kWh]
Consumo Anual Luminaria Actual	24.234	kWh
Consumo Anual Luminaria eficiente	19.773	kWh
Potencia total Reducida	4.460	kWh

Se registro un consumo anual por la luminaria actual de 24.234 kWh y un consumo anual con el cambio de luminarias eficientes de 19.773 kWh. En relación con la potencia reducida en base a la mitigación resulta ser de 4.460 kWh equivalente a una reducción de un 18,22% por el recambio de tubos fluorescentes.

5.3.2.4 Cambio de equipos de computación con sello energético

a) Diagnóstico inicial

El diagnóstico inicial proporcionará la información para la planificación y ejecución del proceso. Para esto, se elaboró un inventario de los equipos, realizando un recorrido por 3 niveles del edificio de la Escuela de Ingeniería en Medio ambiente, tomando en consideración las características de los equipos de computación y la evaluando su rendimiento a través de un equipo de medición de consumo energético.

De esta forma, se recopilaron datos reales de consumo de energía de los equipos existentes en el edificio de la escuela de Ingeniería en Medioambiente, a partir del uso de un equipo de medición (Figura N°5.16).



Figura N°5.16: Equipo medidor de consumo de energía Nashone.

En la tabla N°5.42 se establecen los parámetros y valores, de el medidor de consumo marca Nashone entregando valores de disipación de energía.

Tabla N°5.42: Características técnicas de equipo medidor de consumo Nashone.

Parámetro	Valor
Input voltaje	250V, 50Hz
Operating current	16 ^a
Accuracy Standard:	Class 1.0
Power dissipation:	<0,8 w

Se realizó un diagnóstico en función de los equipos de computación presentes en las áreas de operación del edificio, en el 2do piso, 1er piso y subterráneo. Con fin de recabar información de la cantidad de computadores presentes en el edificio y tiempo de uso durante las actividades académicas de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente. Para esto se recopilaron características como la marca, la potencia nominal, tipo de procesador y su velocidad, junto con el consumo real mediante un equipo para la medición de consumo eléctrico.

b) Identificación de áreas y equipos clave

Se identificaron los equipos de computación clave, en las áreas de operación presentes dentro del edificio, se encuentran destacados en el anexo N°32 de cálculo energético y selección de equipos clave, los cuales registran un mayor consumo entorno a el promedio de los consumos en equipos de computación presentes en EIM.

Así se priorizó el reemplazo de estos equipos por equipos más eficientes energéticamente.

c) Cálculo de rendimiento de equipos

Para el cálculo del rendimiento de los equipos, se realizó la tabulación de las mediciones realizadas a cada marca de equipo en la que se utilizó como referencia la medición realizada a el equipo más eficiente, y así compararlo con el resto de los equipos para evaluar el su rendimiento (Tabla N°5.43)

Tabla N°5.43: Medición de rendimiento de equipos de computación.

Área de operación	Tipo de equipo	Marca/modelo	Características	Consumo eléctrico [kWh]	Tiempo medición (h)	Potencia X [kW]	% rend.
Sala de memoristas	ALL IN ONE	Hp proOne400 G6 24	Intel core i5-10500/3.10 Ghz // 8GB ram //6 procesadores	0,023	0,5003	0,046	67,43%
Profesor Hernán	All in One	HP Hp proOne 600 G5	Intel core i7-9700//3.0 Ghz // 16 GB Ram // 8 procesadores	0,023	0,5003	0,046	67,43%
Sala computación	Notebook	Dell Vostro 14-3468	Intel core i5-7200U// 2.5Ghz // 2 procesadores	0,016	0,5006	0,032	46,88%
Sala computación y memoristas	Torre	Lenovo 3598BR5	Intel core i3-3220 // 3.30Ghz // 2 procesadores	0,018	0,5008	0,036	52,71%
Profesora María Paz V	Notebook			0,01	1,4666	0,007	100,00%
Profesor Joao C.	Notebook			0,011	0,5166	0,021	31,23%
Profesor Jairo	notebook			0,023	1,8	0,013	18,74%
Salas 2,1-3// 1,1-2	All in One	Lenovo 3574NYS	Intel core i3-3220 // 3.30Ghz //330 Mhz // 2 procesadores // 4GB ram	0,027	0,7214	0,037	54,89%
Profesor Osciel C.	Notebook			0,011	0,5167	0,021	31,23%
Profesor Javier A.	Torre	Lenovo 3598BR5	Intel core i3-3220 // 3.30Ghz // 2 procesadores	0,018	0,5008	0,036	52,71%
Profesor Hugo D.	All in One	HP Hp proOne 600 G5	Intel core i7-9700//3.0 Ghz // 16 GB Ram // 8 procesadores	0,023	0,5003	0,046	67,43%
Profesora Yenny O.	Notebook			0,011	0,5167	0,021	31,23%
Profesor Héctor A.	Torre	Lenovo 3598BR5	Intel core i3-3220 // 3.30Ghz // 2 procesadores	0,018	0,5008	0,036	52,71%
Profesora Lorena A.	Notebook			0,011	0,5167	0,021	31,23%
Profesor Daniel U.	Desktop	Dell Optiplex		0,006	0,196	0,031	44,90%
Profesora Romina A.	Desktop	Dell Optiplex		0,006	0,196	0,031	44,90%

d) Cálculo del desempeño y el ahorro energético

Los resultados del cálculo del ahorro energético a partir de la propuesta de reducción de potencia por cambios de equipo de computación energéticamente más eficientes, resultan ser los consumos entre la potencia de la situación inicial con los computadores del año 2022, en los cuales comprende la renovación de notebooks marca “Dell” y la potencia final de los equipos de computación energéticamente más eficientes, durante el tiempo de uso académico asociado a cada área de operación, como se muestra en el anexo N°33 de cálculo del desempeño energético de equipos de computación eficientes.

El desempeño energético es el ahorro de energía (medido en kWh) que se conseguiría con la implementación de la medida de mitigación. Si el ahorro se consigue mediante la reducción de la potencia, el cálculo del desempeño energético se obtiene multiplicando la diferencia entre la potencia inicial antes de aplicar la medida y la final después de aplicarla por el tiempo. (MTD Energéticas, U Chile).

$$\text{Desempeño energético (kWh)} = (Potencia_{Inicial}(W) - Potencia_{Final}(W)) \times \text{Tiempo (h)}$$

Se presenta en la tabla N°5.44 un resumen del ahorro energético realizado entre el escenario normal y el mitigado con los equipos eficientes

Tabla N°5.44: Resumen de reducción energética por mitigación de luminarias.

Categoría	Escenario	Tipo de equipo	Total anual [kWh]
Energía	Normal	Computadores	1333,97
		Pantallas	142,42
		Equipos sumados	1476,38
	Mitigado	Computadores	1030,43
		Pantallas	0
		Equipos sumados	1030,43

Permitiendo estimar un consumo inicial de energía de 1476,38 kWh por uso de computadores y pantallas, y evaluando el escenario mitigado con los equipos eficientes, estimando un consumo final de 1030,43 kWh. (Anexo 34)

5.3.3 Cálculo de huella considerando medidas de mitigación propuestas

5.3.3.1 Cálculo de reducción de huella de carbono por módulos fotovoltaicos proyecto a de autoconsumo

Para el cálculo de la huella de carbono considerando la mitigación con módulos fotovoltaicos para el autoconsumo, se estableció a partir de los registros de consumo energético (Sección 5.1.4.4) identificados en el levantamiento de información, del cual se presenta el consumo eléctrico normal (en kWh).

A partir de esto se analizó que, a partir de esta diferencia, es posible establecer que solo se genera autoconsumo de la energía eléctrica del edificio, estimando un remanente para el mes de febrero el cual resulta ser una cantidad muy pequeña de energía, por lo que se omite esta situación en relación con el valor de retorno de la inyección.

En relación con esto se realizó la tabla N°5.45, para detallar la situación en cada mes del año.

Tabla N°5.45: Energía consumida al sistema con reducción por sistema fotovoltaico de autoconsumo.

Mes	Consumo normal [kWh]	Generación Eléctrica [kWh]	Ahorro de energía [kWh]	Consumo red [kWh]
ENERO	4.440	3.590	3.590	850
FEBRERO	3.060	3.014	3.014	46
MARZO	5.100	2.882	2.882	2.218
ABRIL	4.980	2.076	2.076	2.904
MAYO	5.880	1.348	1.348	4.532
JUNIO	6.300	1.208	1.208	5.092
JULIO	5.940	1.250	1.250	4.690
AGOSTO	4.800	1.690	1.690	3.110
SEPTIEMBRE	4.920	2.416	2.416	2.504
OCTUBRE	4.920	3.100	3.100	1.820
NOVIEMBRE	5.700	3.316	3.316	2.384
DICIEMBRE	4.620	3.622	3.622	998
Total [kWh]	60.660	29.512	29.512	31148

Para luego realizar el cálculo de huella utilizando el factor de emisión multiplicado por el valor de la actividad en unidades equivalentes.

- **Factor de emisión**

Para evaluar la emisión de Huella de carbono utilizaremos el factor de emisión para consumo eléctrico entregado por el reporte de emisiones Sen de Energía Abierta, de la **Tabla N°5.24**, en la Sección 5.2.3.

- **Reducción de emisión de CO₂ equivalente**

En relación con el registro de consumo con la medida de mitigación por sistema fotovoltaico, se realizó una comparación de la emisión de CO₂ equivalente para el consumo eléctrico mensual normal sin reducción de energía, la emisión de CO₂ equivalente mensual con la reducción de la mitigación y la nueva emisión expuestas en la tabla N°5.46.

Tabla N°5.46: Energía consumida al sistema con reducción por sistema fotovoltaico de autoconsumo.

Mes	Emisión normal Del edificio [tonCO ₂ eq]	Emisión reducida [tonCO ₂ eq]	Nueva emisión con reducción [tonCO ₂ eq]
ENERO	1,36	1,10	0,26
FEBRERO	1,03	1,01	0,02
MARZO	1,91	1,08	0,83
ABRIL	1,90	0,79	1,11
MAYO	2,24	0,51	1,72
JUNIO	2,38	0,46	1,92
JULIO	1,99	0,42	1,57
AGOSTO	1,34	0,47	0,87
SEPTIEMBRE	1,15	0,56	0,58
OCTUBRE	0,92	0,58	0,34
NOVIEMBRE	1,11	0,65	0,46
DICIEMBRE	1,00	0,79	0,22
Total [tonCO ₂ eq]	18,35	8,43	9,92

Para el cálculo de la huella de carbono reducida por los paneles fotovoltaicos, se estableció un delta entre el consumo normal mensual, y la generación eléctrica producida por el sistema fotovoltaico.

Se estimó que a partir de la implementación del proyecto a de sistema de generación fotovoltaica para el autoconsumo es posible reducir un promedio mensual de 0,82 ton de CO₂ equivalente, y anualmente se reduce en 8,43 ton de CO₂ equivalente del consumo eléctrico en el edificio, dando una nueva emisión de 9,92 ton de CO₂ equivalente.

5.3.3.2 *Calculo de reducción de huella de carbono por módulos fotovoltaicos proyecto B de inyección a la red*

Para el cálculo de la huella de carbono considerando la mitigación con módulos fotovoltaicos para el autoconsumo, se estableció a partir de los registros de consumo energético (Sección 5.1.4.4) identificados en el levantamiento de información, del cual se presenta el consumo eléctrico normal (en kWh).

En relación con esto se realizó la tabla N°5.47, para la energía generada y la situación en cada mes del año.

Tabla N°5.47: Energía consumida y generada por el sistema fotovoltaico con inyección de energía a la red.

Mes	Consumo normal [kWh]	Generación Eléctrica [kWh]	Energía remanente	Consumo red (kWh)	Situación
ENERO	4440	8526	4086	0	Inyección
FEBRERO	3060	7158	4098	0	Inyección
MARZO	5100	6845	1745	0	Inyección
ABRIL	4980	4931	0	49	Autoconsumo
MAYO	5880	3202	0	2678	Autoconsumo
JUNIO	6300	2869	0	3431	Autoconsumo
JULIO	5940	2969	0	2971	Autoconsumo
AGOSTO	4800	3914	0	886	Autoconsumo
SEPTIEMBRE	4920	5738	818	0	Inyección
OCTUBRE	4920	7362	2442	0	Inyección
NOVIEMBRE	5700	7875	2175	0	Inyección
DICIEMBRE	4620	8603	3983	0	Autoconsumo
Total [kWh]	60660	69992	-9332	10015	Inyección

A partir de esta tabla es posible analizar la energía remanente, en la cual, a partir de la generación de 95 módulos fotovoltaicos es posible cubrir el requerimiento energético durante verano y primavera, además, generando parte de un autoconsumo y consumo de la red a partir de mediados de otoño y durante invierno.

- **Factor de emisión**

Para evaluar la emisión de Huella de carbono utilizaremos el factor de emisión para consumo eléctrico entregado por el reporte de emisiones Sen de Energía Abierta, de la **Tabla N°5.22**, en la Sección 5.2.3.

A partir del consumo eléctrico de la red, se multiplicó con el factor de emisión mensual para determinar las emisiones de CO₂ en kg CO₂ equivalentes por mega Watt-hora entregado en la tabla N°5.48.

Tabla N°5.48: Energía consumida al sistema con reducción por sistema fotovoltaico con inyección a la red.

Mes	Emisión normal Del edificio [tonCO ₂ eq]	Emisión reducida por inyección [tonCO ₂ eq]	Nueva emisión con reducción de mitigación [tonCO ₂ eq]	Nueva emisión consumida de red con mitigación [tonCO ₂ eq]
ENERO	1,36	2,62	-1,26	-
FEBRERO	1,03	2,41	-1,38	-
MARZO	1,91	2,56	-0,65	-
ABRIL	1,90	1,89	0,02	0,02
MAYO	2,24	1,22	1,02	1,02
JUNIO	2,38	1,08	1,30	1,30
JULIO	1,99	1,00	1,00	1,00
AGOSTO	1,34	1,10	0,25	0,25
SEPTIEMBRE	1,15	1,34	-0,19	-
OCTUBRE	0,92	1,38	-0,46	-
NOVIEMBRE	1,11	1,54	-0,42	-
DICIEMBRE	1,00	1,87	-0,87	-
Total [tonCO ₂ eq]	18,35	19,99	-1,65	3,58

La nueva emisión consumida a la red con la implementación del sistema fotovoltaico con inyección a la red es de 3,58 ton CO₂ equivalente, además, se estimó que es posible reducir un promedio mensual de 1,76 toneladas de CO₂ equivalente. Si bien, el sistema cubre con la generación anual la totalidad de las emisiones pertenecientes al alcance 2 dentro del edificio, este presenta una baja generación de energía dejando consumo a la red durante el mes de abril, mayo, junio, julio y agosto.

5.3.3.3 Cálculo de reducción de huella de carbono por cambio de luminarias

Para el cálculo de la huella de carbono considerando la mitigación con cambio de luminarias, se establecieron los registros de consumo energético y horas de uso mensual de las luminarias identificados en el levantamiento de información.

Del diagnóstico realizado para la identificación y cálculo de los equipos de iluminación clave en el escenario inicial de las luminarias del edificio (Anexo 9), se realizó el recálculo con los equipos eficientes se obtuvo la tabla N°5.49 para el recambio de las luminarias.

Tabla N°5.49: Energía consumida y reducción por cambio de luminarias.

Parámetro	Valor
Consumo normal luminarias [kWh]	24.233,86
Consumo luminarias eficientes [kWh]	19.773,67
Reducción [kWh]	4.460,20
Reducción [MWh]	4,46

Para así realizar el cálculo de huella utilizando el factor de emisión, multiplicado por el valor de la actividad en unidades equivalentes.

- **Huella de carbono mitigada**

Para evaluar la emisión de Huella de carbono utilizaremos el factor de emisión para consumo eléctrico entregado por el reporte de emisiones Sen de Energía Abierta, de la **Tabla N°5.22**, en la Sección 5.2.3. A partir de esto se obtuvo la tabla resumen N°5.50.

Tabla N°5.50: Resumen de mitigación de CO₂eq para el consumo eléctrico por luminarias

Parámetro	Valor	Unidad
Emisión de CO ₂ por electricidad inicial del edificio	18,35	[tonCO ₂ eq]
Emisión de CO ₂ por energía consumida por luminarias inicial	7,42	[tonCO ₂ eq]
Delta de Reducción	1,38	[tonCO ₂ eq]
Emisión de CO ₂ por energía consumida por luminaria final	6,05	[tonCO ₂ eq]
Reducción del consumo energético	7,52	%

A partir del resultado de la medida de mitigación por cambios en las luminarias, es posible reducir 1,38 toneladas de CO₂ equivalente, reduciendo un 7,52% de toneladas de CO₂ equivalente anual, a partir de una emisión normal de 7,42 toneladas de CO₂ equivalente se logra una emisión reducida de 6,05 toneladas de CO₂ equivalente.

5.3.3.4 Cálculo de reducción de huella de carbono por cambio de equipos de computación con sello energético

Para el cálculo de reducción de huella de carbono, se analizó la propuesta para el recambio de computadores por el recambio de equipos con sellos energéticos que garanticen un menor consumo (Energy star, EPEAT, entre otros). Según la estimación presentada en la tabla 5.43 del cálculo de desempeño y ahorro energético en el escenario normal de consumo, en conjunto a sus emisiones los cuales fueron recopilados en la tabla N°5.51.

Tabla N°5.51: Resumen de energía consumida y mitigación por cambio de equipos de computación.

Parámetro	Valor	Unidad
Consumo normal equipos de computación	1476,38	[kWh]
Consumo computadores eficientes	1030,42	[kWh]
Reducción	445,95	[kWh]
Reducción	0,45	[MWh]

Para así realizar el cálculo de huella utilizando el factor de emisión, multiplicado por el valor de la actividad en unidades equivalentes.

- **Huella de carbono mitigada**

Para evaluar la emisión de Huella de carbono utilizaremos el factor de emisión para consumo eléctrico entregado por el reporte de emisiones Sen de Energía Abierta, de la **Tabla N°5.22**, en la Sección 5.2.3. A partir de esto se obtuvo la tabla resumen N°5.52.

Tabla N°5.52: Resumen de reducción energética por mitigación de luminarias.

Escenario	Tipo de equipo	Total anual (tonCO ₂ eq)
Normal	Computadores	0,39
	Pantallas	0,04
	Equipos sumados	0,43
Mitigado	Computadores	0,30
	Pantallas	0
	Equipos sumados	0,30

La huella de carbono estimada para el escenario normal para el consumo eléctrico de los computadores y pantallas es de 0,43 toneladas de CO₂ equivalente, así mismo se estimaron en el escenario mitigado con los computadores eficientes y no consumo por uso de pantallas de 0,30 toneladas de CO₂ equivalente

En la tabla N°5.53 se resume las estimaciones obtenidas por mitigación de equipos.

Tabla N°5.53: Resumen de mitigación para el consumo eléctrico por cambio de equipos de computación

Parámetro	Valor	Unidad
Emisión normal por equipos de computación	0,43	[tonCO ₂ eq]
Reducción por mitigación	0,13	[tonCO ₂ eq]
Nueva huella de emisión equipos eficientes	0,30	[tonCO ₂ eq]
% de reducción	7,52	%

5.3.3.5 Resumen de cálculo de huella de carbono con medidas de mitigación propuestas.

Los resultados del cálculo de la huella de carbono considerando las medidas de mitigación propuestas se muestra en la tabla N°5.54:

Tabla N°5.54: Reducciones de emisión por proyectos de mitigación.

Plan de mitigación	Reducción de emisión [tonCO ₂ eq/año]
Sistema PV Inyección a la red	14,79
Sistema PV Autoconsumo	8,43
Cambio de luminarias	1,38
Cambio a computadores eficientes	0,13

La implementación de estas medidas de mitigación arrojó que para el proyecto de mitigación para sistema fotovoltaico con inyección a la red se estima la reducción de 14,79 toneladas de CO₂ equivalente por año. Para el proyecto de autoconsumo se estima la reducción de 8,43 toneladas de CO₂ equivalente; para el proyecto de cambio de luminarias se estima 1,38 toneladas de CO₂ equivalente al año y para el proyecto de cambio de computadores se estima una reducción de emisiones de 0,13 ton de CO₂. Los valores anteriores se resumen en la tabla N°5.55.

Tabla N°5.55: Resumen de reducción por proyectos de mitigación.

Proyecto	Sistema PV Inyección a la red	Sistema PV de Autoconsumo	Recambio de luminarias	Cambio de equipos de computación
Emisión normal por electricidad del edificio [tonCO ₂ eq]	18,35	18,35	7,42	0,43
Mitigación [tonCO ₂ eq]	14,77	8,43	1,38	0,13
Nueva huella de emisión de electricidad [tonCO ₂ eq]	3,58	9,92	6,05	0,30
Porcentaje de reducción	80,49%	45,95%	7,52%	0,71%
Huella de carbono inicial total del edificio [tonCO ₂ eq]	1069,01	1069,01	1069,01	1069,01
Huella de carbono final total del edificio [tonCO ₂ eq]	1054,24	1060,58	1067,63	1068,88

En base a los resultados obtenidos del alcance 2, la huella de carbono del consumo eléctrico total inicial del edificio es equivalente a 18,35 tonCO₂eq.

A partir de la mitigación del proyecto de inyección de energía a la red, es posible reducir 14,77 toneladas de CO₂ equivalentes, resultando una nueva huella de consumo eléctrico total del edificio de 3,58 toneladas de CO₂ equivalentes, permitiendo una reducción de la emisión en un 80,49% anual.

A partir del proyecto de autoconsumo, es posible reducir 8,43 toneladas de CO₂ equivalentes, resultando una nueva huella de consumo eléctrico total del edificio de 8,72 toneladas de CO₂ equivalentes, permitiendo una reducción de la emisión en un 52,49% anual.

El proyecto de cambio de luminarias, se estima una emisión normal de electricidad de 7,42 ton de CO₂, resultando que por esta mitigación es posible reducir 1,38 toneladas de CO₂ equivalentes, resultando una nueva huella de consumo eléctrico total del edificio de 16,97 toneladas de CO₂ equivalentes.

5.4 Evaluar la huella de carbono técnica y económicamente, considerando el plan de medidas desarrollado

5.4.1 Levantamiento de información preliminar

5.4.1.1 Valorización de la inyección de entrada de energía

Según el D.S. 57/2020 en su art 53°. – Las inyecciones de energía eléctrica que realicen los Usuarios Finales que dispongan de un Equipamiento de Generación, serán valorizadas al precio de nudo de energía que las Empresas Distribuidoras deban traspasar mensualmente a sus clientes finales sometidos a regulación de precios, incorporando las menores pérdidas eléctricas de la Empresa Distribuidora asociadas a estas inyecciones de energía.

En relación con lo anterior, la valorización de la inyección de electricidad se basa en el marco regulatorio de la Ley 20571, la cual permite proyectos de generación distribuida en Chile. Considerando las tarifas históricas y los precios asociados al Netbilling de Inyección, donde se establece que la energía inyectada se valora al mismo nivel que la tarifa de energía. Esta valorización dependerá de la tarifa acordada entre el cliente y sus requisitos energéticos, así como de la valorización de distribución de energía por parte de la empresa distribuidora Chilquinta”.

En relación con lo anterior, la valorización de la inyección de electricidad basándose en el marco regulatorio de la ley 20571, que permite los proyectos de generación distribuida en Chile

considerando las tarifas históricas y los precios asociados al Netbilling de inyección, en el cual se establece que la energía inyectada se valora al mismo nivel que la tarifa de energía. Esta valorización estará determinada por la tarifa acordada entre el cliente y sus requisitos energéticos, así como por la valorización de distribución de energía por parte de la empresa distribuidora Chilquinta.

5.4.1.2 Tarifas de energía

Para el periodo comprendido al año 2022, el edificio de la Universidad de Valparaíso posee una tarifa BT-3, con una potencia conectada de 150 kVA. Esta opción de tarifa entrega conexión a la red en baja tensión con demanda máxima de potencia leída, para clientes con al menos medición de energía y demanda máxima de potencia leída. Los cargos asociados a esta tarifa se encuentran en la tabla N°5.56 y 5.57.

Tabla N°5.56: Cargos de Suministro Eléctrico asociados a la Tarifa BT3 del edificio y Tarifas de Inyección.

Fuente: Chilquinta.

Tarifas BT3		Unidad	ZS3 Valparaíso
Administración del servicio Cargo fijo mensual BT3	Cargo fijo mensual	\$/mes	1.655,82
Transporte de electricidad Cargo por uso del sistema	Cargo por uso del sistema de transmisión	\$/kWh	4,171
	Cargo por servicio público	\$/kWh	0,701
Cargo por energía		\$/kWh	95,715
Cargo por potencia contratada presente en punta o demanda máxima de potencia leída presente en punta		\$/kWh/mes	27.762,967

Tabla N°5.57: Cargos de Suministro Eléctrico asociados a la Tarifa BT3 del edificio y Tarifas de Inyección.

Fuente: Chilquinta, 2023

Tarifas BT3	Unidad	ZS3 Valparaíso
Cargo por potencia contratada parcialmente presente en punta o demanda máxima de potencia leída parcialmente presente en punta	\$/kWh/mes	14.197,426
Tarifa de Inyección a la red		Unidad
Energía Inyectada en Baja tensión de distribución	\$/kWh	89,156

5.4.1.3 Tasa de descuento

La tasa social de descuento es entregada por la Subsecretaría de Evaluación Social, en su informe entregado en marzo del año 2023, se establece que no se ha realizado una variación en el porcentaje de la tasa social respecto al año 2022, cuyo valor se mantiene en 6% para proyectos de inversión pública.

5.4.2 Evaluación de proyecto

5.4.2.1 Evaluación económica para medida de reducción por sistema fotovoltaico de autoconsumo

I. Beneficios sociales asociados a medidas de mitigación

Los beneficios que pueden identificarse en este proyecto social resultan por la disminución de costos, como el ahorro de costos por no consumo de electricidad a la red. De esta forma, se consideraron dentro de los ingresos o beneficios proyectados para un sistema fotovoltaico de autoconsumo, solo el ahorro en energía auto consumida por el sistema fotovoltaico (tabla N°5.58), esto debido a que la instalación abastecerá los requerimientos energéticos del edificio y no la inyección de energía a la red.

Tabla N°5.58: Generación y energía ahorrada según rendimiento de panel fotovoltaico, entre los años 1 a 25 de operación.

Año	Garantía de Rendimiento	Generación	Energía ahorrada [kWh]	Consumo de la red
1	98	29512	29.512	31.148
2	97,45	29346	29.346	31.314
3	96,9	29181	29.181	31.479
4	96,35	29015	29.015	31.645
5	95,8	28849	28.849	31.811
6	95,25	28684	28.684	31.976
7	94,7	28518	28.518	32.142
8	94,15	28353	28.353	32.307
9	93,6	28187	28.187	32.473
10	93,05	28021	28.021	32.639
11	92,5	27856	27.856	32.804
12	91,95	27690	27.690	32.970
13	91,4	27524	27.524	33.136
14	90,85	27359	27.359	33.301
15	90,3	27193	27.193	33.467
16	89,75	27028	27.028	33.632
17	89,2	26862	26.862	33.798
18	88,65	26696	26.696	33.964
19	88,1	26531	26.531	34.129
20	87,55	26365	26.365	34.295
21	87	26199	26.199	34.461
22	86,45	26034	26.034	34.626
23	85,9	25868	25.868	34.792
24	85,35	25703	25.703	34.957
25	84,8	25537	25.537	35.123

De esta manera se evaluó el ahorro a partir de la degradación de la generación del panel en según el 0,05 % de rendimiento garantizado por ficha técnica del producto entregado por el fabricante y la energía generada a hasta el término de su vida útil de 25 años.

II. Costos sociales asociados a medidas de mitigación

- Costos de inversión

La inversión que se debe realizar para la compra del sistema fotovoltaico, para así generar 21,6 kWh de energía utilizando energía solar, los costos de inversión social considerados vienen dados en la tabla N°5.59 en donde se detalla el valor para cada ítem, identificando las principales inversiones asociadas a la cotización de 40 paneles de 540 Watts y 2 inversores ONGRIS Solis-S5-GR1P10K, insumos solares y de materiales eléctricos (Anexo 20).

Tabla N°5.59: Sistema fotovoltaico y material eléctrico a cotizar.

Tipo de costo social	Categoría	Ítem	Cantidad	Precio unitario (Iva inc.)	Precio unitario (UF)	Precio total (UF)
Costos de inversión	Sistema PV	Panel Solar Canadian Solar 540w	40	\$249.385	6,78	271,15
		Solis-S5-GR1P10k	2	\$2.227.680	60,55	121,10
	Material eléctrico	Cables solares 6mm y eléctricos EVA 6mm (mts)	3%	\$304.982		11,77
		Tablero eléctrico	1	\$27.620	0,75	0,75
		Automáticos DC 2P 550v 16A Suntree	4	\$28.886	0,49	1,96
		INTERRUPTOR DIFERENCIAL TIPO a2x16 – 30 mA	3	\$16.886	0,90	0,90
		Termomagnético bipolar	4	\$13.548	0,37	1,47
		Materiales de construcción sistema fotovoltaico	Angulo aluminio estructura solar	4	\$32.234	0,72
	Riel de aluminio (5200mm) 5.2m		5	\$26.519	0,84	4,22
	Conector Unión placa 40mm		25	\$896	0,02	0,5
	Mano de obra	Mano de obra calificada	1	\$1.300.000	34,28	34,28
		Mano de obra Semi-calificada	2	\$1.520.000	41,32	82,63

Para esto se realizó una cotización en Tecnored para la compra de 40 módulos fotovoltaicos de 540W, 1 Inversor Canadian Solar ONGRID modelo CSI-15K-T400GL03-E cotizado con el proveedor de mercado público en Solartex (Anexo 20). Materiales eléctricos como cables solares se evaluó con porcentaje de 3% del valor del sistema fotovoltaico, tablero eléctrico, 3 interruptores diferenciales 16 amperes y 4 termomagnéticos bipolares DC y 4 automáticos AC.

Además, a partir del dimensionamiento se tomó en consideración los materiales de construcción del sistema fotovoltaico, la compra ángulos de aluminio para la estructura, los rieles de aluminio y uniones de placas solares de 40mm.

- Costos de operación (OPEX)

Dentro de los costos de operación se contabilizaron las mantenciones e insumos asociados a el costo de mantener operativo el sistema (tabla N°5.60). El mantenimiento preventivo busca evitar o mitigar las consecuencias de fallas de los equipos del sistema y así aumentar su disponibilidad, limitar costos y aumentar la vida útil del sistema fotovoltaico. Es por eso, que, para un adecuado mantenimiento es necesario realizar la limpieza de los módulos. La acumulación de polvo y suciedad en el módulo, objetos como hojas, papeles excremento de animales, ramas de árboles entre otros, impiden el ingreso de la energía solar en las células FV y ocasiona una disminución de la energía eléctrica generada. La limpieza es económica y se recomienda usar cantidades abundantes de agua (sin detergentes o disolventes) y un utensilio de limpieza de cerdas suave (Esponja o algodón).

Tabla N°5.60: Costos sociales de OPEX.

Tipo de costo social	Categoría	Ítem	Cantidad	Precio mercado publico	Valor total (UF)
Costos de operación	Mantención	Agua	10	2% de la inversión	8,42
		Personal técnico	2		
	Arriendo equipo de seguridad	Arneses de seguridad	3	\$50.000	4,08
	Arriendo de estructuras	Arriendo andamios	1	\$150.000	4,08

III. Precio social de la mano de obra

Para el precio social de la mano de obra se estableció según el factor de corrección social (FCSMO) estipulado según el reporte anual de “Precios sociales, Ministerio de desarrollo social y familia 2022”, el tipo de mano de obra requerida según las competencias y complejidad de las labores de instalación para la correcta certificación y declaración TE-4 para instalaciones ONGRID es necesario mano de obra calificada, e instaladores semi certificados con cursos para montaje e instalación de instalaciones fotovoltaicas. El valor del salario bruto correspondiente se muestra en la tabla N°5.61.

Tabla N°5.61: Precios sociales de mano de obra.

Mano de obra	Cantidad	FCSMO	Salario bruto (CLP)	Precio social de mano de obra (CLP)	Valor (UF)	Valor total (UF)
Mano de obra calificada	1	0,97	1.300.000	1.261.000	34,28	34,28
Mano de obra semi-calificada	2	0,95	800.000	760.000	41,32	82,63

IV. Flujo de costo sociales netos

El flujo social del proyecto para la instalación de un Sistema fotovoltaico de autoconsumo se encuentra en el anexo 21. Esta representa la inversión junto a la utilidad correspondiente al proyecto. La utilidad corresponde a la diferencia entre los beneficios sociales asociados a el ahorro y costos sociales de la inversión, operación, mantención del sistema y tarifa por suministro de energía, junto al valor de desecho.

V. Indicadores de Rentabilidad

a) Valor actual neto social (VAN)

Se calculo el Van utilizando una tasa social de descuento vigente de un 6%, la cual va a representar el costo de oportunidad que posee el país, cuando utiliza recursos para financiar proyectos. Estimando un Van Social de 638,54 UF siendo un valor positivo, que, para este proyecto social si es conveniente realizar la ejecución de este proyecto.

b) Tasa interna de retorno (TIR):

A partir del flujo social se obtuvo una TIR del 17 % para el sistema fotovoltaico de autoconsumo

c) Periodo de recuperación (PB):

El último periodo con flujo acumulado negativo es el 5to periodo, el valor absoluto del último flujo acumulado negativo es 70,21, el valor del flujo social del siguiente periodo es 89,65 se obtuvo un periodo de recuperación de 5,78, tiempo en el que se recuperara la inversión realizada para el proyecto del sistema solar para autoconsumo.

VI. Indicadores costo-eficiencia

a) Valor anual de Equivalente (VAE)

Obteniendo como resultado un VAE de 638,54 UF para el proyecto de mitigación de autoconsumo evaluado en 25 años.

b) Costo anual equivalente

Obteniendo como resultado un CAE de -46,64 UF de cuanto se debería recibir anualmente durante los 25 años para una tasa de descuento de 6%, para que el valor de esos pagos sea igual al VAE, para el proyecto de reducción por sistema fotovoltaico de autoconsumo.

5.4.2.2 Evaluación económica para medida de reducción por sistema fotovoltaico de inyección a la red.

I. Beneficios sociales asociados a medidas de mitigación

Los beneficios que pueden identificarse en este proyecto social por el beneficio por la disminución de costos, como el ahorro de costos de electricidad (Tabla N°5.62). Se consideraron dentro de los beneficios sociales proyectados para un sistema fotovoltaico de inyección a la red, la energía remanente producto de la generación del sistema fotovoltaico respecto al consumo eléctrico del edificio y el ahorro al disminuir el consumo de energía proveniente de la red. Esto debido a que el escenario que se plantea para la instalación de este sistema es para la inyección durante el primer mes.

De esta manera se evaluó la degradación de la generación del panel en relación con el 0,05 % de rendimiento garantizado por ficha técnica del producto y la energía generada a hasta el término de su vida útil.

Tabla N°5.62: Generación y energía ahorrada según rendimiento de panel fotovoltaico.

Año	Garantía de Rendimiento	Generación	Energía inyectada a la red [kWh]	Energía ahorrada [kWh]	Consumo de la red
1	98	69992	19347	50.645	10.015
2	97,45	69599	19238	50.361	10.299
3	96,9	69206	19130	50.077	10.583
4	96,35	68814	19021	49.792	10.868
5	95,8	68421	18913	49.508	11.152
6	95,25	68028	18804	49.224	11.436
7	94,7	67635	18696	48.940	11.720
8	94,15	67242	18587	48.655	12.005
9	93,6	66850	18478	48.371	12.289
10	93,05	66457	18370	48.087	12.573
11	92,5	66064	18261	47.803	12.857
12	91,95	65671	18153	47.518	13.142
13	91,4	65278	18044	47.234	13.426
14	90,85	64885	17935	46.950	13.710
15	90,3	64493	17827	46.666	13.994
16	89,75	64100	17718	46.382	14.278
17	89,2	63707	17610	46.097	14.563
18	88,65	63314	17501	45.813	14.847
19	88,1	62921	17393	45.529	15.131
20	87,55	62529	17284	45.245	15.415
21	87	62136	17175	44.960	15.700
22	86,45	61743	17067	44.676	15.984
23	85,9	61350	16958	44.392	16.268
24	85,35	60957	16850	44.108	16.552
25	84,8	60565	16741	43.823	16.837

II. Costos sociales asociados a medidas de mitigación

Al realizar un análisis económico en SPV es importante tener en consideración que la inversión juega un papel importante al establecer una rentabilidad. Optimizando el uso de la instalación con el fin de evitar sobredimensionamientos que aumenten los costos de inversión.

La inversión que se debe realizar para la compra del sistema fotovoltaico se encuentra en la tabla N°5.63 en donde se detalla el valor para cada ítem, para así generar 69,99 kWh de energía utilizando energía solar, identificando las principales inversiones asociadas a la cotización de la compra del sistema solar.

Tabla N°5.63: Inventario de costos sociales para sistema fotovoltaico con inyección a la red.

Tipo de costo social	Categoría	Ítem	Cantidad	Precio unitario (Iva inc.)	Precio unitario (UF)	Precio total (UF)	
Costos de inversión	Sistema PV	Panel Solar Canadian Solar 540w	95	\$249.385	6,78	643,98	
		Solis-S5-GR1P10K	5	\$2.227.680	60,55	302,76	
	Material eléctrico	Cables solares y eléctricos EVA 6mm	3%				28,40
		Tablero eléctrico	1	\$27.620	0,75	0,75	
		Automático AC 16Amp	4		0,90	3,62	
		Interruptor diferencial tipo A 2X25	12	\$33.290	0,90	10,86	
		Interruptor termomagnético 2P tipo A 2x16A - 10kA	10	\$13.548	0,37	3,68	
	Materiales de construcción sistema PV	Angulo aluminio estructura solar	4	\$26.560	0,72	2,89	
		Riel de aluminio 5.2m	44	\$31.020	0,84	37	
		Conector unión placa 40mm	180	\$729	0,02	3,57	

Para esto se realizó una cotización en Tecnoled para la compra de 95 módulos fotovoltaicos de 540W y 1 Inversor Solis ONGRID modelo S5-GR1P10K cotizado en un distribuidor verificado de Mercado publico Solartex (Anexo 20). Materiales eléctricos como cables solares y EVA, se evaluó con porcentaje de 3% del valor del sistema fotovoltaico, tablero eléctrico, automáticos AC e interruptor termomagnético bipolar para entrada de fotovoltaica en conjunto a los materiales de montaje y construcción del sistema solar.

Además, se tomó en consideración los materiales de construcción del sistema fotovoltaico, como lo es el ángulo de aluminio para la estructura, los rieles de aluminio y uniones de placas solares de 40mm.

- Costos de operación (OPEX)

Mantenimiento del sistema FV

Para el mantenimiento del sistema fotovoltaico se establecen los mismos parámetros para la instalación solar de autoconsumo (tabla N°5.64).

Tabla N°5.64: Inventario de costos de operación para sistema fotovoltaico con inyección a la red.

Tipo de costo social	Categoría	Ítem	Cantidad	Valor (UF)	Valor total (UF)
Mantenición	Material Mantención	Agua	10	2% del costo del sistema PV	20,75
	Personal de mantención	Personal técnico	2		
Arriendo equipo de seguridad	Arneses de seguridad	3	\$50.000	1,36	4,08
Arriendo de estructuras	Arriendo andamios	1	\$150.000	4,08	4,08

III. Precio social de la mano de obra

Para el precio social de la mano de obra se estableció a partir del factor de corrección social según el tipo de mano de obra requerida para la instalación el valor del salario bruto correspondiente (tabla N°5.65).

Tabla N°5.65: Inventario de precio social de mano de obra para sistema fotovoltaico con inyección a la red.

Categoría	Ítem	Cantidad	Factor de corrección social	Salario bruto (CLP)	Precio social (CLP)	Valor total (UF)	Valor total (UF)
Mano de obra	Mano de obra calificada	1	0,97	\$1.300.000	\$1.261.000	35,28	35,28
	Mano de obra semi-calificada	2	0,95	\$800.000	\$760.000	41,32	82,63

IV. Flujo de costo sociales netos

El flujo social del proyecto para la instalación de un Sistema fotovoltaico de inyección a la red o se encuentra en el Anexo N°22.

V. Indicadores de Rentabilidad

A partir de los flujos de beneficios netos, deben calcularse los indicadores de rentabilidad Valor actual neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR)

a) Valor actual neto social (VAN)

Se calculo una Van utilizando una tasa social de descuento vigente de un 6%, la cual va a representar el costo de oportunidad que posee el país, cuando utiliza recursos para financiar proyectos. Que, para este proyecto social, la implementación es realizada por la institución estatal publica y autónoma, la Universidad de Valparaíso

De esta forma se obtuvo por el flujo social del proyecto un valor de VAN social de 1.268,92 UF por el proyecto sistema fotovoltaico con inyección a la red.

b) Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa de retorno evaluada en el flujo social del proyecto entrega un TIR del 15%.

c) Periodo de recuperación (PB)

Para el periodo de recuperación, el último periodo con flujo acumulado negativo es el periodo 6, el valor absoluto del último flujo acumulado negativo es 61,07 UF, el valor del flujo social del siguiente periodo es 210,10 UF, los resultados entregan que la cantidad de periodos en el que se recuperara la inversión realizada para el proyecto de reducción con inyección a la red. El periodo de recuperación estimado es de 6,29 años.

VI. Indicadores costo-eficiencia

a) Valor actualizado económico (VAE)

Obteniendo como resultado un VAE de 1.268,92 para el proyecto de mitigación de sistema fotovoltaico con inyección a la red.

b) Costo anual equivalente

Obteniendo como resultado un CAE de -99,26 para el proyecto de mitigación de sistema fotovoltaico con inyección a la red evaluado a 25 años.

5.4.2.3 Evaluación económica para medida de reducción por cambio de luminarias

I. Beneficios sociales asociados a medidas de mitigación

Los beneficios que pueden identificarse en este proyecto social por el beneficio por la disminución de costos, como el ahorro de costos de electricidad. Los ingresos sociales proyectados presente en la medida de reducción por cambio de luminarias viene asociado a el ahorro producido por el sistema eficiente de luminarias en comparación al escenario normal (Anexo 25). De esta manera se evaluó el ahorro de las ampollitas y tubos led en relación con la degradación del % de flujo luminoso hasta su vida útil (Anexo N°19). Además, es posible contabilizar un beneficio adicional, debido a

ahorrar comprando los mismos equipos que pueden resultar más caros, en comparación con el escenario eficiente

II. Costos sociales asociados a medidas de mitigación

Los costos sociales asociados a esta medida son los equipos led eficientes, y los costos de los tubos no eficientes que se encuentran presentes sin medidas. Los costos de inversión sociales se muestran en la tabla N°5.66.

Tabla N°5.66: Inventario de precio de Sistema iluminación.

ITEM	ITEM	Vida útil anual [h]	Vida útil [h]	Cantidad para compra	Valor mercado publico (UF)	Valor mercado (UF)	Valor total (UF) + IVA
Equipos presentes sin medida	Tubo fluorescente 40W	5,02	10.000	23	0	0,057	1,31
	Tubo fluorescente 36W	5,02	10.000	55	0	0,049	2,67
	Megabright led t8 128cm	20,22	40.000	443	0	0,041	18,17
	Megabright led t8 cm	20,10	40.000	127	0	0,041	5,14
	Ampolleta E27 70W	7,5	10.000	24	0,099	0	2,83
	Ampolleta Led E27 9,5	7,5	10.000	10	0,019	0	0,23
Medida eficiente	Led Megabright T8 4000k	20,1	40.000	178	0,041	0	24,31
	Megabright t8 128cm 6000k	20,1	40.000	464	0,041	0	7,23
	Ampolleta led A65 E27	7,5	15.000	41	0,03	0	1,41

Se realizó la cotización en la sección de las ferreterías en mercado público (Anexo 28), para establecer el stock de luminarias presentes, en donde se seleccionó para recambio 178 tubos led t8 marca Megabright de 4000k y 464 tubos led t8 marca Megabright de 6000k y 41 ampolletas led E27 modelo A65.

III. Precio social de la mano de obra

- Costos de operación

Se considerará el trabajo realizado por 2 personas para llevar a cabo el recambio de luces de tubo fluorescentes estándar de alto consumo, por luces de tubos fluorescentes led y ampolletas led de bajo consumo como se explicita en la tabla N°5.67. Dentro de la mano de obra se contempla la instalación de luminarias y el recambio de ampolletas por la mano de obra no calificada,

Tabla N°5.67: Mano de obra para cambio de luminaria

Mano de obra	Unidad	Factor de corrección social	Salario bruto pp. (CLP)	Precio social de mano de obra (CLP)	Precio social total de mano de obra (CLP)	Valor unitario (UF)	Valor total (UF)
No calificada	2	0,91	600.000	\$546000	\$496.860	13,51	27,01

Luego se realizarán instalaciones para el recambio de las luces con menor vida útil al año 7,5 por lo cual se consideró nuevamente mano de obra, 1 persona no calificada para el recambio de ampolletas.

IV. Flujo de costo sociales netos

El flujo de costos sociales netos corresponde a la utilidad, la diferencia entre los beneficios y los costos sociales, que serán el ahorro producido por el cambio de los tubos fluorescentes a led, además del valor de ahorrar la inversión de seguir comprando los mismos tubos no eficientes. Los costos sociales de la inversión, resulta ser la compra de los tubos fluorescentes y el recambio a lo largo de la vida útil de cada tubo. El flujo social del proyecto para el recambio luminarias se evaluó a 20 años y se encuentra en el Anexo N°23.

Esta representa la utilidad correspondiente al proyecto, la diferencia entre los beneficios sociales asociados a el ahorro y costos sociales de la inversión, operación, mantención del sistema y tarifa por suministro de energía, junto al valor de desecho.

V. Indicadores de Rentabilidad

A partir de los flujos de beneficios netos, deben calcularse los indicadores de rentabilidad Valor actual neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR)

a) Valor actual neto social (VAN)

Se calculo una Van utilizando una tasa social de descuento vigente de un 6%, la cual va a representar el costo de oportunidad que posee el país, cuando utiliza recursos para financiar proyectos.

El flujo de caja social de este proyecto establece un VAN Social de 157,29 UF

b) Tasa interna de retorno (TIR)

El flujo de caja social de este proyecto establece un TIR de 466% de retorno de la inversión

c) Periodo de recuperación (PB)

A partir del Van social positivo para el proyecto de cambio Según el último periodo con flujo acumulado negativo que es el de la inversión 0, el valor absoluto del último flujo acumulado negativo es de 2,60 UF, el valor de flujo social del siguiente periodo es de 12,13. A partir del Van social positivo, se estima que el periodo de recuperación para la medida de reducción por cambio de luminarias es en 0,21 años ya se recuperó la inversión.

VI. Indicadores costo-eficiencia

a) Valor anual equivalente (VAE)

Obteniendo como resultado un VAE de 157,29 UF para el proyecto de recambio de luminarias a eficientes.

b) Costo anual equivalente (CAE)

Obteniendo como resultado un CAE de -13,71 para el proyecto de recambio de luminarias evaluado a 20 años.

5.4.2.3 Evaluación económica para medida de reducción por cambio de equipo de computación

I. Beneficios sociales asociados a medidas de mitigación

Los beneficios sociales asociados a el cambio de equipos de computación son a partir del ahorro energético por la compra de equipos más eficientes energéticamente, y a el ahorro por inversión de evitar comprar los mismos equipos menos eficientes y más costosos. Se estimó que el ahorro generado por los equipos al primer año es de 445,96 kWh. Los beneficios se encuentran en el anexo N°24.

II. Costos sociales asociados a medidas de mitigación

Se evaluaron los costos asociados a la inversión de la medida de reducción por cambio de equipos (tabla N°5.67), para esto se recopilo información de los costos de inversión el día 31 de diciembre del 2023 (Anexo 29), para el escenario normal el cual sugiere ser seguir comprando computadores torres, estimando el mismo consumo eléctrico.

Según el Servicio de impuestos internos, la UF que se registra para el día 31 de diciembre es de \$36.789,36. Los costos sociales se ven en la tabla N°5.68.

Tabla N°5.68: Inventario de costos sociales asociados a equipos de computación.

Ítem	Cantidad	Vida útil anual	Valor mercado público (US\$)	Valor mercado público (CLP)	Valor mercado (CLP)	Valor pieza (UF)	Valor total (UF)
Computador escenario normal							
Desktop Lenovo M75Q Windows 11 Pro-AMD RYZEN 7 pro 5750GE 16 GB RAM 512 S3D Gama 3	63	6	608	\$640.019	-	17,40	243,56
Computador eficiente							
Laptop Lenovo 14 Windows	14	6	527	\$554.753	-	15,08	177,40
HP Pro	12	6	-	-	\$419.000	11,42	136,99
Notebook Dell Vostro	37	6	-	-	\$420.000	11,42	422,40

III. Precio social de la mano de obra

El precio social de la mano de obra resulta ser la necesidad de instalación de los equipos en las áreas de operación para lo que se estimó la necesidad de 1 persona sin la necesidad de ser calificada (tabla N°5.68), con conocimientos básicos para la puesta en marcha de los equipos de computación en las salas de clases. Dando un precio social total de mano de obra de 13,51 UF.

Tabla N°5.69: Inventario de precio de mano de obra.

Mano de obra	Unidad	Factor de corrección social	Salario bruto (CLP)	Precio social de mano de obra (CLP)	Precio social total de mano de obra (CLP)	Precio social total de mano de obra (UF)
No calificada	1	0,91	\$600.000	\$546.000	\$496.860	\$13,51

IV. Flujo de costos sociales netos

El flujo de costos sociales del proyecto para el recambio luminarias fue evaluado a 20 años y se encuentra en el Anexo N°24. Esta muestra los beneficios y costos sociales, el ahorro producido por ocupar equipos de computación más eficientes que los anteriores, además del valor de ahorrar en la compra de un equipo mucho más costoso.

V. Indicadores de rentabilidad

A partir de los flujos de beneficios netos, deben calcularse los indicadores de rentabilidad Valor actual neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR)

a) Valor actual neto social (VAN)

El Van social estimado para el flujo social del cambio de equipo de eficientes es de 1.275,17 UF, siendo este un valor positivo lo que, según criterio, el proyecto resulta conveniente para realizar.

b) Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno del proyecto, en relación con el flujo social, el valor del resultado porcentual escapa del rango numérico.

c) Periodo de recuperación (PB)

Para el proyecto de cambio de equipos el periodo de recuperación se estima según el último periodo con flujo acumulado negativo, dado a que la utilidad es positiva no hay último periodo negativo. Se estima que por el Van social positivo el periodo de recuperación para la medida de reducción por cambio de equipos al implementarlo ya se recupera la inversión.

VI. Indicadores costo-eficiencia

a) Valor anual equivalente (VAE)

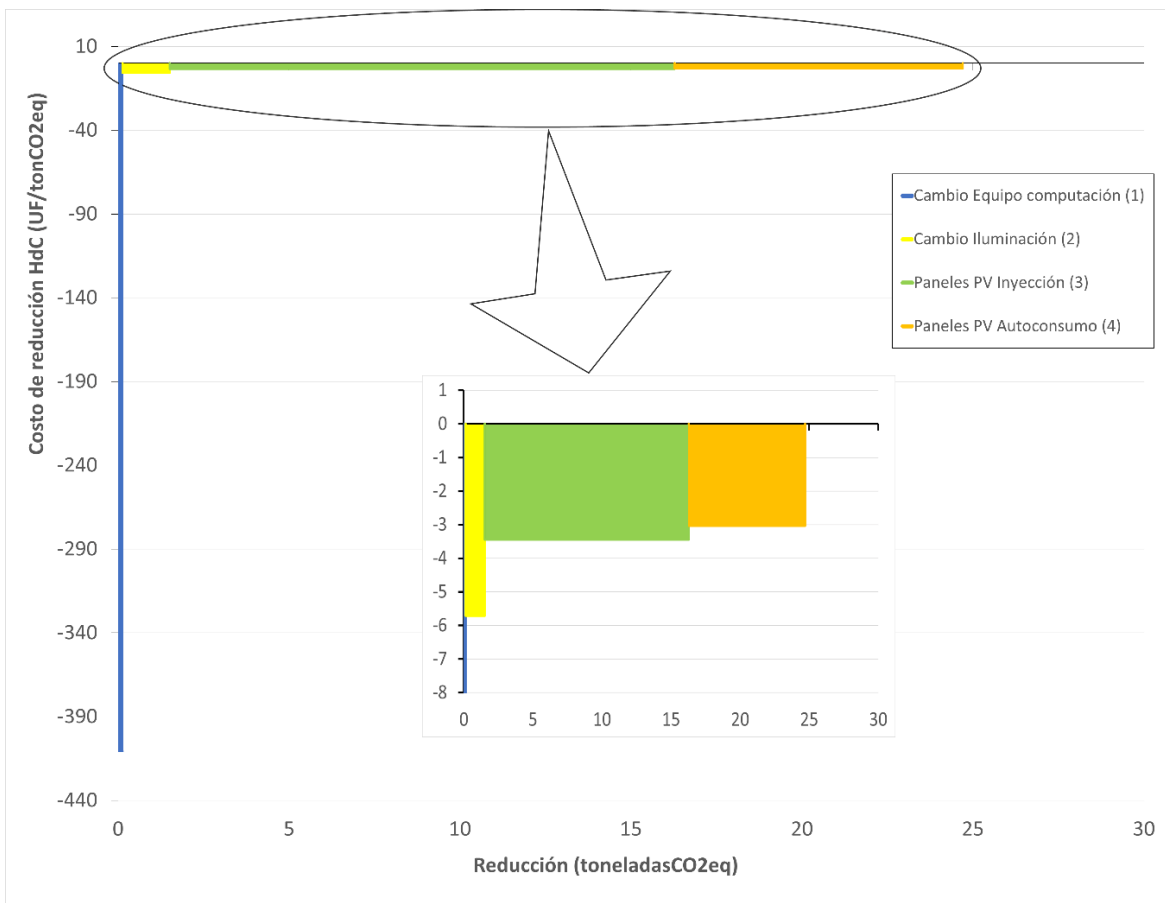
El VAE social del proyecto de cambio de computadores, se estimó 1.275,17 UF siendo este un valor positivo lo que, según criterio, el proyecto resulta conveniente para realizar.

5.4.3 Curva marginal de abatimiento (MAC)

La curva marginal de abatimiento, resulta ser una herramienta para analizar los costos de las medidas de mitigación desde distintas perspectivas. Las curvas MAC, se ordenan de forma creciente, según el costo de abatimiento (\$/tonCO₂eq), las distintas medidas de mitigación y el potencial de abatimiento de cada medida en la tabla N°5.70 y graficado en la figura N°5.17.

Tabla N°5.70: Resumen de las medidas de mitigación y costo de reducción anual de huella de carbono.

Proyecto	VAE (UF)	Tiempo de evaluación (Años)	VAE/Tiempo de evaluación (UF/Años)	Reducción de tonCO2eq	Costo de reducción anual (UF/CO2EQ)
Cambio Equipo computación	1275,17	24	53,13	0,13	410,70
Cambio Iluminación	157,29	20	7,87	1,38	5,71
Paneles PV Inyección	1.396,83	25	55,87	14,77	3,78
Paneles PV Autoconsumo	638,54	25	25,54	8,43	3,03
Escenario base iluminación	-118,18	20	-5,91	0,00	0
Escenario base computadores	-3078,84	24	-128,28	0,00	0


Figura N°5.17: Curva marginal de costos de abatimiento para propuestas de mitigación en EIM

Los resultados del indicador de costos de reducción (UF/tonCO₂equivalente), como resultado del análisis del VAE con el potencial de abatimiento de cada medida y ordenados de manera creciente, es posible determinar que los equipos de computación presentan una ganancia de retorno de 410,70 UF/tonCO₂equivalente por año. Así mismo para el proyecto de cambio de luminarias a eficientes, presenta una ganancia de retorno de 5,71 UF/tonCO₂eq por año. Para el proyecto de sistemas fotovoltaicos para inyección a la red se obtuvo 3,78 UF/tonCO₂eq por año, y para el sistema de autoconsumo el cual tuvo un retorno de 3,03 UF/tonCO₂eq por año.

6 DISCUSIÓN

En la Universidad de Valparaíso, la Escuela de Ingeniería Oceánica, ha realizado iniciativas como parte del Taller de Integración del Perfil de Egreso TIPE III, para abordar la cuantificación de la huella de carbono en dos edificios de la universidad, el edificio de la Escuela de Ingeniería Industrial ubicado en Av. Brasil #1786 y el edificio Hucke ubicado en General Cruz #222. Entre las cuantificaciones se identificaron fuentes de emisión de CO₂, siendo el transporte la mayor fuente de emisión. El periodo reportado es el año 2022, atribuyendo un total de 29 toneladas de CO₂ equivalente en cuanto a las emisiones de CO₂ producidas por electricidad para el edificio de la Escuela de Ingeniería Industrial. Para el Edificio Hucke, durante el mismo periodo de tiempo se registró un total de 46,5 toneladas de CO₂ equivalente para las emisiones.

En relación con el registro expuesto en el presente proyecto para el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente ubicado en Av. Brasil #2140, el resultado de las emisiones producidas por electricidad fue de 18,35 toneladas de CO₂ equivalente, logrando establecer que existe una menor emisión de CO₂ equivalente en relación con el consumo eléctrico en el edificio de las otras dos facultades.

Esto se vincula por la cantidad de salas y equipos de fuerza a los cuales se les da uso en las instalaciones durante el horario de uso académico, además de tener una mayor cantidad de alumnos académicos y carreras vinculadas al uso del edificio. Lo que en consecuencia produce un mayor consumo eléctrico, consumo hídrico, generación de residuos y emisiones por transporte.

En cuanto a transporte, solo se recopiló información de funcionarios y académicos, debido a que el periodo registrado fue realizado en pandemia y la incidencia de los estudiantes fue nula en las dependencias. En el edificio de la Escuela de Ingeniería Industrial se registró un consumo total de 47,3 toneladas de CO₂ equivalente, mientras que en el edificio Hucke para el mismo periodo fue de 107,6 toneladas de CO₂ equivalente. En busca de disminuir la huella de carbono, se generaron iniciativas en las cuales se propusieron cambios de hábitos asociados al consumo eléctrico y transporte.

Los resultados de emisión de CO₂ asociados a transporte en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente fueron de 1.046,70 toneladas de CO₂ equivalente, en donde se consideraron para el cálculo el trayecto y tipo de transporte de funcionarios, académicos y estudiantes. Siendo mayor

la emisión registrada con respecto a las otras facultades de la Universidad de Valparaíso, esto se explica por el retorno gradual a la presencialidad post Covid-19 durante el año 2022 y por la extensión del catastro a los estudiantes y académicos a diferencia de los otros cálculos en donde se estimó solamente con los funcionarios.

El plan de reducción de huella de carbono contempla la aplicación de 4 medidas de mitigación, la implementación de paneles solares fotovoltaicos con inyección a la red y para autoconsumo, eficiencia energética por recambio de luminarias y cambio de equipos de computación. El resultado de la reducción de la huella es evaluado de manera separada, por lo que, el resultado de la huella de carbono, el egreso producido por los ahorros de energía por los paneles fotovoltaicos, el ahorro por las luminarias y equipos de computación puede variar al tomarlas en conjunto en el flujo económico.

Estableciendo los parámetros iniciales para realizar una cuantificación de reducción o aumento de remociones de GEI, conforme a la NCh-ISO 14064/2:2019 referente al alcance del proyecto y a la “Guía de mejores técnicas y tecnologías para la reducción de emisiones de GEI en oficinas y en el sector agrícola”, abriendo la posibilidad de futuras reducciones emisiones en todos los alcances de la huella para obtener futuros sellos de reducción y de excelencia.

Las medidas de mitigación propuestas permiten generar un impacto al estimar una menor emisión de CO₂ equivalente asociado al consumo eléctrico, estableciendo que a partir de la instalación de un sistema fotovoltaico de autoconsumo con una generación de 29,51 kWp es posible mitigar 8,43 toneladas de CO₂ equivalente. Obteniendo una nueva huella por consumo eléctrico de 9,92 toneladas de CO₂ equivalente, reduciendo un porcentaje de 46,66% anual respecto a las emisiones normales.

La segunda medida permite generar un segundo escenario a partir de la instalación de un sistema fotovoltaico con inyección a la red, con una generación de 69,92 kWp, mitigando 14,77 toneladas de CO₂ equivalente. Obteniendo una nueva huella por consumo eléctrico de 3,58 toneladas de CO₂ equivalente, reduciendo un porcentaje de 80,49% anual respecto a las emisiones normales del consumo eléctrico.

La tercera mitigación permite un nuevo escenario de emisiones de CO₂ equivalente a partir de la reducción por cambio de luminarias, ésta estima un ahorro de 4.460,20 kWh, mitigando 1,38 toneladas de CO₂ equivalente. Obteniendo una nueva huella por consumo eléctrico de 16,97

toneladas de CO₂ equivalente, reduciendo un porcentaje de 7,52% anual respecto a las emisiones normales del edificio..

La cuarta mitigación establece el escenario de cambio de los computadores “tipo torre” Desktop con procesador I3 realizado en el laboratorio de computación, con implementación de notebooks de menor consumo el año 2022, junto a la comparación de los equipos torre en venta por Mercado Publico para el año 2023 para tener una comparación económica.

Según el resultado de la medición de los equipos, se abordó en comparación de los computadores con el notebook con menor consumo energético, para seleccionar los computadores clave para el reemplazo y mejora de eficiencia energética.

En relación a el flujo de los equipos de computación, el ahorro estimado anual puede variar en relación a el rendimiento de los equipos y su consumo energético por lo que para una estimación mas detallada se sugiere realizar un seguimiento a la variación del consumo anual.

Con relación al alcance 2, a partir de la eficiencia energética es posible la disminución del consumo eléctrico a través de una mejora en los equipos de fuerza, como se puede ser la compra de equipos de computación nuevos y por ende con un rendimiento energético más eficiente.

Con los antecedentes recopilados que abordan el cálculo de huella de carbono en instituciones de educación superior e iniciativas de programas nacionales, es posible evidenciar la necesidad que existe en avanzar en materias de carbono neutralidad, permitiendo iniciativas como la certificación del “Estado verde”, para la cuantificación de GEI.

Respecto al alcance 3 para residuos sólidos, es necesario realizar campañas de concientización y educación para la comunidad universitaria en busca de reducir las emisiones vinculadas a los residuos, a partir de una mejora en la segregación y cuantificación periódica de estos.

En lo que respecta el consumo hídrico, es posible evaluar medidas de eficiencia hídrica realizando mejoras de tecnológicas, utilizando aireadores o reductores de caudal en los grifos, reparar fugas o escape de estos. Instaurar mejoras de inodoro que consuman menos cantidad de agua al momento de generar descargas.

El diagnóstico realizado para elaborar el inventario de GEI, se realizó a partir del catastro de los equipos de fuerza registrados correspondiente a las áreas de operación en donde se consideró el uso de equipos eléctricos de las áreas de operación, como es el uso de salas, laboratorios, oficinas

y áreas de uso común, registrando las potencias asociadas a estos y estimando un consumo general para cada aparato. A partir de este catastro fue posible dilucidar la falta de registros en el uso de los equipos, por lo que la estimación del balance de equipos de fuerza se realizó en base a supuestos e información entregada por funcionarios, académicos y estudiantes.

Dentro de los equipos de fuerza registrados de sistemas de refrigeración, se identificó el uso de refrigerante R-410A en el sistema de aire acondicionado que se encuentra en el laboratorio de ecotoxicología. Como no existe registro de mantenciones del equipo respecto a la recarga de refrigerante, no es posible establecer la emisión de CO₂ equivalente. Se sugiere establecer mantenciones periódicas semestrales al equipo para determinar la cantidad de emisión fugitiva de refrigerante.

Se registro además el uso de los extintores presentes en el edificio, estableciendo que no existe consumo o gasto de polvo químico seco o de CO₂ en siniestros durante el año 2022. Llevando a cabo solo la mantención para chequear el estado del equipo y presión dentro del extintor. Para lo que se propone llevar un registro de las mantenciones y uso de los extintores, debido la emisión de CO₂ directa de estos dispositivos.

Para el alcance 1, se registró el uso de gas por boletas del edificio en el cual se asoció a la emisión por el consumo de gas natural de cañerías en actividades con uso de mechero Bunsen en los laboratorios. Por otra parte, durante el año 2022 no existe registro de compra de cilindros de gas licuado. Es necesario llevar una cuantificación del uso de cilindros de gas para un mejor cálculo de este alcance.

En relación con los sistemas de iluminación se realizó el catastro en el lugar evidenciando y realizando el conteo visual de las luminarias para el recambio de estas. Por lo que existe inexactitud para evidenciar las marcas en iluminaciones que se encuentran en el techo a distancia vinculando la identificación de estos al color emitido.

La metodología utilizada se elaboró siguiendo las directrices del GHG protocol. Esta es la herramienta de cálculo de HdC más utilizada para las distintas metodologías empleadas para calculo. En relación con la información que se requiere para llevar a cabo el cálculo, no se encontraron diferencias si se compara con otras propuestas de cálculo en instituciones de educación superior.

Se logró establecer un formato para ordenar y manejar la información disponible mediante el software Excel. No obstante, se comprobó que para la particularidad de información con la que puede contar o no contar una institución dificulta la automatización del inventario. Es por esto que la planilla de cálculo utilizada para este inventario es de creación y uso particular para este plan de reducción.

En cuanto a los resultados obtenidos, se puede evidenciar que el alcance 2 resulta ser el más adecuado para evaluar acciones de mitigación, dado a que estas alternativas de reducción son viables para realizar por la Universidad de Valparaíso. A diferencia del alcance 1 y 3, en donde es posible realizar acciones de mitigación como el ahorro de Gas natural o acciones vinculadas a campañas de concientización para el uso de un transporte más eficiente, pero no existe un cálculo tangible para evaluar esos escenarios.

En relación con los cálculos del alcance 3 de transporte de personal académico y alumnos, se realizó mediante el cálculo de la distancia estimada por Google Earth, tomando en consideración el trayecto desde la dirección de domicilio a el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente, el transporte utilizado y su respectiva emisión. Este cálculo de alcance en relación con otros trabajos sugiere tener una alta incertidumbre debido a que no contempla las distancias en las cuales no se utiliza un medio de transporte y para efectos de cálculo, solo se tomó en consideración el trayecto de ida y regreso al hogar por las actividades académicas.

Con respecto a la recopilación de información del alcance 3, se generaron 2 encuestas aplicadas a estudiantes y docentes, en las cuales se obtuvo una cantidad de 108 estudiantes y 20 funcionarios y 26 docentes, de un universo de 371 personas que fueron encuestados por lo que este alcance resulta tener una alta incertidumbre en torno al cálculo de la emisión.

Al contrastar los resultados obtenidos en los alcances 1, 2 y 3, con la Universidad de Chile y otras universidades es posible evidenciar que la mayor cantidad de emisiones se asocia a el alcance 2 y 3, algo que para efectos del cálculo en el edificio no resulta ser diferente, esto dado a que las emisiones registradas se concentran en el consumo eléctrico y el transporte.

Se evaluó la huella de carbono de forma económica, estimando los costos sociales de inversión de las mitigaciones propuestas. Se calcularon los costos sociales a partir del dimensionamiento fotovoltaico para la propuesta de mitigación por paneles fotovoltaicos para el autoconsumo mediante un flujo de caja social proyectado a 25 años, resultando de VAN Social positivo de 638,54

UF, determinando que la inversión es rentable y viable pues hay entradas positivas desde el 6to periodo, según el periodo de recuperación. Mientras, que la TIR calculada es de un 17% siendo este proyecto viable, ya que la tasa de rendimiento interno es mayor a la tasa mínima de rentabilidad exigida para el proyecto que se relaciona con la Tasa de Descuento Social (TSD) (6%).

Para el proyecto de mitigación por paneles fotovoltaicos para la inyección de energía a la red, se evaluó económicamente la instalación de un sistema fotovoltaico con inyección a la red mediante un flujo de caja social proyectado a 25 años, resultando un VAN Social de 1.268,92 UF, se obtiene que la inversión es rentable y viable pues hay entradas positivas desde el periodo 6,29, según el periodo de recuperación. Mientras, que la TIR calculada es de un 15% siendo este proyecto viable, ya que la tasa de rendimiento interno es mayor a la tasa mínima de rentabilidad exigida para el proyecto que se relaciona con la TSD de un 6%.

Las diferencias percibidas económicamente entre los proyectos solares fotovoltaicos de autoconsumo e inyección son la estimación de los valores actuales de los flujos sociales de los proyectos. El proyecto de autoconsumo presenta un Van social que sugiere ser la mitad que el proyecto de inyección. Además, según el porcentaje de ingresos que se obtiene periódicamente en la inversión, el proyecto de autoconsumo requiere la inversión de 40 paneles solares y 2 inversores estableciendo una TIR de 17%, a diferencia del proyecto de inyección que se requiere una inversión de 95 paneles solares y 5 inversores presenta una TIR de 15% por lo que el proyecto de autoconsumo tiene un porcentaje de ingresos periódicos mayor que el de inyección.

Se debe considerar que estos flujos pueden verse modificados a través del tiempo por las eventuales variaciones que se puedan producir en un futuro respecto a las tarifas de suministro eléctrico o por el aumento o disminución de los precios en los sistemas fotovoltaicos, por lo que es recomendable que se revalúe económicamente en un periodo de 5 a 10 años.

Lo que se paga por inyección al sistema no justifica la diferencia económica que existe entre el proyecto de autoconsumo y el de inyección, actualmente con los precios de inyección de energía provocan que la mitigación por inyección sea menos rentable que la propuesta de ahorro por autoconsumo, esto debido a el costo de la inversión inicial y el tiempo de retorno monetario.

Para el proyecto de cambio de luminarias se evaluó económicamente el cambio de las luminarias eficientes mediante un flujo de caja social proyectado a 20 años en donde se consideró 2 escenarios de inversiones, sin medida y con medida para evaluar la propuesta de ahorrar la inversión. En

consecuencia, resulta un VAN Social de 157,29 UF, estableciendo que la inversión es rentable y viable puesto que hay entradas positivas desde el, según el periodo de recuperación. Mientras, que la TIR calculada es de un 466% siendo este proyecto viable, ya que la tasa de rendimiento interno es mayor a la tasa mínima de rentabilidad exigida para el proyecto que se relaciona con la TSD de un 6%.

Para el proyecto de cambio de equipos de computación se evaluó mediante un flujo proyectado a 24 años, tomando en consideración los ingresos por ahorro energético y por la inversión de cambiar a una tecnología mas eficiente. La TIR es indicador de rentabilidad, al momento de ser estimada para efectos de este cálculo con ingreso por inversión representa un elevado retorno en torno a el flujo social.

A pesar de que el VAN y la TIR no son tan altos, se debe considerar que se realizaron 4 inversiones en torno a la vida útil y todo el retorno viene dado por el ahorro de las luminarias eficientes, por lo que no realizar el cambio de luminarias sugiere un mayor gasto, debido a que se debe realizar inversiones cada 5 años con las luminarias fluorescentes.

Es necesario tener en consideración que el análisis económico se proyectó a 25 años por la depreciación de los equipos fotovoltaicos y su vida útil. Por otra parte, se consideró para las luminarias la degradación lumínica y vida útil de estas evaluando el flujo de caja proyectado a 20 años. Así mismo para los equipos de computación, se proyectó el flujo a 24 años de uso de acuerdo a su vida útil.

En las alternativas de solución evaluadas para la mitigación de la huella de carbono en base a paneles fotovoltaicos el menor valor actual equivalente (VAE) es del proyecto de autoconsumo sin inyección a la red con un VAE de 638,54, mientras que el con inyección a la red el VAE es de 1.268,92 UF, por lo tanto, el proyecto más conveniente desde una mirada técnico-económico es el proyecto de autoconsumo teniendo un costo menor de inversión.

Por otro lado, en el proyecto de mitigación de cambio de luminarias el VAE es de 157,29 UF, siendo el más bajo de los tres proyectos por tener un monto de inversión menor que el resto. El proyecto de mitigación por cambio de equipos de computación resulta tener un VAE de 1.275,17UF, siendo este el proyecto con mayor rentabilidad de las 4 alternativas de mitigación.

Los resultados de la curva marginal de abatimiento (MAC) elaborado según el indicador de costos por tonelada de huella de carbono (UF/tonCO₂equivalente), se tuvo en consideración el valor actual

equivalente dividido en el tiempo de evaluación de cada proyecto para establecer los costos asociados y así elaborar un indicador según la cantidad de reducción realizada por cada mitigación.

Así, para la mitigación de cambio de equipos de computación evaluado a 24 años se obtuvo un indicador anual de 410,70 (UF/tonCO₂eq), para la mitigación por cambio de luminarias evaluado a 20 años se obtuvo un indicador anual de 5,71 (UF/tonCO₂eq), para la mitigación por sistema fotovoltaico para inyección de energía evaluado a 25 años se obtuvo un indicador anual de 3,44 (UF/tonCO₂eq) y para la mitigación por sistema fotovoltaico para el autoconsumo se obtuvo un indicador anual de 3,03 (UF/tonCO₂eq). Siendo la mitigación por cambio de equipos de computación la alternativa con mayor rentabilidad y retorno por tonelada de huella de carbono mitigada.

7 CONCLUSIÓN

En esta propuesta se desarrolló un plan de medidas para la mitigación de la huella de carbono como contribución a la sostenibilidad ambiental institucional. Para llevarlo a cabo, se realizó un diagnóstico de las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en actividades y procesos desarrollados en la escuela mediante el diagnóstico realizado para el año base 2022, periodo en que se produjo el retorno a la presencialidad post pandemia COVID-19, se generó la recopilación de información en las distintas áreas presentes en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente para elaborar un reporte de emisiones GEI institucional. Se establecieron los límites organizacionales a partir del estándar internacional GHG Protocol y así medir los alcances de la huella de carbono. Para el alcance 1 de emisiones directas, se obtuvo un total de 7,91 kgCO₂eq, mientras que para el alcance 2 de emisiones indirectas el total fue de 18.347,17 kgCO₂eq y en el alcance 3 de otras emisiones indirectas se calculó un total de 1.050.657,36 kgCO₂eq estimando una huella de 1.069,01 tonCO₂eq en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

El plan de medidas evalúa el recambio tecnológico a equipos de computación más eficientes logrando la disminución de 0,13 ton de CO₂eq anual. El recambio tecnológico en el sistema de iluminación reduciendo 1,38 ton de CO₂eq anual. Además, se propone la implementación de un sistema fotovoltaico para inyección a la red mitigando 14,77 ton CO₂eq anual, y un sistema fotovoltaico para satisfacer una parte del autoconsumo mitigando 8,43 ton CO₂eq anual.

Estos proyectos se evaluaron de manera técnica y económica para evaluar la huella de carbono técnica y económicamente, considerando el plan de medidas propuesto en base a estas evaluaciones el proyecto seleccionado para su implementación es el “Cambio de equipos de computación”, esto debido a los ingresos que sugieren una alta rentabilidad costo/reducción de 410,70 UF/tonCO₂eq por año.

Finalmente, de acuerdo con los resultados obtenidos, se desarrolló el cálculo y propuestas de mitigación de manera completa a partir del cumplimiento de todos los objetivos planteados, logrando así el registro de emisiones de GEI para el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, S., & Rodríguez, A. (2015). *Gestión de la huella de carbono*. [Consulta en Libro electrónico].
<https://elibro.net/es/ereader/uvalparaiso/53614>
- Almarza, D., Hernandez Venegas, J., & Soto Olea, G. (2016). *Guía de Operación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos*.
https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/guia_operacionmantenimiento_final.pdf
- Acesol (2016). *Guía Solar Fotovoltaica Hogares – Asociación Chilena de Energía Solar – AG*
- Alcantara, I (2018). *Instalación solar fotovoltaica conectada a red de 20MWpp*. Universidad de Sevilla.
- Ballesteros, H. B., & Aristizabal, G. L. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Subdirección de Meteorología (Bogotá, Colombia)*. 96p.
- Benavides, C. (2021, agosto). *Opciones para lograr la carbono-neutralidad en Chile: una evaluación bajo incertidumbre*. BID. Recuperado 14 de mayo de 2022, de <https://publications.iadb.org/es/opciones-para-lograr-la-carbono-neutralidad-en-chile-una-evaluacion-bajo-incertidumbre#:~:text=Chile%20busca%20alcanzar%20la%20carbono,reduzcan%20progresivamente%20con%20el%20tiempo>
- Castilla Cabanes, N., Blanca Giménez, V., Martínez Antón, A., & Pastor Villa, R. M. (2011). LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes.
- Doménech, J.L. (2007). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. AENOR ediciones. Madrid.
- Espíndola, César, & Valderrama, José O. (2012). *Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas*. *Información tecnológica*, 23(1), 163-176.
- Espíndola, C., Valderrama, J. O. (2018). *Huella de Carbono: Cambio Climático, Gestión Sustentable y Eficiencia Energética*. Chile: Editorial Universidad de La Serena.
- Energía abierta - Factor de emisión – Promedio mensual, Ministerio de energía.
<http://www.energiaabierta.cl/>. Consultado el 12-10-2023.
- Fernández, J. L. U. (2013). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. *Anales de la real academia de medicina y cirugía de Valladolid*, (50), 71-98.

Frohman, A (2013). Cálculo y Etiquetado de la Huella de Carbono – Seminario “Huella de carbono e Inventarios Corporativos”, CEPAL.

GFN, G. F. N. (2008). The ecological footprint atlas 2008. *Global Footprint Network: Oakland—CA, USA*.

GFN (2008). A time for change: Global footprint network 2008 annual report. Oakland. Global Footprint Network.

Gonzales Velasco, Jaime (2009). Energías renovables. Editorial Reverté

Greenhouse Gas Protocol. (2005, diciembre). *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero - Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte*. GHGprotocol. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiKmvrvyq74AhU1BLkGHThODuEQjBB6BAgHEAE&url=https%3A%2F%2Fghgprotocol.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fstandards%2Fprotocolo_spanish.pdf&usg=AOvVaw1P5Zla4vVMQYKKMPvqcjQT

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). *Resumen para responsables de políticas Resumen técnico*. IPCC. Recuperado mayo de 2022, de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_spanish.pdf

ISO. (2006). *Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*. Online Browsing Plataforma (OBP. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:en:esIPCC%20Resumen%20para%20responsable%20de%20políticas%20-%20Resumen%20técnico%202019>

MAPS Chile. (2016, marzo). *Acerca de los Costos de las Medidas de Mitigación analizados en el proyecto MAPS Chile*. Ministerio del Medio Ambiente. https://mapschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/costos_mitigacion_mapschile_2016.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). *Manual de usuario, herramienta de cálculo de gases de efecto invernadero organizacional*. Huella Chile. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiliO0tzK74AhU_BlkGHcyKCMkQFnoECCsQAQ&url=https%3A%2F%2Fhuellachile.mma.gob.cl

- %2Fwp-content%2Fuploads%2F2019%2F03%2FManualHC-20161219.pdf&usg=AOvVaw2PUjngl4uLu8r_1DKDex-8
- Mondéjar-Navarro (2011). La huella de carbono y su utilización en las instituciones universitarias. https://www.aepro.com/files/congresos/2011huesca/CIIP11_1950_1959.3388.pdf
- Nappa, O. Á. (2020, 18 diciembre). Elaboración y aplicación de metodología de cálculo de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero para la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, homologable para otras instituciones de Educación Superior. *Repositorio Académico - Universidad de Chile*. Recuperado 31 de mayo de 2022, de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/178055>
- Nordelo, A. B., Rodríguez, M. L., Yanes, J. M., de Armas Teyra, M. A., Perez, M. M., Castillo, J. D., ... & Perez, F. G. (2005). La gestión energética: una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial. *Energética*, (33), 65-69.
- Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. (2011). Carbon footprint: current methods of estimation. *Environmental monitoring and assessment*, 178(1), 135-160
- Roger L. Burritt, Joanne Tingey-Holyoak,(2012). Forging cleaner production: the importance of academic-practitioner links for successful sustainability embedded carbon accounting, *Journal of Cleaner Production*. ScienceDirect
- SEC (2020). Productos PV autorizados por la SEC
- SEC (2019) Declaración de instalaciones fotovoltaicas sin inyección de energía a la red e instalaciones fotovoltaicas aisladas
- Silva, S. (2019, marzo). *Cambio global: una mirada desde la biología*. Scielo. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482019000100009
- Sni Ministerio de desarrollo social (2013) – Metodología general de preparación y evaluación de proyectos.
- UNE (2019) – Normalización Española: “Norma 61730-1:2019” <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0061310>
- Universidad de Valparaíso – Estudiantes de Oceanía Calculan huella de carbono en edificios de la Facultad de Ingeniería. (s.f.). <https://uv.cl/archivo-noticias-uv/11922>

Yanchapanta, G. Á., & Vallejo, H. V. (2013). Diseño de una microred híbrida a base de energía fotovoltaica y energía térmica diésel para reducir la contaminación ambiental. Universidad de las Fuerzas Armadas. ESPE, 1-5.

Anexos

Anexo 1: Preguntas de encuesta para cálculo de huella de carbono en Google Forms.

Dirección de correo electrónico
Nombre Completo
Carrera de la Escuela de Ingeniería Ambiental
Calle de residencia 2022 (Ej. San Martín 227, Valparaíso)
Ciudad de residencia 2022 (Ej. Valparaíso, Viña del mar)
¿Cambiaste de residencia durante año 2022?
¿Te has cambiado de residencia el primer semestre 2022?
Calle de residencia durante el primer semestre 2022 (Ej. San Martín 227, Valparaíso)
¿Te has cambiado de residencia el segundo semestre 2022?
Calle de residencia durante el segundo semestre 2022 (Ej. San Martín 227, Valparaíso)
Medio de Transporte a la Universidad primer semestre 2022
Indique tipo de Combustible
Medio de Transporte a la Universidad primer semestre 2022
Indique tipo de Combustible
Añadir marca y modelo del Vehículo
Escriba su Rendimiento Aproximado (Km/L)

Anexo 2: Encuesta para estudiantes, docentes y funcionarios para el cálculo de huella de carbono.



Encuesta para Estudiantes - Calculo de Huella de Carbono en IAMB

Estimados Compañeros, mediante la siguiente encuesta se desea reunir información vinculada a la Huella de Carbono 2022 de nuestra Escuela de Ingeniería en Medioambiente a modo de gestionar iniciativas para reducir las emisiones de Gases de efecto invernadero y lograr que la institución educacional camine en un sendero hacia la Carbono Neutralidad.

Para saber de que trata este alcance de la huella de carbono a trabajar, te invito a llenar la siguiente encuesta! Muchas gracias.

La información proporcionada será trabajada de forma confidencial para el proyecto de tesis "Propuesta de plan de reducción de la huella de carbono en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso".

[Cambiar de cuenta](#)

Tu correo se registrará cuando envíes este formulario

***Obligatorio**

Nombre Completo *

Tu respuesta

Correo electrónico UV *

Tu respuesta

Carrera en la Escuela de Ingeniería Ambiental

Ingeniería Ambiental

Ingeniería Civil Ambiental

Postgrado

Siguiente Página 1 de 8 [Borrar formulario](#)



Encuesta de Docentes y Funcionarios para el Calculo de Huella de Carbono en IAMB

Estimados docentes y funcionari@s de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente, mediante la siguiente encuesta se desea reunir información vinculada a la Huella de Carbono 2021 - 2022 del Edificio de nuestra Escuela, para proponer iniciativas de reducción de las emisiones de Gases de efecto invernadero y lograr que la institución educacional camine en un sendero hacia la carbono Neutralidad.

Para saber de que trata este alcance de la huella de carbono a trabajar, te invito a llenar la siguiente encuesta! Muchas gracias.

La información proporcionada será trabajada de forma confidencial para el proyecto de título "Propuesta de plan de reducción de la huella de carbono en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente de la Universidad de Valparaíso".

[Cambiar de cuenta](#)

***Obligatorio**

Correo *

Tu dirección de correo electrónico

Nombre Completo

Tu respuesta

Cargo en la Escuela de Ingeniería en Medioambiente *

Funcionario

Docente

Docente Honorario

Siguiente Página 1 de 11 [Borrar formulario](#)

Anexo 3: Clasificación de Medidas de mitigación.

Clasificación	Área	Medida	Descripción	Nº de acciones
Fuentes fijas	Calefacción	Cambio de combustible	Cambio de combustible utilizado en calefacción, por un combustible asociado a tecnologías con menos emisiones, por ejemplo, Gas Natural o Gas Licuado.	1
		Mantenimiento sistemas de calefacción central	Sistemas de calefacción con mantenencias al día. Esto incluye evaluación de la eficiencia energética del sistema (Auditoria Energética). También se considera la revisión del sistema de transmisión de la energía y su aislación para mejorar la eficiencia del sistema en su conjunto.	2
		Optimización caldera	Optimización de la operación de la caldera para un uso eficiente. Considera la evaluación de la eficiencia y la regulación de la entrada de aire para maximizar la eficiencia de operación de la misma.	1

Clasificación	Área	Medida	Descripción	Nº de acciones
Adquisición de electricidad	Climatización	Bloquear filtraciones de aire	Bloqueo de filtraciones de aire con el objeto de evitar renovaciones de aire indeseadas que reduzcan la eficiencia del sistema de climatización.	1
		Implementación de nuevas tecnologías de climatización	Recambio de equipos de climatización por equipos más eficientes. También se consideran nuevas tecnologías que usen refrigerantes con menor potencial de calentamiento global.	2
		Mejores prácticas climatización	Prácticas operativas que permiten aumentar la eficiencia energética de los sistemas de climatización	2

Clasificación	Área	Medida	Descripción	N° de acciones
		Rediseño de fachada de techos y paredes	Mejorar aislación térmica estructural del establecimiento mediante un estudio de la fachada, permitiendo disminuir las pérdidas y maximizar la entrada de luz solar.	1
		Uso eficiente de AA	Uso de pautas para optimizar la operación de los sistemas de Aire Acondicionado, maximizando la eficiencia en su operación.	2
		Ventanas termo panel	Mejorar aislación térmica por medio del recambio de las ventanas, mejorando la envolvente térmica del establecimiento.	1
	Consumo electricidad	Implementación de paneles solares	Uso de energía no convencional, desplazando el consumo desde la red.	1
		Monitoreo de consumo energía	Monitorear el uso de energía para diseñar plan que permita gestionar el consumo	2
		Termo para agua hervida	Permite aumentar la eficiencia mediante el desplazamiento del uso innecesario del hervidor eléctrico	1
		Timer en equipos de cocina	Evitar consumos innecesarios en aparatos eléctricos de cocina.	1
	Eq. Oficina	Equipos con sellos energéticos	Recambio a equipos con sellos energéticos que garanticen un menor consumo (Energy Star, EPEAT, entre otros)	1
		Evitar consumos vampiros	Evitar el consumo de equipos en stand by mediante la instalación de regletas con interruptor único, o mediante el uso de aparatos compartidos.	2
		Mejores prácticas computación	Reducir el consumo de energía de computadores mediante la regulación de los parámetros de operación de los computadores.	3
	Iluminación	Mejores prácticas iluminación	Minimizar el uso de luz artificial mediante variaciones en las prácticas de los trabajadores.	2
		Optimización de luz artificial	Reducir el consumo de luz mediante la instalación de tecnologías, como sensores de movimientos, iluminación adaptable e interruptores por zona.	3
		Renovación sistema de iluminación	Recambio de tecnología a ampollas y/o tubos LED que cuentan con una mayor eficiencia energética.	2

Clasificación	Área	Medida	Descripción	N° de acciones
Bienes y servicios adquiridos	Consumo agua	Cambio de tecnologías en baños	Recambio a tecnologías más eficientes en baños (urinarios sin agua, aireadores para lavabos, inodoros con cisterna diferenciada, entre otros)	6
		Mejores prácticas en baños	Prácticas que permitan disminuir el consumo de los baños, incluye la mantención de baños al día para evitar pérdidas de agua	1
		Monitoreo de consumo agua	Realizar un seguimiento al consumo de agua para diseñar un plan de gestión del consumo de agua.	2
	Consumo papel	Digitalización de documentos	Evitar la impresión innecesaria de documentos mediante el uso de versiones digitales de los documentos, considera recomendaciones y buenas prácticas para el fomento de documentos digitales.	4
		Mejores prácticas impresión	Reducir la cantidad de insumos (papel y tinta) utilizado en impresión, mediante el ajuste de los parámetros de impresión en los computadores. Considera también recomendaciones y buenas prácticas.	5
		Monitoreo de consumo papel	Realizar un seguimiento al consumo de papel para el diseño de un plan de gestión del consumo del papel.	1
		Pull printing	Sistema tecnológico que individualiza las impresiones y permite realizar una mejor gestión de la impresión mediante el control de, por ejemplo, el número de impresiones por trabajador	1
		Re uso de papel	Uso de un banco de papeles con uso, pero aún útiles para impresiones de menor relevancia	1
		Tinta de bajo impacto	Utilizar tintas de origen sustentable, permitiendo reducir el impacto por unidad de tinta utilizada.	1
		Uso de papel con eco-label	Uso de papel de origen sustentable, permitiendo reducir el impacto por unidad de papel consumido	1
		Uso de papel reciclado	Uso de papel reciclado para impresión, permitiendo reducir el impacto por unidad de papel consumido	1

Clasificación	Área	Medida	Descripción	N° de acciones
Tratamiento y/o disposición de residuos	Reciclaje	Facilitar el reciclaje de desechos	Instalar el inmobiliario necesario para el reciclaje. Incluye implementar acciones que incentiven el reciclaje	2
		Reciclaje de equipos y desechos	Almacenamiento y posterior reciclaje de equipos electrónicos	2
Movilización de personas	Movilización de personas	Carpooling	Incentivar el uso compartido del auto como medio de transporte, disminuyendo las emisiones asociadas al uso de vehículos particulares	1
		Difusión de información ambiental	Difundir información respecto a los impactos ambientales y en la salud de las emisiones vehiculares, se puede complementar con información respecto a los beneficios de utilizar medios alternativos	2
		Estacionamiento de bicicletas	Instalación de inmobiliario que funcione como incentivo al uso de bicicletas	1
		Incentivos para carpooling	Medidas que incentiven el uso del auto compartido, como por ejemplo, el estacionamiento especial para autos compartidos	1
		Monitoreo de movilización trabajadores	Seguimiento al medio de transporte usado por trabajadores con el fin de generar un plan de gestión del mismo	1
		Sistema de gestión rutas y flotas	Reducir el consumo de combustible de autos de la empresa mediante la optimización de las rutas seguidas por estos.	1
		Mejores prácticas para evitar movilización innecesaria	Incentivar medidas que eviten el desplazamiento innecesario de los funcionarios, tales como el trabajo desde la casa	1
Viajes de negocios/aéreos	Viajes de negocio	Evitar viajes aéreos de negocio	Incentivar medidas que eviten el desplazamiento innecesario de los funcionarios, tales como las video conferencias	1

Anexo 4: Antecedentes de actividades realizadas en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Actividades	Semestre	Mes	Fecha	Cant dias habiles	Dias semi habil	Domingos
Periodo de Actividades academicas funcionarios	1er	Ene	3	15	3	3
Receso Anual	1er	Ene	24	20	4	4
Actividades academicas funcionarios	1er	Feb/Mar	21	10	2	2
Inicio clases con Inducción estudiantes	1er	Marzo	7	5	1	1
Inicio Periodo de clases 1S (Periodo total)	1er	Mar/Jul	14	85	16	16
Paralización Conftech 1S	1er	Jun/Jul	17	10	3	3
Periodo de Evaluaciones finales 1s	1er	Jul/Ago	25	5	1	1
Vacaciones invierno estudiantes	1er	Jul/Ago	22	5	1	1
Inicio 2S Periodo act. Academicos	2do	Ago	15	5	1	1
Periodo clases 2S	2do	Ago	22	76	13	14
Receso universidad	2do	Ago	8	5	1	1
Feriado fiestas patrias	2do	Sep	20	5	1	1
Semana Pausa estudiantil	2do	Nov	2	3	1	1
Receso universidad	2do	Dic	9	1	1	0
Pruebas finales	2do	Dic	19	9	1	1

Anexo 6: Calendarización de uso de auditorio del Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Detalle	Semestre	Mes	Días ocupados	Fecha	Horario	Tiempo de almuerzo total [Hr x días]	Tiempo Usado por día [Hr]
Claustro Facultad Ingeniería	1er	Enero	1	13/01/2022	08:30 - 13:30	1	5
-	1er	Febrero	0	-	-	0	0
Clases Ing. Civil - Biomedica	1er	Marzo	9	07 al 23/03/2022	10:15 - 17:45	1	7,5
Avances Estado Verde	1er	Marzo	1	24/03/2022	12:00 - 14:30	1	2,5
Reunion Directores Ing.	1er	Abril	1	13/04/2022	09:00 - 12:00	1	3
Prueba Estudiantes	1er	Abril	1	22/04/2022	08:30 - 10:00	1	1,5
Prueba Estudiantes	1er	Abril	1	28/04/2022	12:00 - 13:30	1	1,5
Avance Estado Verde	1er	Abril	1	28/04/2022	14:30 - 16:00	1	1,5
Seminario investigación	1er	Mayo	1	10/05/2022	14:30 - 17:45	1	3,5
Seminario investigación	1er	Mayo	1	17/05/2022	14:30 - 17:45	1	3,5
Seminario investigación	1er	Mayo	1	24/05/2022	14:30 - 17:45	1	3,5
Seminario investigación	1er	Mayo	1	31/05/2022	14:30 - 17:45	1	3,5
Charla arquitectura digital	1er	Mayo	1	26/05/2022	11:00 - 13:30	1	2,5
Prueba Asignatura	1er	Mayo	1	27/05/2022	16:15 - 18:00	1	1,75
Prueba Asignatura	1er	Mayo	1	30/05/2022	14:30 - 16:00	1	1,5
Prueba asignatura	1er	Junio	1	03/06/2022	08:30 - 10:00	1	1,5
Comité Ampliado Estado Verde	1er	Junio	1	16/06/2022	15:00 - 18:00	1	3
Prueba	1er	Junio	1	30/06/2022	15:00 - 18:00	1	3
Avance Estado Verde	2do	Agosto	1	25/08/2022	14:30 - 16:00	1	1,5
Defensa Trabajo Titulo	2do	Agosto	1	29/08/2022	14:30 - 16:00	1	1,5
Foro Cambio climatico	2do	Septiembre	1	01/09/2022	16:00 - 18:00	1	2
Cierre Programa pos título ing. En inf	2do	Septiembre	1	30/09/2022	12:00 - 13:30	1	1,5
Prueba asignatura	2do	Octubre	1	26/10/2022	16:00 - 18:00	1	2
Avance estado verde	2do	Octubre	1	27/10/2022	12:00 - 13:30	1	1,5
Evaluación Ing. Civil Biomédica	2do	Noviembre	1	08/11/2022	12:00 - 13:30	1	1,5
Campaña Reciclaje papel	2do	Noviembre	1	10/11/2022	12:00 - 13:30	1	1,5
Capacitación Estado Verde	2do	Noviembre	1	17/11/2022	12:00 - 13:30	1	1,5
Capacitación Estado Verde	2do	Noviembre	1	24/11/2022	12:00 - 13:30	1	1,5
Presentaciones clases	2do	Diciembre	1	12/12/2022	10:00 - 16:00	1	4
Defensa trabajo titulo	2do	Diciembre	14	16 al 30/12/2022	08:30 - 19:00	14	10,5

Anexo 7: Balance de consumo energético para equipos de fuerza en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

NIVEL	Área de operación	Categoría de área de operación	Detalle de la fuente de energía	Tipo de equipo	Cantidad	Equipo de fuerza	Potencia de equipo MAX [W]	Uso de equipo normalizado (0-1)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual	Consumo mensual promedio [kWh]	Consumo mensual máximo [kWh]	Potencia de equipo de medición [kW]	Tiempo total mediciones [h]	Potencia de Mediciones [kW]	
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Mono	1	Labtech LDO-150s Mono de con	2000	0,33	468,837	468,837	468,837	468,837	468,837	468,837	468,837	468,837	468,837	468,837	468,837	468,837	5926,047	3291,860	2344,106	-	-	-	
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Autoclave vertical	1	Autoclave vertical	5200	1	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	124,8	72,8	52	-	-	-	
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Mono	1	Valca A-550	2400	1	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	43,2	21,6	15,12	-	-	-	
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Centrifugadora de vsg	1	Labtech "Vortex8" Centrifidor	6000	1	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	216	126	90	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Bomba	1	Hilbrow Bomba de aire	33	1	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,948	0,528	0,375	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Centrifugs	1	Centrifugs mini-100c	220	1	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	2,76	1,56	1,11	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Centrifugs	1	Ciutec Hornis Z230A	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Medidor	1	Medidor de masa PH Oaloo Lor	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Agitador	1	Agitador magnetico digital IKA	415	0,5	14,34	14,34	14,34	14,34	14,34	14,34	14,34	14,34	14,34	14,34	14,34	14,34	14,34	172,05	96,63	68,70	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Lampara	1	Lampara led "Sunlight thin-100	100	1	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	61,2	734,4	402,24	286,56	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Bomba	1	Bomba de vacio Medipump mec	287,5	1	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	13,8	7,68	5,46	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Calentamiento co	1	Labtech hotplate stirrer model LI	500	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,014	0,017	0,826
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Spectrofotometr	1	Spectrofotometer Jenway 670	250	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72	42	30	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Balanzas de bar	1	Adam equipment AC6500H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Adam E AFA 300L	1	Adam E AFA 300L	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Molador	1	Moladora de carne DC-12	650	1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,30	0,21	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Bomba Laboratori	1	Bomba peristaltica Multirflow li	250	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	60	42	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	(Bomba peristaltica precisa) Lor	2	(Bomba peristaltica precisa) Lor	30	0,5	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,576	0,336	0,24	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Centrifugs	1	Labofuge As Herseer Separated	156	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Biorreactor	1	Infors Bioch Top biorreactor min	1840	1	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,8	441,6	251,6	184	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Gabinete	1	Labwit Laminar flow cabinet	380	1	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	18,24	10,64	7,6	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Refrigerador	1	Refrigerador Samsung Coolbeck	220	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2178	-	0,347
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Incubadora	1	Shaking Incubator Model LSI-30	600	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Incubadora	1	Hot humid incubator model BIP	280	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Refrigerador	1	Valp cientifica FTG-80	150	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Maeta calfactor	1	Heating Maeta LHM-0100F	300	1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7,2	4,2	3	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Factor de partic	1	Labtech LCB-R12	1500	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	18	10,5	7,5	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Agitador	2	Juul Mechanical Stirrer 3000RPM	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Biotecnología	Laboratorio	Consumo electricidad	Compresor	1	Compresor de aire HAIRAJ 30w	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Estufa	1	Estufa de escayuga acero tecnico	500	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Pastalla	1	Pastalla LG 55UP15C00F	11,3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Microscopio	1	(1) Microscopio Axiovert plus	65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Microscopio	0	(3) Microscopio Carl Zeiss	65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Microscopio	1	(3) Microscopio Primo Star	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Lab. de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Calfactor	1	Calfactor, calentador Selects 1f	460	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,103	0,255	0,40
2do piso	Lab. de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Refrigerador	1	Franz Adersnag 7205	1	1	37,82	37,82	37,82	37,82	37,82	37,82	37,82	37,82	37,82	37,82	37,82	37,82	37,82	453,86	264,75	183,11	17,65	-	1,26
2do piso	Lab. de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Microondas	1	Microondas Samsung MT112N (1150	1	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	6,96	4,03	2,88	-	-	-

NIVEL	Área de operación	Categoría de área de operación	Detalle de la fuente de energía	Tipo de equipo	Cantidad	Equipo de fuerza	Potencia de equipo MAX [W]	Uso de equipo normaliza en 0-13	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual	Cosmo ter zen [kWh]	Cosmo ter zen 2do sem [kWh]	Potencia de equipo de medición [kW]	Tiempo total medición [h]	Potencia en Medición [kW]		
2do piso	Lab. de Citotoxicidad	Laboratorio	Consumo electricidad	Estufa	1	Estufa Binder (Uso continuo de	800	0,1	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	69120	403,20	208,00	-	-	-	
2do piso	Lab. de Citotoxicidad	Laboratorio	Consumo electricidad	Microscopio	1	Microscopio Olympus CX21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006	0,345	0,017	
2do piso	Lab. de Citotoxicidad	Laboratorio	Consumo electricidad	Microscopio	0	(1) Microscopio Eoramus Ebioblab Lab	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,501	0,004	
2do piso	Lab. de Citotoxicidad	Laboratorio	Consumo electricidad	Teléfono	1	Teléfono oficina Aways J100	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Lab. de Citotoxicidad	Laboratorio	Consumo electricidad	Estufa	1	Estufa de piso Aways	1200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,096	0,169	0,569	
2do piso	Lab. de Citotoxicidad	Laboratorio	Consumo electricidad	Ventilador	1	Ventilador Pocco de micros (100%)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0,165	0,01	
2do piso	Lab. de Microalgas	Laboratorio	Consumo electricidad	Fotómetro	1	Fotómetro Haas Instrumenta	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,022	0,54	
2do piso	Lab. de Microalgas	Laboratorio	Consumo electricidad	Microscopio	1	Optika Microscopes Italy	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Lab. de Microalgas	Laboratorio	Consumo electricidad	Centrifuga	1	Centrifuga MSE 0-5786 s	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Lab. de Microalgas	Laboratorio	Consumo electricidad	Centrifuga	1	Centrifuga Sullaba Cilindral Valcon tecnologico	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Lab. de Microalgas	Laboratorio	Consumo electricidad	Refrigerador	1	refrigerador maduros altes 1200 20kV/htes	0,5454545	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	244,8	142,8	102	-	-	-
2do piso	Lab. de Microalgas	Laboratorio	Consumo electricidad	Medidor	1	PH-Metro Biate microprocesor plus-25cv PHW	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Salas de trabajo	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Tecnico laboratorio	Oficinas	Consumo electricidad	Computador	1	Computador leaono thinkcentre TORRE	1	0,67	0,27	0,39	1,02	1,02	0,94	1,02	1,02	0,97	0,92	1,13	1,19	1,19	1,19	11,31	5,32	5,39	0,018	0,501	0,018	
2do piso	Tecnico laboratorio	Oficinas	Consumo electricidad	Pantallas	1	Pantallas leaono	1	0,14	0,06	0,20	0,21	0,21	0,19	0,21	0,21	0,21	0,20	0,25	0,26	0,26	0,26	2,41	1,24	1,18	0,004	0,510	0,004	
2do piso	Salas 2.1	Salas	Consumo electricidad	Computador	1	Pc leaono thinkcentre i3-3220 3.30ghz	1	0,00	0,00	3,60	4,07	4,35	1,97	2,44	1,74	2,30	2,25	3,03	1,46	1,46	1,46	27,71	16,43	11,28	0,027	0,721	0,037	
2do piso	Salas 2.1	Salas	Consumo electricidad	Proyector	1	Proyector Epson PowerLite v14	244	1	0,00	0,00	17,82	19,34	20,25	9,85	11,36	5,65	7,47	8,93	9,84	4,74	115,27	78,63	36,64	0,122	0,502	0,122		
2do piso	Salas 2.2	Salas	Consumo electricidad	Computador	1	Pc leaono thinkcentre i3-3220 3.30ghz	1	0,00	0,00	1,92	2,29	2,34	1,08	1,41	1,86	2,41	3,14	3,20	1,63	21,38	9,03	12,35	0,027	0,721	0,037			
2do piso	Salas 2.2	Salas	Consumo electricidad	Proyector	1	Proyector Epson PowerLite v14	244	1	0,00	0,00	3,29	10,51	10,66	5,23	6,29	6,58	7,84	10,21	10,39	5,29	82,08	41,97	40,30	0,122	0,502	0,122		
2do piso	Salas 2.3	Salas	Consumo electricidad	Computador	1	Pc leaono thinkcentre i3-3220 3.30ghz	1	0,00	0,00	2,39	3,46	3,70	1,64	2,06	0,39	0,62	0,67	0,73	0,45	16,71	13,85	2,66	0,027	0,721	0,037			
2do piso	Salas 2.3	Salas	Consumo electricidad	Proyector	1	Proyector Epson PowerLite v14	244	1	0,00	0,00	12,79	14,30	15,06	7,05	8,42	1,28	2,01	2,19	2,37	1,46	66,92	57,62	9,30	0,122	0,502	0,122		
2do piso	Salas de estar	Salon general	Consumo electricidad	redes de internet	0	AIR-CAP21021-A-E3	15	1	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	129,6	75,6	54	-	-	-
2do piso	Baños	Baños	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Bodigos	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Oficinas 2.14	Oficinas	Consumo electricidad	redes de internet (G	1	VS-C2960X-04P5-L (Univerca	370	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Oficinas 2.14	Oficinas	Consumo electricidad	redes de internet (G	1	VS-C3560X-24T-E	350	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Oficinas 2.14	Oficinas	Consumo electricidad	redes de internet (G	1	VS-C2960X-24T5-LL (Univer	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Oficinas 2.14	Oficinas	Consumo electricidad	redes de internet (G	1	j3902s Switch 2510-48	22,1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Oficinas 2.14	Oficinas	Consumo electricidad	redes de internet (G	1	Forgate 50E	18	1	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	12,36	155,52	90,72	64,8	-	-	-
2do piso	Oficinas 2.14	Oficinas	Consumo electricidad	redes de internet (G	1	For700	20	1	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	172,8	100,8	72	-	-	-
2do piso	Salas computación	Salas	Consumo electricidad	Sistema de alimc	1	UPS BY SCHNEIDER ELECTRIK	300	1	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	2592	1512	1080	-	-	-
2do piso	Bodigos 2.02.1	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Baños	Baños	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Oficinas de memoriztas	Oficinas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Oficinas 2.3 Prof Varela	Oficinas	Consumo electricidad	Computador	1	Computador notebook leaono	65	1	0,31	0,14	0,47	0,45	0,50	0,45	0,45	0,87	0,85	1,03	1,06	1,06	1,06	7,66	2,15	4,31	0,01	1,467	0,007	
2do piso	Oficinas 2.10 Prof Joso	Oficinas	Consumo electricidad	Computador	1	Computador notebook leaono	1	1,17	0,49	1,87	1,69	1,88	1,74	1,69	2,68	2,46	3,10	3,26	3,13	25,22	10,52	14,63	0,011	0,517	0,021			
2do piso	Oficinas 2.15 Prof Osca	Oficinas	Consumo electricidad	Computador	1	Computador notebook	65	1	1,23	0,45	2,05	1,86	1,94	1,92	1,86	2,78	2,59	3,23	3,39	3,35	26,62	11,29	15,33	0,011	0,517	0,021		

NIVEL	Area de operación	Categoría de área de operación	Detalle de la fracción de insumo	Tipo de equipo	Cantidad	Equipo de fuerza	Potencia de equipo MAX [W]	Uso de equipo normalizado en 0 a 1	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual	Consumo mensual [kWh]	Consumo mensual 2do sem [kWh]	Potencia de equipo de medición [kW]	Tiempo total medición [h]	Potencia en Medición [kW]	
2do piso	Oficina 2.12 Profesores Yur	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computador notebook	65	1	0,32	0,11	0,43	0,53	0,43	0,43	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77	2,77	0,00	-	0,511	0,021	
2do piso	Oficina 2.15 Julio Valenz	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computador notebook	65	1	0,72	0,32	1,10	1,05	1,15	1,02	1,05	1,25	1,17	1,46	1,51	1,51	15,29	6,33	6,30	0,023	1,8	0,013	
2do piso	Oficina 2.3 Cafetería	Oficina	Consumo electricidad	Refrigerador	1	Mideaas 16 kw	1	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	114,53	66,85	47,75	0,004	6,333	0,013	
2do piso	Oficina 2.3 Cafetería	Oficina	Consumo electricidad	Cafetera	1	Cafetera	2000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Oficina 2.4 Javier Arauco	Oficina	Consumo electricidad	Pantalla	1	Pantalla leaovo	1	0,43	0,19	0,62	0,64	0,66	0,58	0,64	0,74	0,66	0,85	0,89	0,86	0,86	7,76	3,76	4,00	0,001	0,173	0,008	
2do piso	Oficina 2.4 Javier Arauco	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computador TORRE	1	1,93	0,88	2,83	2,91	3,04	2,65	2,91	3,40	3,02	3,88	4,10	3,34	3,54	35,54	17,21	18,33	0,018	0,501	0,036	
2do piso	Oficina 2.5 Profesor Hugo E	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computador Desktop Dell Opti	65	1	2,50	0,85	4,64	3,84	4,08	4,41	3,84	4,34	3,86	4,37	5,24	5,03	47,60	24,16	23,45	0,023	0,500	0,046	
2do piso	Oficina 2.6 Profesor Herman	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computador HP ALL IN ONE, proDuo 600 GS	1	1,69	0,67	2,69	2,78	2,99	2,78	2,78	2,80	4,48	4,21	5,24	5,45	5,45	41,61	16,30	24,63	0,023	0,500	0,046	
2do piso	Oficina 2.7 Prof Lorena	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computador Desktop Dell Opti	65	1	1,30	0,62	1,95	1,83	2,10	1,75	1,83	3,31	3,12	3,86	4,04	4,04	29,79	11,42	18,37	0,006	0,196	0,031	
2do piso	Oficina 2.7 Prof Lorena	Oficina	Consumo electricidad	Pantalla	1	Viewsonic LED	1	0,71	0,34	1,05	1,00	1,15	0,97	1,00	1,83	1,73	2,14	2,24	2,24	16,41	6,22	10,19	0,003	0,53	0,017		
2do piso	Oficina 2.8 Profesor	Oficina	Consumo electricidad	Pantalla	1	Viewsonic LED	65	1	0,55	0,24	0,81	0,81	0,86	0,76	0,81	0,85	0,79	1,00	1,02	1,02	3,50	4,83	4,67	0,003	0,53	0,017	
2do piso	Oficina 2.8 Profesor	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computador leaovo thinkcentre TORRE	1	1,20	0,52	1,82	1,77	1,88	1,71	1,77	1,80	1,66	2,11	2,16	2,16	20,57	10,68	9,88	0,018	0,501	0,036		
2do piso	Pasillo Estar Oficinas	Pasillo	Consumo electricidad	Impresoras	1	Ecoasy M2040ds Kyocera	1056	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
2do piso	Pasillo Estar Oficinas	Pasillo	Consumo electricidad	Impresoras	1	Hp HEVLETT PACKARD 11311	720	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
2do piso	Oficina 2.11 David Underr	Oficina	Consumo electricidad	Pantalla	1	Viewsonic LED	65	1	0,85	0,35	1,37	1,21	1,38	1,24	1,21	2,19	2,09	2,57	2,67	2,70	19,92	7,60	12,23	0,009	0,530	0,017	
2do piso	Oficina 2.11 David Underr	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computador Desktop Dell Opti	65	1	1,64	0,64	2,80	2,38	2,69	2,57	2,38	3,35	3,77	4,64	4,82	4,87	37,14	15,10	22,04	0,006	0,196	0,031	
2do piso	Oficina 2.18 Romina alvar	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computador Desktop Dell Opti	65	1	1,64	0,64	2,76	2,42	2,65	2,57	2,42	3,35	3,77	4,64	4,82	4,87	37,14	15,10	22,04	0,006	0,196	0,031	
2do piso	Oficina 2.18 Romina alvar	Oficina	Consumo electricidad	Pantalla	1	Viewsonic LED	1	0,85	0,35	1,35	1,23	1,35	1,24	1,23	2,19	2,09	2,57	2,67	2,70	19,92	7,60	12,23	0,018	0,530	0,017		
1er piso	Laboratorio ecotoci	Laboratorio	Consumo electricidad	Refrigerador	1	Cooled incubator Foc 215L	400	0,07	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	24,18	14,30	10,07	14,77	218,93	0,067
1er piso	Laboratorio de ecotoci	Laboratorio	Consumo electricidad	Microscopio	1	Zelio Primo str	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
1er piso	Laboratorio de ecotoci	Laboratorio	Consumo electricidad	Microscopio	1	Microscopio 12v 10w	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
1er piso	Laboratorio de ecotoci	Laboratorio	Consumo electricidad	Microscopio	1	Microscopio Bioibles	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,501	0,004	
1er piso	Laboratorio de ecotoci	Laboratorio	Consumo electricidad	Pesa Analítica	1	Pesa analítica sdsm	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
1er piso	Laboratorio de ecotoci	Laboratorio	Consumo electricidad	Compresor	1	Compresor	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
1er piso	Laboratorio de ecotoci	Laboratorio	Consumo electricidad	Aire acondicionado	1	Aire acondicionado AMVD 1	1200	0,7	0	0	320	0	0	0	0	0	320	320	320	320	320	1920	320	1600	2,606	48,014	3,333
1er piso	Laboratorio de ecotoci	Laboratorio	Consumo electricidad	Refrigerador	1	Refrigerador 26 kw/leas	866,666667	1	68,15	68,15	68,15	68,15	68,15	68,15	68,15	68,15	68,15	68,15	68,15	68,15	68,15	545,24	477,08	68,15	4,545	48,014	0,095
1er piso	Salas I1	Salas	Consumo electricidad	Computador	1	Pc leaovo thinkcentre i3-3220 3.30ghz	1	0	0	3,60	4,35	4,35	2,05	2,47	3,09	4,40	5,38	5,38	5,38	2,85	37,92	16,62	21,10	0,027	0,721	0,037	
1er piso	Salas I1	Salas	Consumo electricidad	Proyector	1	Proyector Epson PowerLite s14	244	1	0	0	58,37	63,23	63,23	32,38	35,72	20,05	28,56	34,94	34,94	18,53	390,55	253,52	137,02	0,122	0,502	0,243	
1er piso	Salas I2	Salas	Consumo electricidad	Computador	1	Pc leaovo thinkcentre i3-3220 3.30ghz	1	0	0	4,41	5,16	5,30	2,47	3,03	3,65	4,96	6,13	6,32	6,32	3,23	44,64	20,35	24,28	0,027	0,721	0,037	
1er piso	Salas I2	Salas	Consumo electricidad	Proyector	1	Proyector Epson PowerLite s14	244	1	0	0	72,35	77,21	78,12	40,62	44,27	23,70	32,20	39,80	41,02	20,96	470,26	312,57	157,68	0,006	0,504	0,243	
1er piso	Auditorio	Auditorio	Consumo electricidad	Proyector	1	Proyector Epson PowerLite s14	244	1	1,22	0	19,20	1,82	4,80	1,82	0	40,47	40,47	40,47	40,47	40,47	231,21	28,86	202,34	0,006	0,504	0,243	
1er piso	Auditorio	Auditorio	Consumo electricidad	Computador	1	Computador leaovo thinkcentre TORRE	1	0,18	0	2,84	0,27	0,71	0,27	0	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	34,19	4,27	23,92	0,018	0,501	0,036		
1er piso	Auditorio	Auditorio	Consumo electricidad	Pantalla	1	Pantalla LG L1718	31	1	0,08	0	1,34	0,13	0,34	0,13	0	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	16,15	2,02	14,14	0,009	0,530	0,017	
1er piso	Auditorio	Auditorio	Consumo electricidad	Equipo de sonido	1	Bahlinger verosack UB1832	50	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
1er piso	Auditorio	Auditorio	Consumo electricidad	Equipo de sonido	2	(3) XLS 202 POWERAMP CRO	1300	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
1er piso	Oficina Secretarías de carr	Oficina	Consumo electricidad	Impresoras	-	Ecoasy M2040ds Kyocera	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
1er piso	Oficina Secretarías de carr	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computadores HP ALLINONE	65	1	4,19	1,52	6,35	6,49	6,49	6,49	6,66	6,49	5,17	4,88	6,03	6,32	6,32	67,53	38,80	28,73	0,014	0,692	0,046

NIVEL	Área de operación	Categoría de área de operación	Detalle de la fuente de emisión	Tipo de equipo	Cantidad	Equipo de fuerza	Potencia de equipo MAX [W]	Uso de equipo en la planta (h 0-1 %)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual	Consumo mensual [kWh]	Consumo mensual 2do sem [kWh]	Potencia de equipo de medición [kW]	Tiempo total medición [h]	Potencia en Medición [kW]	
ter piso	Íctica Secretaría de aseo	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computadores HP ALLINONE	65	1	5,21	1,04	8,83	8,11	8,11	8,49	8,11	5,17	4,88	6,03	6,32	6,32	71,43	48,70	28,73	0,014	0,632	0,046	
ter piso	Íctica Secretaría de aseo	Oficina	Consumo electricidad	Computador	1	Computadores HP ALLINONE		1	2,45	0,61	4,61	4,19	3,68	4,61	4,19	3,22	3,54	3,86	4,18	4,51	43,64	24,33	19,01	0,014	0,632	0,046	
ter piso	Íctica de centro de estudio	Salas	Consumo electricidad	Herridor	0	(1) Herridor Buzi 17 L sin uso	2000	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-	-	
ter piso	Bufo Mixto	Bufo	Sin consumo de equipos	-	0	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
ter piso	Salas estudiantes EIM	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
ter piso	Salas general	Salas general	Consumo electricidad	Impresor de ag	1	Vsctologic Dispensador de s	838	1	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	2,814	1,642	1,173	-	-	-	
ter piso	Salas general	Salas general	Consumo electricidad	residuo de inter	1	AIR-CAP2702I-A-K3	15	1	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	129,6	75,6	54	-	-	-
ter piso	Salas general	Salas general	Consumo electricidad	residuo de inter	1	J8018B Switch 2510B-24	20	1	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	172,8	100,8	72	-	-	-
ter piso	Salas general	Salas general	Consumo electricidad	residuo de inter	1	J8020a Switch 2510-48	30	1	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	259,2	151,2	108	-	-	-
ter piso	Salas general	Comedor	Consumo electricidad	Microondas	1	Somch Fancy T100	1200	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
ter piso	Comedor	Comedor	Consumo electricidad	Microondas	2	(4) Homa Microondas Vanda	1200	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-
ter piso	Salas reuniones EIM	Salas	Consumo electricidad	Proyector	1	Proyector Epson PowerLite s14	244	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0,018	0,501	0,243	
ter piso	Salas de trabajo de comicio	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
ter piso	Mayordomo	Oficina	Sin consumo de equipos	-	0	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
ter piso	Bodega	Bodega	Sin consumo de equipos	-	0	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Salas computación	Salas	Consumo electricidad	Equipo refrigeraci	1	Carrier Model FB4ASB060	553,275	0,9	362,41	362,41	362,41	362,41	362,41	362,41	362,41	362,41	362,41	362,41	362,41	362,41	362,41	4348,92	2536,87	1812,05	-	-	-
Subterráneo	Salas computación	Salas	Consumo electricidad	Sistema de alim	1	UPS BY SCHNEIDER ELECTRI	300	1	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	2592	1512	1080	-	-	-
Subterráneo	Salas computación	Salas	Consumo electricidad	res de internet (C	1	J8020a Switch 2510-48	30	1	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	259,2	151,2	108	-	-	-
Subterráneo	Salas computación	Salas	Consumo electricidad	Par. de	25	Pantallas Inavro	0	0	0,44	0,50	0,55	0,24	0,31	0,24	0,31	0,24	0,33	0,38	0,42	0,19	3,59	2,03	1,55	0,004	0,51	0,008	
Subterráneo	Salas computación	Salas	Consumo electricidad	Computador	25	(37) Computador Inavro Hámcastre TORRE	1	0	0	55,32	55,33	64,54	23,14	34,83	16,60	17,04	22,43	27,82	11,21	335,67	240,56	35,10	0,018	0,50	0,036		
Subterráneo	Salas computación	Salas	Consumo electricidad	Proyector	1	Proyector Epson PowerLite s14	244	1	0	0	47,30	43,72	51,84	26,62	23,05	7,29	10,21	11,61	13,12	5,83	252,67	204,55	48,12	0,022	0,502	0,243	
Subterráneo	Salas 5.1	Salas	Consumo electricidad	Computador	1	Pc Inavro Hámcastre D-3220 3.30ghz	1	0	0	2,67	3,04	3,27	1,45	1,87	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	26,62	12,31	14,32	0,027	0,721	0,037	
Subterráneo	Salas 5.1	Salas	Consumo electricidad	Proyector	1	Proyector Epson PowerLite s14	244	1	0	0	32,31	24,74	36,26	17,07	20,60	18,53	18,53	18,53	18,53	18,53	234,74	141,77	92,37	0,022	0,502	0,243	
Subterráneo	Salas 5.2	Salas	Consumo electricidad	Computador	1	Pc Inavro Hámcastre D-3220 3.30ghz	1	0	0	1,38	1,38	2,40	1,14	1,51	0,56	0,73	0,35	0,35	0,35	0,51	12,76	3,00	3,76	0,027	0,721	0,037	
Subterráneo	Salas 2.2	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Salas de testatras prepago	Salas	Consumo electricidad	Computador	4	Computadores HP ALLINONE	1	0	0	1,5	1,33	1,42	0,63	0,81	4,14	5,52	7,17	7,17	7,17	3,53	32,82	5,34	21,58	0,023	0,500	0,046	
Subterráneo	Salas computación	Salas	Consumo electricidad	Servidor de b	1	APC BY SCHNEIDER ELECTRI	300	1	216	216	216,00	216,00	216,00	216,00	216,00	216,00	216,00	216,00	216,00	216,00	216,00	2592,00	1512,00	1080,00	-	-	-
Subterráneo	Salas de testatras prepago	Salas	Consumo electricidad	Computador	12	Computador Inavro Hámcastre TORRE	1	0	0	8,11	8,25	3,31	4,15	5,03	23,33	35,35	45,33	48,30	24,15	218,37	35,50	182,86	0,018	0,501	0,036		
Subterráneo	Salas de testatras prepago	Salas	Consumo electricidad	Pantalla	12	Pantallas Inavro	1	0	0	1,60	1,63	1,83	0,81	1,01	6,40	7,67	10,02	10,54	5,27	46,36	7,05	33,91	0,004	0,51	0,008		
Subterráneo	Salas de personal de aseo	Salas	Consumo electricidad	Microondas	1	Somch Fancy T100	1200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Salas de personal de aseo	Salas	Consumo electricidad	Tortador	1	Tortador Bock Home & Kitchen	870	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Salas de personal de aseo	Salas	Consumo electricidad	Herridor	1	Herridor Buzi 17 L	2000	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,44	1,44	1,44	14,08	8,4	5,68	-	-	-
Subterráneo	Salas de estudio N1	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Salas de estudio N2	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Salas de estudio N3	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Salas de estudio N4	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	

NIVEL	Área de operación	Categoría de área de operación	Detalle de la fuente de emisión	Tipo de equipo	Cantidad	Equipo de fuerza	Potencia de equipo MAX [W]	Uso de equipo en la planta (h 0-1 %)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual	Consumo mensual [kWh]	Consumo mensual 2do sem [kWh]	Potencia de equipo de medición [kW]	Tiempo total medición [h]	Potencia en Medición [kW]	
Subterráneo	Salas de estudio N5	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Salas de estudio N6	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Líb Exurg. Renov.	Líb	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
ter piso	Salas general	Salas general	Consumo electricidad	Items de trabajo	1	Accesorio Altos	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Pasillo 1	Pasillo	Consumo electricidad	Servidor de internet	1	AIR-CAP2702I-A-K3	15	1	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	440,21	75,60	364,61	-	-	-
Subterráneo	Pasillo 2	Pasillo	Consumo electricidad	Servidor de internet	1	J8623a Switch 2620-24	22,1	1	15,31	15,31	15,31	15,31	15,31	15,31	15,31	8,44	253,19	253,19	253,19	855,31	111,38	783,93	-	-	-		
Subterráneo	Pasillo 2	Pasillo	Consumo electricidad	Servidor de internet	1	J8020a Switch 2510-48	30	1	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	15,55	466,56	466,56	466,56	1588,03	151,20	1436,83	-	-	-	
Subterráneo	Pasillo 3	Pasillo	Consumo electricidad	Servidor de internet	1	AIR-CAP2702I-A-K3	15	1	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	440,21	75,60	364,61	-	-	-
Subterráneo	Pasillo 4	Pasillo	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Pasillo 5	Pasillo	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Pasillo 6	Pasillo	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Pasillo 7	Pasillo	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
Subterráneo	Salas	Salas	Sin consumo de equipos	-	0	No registra equipo de fuerza	0	1	2054,30	2032,35	2155,42	2432,37	2455,36	2253,54	2281,67	2552,00	2483,37	3461,48	3463,38	3363,17	31633,						

Anexo 8: Catalogo de luminarias registradas en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Luminarias	Tipo de luminaria	Nomenclatura	Watts
Faretto led 22w 6000k	Led t8	A	22
Megabright led 4000k/1800lm	Led t8	B	18
Megabright led 6000k/1600lm	Led t8	C	18
T8-18w 6500k 50/60hz FLOR	Led t8	D	18
FSL T8-18w	Led t8	E	18
Phehix LV-40W	Led t8	F	18
Seri Led B8T8 18w	Led t8	G	18
Jie led t8 Ed 18w 016A 6500k	Led t8	H	18
Vkt fluorescente T8 38W 6500K	Fluorescente T8	I	38
Fluorescente T8 40 W	Fluorescente T8	J	40
Fluorescente Estándar 36W F36t8	Fluorescente T8	K	36
Ampolleta 75	Ampolleta	L	75
VTK 18W/T8 6500 (Led pequeño 60cm)	Led t8	M	18
Paneles led cuadrados	Led Cuadrado	N	40
Paneles led rectangulares	Led Cuadrado	O	36
Megabright 9,5 w led ampolleta	Led Ampolleta	P	9,5
Westinghouse 70w ampolleta	Ampolleta	Q	70
T8-18w 6000k 50/60hz	Led t8	R	18
Philips 40W	Fluorescente	S	40
Eco light Fluorescente 40w	Fluorescente	T	40
Fluorescentes philips TLD 36W	Fluorescente	U	36
Osram 40w	Fluorescente	V	40
General electric 40W	Fluorescente	W	40
Ampolletas espirales	Ampolleta	X	70
W ant model 35296	Led Ampolleta	Y	10
FSL T8-9W	Led T8	9	6500

Anexo 9: Balance energético al Sistema de iluminación en el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

NIVEL	Area de operación	Categoría Area operación	Detalle de la fuente de emisí	Tipo de luminaria	Cantidad	Luminarias	Potencia [W]	Potencia total [W]	Consumo Semanal estimado [W]	Consumo Enero [W]	Consumo febrero [W]	Consumo marzo [W]	Consumo abril [W]	Consumo mayo [W]	Consumo junio [W]	Consumo julio [W]	Consumo Agosto [W]	Consumo Septiembre [W]	Consumo Octubre [W]	Consumo Noviembre [W]	Consumo Diciembre [W]	Consumo Anual [Wh]	
2do piso	Lab 2.2 de Biotecnolog	Laboratorio	humo electri	Led T8	27	H	18	486	3645	10935	4374	16038	16038	16038	16038	15309	19318,5	16767	21627	23085	22234,5	197802	
2do piso	Lab 2.2 de Biotecnolog	Laboratorio	humo electri	Led T8	9	E	18	162	1215	3645	1458	5346	5346	5346	5346	5103	6439,5	5589	7209	7695	7411,5	65934	
2do piso	Lab 2.2 de Biotecnolog	Laboratorio	humo electri	Led T8	2	E	18	36	270	810	324	1188	1188	1188	1188	1154	1431	1242	1602	1710	1647	14652	
2do piso	Hall Pasillo 2.1	Sala estar general	humo electri	Fluorescente T8	7	S	40	280	12600	126000	120960	131040	131040	136080	131040	126000	104580	99540	127680	137760	127680	1499400	
2do piso	Hall Pasillo 2.1	Sala estar general	humo electri	Led T8	5	A	22	110	4950	49500	47520	51480	51480	51480	51480	49500	41085	39105	50160	54120	50160	587700	
2do piso	Hall Pasillo 2.1	Sala estar general	humo electri	Ampolleta	8	X	70	560	25200	252000	241920	262080	262080	262080	262080	252000	209160	199080	255360	275520	255360	2988720	
2do piso	Lab 2.1 de Doencia	Laboratorio	humo electri	Led	36	H	18	648	11340	34020	14418	49248	49248	49572	49248	49248	42768	41796	52164	58644	54756	543834	
2do piso	Lab 2.1 de Doencia	Laboratorio	humo electri	Led	12	E	18	216	3780	11340	4806	16200	16416	16524	16200	16416	14256	13932	17398	19548	18252	181278	
2do piso	Lab 2.3 Microalgas	Laboratorio	humo electri	Led Ampolleta	3	P	9,5	28,5	256,5	769,5	306,375	1125,75	1075,875	1125,75	1125,75	1075,875	7345,875	6989,625	8977,5	9668,625	9020,25	48606,75	
2do piso	Oficina 2.9 Prof Varela	Oficina	humo electri	Led T8	9	H	18	162	4495,5	13486,5	5467,5	19326	18670,5	19326	19845	18670,5	26244	20817	26487	29593	26244	244377	
2do piso	Oficina 2.10 Prof Joao	Oficina	humo electri	Led T8	6	H	18	108	3240	9720	3963	14418	13419	14418	14283	13419	16848	13716	16848	18252	17172	166482	
2do piso	Oficina 2.13 Prof Ociel	Oficina	humo electri	Led T8	12	H	18	216	7020	21060	7938	31266	29539	30456	31266	29538	34932	28404	35336	37800	35964	353538	
2do piso	Oficina 2.12 Profesora Yari	Oficina	humo electri	Led T8	12	H	18	216	1620	4960	1728	6636	7668	6636	6636	6636	2268	1836	2268	2484	2268	53136	
2do piso	Oficina 2.15 Jairo Valenc	Oficina	humo electri	Led T8	6	H	18	108	3294	9892	4077	14634	13770	14638	14364	13770	13446	10800	13446	14688	13446	151011	
2do piso	Oficina 2.3 Cafeteria	Oficina	humo electri	Led T8	3	H	18	54	405	1215	486	1782	1701	1782	1701	1782	1701	1377	1701	1863	1701	18792	
2do piso	Oficina 2.4 Javier Arancib	Oficina	humo electri	Led T8	3	H	18	54	1197	3591	1548	5112	5206,5	5436	4903,5	5206,5	6399	5238	6318	6399	6480	62382,5	
2do piso	Oficina 2.5 Profesor Hugo	Oficina	humo electri	Led T8	3	H	18	54	1496,5	4495,5	1741,5	6655,5	6223,5	6534	6723	6223,5	6399	5238	6237	6399	6399	69805,5	
2do piso	Oficina 2.6 Profesor Hernan	Oficina	humo electri	Led T8	3	H	18	54	1143	3429	1494	4936	4801,5	5085	4963,5	4801,5	6723	5400	6642	7344	6642	62211,5	
2do piso	Oficina 2.7 Prof Lorena	Oficina	humo electri	Led T8	3	H	18	54	1147,5	3442,5	1512	4981,5	4752	5251,5	4914	4752	7371	5967	7452	7992	7533	65920,5	
2do piso	Oficina 2.17 Daniel Undurri	Oficina	humo electri	Led Cuad	1	B	18	18	517,5	1552,5	616,5	2335,5	2124	2313	2290,5	2124	2396	2340	2396	3177	2916	3177	27621
2do piso	Oficina 2.18 Romina alvar	Oficina	humo electri	Led Cuad	2	B	18	36	1035	3105	1233	4581	4293	4581	4293	4581	5832	4680	5832	6354	5832	55197	
2do piso	Pasillo Estar Oficinas	Pasillos	humo electri	Led T8	4	H	18	72	2556	26406	7398	28008	26640	27738	27990	26640	35532	28404	35532	39852	34776	344916	
2do piso	Pasillo Estar Oficinas	Pasillos	humo electri	Led Ampolleta	3	p	9,5	28,5	1011,75	10452,375	2328,375	11086,5	10545	10979,625	11079,375	10545	14064,75	11243,25	14064,75	15774,75	13765,5	136523,25	
2do piso	Jefatura de carrera	Oficina	humo electri	Led T8	12	H	18	216	2484	7452	2916	10800	10368	10800	10368	10800	9072	7128	8964	10152	8532	107352	
2do piso	Baño alumnos 2.1	Baño	humo electri	Led T8	9	H	18	162	6682,5	20047,5	7978,5	29322	28026	29322	29322	28026	31428	25110	31347	39154	30132	325215	
2do piso	Baño Alumnas 2.1	Baño	humo electri	Led T8	15	B	18	270	11137,5	33412,5	13297,5	48870	46710	48870	46710	51840	41310	51705	58050	49545	539190		
2do piso	Baño Alumnas 2.1	Baño	humo electri	Ampolleta	1	L	75	75	3093,75	9281,25	3693,75	13575	12975	13575	13575	12975	14400	11475	14362,5	16125	13762,5	149775	
2do piso	Oficina de memoristas	Oficina	humo electri	Ampolleta	6	L	70	420	210	630	245	910	875	910	875	910	735	595	735	805	735	8960	
2do piso	Oficina 2.1 Tecnico laborat	Oficina	humo electri	Led T8	2	B	18	36	702	2106	819	3042	2925	3042	3042	2925	2646	2142	2646	2898	2646	30879	
2do piso	Oficina 2.1 Tecnico laborat	Oficina	humo electri	Led T8	1	E	18	18	351	1053	409,5	1521	1462,5	1521	1521	1462,5	1323	1071	1323	1449	1323	15439,5	
2do piso	Sala 2.1	Sala	humo electri	Led T8	8	B	18	144	4968	15120	6192	21924	21132	22284	22104	21132	12096	10296	12312	13320	12528	190440	
2do piso	Sala 2.1	Sala	humo electri	Led T8	10	A	18	180	6210	18900	7740	27405	26415	27855	27630	26415	15120	12870	15390	15660	15660	238050	
2do piso	Sala 2.2	Sala	humo electri	Led T8	8	E	18	144	3168	9720	3672	14364	13752	14004	14364	13752	13608	10728	13392	14184	14040	149580	
2do piso	Sala 2.2	Sala	humo electri	Led T8	10	A	22	220	4840	14850	5610	21945	21010	21995	21945	21010	20790	16390	20460	21670	21450	228525	
2do piso	Sala 2.3	Sala	humo electri	Led T8	8	S	18	144	4248	12960	5472	18864	18252	19224	18684	18252	4104	3384	4536	4464	4536	132732	
2do piso	Sala 2.3	Sala	humo electri	Led T8	2	F	18	36	1062	3240	1368	4716	4563	4824	4671	4563	846	1134	1116	1134	1116	33183	
2do piso	Sala 2.3	Sala	humo electri	Led T8	8	B	18	144	4248	12960	5472	18864	18252	19224	18684	18252	4104	3384	4536	4464	4536	132732	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar general	humo electri	Led T8	1	A	22	22	3696	11088	4224	15840	15312	16368	15840	15312	7018	6699	8613	9251	8613	134178	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar general	humo electri	Led T8	4	C	18	72	12096	36288	13824	51840	50112	53568	51840	50112	22968	21924	28198	30276	28198	439128	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar general	humo electri	Led T8	2	D	18	36	6048	18144	6912	25920	25056	26784	25920	25056	11494	10962	14094	15138	14094	219564	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar general	humo electri	Led T8	1	G	18	18	3024	9072	3456	12960	12528	13392	12960	12528	5742	5481	7047	7569	7047	109792	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar general	humo electri	Led T8	1	B	18	18	3024	9072	3456	12960	12528	13392	12960	12528	5742	5481	7047	7569	7047	109792	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar general	humo electri	Led T8	2	E	18	36	6048	18144	6912	25920	25056	26784	25920	25056	11494	10962	14094	15138	14094	219564	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar general	humo electri	Led T8	4	R	18	72	12096	36288	13824	51840	50112	53568	51840	50112	22968	21924	28198	30276	28198	439128	
2do piso	laboratorio citotoxicida	Laboratorio	humo electri	Led T8	6	E (2M)	18	108	1161	2322	1404	5076	4860	5103	5103	4860	4320	4050	5130	5670	5400	53225	
2do piso	laboratorio citotoxicida	Laboratorio	humo electri	Ampolleta led	1	Z (2M)	9	9	96,75	330,75	117	423	405	425,25	427,5	405	360	337,5	427,5	5670	5400	14728,5	
2do piso	laboratorio citotoxicida	Laboratorio	humo electri	Led T8	1	Y	10	10	107,5	367,5	130	470	450	475	450	475	3340	4050	475	5670	5400	21750	

ter piso	Laboratorio ecología	Laboratorio	humo electri	Led T8	12	E	18	216	1296	42876	19120	55512	53028	55512	53028	60264	57672	74304	3312	3100,5	529240,5	
ter piso	Laboratorio ecología	Laboratorio	humo electri	Fluorescente T8	10	K	36	360	2160	71460	29200	92520	88380	92520	88380	100440	96120	123840	3312	3100,5	877732,5	
ter piso	Laboratorio de ecotoxicología	Laboratorio	humo electri	Ampolleta	8	L	18	144	828	2844	1008	3672	3456	3636	3672	3456	3240	4104	315	300	33159	
ter piso	Laboratorio de ecotoxicología	Pasillos	humo electri	Led T8	2	F	18	36	1620	5400	1890	7020	6750	7020	6750	864	810	1026	6804	6480	57834	
ter piso	secretaría servicio (6 a	Baño	humo electri	Led Ampolleta	3	P	9,5	28,5	59,375	192,375	66,5	256,5	254,125	254,125	263,625	254,125	228	206,625	258,875	3670	3360	984,9
ter piso	secretaría servicio (6 a	Baño	humo electri	Ampolleta	1	Q	70	70	146	473	163	630	624	624	647,5	624	560	507,5	636	3670	3360	12418,2
ter piso	Baño mixto	Baño	humo electri	Led T8	8	D	18	144	6624	22032	7704	28566	27648	28566	28728	27648	17592	16740	21240	23436	22392	27277,2
ter piso	Comedor	Comedor	humo electri	Led T8	12	D	18	216	9720	50544	18144	62532	59844	64800	60264	57648	78408	74520	95472	17208	15912	65509,2
ter piso	Comedor	Comedor	humo electri	Led T8	16	R	18	288	12960	67392	24192	83376	78192	86400	80352	78192	104544	99360	127296	17208	15912	86241,6
ter piso	Df. Secretaría de escuela	Oficina	humo electri	Led T8	6	H	18	108	5103	16963	5940	22140	21276	22103	18900	21276	11664	10935	13951	4039,875	3847,5	172965,375
ter piso	Df. Secretaría de carrera	Oficina	humo electri	Led T8	6	H	18	108	4266	14148	4941	18522	17793	18468	15822	17793	11664	10935	13951	3922,5	3450	163309,5
ter piso	Sala general de Entrada	Sala estar general	humo electri	Led T8	16	F	18	288	21456	142272	49824	182304	176400	189504	182304	176400	152928	146016	187488	100800	93744	1779984
ter piso	Secretaría Magister	Oficina	humo electri	Led T8	2	C	18	36	927	2799	936	3969	3960	3717	4230	3960	2664	2646	3258	21276	21060	74475
ter piso	Centro de estudiantes	Oficina	humo electri	Led T8	6		18	108	189	567	189	783	756	756	945	756	367,2	489,6	1617,6	1291,2	8984,8	
ter piso	Sala 11	Sala	humo electri	Led T8	24		18	432	15660	52812	18576	66852	66096	67392	69012	67392	32508	29484	36288	10017	9639	526068
ter piso	Sala 12	Sala	humo electri	Led T8	24		18	432	17820	59292	20736	77652	74736	77652	78192	75924	37692	34020	43092	12096	11340	602424
ter piso	Auditorio	Auditorio	humo electri	Led T8	48		18	864	0	4320	0	8640	6480	0	17064	6480	2592	3024	5184	6804	0	12528
ter piso	Baño Mixto	Baño	humo electri	Led T8	8		18	144	6480	21800	7560	28080	27000	28080	28080	27000	17496	16416	20736	22968	21816	26883,2
ter piso	Sala reunion EIM	Sala	humo electri	Fluorescente T8	10		36	360	1080	3240	1080	5220	4320	5220	4320	4320	4140	3780	5040	5490	5490	15660
ter piso	Sala de trabajo de comisio	Sala	humo electri	Fluorescente T8	2		36	272	360	1080	360	1584	1620	1584	1440	1620	432	432	576	720	576	12024
ter piso	Magordomo	Oficina	humo electri	Fluorescente T8	6		36	216	15660	53244	18732	68904	65772	68904	68904	65772	5184	4860	6156	6804	6480	43977,6
ter piso	Magordomo	Oficina	humo electri	Led T8	2		18	36	2610	8874	3132	11484	10962	11484	11484	10962	864	810	1026	1134	1080	7329,6
ter piso	Bodega	Oficina	sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Subterrar	Sala S.1	Sala	humo electri	Led T8	4	C	18	72	1836	0	450	8154	7704	8190	7974	7704	2016	1512	1980	2052	2124	49860
Subterrar	Sala S.1	Sala	humo electri	Fluorescente T8	6	K	36	216	9508	0	1350	24462	2312	24570	23922	2312	6048	4536	5940	6156	6372	149580
Subterrar	Sala S.1	Sala	humo electri	Led T8	5	R	18	90	2295	0	562,5	10192,5	9630	10237,5	9967,5	9630	2520	1890	2475	2565	2655	62325
Subterrar	Sala S.1	Sala	humo electri	Fluorescente T8	4	T	40	160	4080	0	1000	18120	17120	18200	17720	17120	4480	3360	4400	4560	4720	110800
Subterrar	Sala S.1	Sala	humo electri	Fluorescente T8	5	U	40	200	5100	0	1250	22650	21400	22750	22150	21400	5600	4200	5500	5700	5900	138500
Subterrar	Sala S.1	Sala	humo electri	Fluorescente T8	3	V	36	108	2754	0	675	12231	11956	12285	11961	11956	3024	2268	2970	3078	3186	74790
Subterrar	Sala S.2	Sala	humo electri	Fluorescente T8	1	T	40	40	870	0	500	1050	3730	3700	3880	3730	1020	1020	1280	1380	1360	22730
Subterrar	Sala S.2	Sala	humo electri	Fluorescente T8	1	W	40	40	870	0	500	1050	3730	3700	3880	3730	1100	1020	1280	1380	1360	22730
Subterrar	Sala S.2	Sala	humo electri	Fluorescente T8	6	U	36	216	4698	0	2700	5670	20142	19380	20952	20142	5940	5508	6912	7452	7344	122742
Subterrar	Sala S.2	Sala	humo electri	Fluorescente T8	5	S	40	200	4380	0	2500	5250	18650	18600	19400	18650	5500	5100	6400	6900	6800	113650
Subterrar	Pasillo 1	Pasillos	humo electri	Led T8	3	D	18	54	2430	8100	9720	10530	10125	10530	10125	6480	6075	8505	8100	8100	106515	
Subterrar	Pasillo 1	Pasillos	humo electri	Led T8	1	R	18	18	810	2700	3240	3510	3375	3510	3510	3375	2160	2025	2565	2835	2700	39505
Subterrar	Pasillo 1	Pasillos	humo electri	Led T8	5	C	18	90	4050	13500	16200	17550	16875	17550	17550	10800	10125	12825	14175	13500	177525	
Subterrar	Pasillo 1	Pasillos	humo electri	Led T8	1	B	18	18	810	2700	3240	3510	3375	3510	3510	3375	2160	2025	2565	2835	2700	39505
Subterrar	Pasillo 2	Pasillos	humo electri	Led T8	3	G	18	54	2835	18630	22690	24300	23490	25110	24300	23490	28512	27216	34992	37584	34992	325296
Subterrar	Pasillo 2	Pasillos	humo electri	Led T8	2	B	18	36	1890	12420	15120	16200	15660	16740	16200	15660	19008	18144	23328	25056	23328	216864
Subterrar	Pasillo 2	Pasillos	humo electri	Led T8	3	E	18	54	2835	18630	22690	24300	23490	25110	24300	23490	28512	27216	34992	25056	23328	301104
Subterrar	Pasillo 3	Pasillos	humo electri	Led T8	2	B	18	36	1620	5400	6480	7020	6750	7020	7020	6750	4320	4050	5130	5670	5400	7010
Subterrar	Pasillo 3	Pasillos	humo electri	Led T8	2	E	18	36	1620	5400	6480	7020	6750	7020	7020	6750	4320	4050	5130	5670	5400	7010
Subterrar	Pasillo 4	Pasillos	humo electri	Led T8	3	B	18	54	2430	8100	9720	10530	10125	10530	10530	10125	6480	6075	8505	8100	8100	106515
Subterrar	Pasillo 4	Pasillos	humo electri	Led T8	4	G	18	72	3240	10800	12960	14040	13500	14040	14040	13500	8640	8100	10260	11340	10800	142020
Subterrar	Pasillo 4	Pasillos	humo electri	Led T8	1	H	18	18	810	2700	3240	3510	3375	3510	3510	3375	2160	2025	2565	2835	2700	39505
Subterrar	Pasillo 5	Pasillos	humo electri	Led T8	8	F	18	144	7560	49680	60480	64600	62640	66360	64600	62640	76932	72756	93312	100224	93312	967456
Subterrar	Pasillo 5	Pasillos	humo electri	Led T8	1	B	18	18	945	6210	7560	8100	7830	8370	8100	7830	9504	9072	11664	12528	11664	109432
Subterrar	Pasillo 6	Pasillos	humo electri		0	No luminaria		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterrar	Pasillo 7	Pasillos	humo electri	Led T8	5	B	18	90	4050	13500	16200	17550	16875	17550	17550	10800	10125	12825	14175	13500	177525	
Subterrar	Laboratorio de computaci	Laboratorio	humo electri	Led T8	24	B	18	432	11340	37260	45360	35640	46980	43680	50760	46980	15552	15552	18144	22032	18144	402084
Subterrar	Imputación EIM pre pos	Sala	humo electri	Led T8	6	H	18	108	1080	3672	4320	4752	4536	4752	4536	4320	11664	14904	16200	14904	101304	
Subterrar	Imputación EIM pre pos	Sala	humo electri	Led T8	5	E	18	90	900	3060	3600	3960	3780	3960	3960	3780	10260	9720	12420	13500	12420	84420
Subterrar	Imputación EIM pre pos	Sala	humo electri	Led T8	1	F	18	18	180	612	720	792	756	792	756	2052	1944	2484	2700	2484	16884	
Subterrar	Imputación EIM pre pos	Sala	humo electri	Led T8	6	B	18	108	1080	3672	4320	4752	4536	4752	4536	4320	11664	14904	16200	14904	101304	
Subterrar	Sala de personal de asoc	Sala	humo electri	Led T8	10		18	180	4320	14400	17280	18720	18000	18720	18000	29700	28350	39150	36450	36450	233940	
Subterrar	Oficina docentes EIM	Oficina	humo electri	Fluorescente T8	12		36	432	1296	3888	5184	0	5184	5832	5832	5184	3888	3888	5184	5832	5832	55728
Subterrar	Laboratorio de Energias Fleno	Laboratorio	sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterrar	Sala de estudio 1	Sala	sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterrar	Sala de estudio 2	Sala	sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterrar	Sala de estudio 3	Sala	sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterrar	Sala de estudio 4	Sala	sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterrar	Sala de estudio 5	Sala	sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterrar	Sala de estudio 6	Sala	sin consumo		0		0	0	0	0</												

Valor total en w	1798043,25	1131192,83	2369070,75	2345328,67	2461027,42	2411155,75	2323206,67	1894980,83	1742664,70	2213595,56	1833164,35	1710431,95	24233862,72
Valor total en kWh	1798,04	1131,19	2369,07	2345,33	2461,03	2411,16	2323,21	1894,98	1742,66	2213,60	1833,16	1710,43	24233,86
% consumo de la boleta	40,50	36,97	46,45	47,09	41,85	38,27	39,11	39,48	35,42	44,99	32,16	37,02	39,95
Consumo boleta mensual	4440	3060	5100	4980	5880	6300	5940	4800	4920	4920	5700	4620	60660

Anexo 10: Equipo de refrigeración Aire acondicionado Anwo.



Anexo 11: Incertidumbre para alcances

CCH Nivel 1	CCH Nivel 2	CCH Nivel 3	CCH Nivel 4	Contaminante	Incertidumbre
Alcance 1	Fuentes fijas	General	Gas natural	Dióxido de Carbono (CO ₂)	BAJA
Alcance 1	Fuentes fijas	General	Gas natural	Metano (CH ₄)	BAJA
Alcance 1	Fuentes fijas	General	Gas natural	Óxido Nitroso (N ₂ O)	BAJA

Fuente: FE por Huellachile.

CCH Nivel 1	CCH Nivel 2	Colectivo	Incertidumbre
Alcance 3	Mov. de personas	Vehículo particular - gasolina	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Vehículo particular - gasolina	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Vehículo particular - gasolina	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Bus interurbano (aprox. 45 pers.)	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Bus interurbano (aprox. 45 pers.)	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Bus interurbano (aprox. 45 pers.)	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Bus local (aprox. 25 pers.)	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Bus local (aprox. 25 pers.)	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Bus local (aprox. 25 pers.)	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Terrestre - Vehículo particular - Diesel	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Vehículo particular - gasolina	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Vehículo particular - gasolina	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Vehículo particular - gasolina	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Vehículo particular - diésel	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Vehículo particular - diésel	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Vehículo particular - diésel	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Taxi	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Taxi	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Colectivo	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Colectivo	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Colectivo	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Metrotrén	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Metrotrén	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Metrotrén	MEDIA
Alcance 3	Mov. de personas	Bicicleta/A pie	BAJA
Alcance 3	Mov. de personas	Bicicleta/A pie	BAJA
Alcance 3	Mov. de personas	Bicicleta/A pie	BAJA

Fuente: FE por Huellachile.

CCH Nivel 1	CCH Nivel 2	CCH Nivel 3	CCH Nivel 4	Incertidumbre
Alcance 3	Bienes y servicios adquiridos	Servicios adquiridos	Agua potable: Suministro y tratamiento	ALTA

Fuente: FE por Huellachile.

Anexo 12: Resumen y cálculo de huella de carbono en el Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.

Resumen de emisiones GEI en Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente (2022)						
Alcance 1		Alcance 2	Alcance 3			
Fuentes Fijas	Emisión fugitiva	Electricidad	Servicios Adquiridos	Transporte		Residuos
Gas de Cañería (Gas natural)	Aire acondicionado (R-410A)	Medidor 401741-2	Agua potable	Transporte de Estudiantes	Transporte Docentes & Funcionarios	Residuos General
m3	Psig	kWh	m3	km	km	ton
	No registrado (Proxima mantención)	60660				
4		60,66 MWH	1603	2462,10	457,6	2,18
n° orden	1	2	3	4	5	6

Cálculo Huella de Carbono - Edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente										
n° Orden	Alcance	Categoría	Fuente	Fuente de emisión	GEI (expresado en CO2eq)	Valor	Unidad	ORIGEN DEL FE	kgCO2eq	Suma por alcance kg CO2eq
1	Alcance 1 "Emisiones Directas"	1.A	Gas de cañería	Gas natural General	CO2	FE en hoja alcance 1	kgCO2eq/m3	DEFRA 2019 GHG Conversion Factors for Company Reporting	7,91	7,91
2	Alcance 1 "Emisiones Directas"	2.E	Aire acondicionado (R-410A)	Emisión fugitiva	CO2	tonCO2eq/MWh		Comisión nacional de energía	No registrado	No registrado
3	Alcance 2 "Emisiones Indirectas"	2A	Sistema Eléctrico Nacional	Sistema Eléctrico Nacional (SEN)	CO2	FE mensual kgCO2eq/MWH	FE mensual kgCO2eq/MWH	Sistema Eléctrico Nacional (SEN) - FE	18347,17	18347,17
4	Alcance 3 "Otras emisiones Indirectas"	3A	Bienes y servicios adquiridos	Servicios adquiridos - Agua potable: Suministro y	CO2	1,052	kgCO2eq/m3	DEFRA 2016 4th Assessment Report	1686,36	1050657,36
5	Alcance 3 "Otras emisiones Indirectas"	3B	Traslado de personas	Traslado diario de personal	CO2	FE por tipo de transporte kgCO2eq/persona-km	kgCO2eq/persona-km	IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse	1.046.698,98	
6	Alcance 3 "Otras emisiones Indirectas"	3d	Residuos Sólidos	Relleno sanitario - libros, papel y cartón	CO2	1.041,89	kgCO2eq/t	DEFRA 2019 Conversion Factors for greenhouse	2272,02	
									TOTAL (kgCO2eq)	1069012,44
									TOTAL (TonCO2 eq/año)	1069,01

Anexo 13: Ficha técnica de Inversor Solis-S5-GRIP

 Soluciones solares fotovoltaicas residenciales

S5-GR1P(7-10)K

Inversores Solis monofásicos

>> **Modelo:**

S5-GR1P7K
S5-GR1P8K
S5-GR1P9K
S5-GR1P10K



Características:

- 98.0% de eficiencia máxima
- Corriente de la string hasta **14A**
- Cumplimiento con UL 1741, IEEE1547
- Tecnología de conmutación de alta frecuencia
- Rango de voltaje ultra amplio, voltaje de arranque ultra bajo
- Protección AFCI, reduce activamente el riesgo de incendio
- Diseño de 3 MPPT con algoritmo preciso
- Compacto y ligero
- Conexión amigable y adaptable a la red

Tabla de datos
S5-GR1P(7-10)K

Modelo	7K	8K	9K	10K
Entrada (CC)				
Potencia de entrada máxima recomendada	8 kW	9.2 kW	10.8 kW	11.5 kW
Voltaje máxima de entrada	600 V			
Voltaje de nominal	330 V			
Voltaje de arranque	120 V			
Rango de voltaje MPPT	100-500 V			
Corriente máxima de entrada	14 A / 14 A / 14 A			
Corriente máxima de cortocircuito	22 A / 22 A / 22 A			
Número de MPPT/Número máxima de cadenas de entrada	3/3			
Salida (CA)				
Potencia nominal de salida	7 kW	8 kW	9 kW	10 kW
Potencia máxima de salida aparente	7 kVA	8 kVA	9 kVA	10 kVA
Potencia máxima de salida	7 kW	8 kW	9 kW	10 kW
Voltaje nominal de la red	1/N/PE, 220 V			
Frecuencia nominal de la red	60 Hz			
Corriente nominal de salida de red	31.8 A	36.4 A	40.9 A	45.5 A
Corriente máxima de salida	33.7 A	36.6 A	41.3 A	45.9 A
Factor de potencia	>0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso)			
THDI	<3%			
Eficiencia				
Eficiencia máxima	98.0%			
Eficiencia EU	97.1%			
Protección				
Protección contra polaridad inversa DC	Sí			
Protección contra cortocircuito	Sí			
Protección de sobrecorriente de salida	Sí			
Protección contra sobretensiones	Sí			
Monitoreo de red	Sí			
Detección Anti-Isa	Sí			
Protección de temperatura	Sí			
AFCI Integrado (Protección de circuito de falla de arco CC)	Sí ⁽¹⁾			
Interruptor de CC integrado	Opcional			
Datos generales				
Dimensiones (longitud*altura*ancho)	333*579*253 mm			
Peso	18.5 kg			
Topología	Sin Transformador			
Consumo propio (noche)	<1 W			
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 ~ +60°C			
Humedad relativa	0-100%			
Nivel de protección	TYPE 4X			
Enfriamiento	Convección natural			
Altitud máxima de funcionamiento	4000 m			
Conformidad	UL 1741, IEEE 1547, UL 1699B, UL 1998, FCC, UL 1741SA			
Características				
Conexión de CC	Conector MC4			
Conexión de CA	Terminal OT			
Pantalla	LCD			
Comunicación	RS485, Opcional: Wi-Fi, GPRS			

(1) Activación necesaria.

Anexo 14: Garantía de módulos fotovoltaicos Canadian Solar.



GARANTÍA LIMITADA PARA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS SERIE KU&HIKU

En vigor desde el 1 de enero de 2021

Esta Garantía Limitada se aplica solo a los siguientes tipos de Módulos ("Productos") de CSI Solar Co., Ltd. ("CSI Solar"): CS3K-XXXP, CS3U-XXXP, CS3W-XXXP, CS3W-XXXMS, CS3L-XXXP, CS3L-XXXMS, CS3S-XXXMS, CS3Y-XXXP, CS3Y-XXXMS, CS3N-XXXMS, CS6Y-XXXMS, CS6W-XXXMS, CS7N-XXXMS, CS7L-XXXMS, "XXX" en la clase que sustituye la potencia de salida nominal del Módulo (Pmax), por ejemplo "CS3K -300P".

La presente Declaración de Garantía Limitada no se aplica a los Productos vendidos e instalados en Australia, Japón y la República Popular China.

GARANTÍA DE PRODUCTO LIMITADA POR DOCE (12) AÑOS

Con sujeción a las exclusiones expuestas a continuación, CSI Solar garantiza al comprador inicial de los productos («el Comprador») que los Productos están libres de todo defecto de material y fabricación que pueda afectar a su funcionamiento normal bajo condiciones normales de aplicación, instalación, uso y demás condiciones de servicio especificadas en la documentación estándar del producto de CSI Solar, como el manual de instalación y sus anexos.

Las reclamaciones que se efectúen con cargo a esta garantía solo podrán ser aceptadas en caso de que el Comprador evidencie que el mal funcionamiento o inadecuación de un Producto traen causa exclusivamente de defectos de material o de fabricación en condiciones de funcionamiento normal, instalación, uso y condiciones de servicio especificadas en la documentación estándar del producto de CSI Solar. Esta Garantía de Producto Limitada no garantiza una potencia de salida específica de los Productos, la cual queda cubierta exclusivamente por la Garantía de Funcionamiento Limitada, tal y como se expone más adelante.

VEINTICINCO AÑOS (25) DE GARANTIA LIMITADA DE RENDIMIENTO

CSI Solar garantiza que, durante un periodo de veinticinco años, los productos mantendrán un rendimiento tal y como se indica en los párrafos siguientes:

- Durante el primer año, CSI Solar garantiza que la potencia de salida real de los productos no será inferior al 98% de la potencia de salida etiquetada en dicho producto
- Desde el año 2 hasta el año 25, la degradación anual no será superior al 0,55 %; al final del año 25, la potencia de salida real no será inferior al 84,8 % de la potencia de salida etiquetada.


La potencia de salida real de los productos podrán ser determinada para verificación, únicamente en Condiciones de Ensayo Estándar. La medición de la potencia de salida real será llevada a cabo por CSI Solar o por una tercera parte (instituto de pruebas de reconocido prestigio) autorizada por CSI Solar. El margen de error de los equipos de verificación será aplicado a todas las mediciones de potencia de salida real.

FECHA EFECTIVA DE LA GARANTIA

La fecha de efectividad de las garantías proporcionadas en el presente documento será la fecha más temprana de la fecha de instalación o la fecha en que hayan transcurrido noventa (90) días desde la entrega de los Productos al Comprador por parte de CSI Solar.

www.csisolar.com
ES-Rev Ku&HiKu 1.4 Copyright©Dec. 2020 CSI Solar Co., Ltd.

Anexo 15: Especificaciones técnicas del panel Fotovoltaico Canadian Solar 540W.







HiKu6 Mono PERC

530 W ~ 550 W
CS6W-530 | 535 | 540 | 545 | 550MS

MORE POWER

- 550 W

Module power up to 550 W
Module efficiency up to 21.5 %
- \$

Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 5.6 % lower system cost
- 

Comprehensive LID / LeTID mitigation technology, up to 50% lower degradation
- 

Compatible with mainstream trackers, cost effective product for utility power plant
- 

Better shading tolerance

MORE RELIABLE

- 

Minimizes micro-crack impacts
- 

Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa*

12

Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship*

25

Linear Power Performance Warranty*

1st year power degradation no more than 2%
Subsequent annual power degradation no more than 0.55%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
 ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
 ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA
 CEC listed (US California)
 UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68
 UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way







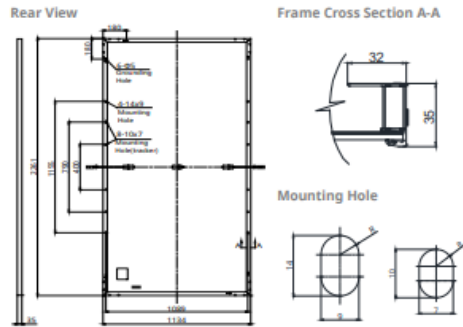
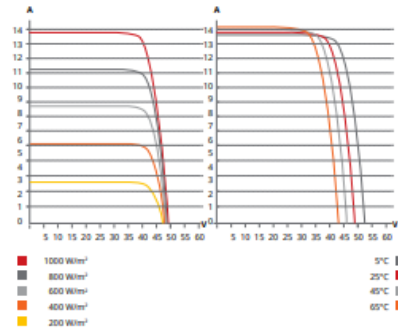



* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 20 years, it has successfully delivered over 63 GW of premium-quality solar modules across the world.

* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

CSI Solar Co., Ltd.
 199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

Anexo 16: Especificaciones eléctricas del panel fotovoltaico Canadian Solar 540W
ENGINEERING DRAWING (mm)

CS6W-530MS / I-V CURVES

ELECTRICAL DATA | STC*

CS6W	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS
Nominal Max. Power (Pmax)	530 W	535 W	540 W	545 W	550 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.9 V	41.1 V	41.3 V	41.5 V	41.7 V
Opt. Operating Current (Imp)	12.96 A	13.02 A	13.08 A	13.14 A	13.20 A
Open Circuit Voltage (Voc)	48.8 V	49.0 V	49.2 V	49.4 V	49.6 V
Short Circuit Current (Isc)	13.80 A	13.85 A	13.90 A	13.95 A	14.00 A
Module Efficiency	20.7%	20.9%	21.1%	21.3%	21.5%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C				
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)				
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)				
Max. Series Fuse Rating	25 A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0 ~ +10 W				

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS6W	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS
Nominal Max. Power (Pmax)	397 W	401 W	405 W	409 W	412 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	38.3 V	38.5 V	38.7 V	38.9 V	39.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.38 A	10.42 A	10.47 A	10.52 A	10.55 A
Open Circuit Voltage (Voc)	46.1 V	46.3 V	46.5 V	46.7 V	46.9 V
Short Circuit Current (Isc)	11.13 A	11.17 A	11.21 A	11.25 A	11.29 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 x (12 x 6)]
Dimensions	2261 x 1134 x 35 mm (89.0 x 44.6 x 1.38 in)
Weight	27.8 kg (61.3 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 290 mm (11.4 in) (-) (supply additional jumper cable: 2 lines / Pallet) or customized length*
Connector	T4 series or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	600 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION

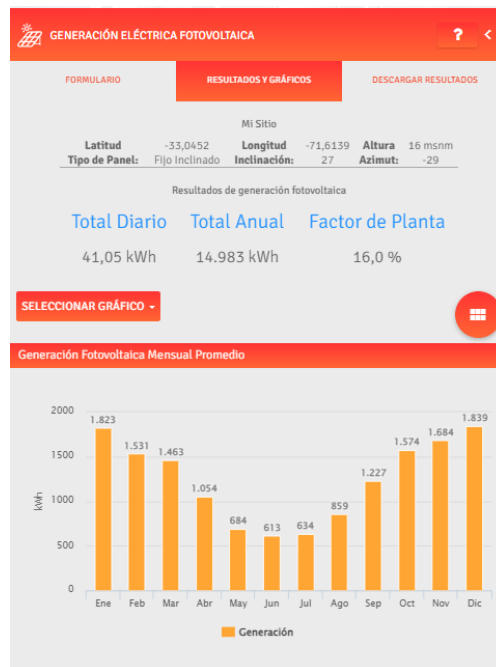
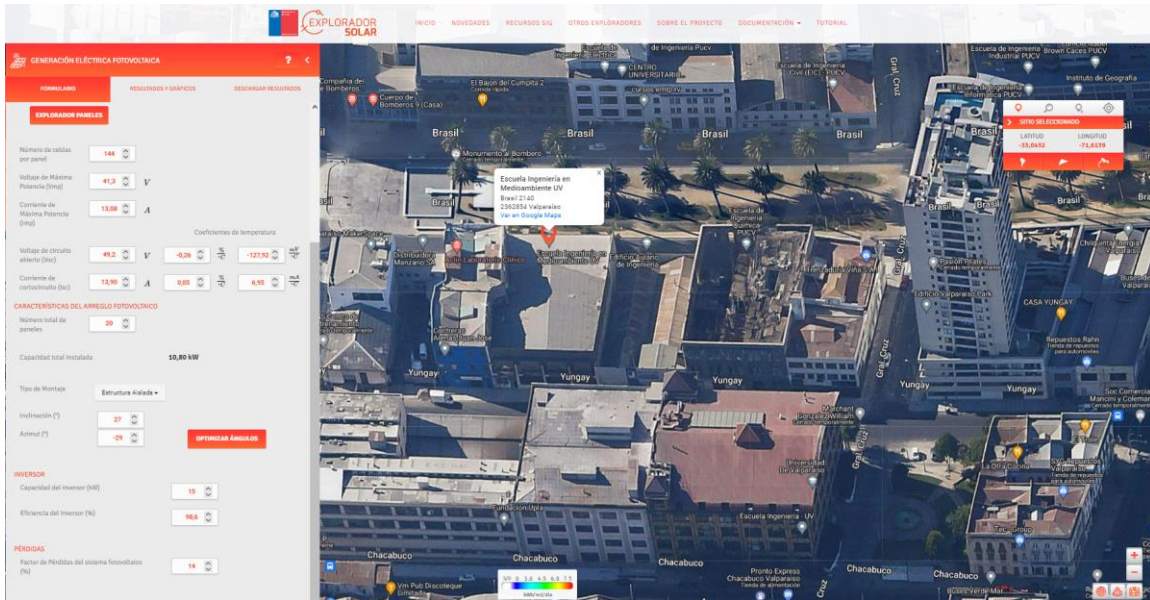

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CSI Solar Co., Ltd.
199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

November 2021. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V2.0_EN

Anexo 17: Generación eléctrica fotovoltaica para el arreglo solar con 20 y 5 paneles, herramienta de cálculo Explorador Solar.



GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA

FORMULARIO RESULTADOS Y GRÁFICOS DESCARGAR RESULTADOS

EXPLORADOR PANELES

Número de celdas por panel:

Voltaje de Máxima Potencia (Vmp): V

Corriente de Máxima Potencia (Imp): A

Coefficientes de temperatura

Voltaje de circuito abierto (Voc): V $^{\circ}\text{C}^{-1}$ $^{\circ}\text{C}^{-2}$

Corriente de cortocircuito (Isc): A $^{\circ}\text{C}^{-1}$ $^{\circ}\text{C}^{-2}$

CARACTERÍSTICAS DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

Número total de paneles:

Capacidad total instalada: **2,70 kW**

Tipo de Montaje: **Estructura Aislada**

Inclinación (°):

Azimut (°): **OPTIMIZAR ÁNGULOS**

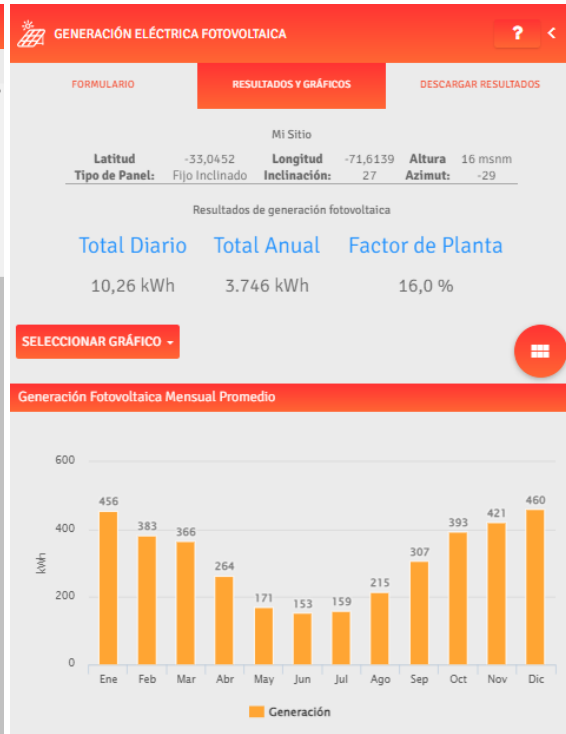
INVERSOR

Capacidad del inversor (kW):

Eficiencia del Inversor (%):

PÉRDIDAS

Factor de Pérdidas del sistema fotovoltaico (%):



Anexo 18: Valor mínimo de la iluminación promedio en áreas de operación en el edificio de la escuela de ingeniería en medioambiente

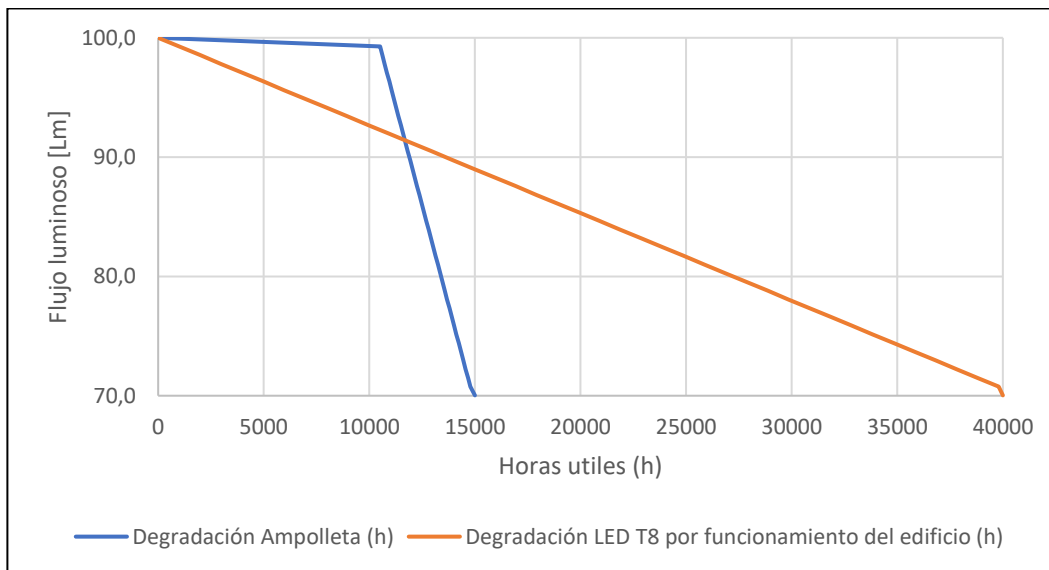
Nivel	Área de operación	Area de operación	Tipo de interior, Tarea actividad	Nivel de LUX
2do piso	Laboratorio	Lab 2.2 de Biotecnología	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
2do piso	Laboratorio	Lab 2.2 de Biotecnología	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
2do piso	Laboratorio	Lab 2.2 de Biotecnología	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
2do piso	Sala estar general	Hall Pasillo 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Sala estar general	Hall Pasillo 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Sala estar general	Hall Pasillo 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Laboratorio	Lab 2.1 de Docencia	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
2do piso	Laboratorio	Lab 2.1 de Docencia	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
2do piso	Laboratorio	Lab 2.3 Microalgas	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
2do piso	Oficina	Oficina 2.9 Prof Varela	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.10 Prof Joao	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.13 Prof Ociel	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.12 Profesora Ye	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.15 Jairo Valenc	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.3 Cafeteria	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.4 Javier Arancib	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.5 Profesor Hug	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.6 Profesor Herr	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.7 Prof Lorena	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.17 Daniel Undur	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	150
2do piso	Oficina	Oficina 2.18 Romina alvar	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	150
2do piso	Pasillos	Pasillo Estar Oficinas	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Pasillos	Pasillo Estar Oficinas	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Oficina	Jefatura de carrera	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Baño	Baño alumnos 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Baño	Baño Alumnas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Baño	Baño Alumnas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Oficina	Oficina de memoristas	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.1 Tecnico labor	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Oficina	Oficina 2.1 Tecnico labor	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
2do piso	Sala	Sala 2.1	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
2do piso	Sala	Sala 2.1	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
2do piso	Sala	Sala 2.2	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
2do piso	Sala	Sala 2.3	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
2do piso	Sala	Sala 2.3	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
2do piso	Sala	Sala 2.3	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
2do piso	Sala	Sala 2.3	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
2do piso	Sala estar general	Sala General Salas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Sala estar general	Sala General Salas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Sala estar general	Sala General Salas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Sala estar general	Sala General Salas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Sala estar general	Sala General Salas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Sala estar general	Sala General Salas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Sala estar general	Sala General Salas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Sala estar general	Sala General Salas 2.1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
2do piso	Laboratorio	Laboratorio citotoxicidad	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
2do piso	Laboratorio	Laboratorio citotoxicidad	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
2do piso	Laboratorio	Laboratorio citotoxicidad	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700

Nivel	Área de operación	Area de operación	Tipo de interior, Tarea actividad	Nivel de LUX
1er piso	Laboratorio	Laboratorio ecología	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
1er piso	Laboratorio	Laboratorio ecología	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
1er piso	Laboratorio	Laboratorio de ecotoxicología	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
1er piso	Pasillos	Pasillo labs ecotoxicología	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
1er piso	Baño	Baño secretaria servicio (I)	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
1er piso	Baño	Baño secretaria servicio (II)	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
1er piso	Baño	Baño mixto	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
1er piso	Comedor	Comedor	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
1er piso	Comedor	Comedor	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
1er piso	Oficina	Of. Secretaria de escuela	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
1er piso	Oficina	Of. Secretaria de carrera	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
1er piso	Sala estar general	Sala general Entrada	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
1er piso	Oficina	Secretaria Magister	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
1er piso	Oficina	Centro de estudiantes	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
1er piso	Sala	Sala 1.1	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
1er piso	Sala	Sala 1.2	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
1er piso	Auditorio	Auditorio	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
1er piso	Baño	Baño Mixto	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
1er piso	Sala	Sala reunion EIM	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
1er piso	Sala	Sala de trabajo de comisi	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
1er piso	Oficina	Mayordomo	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
1er piso	Oficina	Mayordomo	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
1er piso	Oficina	Bodega	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500

Nivel	Área de operación	Area de operación	Tipo de interior, Tarea actividad	Nivel de LUX
Subterráneo	Sala	Sala S.1	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala S.1	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala S.1	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala S.1	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala S.1	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala S.2	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala S.2	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala S.2	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala S.2	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 1	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 1	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 1	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 2	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 2	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 2	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 3	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 3	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 4	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 4	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 4	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 5	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 5	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 6	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Pasillos	Pasillo 7	Pasillos, bodegas, comedores, servicios higienicos, salas de trabajo sin detalle fino	150
Subterráneo	Laboratorio	Laboratorio de computac	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
Subterráneo	Sala	Sala computación EIM pr	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala computación EIM pr	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala computación EIM pr	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala computación EIM pr	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Sala	Sala de personal de asecc	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecanico c	300
Subterráneo	Oficina	Oficina docentes EIM	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
Subterráneo	Laboratorio	Laboratorio de Energías F	Aulas de practicas y laboratorios	500 a 700
Subterráneo	Sala	Sala de estudio 1	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
Subterráneo	Sala	Sala de estudio 2	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
Subterráneo	Sala	Sala de estudio 3	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
Subterráneo	Sala	Sala de estudio 4	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
Subterráneo	Sala	Sala de estudio 5	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500
Subterráneo	Sala	Sala de estudio 6	Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada que exige detalle fino	500

Anexo 19: Degradación del flujo luminoso en luz led t8 y ampolleta por uso en el funcionamiento del edificio de la Escuela.

Flujo luminoso λ	Funcionamiento de led T8 en el edificio [Años]	Degradación LED T8 por funcionamiento del edificio (h)	Degradación Ampolleta (h)	Ahorro por sistema eficiente con led t8 y ampolleta
100,0	0	0,0	0	0
99,9	0,5	995,0	10504,35	2230,097708
99,5	1	1990,0	10614	4460,20
97,8	1,5	2985,1	10723,65	4427,107645
97,1	2	3980,1	10833,3	4394,019873
96,3	2,5	4975,1	10942,95	4360,332102
95,6	3	5970,1	11052,6	4327,84433
94,9	3,5	6965,2	11162,25	4294,756558
94,2	4	7960,2	11271,9	4261,668786
93,4	4,5	8955,2	11381,55	4228,581015
92,7	5	9950,2	11491,2	4195,493243
92,0	5,5	10945,3	11600,85	4162,405471
91,2	6	11940,3	11710,5	4129,317699
90,5	6,5	12935,3	11820,15	4096,229928
89,8	7	13930,3	11929,8	4063,142156
89,0	7,5	14925,4	12039,45	4030,054384
88,3	8	15920,4	12149,1	3996,966613
87,6	8,5	16915,4	12258,75	3963,878841
86,8	9	17910,4	12368,4	3930,791069
86,1	9,5	18905,5	12478,05	3897,703297
85,4	10	19900,5	12587,7	3864,615526
84,6	10,5	20895,5	12697,35	3831,527754
83,9	11	21890,5	12807	3798,439982
83,2	11,5	22885,6	12916,65	3765,352211
82,5	12	23880,6	13026,3	3732,264439
81,7	12,5	24875,6	13135,95	3699,176667
81,0	13	25870,6	13245,6	3666,088895
80,3	13,5	26865,7	13355,25	3633,001124
79,5	14	27860,7	13464,9	3599,913352
78,8	14,5	28855,7	13574,55	3566,82558
78,1	15	29850,7	13684,2	3533,737809
77,3	15,5	30845,8	13793,85	3500,650037
76,6	16	31840,8	13903,5	3467,562265
75,9	16,5	32835,8	14013,15	3434,474493
75,1	17	33830,8	14122,8	3401,386722
74,4	17,5	34825,9	14232,45	3368,29895
73,7	18	35820,9	14342,1	3335,211178
73,0	18,5	36815,9	14451,75	3302,123407
72,2	19	37810,9	14561,4	3269,035635
71,5	19,5	38806,0	14671,05	3235,947863
70,8	20	39801,0	14780,7	3202,860091
70,0	20,1	40000	15000	3169,77232
100,0	20,5	0,0	0	2230,097708
99,5	21	995,0	10504,35	4460,20
98,5	21,5	1990,0	10614	4427,107645
97,8	22	2985,1	10723,65	4394,02
97,1	22,5	3980,1	10833,3	4360,332102
96,3	23	4975,1	10942,95	4327,84
95,6	23,5	5970,1	11052,6	4294,756558
94,9	24	6965,2	11162,25	4261,67
94,2	24,5	7960,2	11271,9	4228,581015
93,4	25	8955,2	11381,55	4195,43

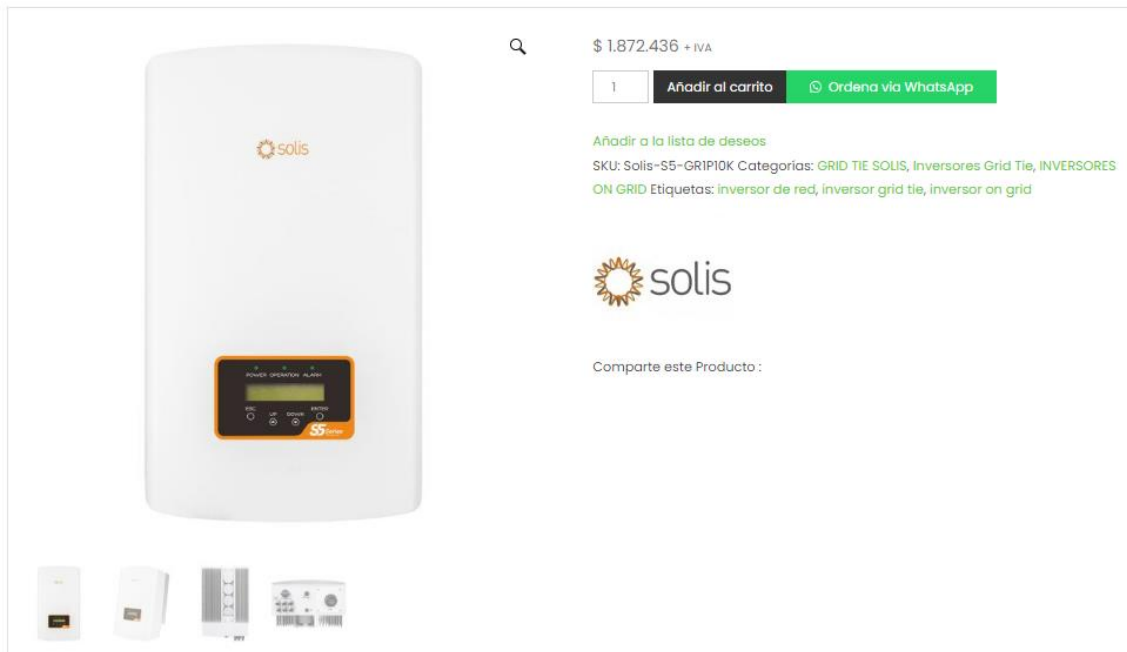


Anexo 20: Cotización de componentes para Sistema fotovoltaico, panel fotovoltaico, inversor, automáticos.



4703157
Panel Solar 540W Canadian Solar

\$249385 IVA incluido





MITSUBISHI

Interruptor Automático Bipolar 2P 2x16A Curva C 10kA

Los interruptores automáticos termomagnéticos bifásicos para baja tensión, están de acuerdo a las normas IEC 60898 posee un sistema de montaje del tipo riel DIN. La curva de disparo es del tipo C (lenta). Producto utilizado para garantizar seguridad y confianza en la protección de la instalación por sobrecargas y cortocircuitos en instalaciones eléctricas, domiciliarias e industrial pudiendo ser instalados en tableros eléctricos y caja de empalme.

Tipo	Interruptor automático
Modelo	BHW-T10
Marca	Mitsubishi
Capacidad de corriente	16 Amperes
Capacidad de corte (Icn)	10kA
Tensión de trabajo	240/415VAC
Frecuencia	50/60Hz
Temperatura de trabajo	-10 to +40°C
Durabilidad eléctrica/Mecánica	4000 /4000 operaciones
Montaje	Riel DIN 35mm
Conforme a las normas	IEC 60898-1 / EN 60898-1 / CE Certificación SEC

SKU: 0190090050054

\$13.548 ~~\$24.639~~
Ahorra 45% en este producto!

AGREGAR AL CARRO

Anexo 21: Flujo de caja para Instalación de Sistema fotovoltaico Solar para el autoconsumo del edificio.

				Año											
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
BENEFICIOS SOCIALES	Cantidad (kWh)	Valor (UF)	Valor (\$)	(UF)	80,63	80,24	79,78	79,33	78,88	78,43	77,97	77,52	77,07	76,61	
Cantidad Inyectada a la red	0	0,0026	95,72		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Autoconsumo/Ahorro	23512	0,0027	100,53		80,63	80,24	79,78	79,33	78,88	78,43	77,97	77,52	77,07	76,61	
Beneficios sociales totales					80,63	80,24	79,78	79,33	78,88	78,43	77,97	77,52	77,07	76,61	

TIPO DE COSTO SOCIAL	Categoría	Item	Cantidad	Valor en UF	Valor total UF	Total Tipo de costo	Año													
							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Costos de inversión	Sistema PV	Panel Solar Canadian Solar 540v	40	6,78	271,15	421,24														
		Sols-SS-GRIP10k	2	60,65	121,10		-271,15													
	Material eléctrico	Cables (mts)	0,03		11,77		-121,10													
		Tablero eléctrico	1	0,75	0,75		-11,77													
		Automáticos AC 16A Suntree	4	0,43	1,36		-0,75													
		Interruptor diferencial tipo A 2x25-	6	0,30	5,43		-1,36													
		Interruptor termomagnético 2P tipo	4	0,37	1,47		-5,43													
		Angulo aluminio estructura solar	4	0,72	2,89		-1,47													
	Materiales de construcción sistema pv	Perfil de aluminio (5200mm) 5,2m	5	0,84	4,22		-2,89													
		Conector union placa 40mm	25	0,02	0,50		-4,22													
Costos de operación	Mano de obra	Calificada	1	34,28	75,53	83,75														
		semi-calificada	2	41,32	75,53		-75,53													
	Arriendo equipo de seguridad	Arneses de seguridad	3	1,36	4,08															
		Arriendo andamios	1	4,08	4,08		-8,16													
	Arriendo de estructuras	Agua	10	0,02	8,42		8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42
Personal de mantenimiento	Personal tecnico	2																		
Cargo fijo mensual por BT3	Tarifa por suministro de enel	BT- 3PPP	12	0,05	0,54	0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54		
Valor de desecho																				
Costos totales con impuestos							-513,35	-8,36	-8,36	-8,36	-8,36	-8,36	-8,36	-8,36	-8,36	-8,36	-8,36	-8,36		
UTILIDAD (BENEFICIOS SOCIALES - COSTOS SOCIALES)								-513,35	83,65	83,20	88,75	88,30	87,84	87,39	86,94	86,48	86,03	85,58		

				Año														
				T=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
				Tasa social de descuento	6%													
				FLUJO SOCIAL	-513,35	83,65	83,20	88,75	88,30	87,84	87,39	86,94	86,48	86,03	85,58			
				FLUJO SOCIAL ACUMULADO	-513,35	-424,30	-335,09	-246,34	-158,05	-70,21	17,38	104,12	190,61	278,64	362,22			

				Año															
				11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
BENEFICIOS SOCIALES	Cantidad (kWh)	Valor (UF)	Valor (\$)	76,16	75,71	75,26	74,80	74,35	73,90	73,44	72,99	72,54	72,08						
Cantidad Inyectada a la red	-	0,0026	95,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Autoconsumo/Ahorro	23512	0,0027	100,53	76,16	75,71	75,26	74,80	74,35	73,90	73,44	72,99	72,54	72,08						
Beneficios sociales totales	0	0		76,16	75,71	75,26	74,80	74,35	73,90	73,44	72,99	72,54	72,08						

TIPO DE COSTO SOCIAL	Categoría	Item	Cantidad	Valor en UF	Valor total UF	Total Tipo de costo	Año															
							11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
Costos de inversión	Sistema PV	Panel Solar Canadian Solar 540v	40	6,78	271,15	421,24																
		Sols-SS-GRIP10k	2	60,65	121,10																	
	Material eléctrico	Cables (mts)	0,03		11,77																	
		Tablero eléctrico	1	0,75	0,75																	
		Automáticos AC 16A Suntree	4	0,43	1,36																	
		Interruptor diferencial tipo A 2x25-	6	0,30	5,43																	
		Interruptor termomagnético 2P tipo	4	0,37	1,47																	
		Angulo aluminio estructura solar	4	0,72	2,89																	
	Materiales de construcción sistema pv	Perfil de aluminio (5200mm) 5,2m	5	0,84	4,22																	
		Conector union placa 40mm	25	0,02	0,50																	
Mano de obra	Calificada	1	34,28	75,53	83,75																	
	semi-calificada	2	41,32	75,53																		
Arriendo equipo de seguridad	Arneses de seguridad	3	1,36	4,08																		
	Arriendo andamios	1	4,08	4,08																		
Arriendo de estructuras	Agua	10	0,02	8,42		8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42	-8,42				
Personal de mantenimiento	Personal tecnico	2																				
Cargo fijo mensual por BT3	Tarifa por suministro de enel	BT- 3PPP	12	0,05		0,54	0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54				
Valor de desecho																						
Costos totales con impuestos																						
UTILIDAD (BENEFICIOS SOCIALES - COSTOS SOCIALES)								85,13	84,67	84,22	83,77	83,31	82,86	82,41	81,96	81,50	202,16					
0								447,34	532,02	616,24	700,00	783,32	866,18	948,53	1030,55	1112,05	1314,20					

				Año															
				11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
				Tasa social de descuento	6%														
				FLUJO SOCIAL	85,13	84,67	84,22	83,77	83,31	82,86	82,41	81,96	81,50	202,16					
				FLUJO SOCIAL ACUMULADO	447,34	532,02	616,24	700,00	783,32	866,18	948,53	1030,55	1112,05	1314,20					

Anexo 22: Flujo de caja: Instalación de Sistema fotovoltaico Solar con Inyección energía a la red.

							T= años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
BENEFICIOS SOCIALES								188,81	187,75	186,69	185,63	184,57	183,51	182,45	181,39	180,33	179,27				
Cantidad Inyectada a la red	13347	0,0026	95,72				50,34	50,05	49,77	49,49	49,21	48,92	48,64	48,36	48,08	47,79					
Autoconsumo/Ahorro	50645	0,0027	100,53				138,47	137,69	136,92	136,14	135,36	134,58	133,81	133,03	132,25	131,48					
Beneficios sociales totales								188,81	187,75	186,69	185,63	184,57	183,51	182,45	181,39	180,33	179,27				
TIPO DE COSTO SOCIAL	Categoría	Item	Cantidad	Precio mercado (+iva)	Valor total	Total Tipo de costo	T=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Costos de inversión	Sistema PV	Panel Solar Canadian Solar 540w	95	6,78	643,98	1037,61	-643,98														
		Solis-S5-GRIP10k	5	60,55	302,76		-302,76														
	Material electrico	Cables (mts)	37	28,40	28,40		-28,40														
		Tablero electrico	1	0,75	0,75		-0,75														
		Automaticos AC 16A Suntree	4	0,90	3,62		-3,62														
		Interruptor diferencial tipo A 2x25	12	0,90	10,86		-10,86														
		Interruptor termomagnético 2P tipo	10	0,37	3,68		-3,68														
		Materiales de construcción sistema pv	Ángulo aluminio estructura solar	4	0,72		2,89	-2,89													
			Riel de aluminio (5200mm) 5,2m	44	0,84		37,10	-37,10													
			Conector union placa 40mm	180	0,02		3,57	-3,57													
Calificada	1		34,28	34,28	-34,28																
Mano de obra		2	41,32	82,63	-82,63																
	semi-calificada	3	1,36	1,36	-1,36																
	Arneses de seguridad	1	4,08	4,08	-4,08																
Costos de operación	Arriendo equipo de seguridad	Arriendo andamios	0		0,00																
	Arriendo de estructuras		10	0,02	20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75			
	Material Mantenicion	Agua	2		20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75			
Personal de mantención	Personal tecnico	12	0,05	0,54	0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54			
	Tarifa por suministro de ener	BT- 3PPP			0,54	0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54			
Cargo fijo mensual por BT3	Tarifa por suministro de ener	BT- 3PPP			0,54	0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54			
Valor de desecho			0		0	0															
Costos totales con impuestos								-1181,25	210,10	167,53	166,47	206,32	205,86	163,30	162,24	202,68	201,62	159,06			
UTILIDAD (BENEFICIOS SOCIALES - COSTOS SOCIALES)								-1181,25	-71,63	-29,84	-29,56	-70,78	-70,50	-28,71	-28,43	-69,65	-69,37	-27,58			
							T= años	T=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
FLUJO SOCIAL							Tasa social de descuento	6%	-1181,25	210,10	167,53	166,47	206,32	205,86	163,30	162,24	202,68	201,62	159,06		
FLUJO SOCIAL ACUMULADO								-1181,25	-971,15	-803,61	-637,14	-430,22	-224,36	-61,07	101,17	303,85	505,47	664,53			

							Año	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
BENEFICIOS SOCIALES								178,21	177,15	176,09	175,03	173,97	172,91	171,85	170,79	169,73	168,67			
Cantidad Inyectada a la red	13347	0,0026	95,72				47,51	47,23	46,95	46,66	46,38	46,10	45,82	45,53	45,25	44,97				
Autoconsumo/Ahorro	50645	0,0027	100,53				130,70	129,92	129,14	128,37	127,59	126,81	126,04	125,26	124,48	123,70				
Beneficios sociales totales								178,21	177,15	176,09	175,03	173,97	172,91	171,85	170,79	169,73	168,67			
TIPO DE COSTO SOCIAL	Categoría	Item	Cantidad	Precio mercado (+iva)	Valor total	Total Tipo de costo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Costos de inversión	Sistema PV	Panel Solar Canadian Solar 540w	95	6,78	643,98	1037,61														
		Solis-S5-GRIP10k	5	60,55	302,76															
	Material electrico	Cables (mts)	0,03	28,40	28,40															
		Tablero electrico	1	0,75	0,75															
		Automaticos AC 16A Suntree	4	0,90	3,62															
		Interruptor diferencial tipo A 2x25	12	0,90	10,86															
		Interruptor termomagnético 2P tipo	10	0,37	3,68															
		Materiales de construcción sistema pv	Ángulo aluminio estructura solar	4	0,72		2,89													
			Riel de aluminio (5200mm) 5,2m	44	0,84		37,10													
			Conector union placa 40mm	180	0,02		3,57													
Calificada	1		34,28	34,28																
Mano de obra		2	41,32	82,63																
	semi-calificada	3	1,36	1,36																
	Arneses de seguridad	1	4,08	4,08																
Costos de operación	Arriendo equipo de seguridad	Arriendo andamios	0		0,00															
	Arriendo de estructuras		10	0,02	20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75			
	Material Mantenicion	Agua	2		20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75	20,75			
Personal de mantención	Personal tecnico	12	0,05	0,54	0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54			
	Tarifa por suministro de ener	BT- 3PPP			0,54	0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54			
Cargo fijo mensual por BT3	Tarifa por suministro de ener	BT- 3PPP			0,54	0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54			
Valor de desecho			0		0	0														
Costos totales con impuestos								158,00	198,44	197,38	154,82	153,76	194,20	193,14	150,58	149,52	492,73			
UTILIDAD (BENEFICIOS SOCIALES - COSTOS SOCIALES)								158,00	198,44	197,38	154,82	153,76	194,20	193,14	150,58	149,52	492,73			
							T= años	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
FLUJO SOCIAL							Tasa social de descuento	6%	158,00	198,44	197,38	154,82	153,76	194,20	193,14	150,58	149,52	492,73		
FLUJO SOCIAL ACUMULADO								822,52	1020,96	1218,35	1373,16	1526,92	1721,13	1914,27	2064,65	2214,37	2707,10			

						Año	21	22	23	24	25	
BENEFICIOS SOCIALES		Cantidad (U/Wb)	Valor (UF)	Valor (\$)			167,61	166,55	165,49	164,43	163,37	
Cantidad Inyectada a la red		19347	0,0026	95,72			44,69	44,40	44,12	43,84	43,56	
Autoconsumo/Ahorro		50645	0,0027	100,59			122,93	122,15	121,37	120,60	119,82	
Beneficios sociales totales							167,61	166,55	165,49	164,43	163,37	
TIPO DE COSTO SOCIAL	Categoría	Item	Cantidad	precio mercado (Hivi)	Valor total	Total Tipo de cost	21	22	23	24	25	
Costos de inversión	Sistema PV	Panel Solar Canadian Solar 540w	95	6,78	643,98	1037,61						
		Solis-S5-GRIP10k	5	60,55	302,76						227,07	
	Material electrico	Cables (mts)	0,03	28,40	28,40							
		Tablero electrico	1	0,75	0,75							
		Automaticos AC 16A Suntree	4	0,90	3,62							
		Interruptor diferencial tipo A 2x25-	12	0,90	10,86							
		Interruptor termomagnetico 2P tipo	10	0,37	3,68							
	Materiales de construcción sistema pv	Angulo aluminio estructura solar	4	0,72	2,89							
		Riel de aluminio (5200mm) 5,2m	44	0,84	37,10							
	Mano de obra	Conector union placa 40mm	180	0,02	3,57							
Calificada		1	34,28	34,28	122,35							
semi-calificada		2	41,32	82,63								
Costos de operación	Arriendo equipo de seguridad	Arneses de seguridad	1	4,08	4,08							
		Arriendo andamios										
	Arriendo de estructuras		10	0,02	20,75		-20,75	20,75	20,75	-20,75	-20,75	
	Material Mantencion	Agua	2		20,75							
Cargo fijo mensual por BT3	Tarifa por suministro de ener	Personal de mantención	12	0,05	0,54		-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	-0,54	
		BT- 3PPP				0,54	-21,29	20,21	20,21	-21,29	-21,29	
Valor de desecho											227,07	
Costos totales con impuestos							188,91	146,34	145,28	185,73	411,74	
UTILIDAD (BENEFICIOS SOCIALES - COSTOS SOCIALES)							188,91	146,34	145,28	185,73	411,74	
VANS (UF)	1268,92					T= años	21	22	23	24	25	
TIRS	15%					FLUJO SOCIAL Tasa social de c	6%	188,91	146,34	145,28	185,73	411,74
VAE	1268,92					FLUJO SOCIAL ACUMULADO		2896,00	3042,34	3187,62	3373,35	3785,09
CAE	-99,28											
ultimo periodo con flujo acumulado negativo											6	
valor absoluto del ultimo flujo acumulado											61,07	
valor del flujo social del siguiente periodo											210,10	
PB (PERIODO DE RECUPERACION)											6,23	

Flujo de costos sociales netos: Proyecto Inyección a la red.

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
\$ -1.181,25	\$ 210,10	\$ 167,53	\$ 166,47	\$ 206,92	\$ 205,86	\$ 163,30	\$ 162,24	\$ 202,68	\$ 201,62	\$ 159,06
Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
\$ 158,00	\$ 198,44	\$ 197,38	\$ 154,82	\$ 153,76	\$ 194,20	\$ 193,14	\$ 150,58	\$ 149,52	\$ 492,73	\$ 188,91
Año 22	Año 23	Año 24	Año 25							
\$ 146,34	\$ 145,28	\$ 185,73	\$ 411,74							

Flujo de costos sociales netos: Proyecto cambio de luminarias

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
\$ -2,60	\$ 12,13	\$ 11,95	\$ 11,77	\$ 11,59	\$ 31,46	\$ 11,23	\$ 12,70	\$ 10,87	\$ 10,69	\$ 30,56
Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
\$ 10,33	\$ 10,15	\$ 9,97	\$ 11,44	\$ 29,88	\$ 9,43	\$ 9,25	\$ 9,07	\$ 8,89	\$ 8,71	

Anexo 24: Flujo de caja: Cambio de equipos de computación eficientes para el ahorro de energía.

				Año																				
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
INGRESOS SOCIALES				Cantidad	Valor energía (UF)	Valor (CLP)																		
Ahorro de energía [kWh]				445,96	0,0027	100,59	1320,31	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1321,53	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22				
Inversión							1320,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1320,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Beneficios sociales totales							1320,31	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1321,53	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22				
				T=0																				
TIPO DE COSTO SOCIAL				Categoría	Escenario	Item	Cantidad	Precio mercado público (UF)	Precio mercado con iva (UF)	Valor total con iva	Total Tipo de costo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Costos de inversión	Equipo de fuerza	Normal	DESKTOP LEM	63	17,40			0	1304,24	1304,24	1304,24	0	0	0	0	0	1304,24	0	0	0	0			
		Mitigado	LAPTOP LENC	14	15,08				251,22	810,62	-251,22							-251,22						
			HP PRO 400	12				11,42	136,99	0,00	-136,99								-136,99					
	Mano de obra	Mitigado	Notebook D	37	0			11,42	422,40	0,00	-422,40							-422,40						
			Normal	No calificad	1			13,51	16,07	16,07	16,07	16,07							16,07					
		Mitigado	No calificad	1			13,51	16,07	16,07	16,07	-16,07							-16,07						
Costos sociales totales con impuestos											-827	0	0	0	0	0	-827	0	0	0	0			
UTILIDAD (BENEFICIO SOCIAL- COSTO SOCIAL)				493,62 1,22 1,22 1,22 1,22 1,22 494,84 1,22 1,22 1,22 1,22																				
				T=0																				
FLUJO SOCIA Tasa de des 6%				493,62	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	494,84	1,22	1,22	1,22	1,22	499,72	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22		
FLUJO SOCIAL ACUMULADO				\$ 493,62	\$	494,84	\$	496,06	\$	497,28	\$	498,50	\$	499,72	\$	994,56	\$	995,78	\$	997,00	\$	998,22	\$	999,44

				Año																			
				11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21									
INGRESOS SOCIALES				Cantidad	Valor energía (UF)	Valor (CLP)																	
Ahorro de energía [kWh]				445,96	0,0027	100,5870	1,22	1321,53	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1321,53	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22			
Inversión							0,00	1320,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1320,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Beneficios sociales totales							1,22	1321,53	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1321,53	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22				
				T=0																			
TIPO DE COSTO SOCIAL				Categoría	Escenario	Item	Cantidad	Precio mercado público (UF)	Precio mercado con iva (UF)	Valor total con iva	Total Tipo de costo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Costos de inversión	Equipo de fuerza	Normal	DESKTOP LEM	63	17,40				1304,24	1304,24	1304,24							1304,24					
		Mitigado	LAPTOP LENC	14	15,08				251,22	810,62	-251,22							-251,22					
			HP PRO 400	12				11,42	136,99	0,00	-136,99								-136,99				
	Mano de obra	Mitigado	Notebook D	37	0			11,42	422,40	0,00	-422,40							-422,40					
			Normal	No calificad	1			13,51	16,07	16,07	16,07	16,07							16,07				
		Mitigado	No calificad	1			13,51	16,07	16,07	16,07	-16,07							-16,07					
Costos sociales totales con impuestos											0	-826,69	0	0	0	0	0	-826,69	0	0	0		
UTILIDAD (BENEFICIO SOCIAL- COSTO SOCIAL)				1,22 494,84 1,22 1,22 1,22 1,22 494,84 1,22 1,22 1,22																			
				11																			
FLUJO SOCIA Tasa de des 6%				1,22	494,84	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	494,84	1,22	1,22	1,22	1,22	494,84	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	
FLUJO SOCIAL ACUMULADO				1000,66	1495,50	1496,72	1497,94	1499,16	1500,38	1501,60	1996,45	1997,66	1998,88	2000,10									

										Año	22	23	24
INGRESOS SOCIALES											1,22	1,22	1,22
Ahorro de energía [kWh]	Cantidad	Valor energía (UF)	Valor (CLP)								1,22	1,22	1,22
	445,96	0,0027	\$ 100,59								1,22	1,22	1,22
Inversión										0,00	0,00	0,00	
Beneficios sociales totales											1,22	1,22	1,22
										T=0			
TIPO DE COSTO SOCIAL													
	Categoría	Escenario	Item	Cantidad	Precio mercado público (UF)	Precio mercado con iva (UF)	Valor total con iva	Total Tipo de costo		22	23	24	
Costos de inversión	Equipo de fuerza	Normal	DESKTOP LENC	63	17,40	0,00	1304,24	1304,24					
		Mitigado	LAPTOP LENC	14	15,08	0,00	251,22	810,62					
			HP PRO 400 Notebook D	12	0,00	11,42	136,99						
	Mano de obra	Normal	No calificad	1	0,00	13,51	16,07	16,07					
		Mitigado	No calificad	1	0,00	13,51	16,07	16,07					
Costos sociales totales con impuestos											0	0	0
UTILIDAD (BENEFICIO SOCIAL- COSTO SOCIAL)											1,22	1,22	1,22
VANS (UF)	1275,17										22	23	24
TIRS	#¡NUM!												
VAE	1275,17												
CAE	-101,60												
Periodo (años)	24,00												
										FLUJO SOCIAL Tasa de descuento social (TSD) 6%			
											1,22	1,22	1,22
										FLUJO SOCIAL ACUMULADO			
											2001,32	2002,54	2003,76

Flujo de costos sociales netos: Proyecto cambio de equipos de computación

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
\$ 493,62	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 494,84	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22
Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
\$ 1,22	\$ 494,84	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 494,84	\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22
Año 22	Año 23	Año 24								
\$ 1,22	\$ 1,22	\$ 1,22								

Anexo 25: Calculo del sistema de iluminación eficiente de luminarias

NIVEL	Area de operación	Categoría Area operación	Detalle de la fuente de emisión	Tipo de luminaria	Cantidad	Luminarias	Potencia [W]	Potencia total [W]	Consumo Escala estimado	Consumo Enero [W]	Consumo febrero [W]	Consumo marzo [W]	Consumo abril [W]	Consumo mayo [W]	Consumo junio [W]	Consumo julio [W]	Consumo Agosto [W]	Consumo Septiembre [W]	Consumo Octubre [W]	Consumo Noviembre [W]	Consumo Diciembre [W]	Consumo Anual [W]	
2do piso	Lab 2.2 de Biotecnología Am	Laboratorio	Consumo electricidad	Led T8	27	H	18	486	3645	10935	4374	16038	16038	16038	16038	15309	19318,5	16767	21627	23085	22234,5	197802	
2do piso	Lab 2.2 de Biotecnología Am	Laboratorio	Consumo electricidad	Led T8	9	E	18	162	1215	3645	1458	5346	5346	5346	5346	5103	6439,5	5589	7209	7695	7411,5	65934	
2do piso	Lab 2.2 de Biotecnología Am	Laboratorio	Consumo electricidad	Led T8	2	E	18	36	270	810	324	1188	1188	1188	1188	1134	1431	1242	1602	1710	1647	14652	
2do piso	Hall Pasillo 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Fluorescente T8	7	S	18	126	5670	56700	54432	58968	58968	61236	58968	47061	44793	57456	61932	57456	56473	674730	
2do piso	Hall Pasillo 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Led T8	5	A	18	90	4050	40500	38880	42120	42120	42120	42120	40500	33615	31995	41040	44280	41040	480330	
2do piso	Hall Pasillo 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Ampollitas	8	X	15	120	5400	54000	51840	56160	56160	56160	56160	44820	42660	54720	58040	54720	54720	640440	
2do piso	Lab 2.1 de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Led	36	H	18	648	11340	34020	14418	48600	43248	43248	48600	43248	42768	41736	52164	58644	54756	543834	
2do piso	Lab 2.1 de Docencia	Laboratorio	Consumo electricidad	Led	12	E	18	216	3780	11340	4806	16200	16416	16524	16524	16200	16416	14256	13932	17388	19548	16252	181278
2do piso	Lab 2.3 Microalgas	Laboratorio	Consumo electricidad	Led Ampollita	3	P	15	45	405	1215	483,75	1777,5	1777,5	1777,5	1777,5	1636,75	11936,25	11036,25	14175	15266,25	14242,5	76747,5	
2do piso	Oficina 2.3 Prof Varela	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	3	H	18	162	4435,5	13486,5	5467,5	19326	18670,5	19326	19345	18670,5	26244	20817	26487	28593	26244	244377	
2do piso	Oficina 2.10 Prof Osaj	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	6	H	18	108	3240	9720	3363	14418	13419	14418	14283	13419	16848	10716	16848	18252	17172	166482	
2do piso	Oficina 2.15 Prof Ozuel	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	12	H	18	216	7020	21060	7938	31266	29538	30456	31266	29538	34992	28404	35316	37800	35964	335358	
2do piso	Oficina 2.12 Profesora Yenny	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	12	H	18	216	1620	4860	1728	6636	7668	6636	6636	7668	2268	1036	2268	2484	2268	53136	
2do piso	Oficina 2.15 Jairo Valacich	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	6	H	18	108	3294	9882	4077	14634	13770	14688	14364	13770	13446	10800	13446	14688	13446	151011	
2do piso	Oficina 2.3 Cafetería	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	3	H	18	54	405	1215	486	1882	1701	1882	1701	1701	1517	1701	1883	1701	1883	18752	
2do piso	Oficina 2.4 Javier Arancibia	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	3	H	18	54	1197	3591	1548	5712	5206,5	5436	4303,5	5206,5	6339	5238	6318	6339	6480	62833,5	
2do piso	Oficina 2.5 Profesor Hugo Di	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	3	H	18	54	1438,5	4435,5	1141,5	6655,5	6223,5	6534	6723	6223,5	6339	5238	6237	6339	6339	69806,5	
2do piso	Oficina 2.6 Profesor Roman G	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	3	H	18	54	1143	3429	1434	4936	4501,5	5085	4363,5	4801,5	6123	5400	6642	7044	6642	62221,5	
2do piso	Oficina 2.11 Daniel Underreg	Oficina	Consumo electricidad	Led Crod	1	B	18	18	511,5	1534,5	616,5	2335,5	2124	2313	2230,5	2124	2316	2340	2316	3177	2316	27621	
2do piso	Oficina 2.18 Romina Alvarez	Oficina	Consumo electricidad	Led Crod	2	B	18	36	1035	3105	1233	4581	4293	4581	4293	5832	4658	5832	6354	5832	6354	55197	
2do piso	Pasillo Estar Oficinas	Pasillos	Consumo electricidad	Led T8	4	H	18	72	2556	26406	7598	28088	26440	27738	27390	26440	35532	28404	35532	33852	34776	344398	
2do piso	Pasillo Estar Oficinas	Pasillos	Consumo electricidad	Led Ampollita	3	P	15	45	1517,5	16503,75	4623,75	17505	16450	17036,25	17493,75	16450	22207,5	17752,5	22207,5	24907,5	21735	21572,5	
2do piso	Jefatura de carrera	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	12	H	18	216	2484	7452	2316	10800	10368	10800	10800	10368	9072	7128	8364	10152	8532	107352	
2do piso	Baño Alemanz 2.1	Baño	Consumo electricidad	Led T8	9	H	18	162	6682,5	20047,5	7978,5	29322	28026	29322	29322	28026	31428	25190	31347	35154	30132	325215	
2do piso	Baño Alemanz 2.1	Baño	Consumo electricidad	Led T8	15	B	18	270	1137,5	3342,5	13297,5	48370	46710	48370	48370	46710	51840	41310	51705	58050	43545	539190	
2do piso	Baño Alemanz 2.1	Baño	Consumo electricidad	Ampollitas	1	L	15	15	618,75	1856,25	738,75	2715	2595	2715	2715	2595	2880	2295	2872,5	3225	2752,5	29355	
2do piso	Oficina de memoristas	Oficina	Consumo electricidad	Ampollitas	6	L	15	90	45	135	52,5	195	187,5	195	195	187,5	157,5	127,5	157,5	172,5	157,5	1920	
2do piso	Oficina 2.11 Tecnico laborator	Oficina	Consumo electricidad	Ampollitas	2	B	18	36	702	2106	819	3042	2925	3042	3042	2925	2646	2142	2646	2898	2646	30879	
2do piso	Oficina 2.1 Tecnico laborator	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	1	E	18	18	351	1053	409,5	1521	1462,5	1521	1521	1462,5	1323	1071	1323	1449	1323	15433,5	
2do piso	Sala 2.1	Sala	Consumo electricidad	Led T8	8	B	18	144	4968	15120	6192	21924	21132	22284	22104	21132	12096	10296	12312	13320	12528	190440	
2do piso	Sala 2.1	Sala	Consumo electricidad	Led T8	10	A	18	180	6210	18300	7740	27405	26415	27855	27630	26415	15120	12870	15330	16650	15660	238050	
2do piso	Sala 2.2	Sala	Consumo electricidad	Led T8	8	E	18	144	3168	9720	3672	14364	13752	14004	14364	13752	13608	10728	13332	14184	14040	145800	
2do piso	Sala 2.2	Sala	Consumo electricidad	Led T8	10	A	18	180	3960	12900	4590	17955	17190	17505	17955	17190	17010	13410	16740	17730	17550	186975	
2do piso	Sala 2.3	Sala	Consumo electricidad	Ampollitas	8	S	18	144	4248	12960	5472	18864	18252	19224	18684	18252	4104	3384	4536	4464	4536	132732	
2do piso	Sala 2.3	Sala	Consumo electricidad	Led T8	2	F	18	36	1062	3240	1368	4716	4563	4606	4671	4563	1026	846	1134	1116	1134	33183	
2do piso	Sala 2.3	Sala	Consumo electricidad	Led T8	8	B	18	144	4248	12960	5472	18864	18252	19224	18684	18252	4104	3384	4536	4464	4536	132732	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Led T8	1	A	18	18	3024	9072	3456	12960	12528	13392	12960	12528	5742	5461	7047	7569	7047	109782	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Led T8	4	C	18	72	12096	36288	13924	51840	50112	53568	51840	50112	22968	21924	28188	30276	28188	439128	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Led T8	2	D	18	36	6048	18144	6912	25920	25056	26784	25920	25056	11484	10962	14094	15138	14094	219564	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Led T8	1	G	18	18	3024	9072	3456	12960	12528	13392	12960	12528	5742	5461	7047	7569	7047	109782	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Led T8	1	B	18	18	3024	9072	3456	12960	12528	13392	12960	12528	5742	5461	7047	7569	7047	109782	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Led T8	2	E	18	36	6048	18144	6912	25920	25056	26784	25920	25056	11484	10962	14094	15138	14094	219564	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Salv estar general	Consumo electricidad	Led T8	4	R	18	72	12096	36288	13924	51840	50112	53568	51840	50112	22968	21924	28188	30276	28188	439128	
2do piso	Laboratorio citotoxicidad	Laboratorio	Consumo electricidad	Led T8	6	E (2M)	18	108	1161	2322	1404	5076	4860	5103	5130	4860	4320	4050	5130	5670	5400	53325	
2do piso	Laboratorio citotoxicidad	Laboratorio	Consumo electricidad	Led T8	1	Z (2M)	9	3	96,75	330,75	117	423	405	425,25	427,5	405	360	337,5	427,5	5670	5400	14728,5	
2do piso	Laboratorio citotoxicidad	Laboratorio	Consumo electricidad	Led T8	1	Y	18	10	107,5	367,5	130	470	450	472,5	475	450	3340	4050	475	5670	5400	21750	

NIVEL	Area de operación	Categoría Área operación	Detalle de la fuente de emisión	Tipo de luminaria	Cantidad	Luminarias	Potencia [W]	Potencia total [W]	Consumo Semanal estimado	Consumo Enero [W]	Consumo febrero [W]	Consumo marzo [W]	Consumo abril [W]	Consumo mayo [W]	Consumo junio [W]	Consumo julio [W]	Consumo Agosto [W]	Consumo Septiembre [W]	Consumo Octubre [W]	Consumo Noviembre [W]	Consumo Diciembre [W]	Consumo Anual [W/h]
ter piso	Laboratorio ecología	Laboratorio	Consumo electricidad	Led T8	12	E	18	216	1236	42876	15120	55512	53028	55512	55512	53028	60264	57612	74304	3312	3100,5	529240,5
ter piso	Laboratorio ecología	Laboratorio	Consumo electricidad	Fluorescente T	10	K	18	180	1080	35730	12600	46260	44190	46260	44190	50220	40660	61820	3312	3100,5	442102,5	
ter piso	Laboratorio de ecotoxicología	Laboratorio	Consumo electricidad	Ampolletas	12	L	18	216	1242	4266	1512	5508	5184	5454	5508	5184	5184	4860	6156	315	300	43431
ter piso	Pasillo labo ecotoxicología	Pasillos	Consumo electricidad	Led T8	2	F	18	36	1620	5400	1830	7020	6750	7020	7020	6750	864	810	1026	6804	6480	57834
ter piso	Reo secretaría servicio (6 amp)	Baño	Consumo electricidad	Led Ampollet	3	P	15	45	33,75	303,75	105	405	401,25	401,25	416,25	401,25	360	326,25	408,75	1785	1680	6393,8
ter piso	Reo secretaría servicio (6 amp)	Baño	Consumo electricidad	Ampolletas	1	Q	15	15	31,25	101,25	35	135	133,75	133,75	133,75	133,75	120	108,75	136,25	1785	1680	4641,3
ter piso	Baño mixto	Baño	Consumo electricidad	Led T8	8	E	18	144	6624	22032	7704	28556	27648	28556	28728	27648	17932	16740	21240	39354	33588	295686
ter piso	Comedor	Comedor	Consumo electricidad	Led T8	12	D	18	216	3720	59544	18144	62532	59544	64600	60264	59644	70408	74520	35472	17208	15912	659282
ter piso	Comedor	Comedor	Consumo electricidad	Led T8	16	R	18	288	12960	67332	24192	82376	78192	84400	80352	78192	104544	33360	127396	17208	15912	862446
ter piso	Of. Secretaría de ecología	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	6	H	18	108	5105	16385	5340	22140	21276	22113	19300	21276	11664	10335	13851	6378,75	6075	17751,75
ter piso	Of. Secretaría de cultura	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	6	H	18	108	4266	14148	4341	19522	17733	18468	19822	17733	11664	10335	13851	2126,25	2125	148088,25
ter piso	Sala general Entradas	Sala estar general	Consumo electricidad	Led T8	16	R	18	288	21456	142272	45824	182304	176400	183504	182304	176400	152928	146016	187488	109800	33744	1773984
ter piso	Secretaría Magister		Consumo electricidad	Led T8	2	C	18	36	927	2739	336	3369	3360	3717	4230	3360	2664	3258	21276	21060	74475	
ter piso	Centro de estudiantes	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	6		18	108	189	567	189	703	756	756	945	756	367,2	489,6	1617,5	1291,2	8884,8	
ter piso	Sala 11	Sala	Consumo electricidad	Led T8	24		18	432	19660	52812	18576	66852	66096	67392	68012	67392	32508	23484	36288	10017	9639	526068
ter piso	Sala 12	Sala	Consumo electricidad	Led T8	24		18	432	17820	53232	20736	77652	74736	77652	78192	75324	37692	34020	43092	12036	11340	602424
ter piso	Auditorio	Auditorio	Consumo electricidad	Led T8	48		18	864	0	4320	0	8640	6480	17064	6480	0	2532	2532	5184	12528	68904	
ter piso	Baño Mixto	Baño	Consumo electricidad	Led T8	8		18	144	6480	21600	7560	28080	27000	28080	28080	27000	17436	16416	20736	22365	21816	266832
ter piso	Sala reunion EIM	Sala	Consumo electricidad	Fluorescente T	10		18	180	540	1620	540	2610	2160	2160	2160	2160	2070	1930	2520	2745	2745	25200
ter piso	Sala de trabajo de comisiones	Sala	Consumo electricidad	Fluorescente T	2		18	36	180	540	180	732	810	732	720	810	216	216	288	360	288	6012
ter piso	Mayordomo	Oficina	Consumo electricidad	Fluorescente T	6		18	108	7830	26622	9336	34452	32886	34452	34452	32886	2532	2430	3078	3402	3240	219888
ter piso	Mayordomo	Oficina	Consumo electricidad	Led T8	2		18	36	2610	8874	3132	11484	10962	11484	11484	10962	864	810	1026	1154	1080	73296
ter piso	Bodega	Oficina	Sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Parametro/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Valor total en W	1450310,25	832463,25	1940072	1902828	2008730,5	1962112,75	1891758	1587987	1453658	1842619	1500621	1400508	19773667,3
Valor total en kWh	1450	832	1940	1903	2009	1962	1892	1588	1454	1843	1501	1401	19773,67
% consumo de la boleta	32,66	27,20	38,04	38,21	34,16	31,14	31,85	33,08	29,55	37,45	26,33	30,31	32,60
Consumo boleta mensual	4440	3060	5100	4980	5880	6300	5940	4800	4920	4920	5700	4620	60660

Anexo 26: Remanente de energía por cambio de luminarias eficientes.

NIVEL	Area de operaci3n	Categoría Area operaci3n	Detalle de la fuente de emisi3n	Tipo de luminaria	Cantidad	Luminarias	Potencia [W]	Potencia total [W]	Consumo Semanal estimado	Consumo Enero [W]	Consumo febrero [W]	Consumo marzo [W]	Consumo abril [W]	Consumo mayo [W]	Consumo junio [W]	Consumo julio [W]	Consumo Agosto [W]	Consumo Septiembre [W]	Consumo Octubre [W]	Consumo Noviembre [W]	Consumo Diciembre [W]	Consumo Anual [W]	
2do piso	Lab 2.2 de Biotecnología	Laboratorio	consumo electricidad	Led T8	27	H	18	486	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Lab 2.2 de Biotecnología	Laboratorio	consumo electricidad	Led T8	9	E	18	162	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Lab 2.2 de Biotecnología	Laboratorio	consumo electricidad	Led T8	2	E	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Hall Pasillo 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Fluorescente T8	7	S	18	280	810	63300	66528	72072	72072	74844	72072	63300	57519	54747	70224	75768	70224	824670	
2do piso	Hall Pasillo 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Led T8	5	A	22	110	810	9000	8640	9360	9360	9360	9360	9000	9000	7470	9120	9840	9120	106740	
2do piso	Hall Pasillo 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Ampolletes	8	X	15	560	0	198000	190080	205320	205320	205320	205320	198000	164340	156420	200640	216480	200640	2348280	
2do piso	Lab 2.1 de Docencia	Laboratorio	consumo electricidad	Led	36	H	18	648	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Lab 2.1 de Docencia	Laboratorio	consumo electricidad	Led	12	E	18	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Lab 2.3 Microalgas	Laboratorio	consumo electricidad	Led Ampolletes	3	P	3,5	28,5	0	-445,5	-177,375	-651,75	-622,875	-651,75	-651,75	-622,875	-4252,875	-4046,625	-5197,5	-5597,625	-5222,25	-28140,75	
2do piso	Oficina 2.3 Prof Varello	Oficina	consumo electricidad	Led T8	9	H	18	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.10 Prof. Joao	Oficina	consumo electricidad	Led T8	6	H	18	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.13 Prof Octavio	Oficina	consumo electricidad	Led T8	12	H	18	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.12 Profesora Yvett	Oficina	consumo electricidad	Led T8	12	H	18	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.15 Jairo Valenzuela	Oficina	consumo electricidad	Led T8	6	H	18	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.3 Cafetería	Oficina	consumo electricidad	Led T8	3	H	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.4 Javier Arancibia	Oficina	consumo electricidad	Led T8	3	H	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.5 Profesor Hugo Ibarra	Oficina	consumo electricidad	Led T8	3	H	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.6 Profesor Hernán	Oficina	consumo electricidad	Led T8	3	H	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.7 Prof Lorena	Oficina	consumo electricidad	Led T8	3	H	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.17 Daniel Undurraga	Oficina	consumo electricidad	Led Cusad	1	B	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina 2.18 Romina Alvarez	Oficina	consumo electricidad	Led Cusad	2	B	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Pasillo Estar Oficinas	Pasillos	consumo electricidad	Led Ampolletes	4	H	18	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Pasillo Estar Oficinas	Pasillos	consumo electricidad	Led Ampolletes	3	P	3,5	28,5	0	-6051,375	-1635,375	-6418,5	-6105	-6356,625	-6414,375	-6105	-8142,75	-6503,25	-8142,75	-9132,75	-7969,5	-79043,25	
2do piso	Jefatura de carrera	Oficina	consumo electricidad	Led T8	12	H	18	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Baño alumnos 2.1	Baño	consumo electricidad	Led T8	9	H	18	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Baño Alumnos 2.1	Baño	consumo electricidad	Led T8	15	B	18	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Baño Alumnos 2.1	Baño	consumo electricidad	Ampolletes	1	L	15	75	0	7425	2955	10860	10380	10860	10860	10380	11520	3180	11490	12300	11010	119820	
2do piso	Baño Alumnos 2.1	Baño	consumo electricidad	Ampolletes	6	L	15	420	0	435	192,5	715	687,5	715	687,5	715	687,5	577,5	467,5	577,5	632,5	577,5	7040
2do piso	Oficina de memorizaci3n	Oficina	consumo electricidad	Led T8	2	B	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Oficina de memorizaci3n	Oficina	consumo electricidad	Led T8	1	E	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala 2.1	Sala	consumo electricidad	Led T8	8	B	18	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala 2.1	Sala	consumo electricidad	Led T8	10	A	18	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala 2.2	Sala	consumo electricidad	Led T8	8	E	18	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala 2.2	Sala	consumo electricidad	Led T8	10	A	22	220	2700	1020	3990	3820	3890	3990	3820	3780	2980	3720	3940	3900	3900	41550	
2do piso	Sala 2.3	Sala	consumo electricidad	Ampolletes	8	S	18	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala 2.3	Sala	consumo electricidad	Led T8	2	F	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala 2.3	Sala	consumo electricidad	Led T8	8	B	18	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Led T8	1	A	18	22	2016	768	2880	2784	2976	2880	2784	1276	1218	1566	1682	1566	1566	24396	
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Led T8	4	C	18	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Led T8	2	D	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Led T8	1	G	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Led T8	1	B	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Led T8	2	E	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Sala General Salas 2.1	Sala estar generaci3n	consumo electricidad	Led T8	4	F	18	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Laboratorio citotoxicidad	Laboratorio	consumo electricidad	Led T8	6	E (2M)	18	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Laboratorio citotoxicidad	Laboratorio	consumo electricidad	Led T8	1	Z (2M)	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2do piso	Laboratorio citotoxicidad	Laboratorio	consumo electricidad	Led T8	1	Y	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NIVEL	Área de operación	Categoría Área operación	Detalle de la fuente de emisión	Tipo de luminaria	Cantidad	Luminarias	Potencia [W]	Potencia total [W]	Consumo Semanal estimado	Consumo Enero [W]	Consumo febrero [W]	Consumo marzo [W]	Consumo abril [W]	Consumo mayo [W]	Consumo junio [W]	Consumo julio [W]	Consumo Agosto [W]	Consumo Septiembre [W]	Consumo Octubre [W]	Consumo Noviembre [W]	Consumo Diciembre [W]	Consumo Anual [W]	
ter piso	Laboratorio ecología	Laboratorio	ponsumo electricidi	Led T8	12	E	18	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Laboratorio ecología	Laboratorio	ponsumo electricidi	Fluorescente T8	10	K	18	360	35730	12600	46260	44190	46260	44190	46260	44190	50220	48060	61920	0	0	0	435630
ter piso	Laboratorio de ecotoxicología	Laboratorio	ponsumo electricidi	Ampollata	12	L	18	216	-1422	-504	-1836	-1728	-1818	-1836	-1728	-1728	-1620	-2052	0	0	0	0	-16272
ter piso	Laboratorio de ecotoxicología	Pasillos	ponsumo electricidi	Led T8	2	F	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	secretaría servicio (6 a)	Baño	ponsumo electricidi	Led Ampollata	3	P	3,5	28,5	-111,375	-38,5	-148,5	-147,125	-147,125	-152,625	-147,125	-132	-119,625	-143,875	1785	1680	1680	2171,1	
ter piso	secretaría servicio (6 a)	Baño	ponsumo electricidi	Ampollata	1	G	15	70	371,25	128,3333333	435	430,4166667	430,416667	508,75	430,4166667	440	338,75	433,58333	1785	1680	1680	7777,3	
ter piso	Baño mixto	Baño	ponsumo electricidi	Led T8	8	E	18	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11718	-11196	-22314	
ter piso	Comedor	Comedor	ponsumo electricidi	Led T8	12	D	18	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Comedor	Comedor	ponsumo electricidi	Led T8	16	R	18	288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Of. Secretaría de ecoveh	Oficinas	ponsumo electricidi	Led T8	6	H	18	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2338,875	-2227,5	-4566,375
ter piso	Of. Secretaría de carrer	Oficinas	ponsumo electricidi	Led T8	6	H	18	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7796,25	7425	15221,25
ter piso	Sala general Entrada	Sala estar general	ponsumo electricidi	Led T8	16	R	18	288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Secretaría Magister	Oficinas	ponsumo electricidi	Led T8	2	C	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Centro de estudiantes	Oficinas	ponsumo electricidi	Led T8	6		18	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Sala 1.1	Sala	ponsumo electricidi	Led T8	24		18	432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Sala 1.2	Sala	ponsumo electricidi	Led T8	24		18	432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Auditorio	Auditorio	ponsumo electricidi	Led T8	48		18	864	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Baño Mixto	Baño	ponsumo electricidi	Led T8	8		18	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Sala reunion EIM	Sala	ponsumo electricidi	Fluorescente T8	10		18	180	1620	540	2610	2160	2610	2160	2160	2070	1890	2520	2745	2745	2745	25830	
ter piso	Sala de trabajo de comiso	Sala	ponsumo electricidi	Fluorescente T8	2		18	36	540	180	732	610	732	720	610	216	288	360	288	360	288	6012	
ter piso	Mysordomo	Oficinas	ponsumo electricidi	Fluorescente T8	6		18	108	26622	9396	34452	32886	34452	34452	32886	2592	2430	3078	3402	3240	3240	219888	
ter piso	Mysordomo	Oficinas	ponsumo electricidi	Led T8	2		18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ter piso	Bodega	Oficinas	Sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NIVE	Area de operación	Categoría Area operación	Detalle de la fuente de emisión	Tipo de luminaria	Cantidad	Luminarias	Potencia [W]	Potencia total [W]	Consumo Semanal estimado	Consumo Enero [W]	Consumo febrero [W]	Consumo marzo [W]	Consumo abril [W]	Consumo mayo [W]	Consumo junio [W]	Consumo julio [W]	Consumo Agosto [W]	Consumo Septiembre [W]	Consumo Octubre [W]	Consumo Noviembre [W]	Consumo Diciembre [W]	Consumo Anual [W]	
Subterraneo	Sala S.1	Sala	osumo electricid	Led T8	4	C	18	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Sala S.1	Sala	osumo electricid	Fluorescente T8	6	K	18	216	0	675	12231	11556	12285	11961	11556	3024	2268	2370	3078	3186	3186	74790	
Subterraneo	Sala S.1	Sala	osumo electricid	Led	5	R	18	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Sala S.1	Sala	osumo electricid	Fluorescente T8	4	T	18	160	0	550	3966	3416	10010	9146	3416	2464	1848	2420	2508	2536	2536	60840	
Subterraneo	Sala S.1	Sala	osumo electricid	Fluorescente T8	5	U	18	200	0	687,5	12457,5	11770	12512,5	12182,5	11770	3080	2310	3025	3135	3245	3245	76175	
Subterraneo	Sala S.1	Sala	osumo electricid	Fluorescente T8	3	V	18	108	0	337,5	6115,5	5778	6142,5	5980,5	5778	1512	1134	1485	1539	1539	1539	37395	
Subterraneo	Sala S.2	Sala	osumo electricid	Fluorescente T8	1	T	18	40	0	275	577,5	20515	2035	2134	20515	605	561	704	759	748	748	12501,5	
Subterraneo	Sala S.2	Sala	osumo electricid	Fluorescente T8	1	W	18	40	0	275	577,5	20515	2035	2134	20515	605	561	704	759	748	748	12501,5	
Subterraneo	Sala S.2	Sala	osumo electricid	Fluorescente T8	6	U	18	216	0	1350	2835	10011	9390	10416	10011	2870	2154	3456	3126	3672	3672	61571	
Subterraneo	Sala S.2	Sala	osumo electricid	Fluorescente T8	5	S	18	200	0	1375	2887,5	10257,5	10175	10670	10257,5	3025	2805	3520	3795	3740	3740	62507,5	
Subterraneo	Pasillo 1	Pasillos	osumo electricid	Led T8	3	D	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 1	Pasillos	osumo electricid	Led T8	1	R	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 1	Pasillos	osumo electricid	Led T8	5	C	18	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 1	Pasillos	osumo electricid	Led T8	1	E	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 2	Pasillos	osumo electricid	Led T8	3	G	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 2	Pasillos	osumo electricid	Led T8	2	B	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 2	Pasillos	osumo electricid	Led T8	3	E	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 3	Pasillos	osumo electricid	Led T8	2	B	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 3	Pasillos	osumo electricid	Led T8	2	E	18	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 4	Pasillos	osumo electricid	Led T8	3	E	18	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 4	Pasillos	osumo electricid	Led T8	4	G	18	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 4	Pasillos	osumo electricid	Led T8	1	H	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 5	Pasillos	osumo electricid	Led T8	8	F	18	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 5	Pasillos	osumo electricid	Led T8	1	E	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 6	Pasillos	osumo electricid	Led T8	1	No luminaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Pasillo 1	Pasillos	osumo electricid	Led T8	5	B	18	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	laboratorio de computac	Laboratorio	osumo electricid	Led T8	24	B	18	432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	computación EIM pre pos	Sala	osumo electricid	Led T8	6	H	18	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	computación EIM pre pos	Sala	osumo electricid	Led T8	5	E	18	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	computación EIM pre pos	Sala	osumo electricid	Led T8	1	F	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	computación EIM pre pos	Sala	osumo electricid	Led T8	6	E	18	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Sala de personal de sacd	Sala	osumo electricid	Led T8	10		18	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Oficina docentes EIM	Oficina	osumo electricid	Fluorescente T8	12		18	432	1944	2532	0	2532	2316	2316	2532	1944	1944	2532	2316	2316	2316	27664	
Subterraneo	Laboratorio de Energía Fieco	Laboratorio	Sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Sala de estudio 1	Sala	Sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Sala de estudio 2	Sala	Sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Sala de estudio 3	Sala	Sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Sala de estudio 4	Sala	Sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Sala de estudio 5	Sala	Sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subterraneo	Sala de estudio 6	Sala	Sin consumo		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Parametro/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Consumo Normal [kWh]	1798,04	1131,19	2369,07	2345,33	2461,03	2411,16	2323,21	1894,98	1742,66	2213,60	1833,16	1710,43	24233,86
Consumo Sistema Eficiente[kWh]	1450,31	832,46	1940,07	1902,83	2008,73	1962,11	1891,76	1587,99	1453,66	1842,62	1500,62	1400,51	19773,67
[kWh] Mitigado	347,73	298,73	429,00	442,50	452,30	449,04	431,45	306,99	289,01	370,98	332,54	309,92	4460,20
[MWh] Mitigado	0,35	0,30	0,43	0,44	0,45	0,45	0,43	0,31	0,29	0,37	0,33	0,31	4,46
tonCO2eq MITIGADO	0,11	0,10	0,16	0,17	0,17	0,17	0,14	0,09	0,07	0,07	0,06	0,07	1,38
% de reducción	19,34	26,41	18,11	18,87	18,38	18,62	18,57	16,20	16,58	16,76	18,14	18,12	18,40

Energía consumida		Huella de carbono		
		Parametro	Valor	Unidad
Consumo Normal [kWh]	24233,86	Emisión normal	7,42	ton CO2 eq
Consumo Sistema Eficiente[kWh]	19773,67	Mitigación Anual	1,38	ton CO2 eq
[kWh] Mitigado	4460,20	Emisión nueva	6,05	ton CO2 eq
[MWh] Mitigado	4,46	Mitigación promedio mensual	114,90	kWh
		Mitigación promedio mensual	0,11	MWh
		Reducción anual	18,10	%

Anexo 27: Ejemplo de cálculo en Google Earth de trayecto a el edificio de la Escuela de Ingeniería en Medioambiente.



Anexo 28: Cotizaciones y características para tubo fluorescentes, led y ampolletas proyecto cambio de luminarias.



TUBO FLUORESCENTE 36W 4200K T8 640-33 PHILIPS

Código: TLD3633-01

Tubo fluorescente, su potencia es de 36W, con una temperatura de luz de 4.200K, un diámetro de T8. Marca Philips. Su uso es para luminarias de alumbrado de oficinas, comercio, bodega, industria.

Si tienes dudas, problemas, no encuentras el producto que buscas o necesitas otro producto ¡Contáctanos!

Nosotros te ayudaremos y buscaremos el producto por ti

+56957833461

ilumina.web@zingg.cl



\$1.785

1

Añadir Al Carrito



Directorio ChileCompra | Buscar productos en Ferreteria | Volver al listado de Compras Marco | Iniciar Sesión

Ferreteria

Página de inicio Ferreteria > AMPOLLETA LED A65 15W E27 MEGABRIGHT UNIDAD

ID: 1634588

AMPOLLETA LED A65 15W E27 MEGABRIGHT UNIDAD


Desde: Hasta:

\$1.456 - \$1.903 PRECIO NETO NO INCLUYE IVA

[Ver historial de precios](#)

[COMPARAR](#)

[VER PROVEEDORES](#)



Descripción	Especificaciones Técnicas
TIPO PRODUCTO	AMPOLLETA LED
MARCA	MEGABRIGHT
MODELO	A65 E27 15W
EAN/GTIN	MG6A65
LARGO	10
ANCHO	15
FONDO	10
BASE	E27
CONSUMO	15 W
LUMENES	800
TIPO DE SOQUETE	E27
POTENCIA	15 W

Directorio ChileCompra | Buscar productos en Ferreteria | Volver al listado de Compras Marco | Iniciar Sesión

Ferreteria

Página de inicio Ferreteria > AMPOLLETA LED MEGABRIGHT TUBO T8 18W 4000K UNIDAD

ID: 1675076

AMPOLLETA LED MEGABRIGHT TUBO T8 18W 4000K UNIDAD


Desde: Hasta:

\$1.509 - \$2.114 PRECIO NETO NO INCLUYE IVA

[Ver historial de precios](#)

[COMPARAR](#)


[VER PROVEEDORES](#)



LINEA DE PRODUCTOS APLICABLES AL ÁREA INDUSTRIAL, COMERCIAL, HOSPITAL, AEROPUERTO, EDUCACIONALES Y ESPACIOS PÚBLICOS INTERIORES. UNIFORMIDAD LUMINARIA: 40.000 HORAS EQUIVALENCIA 36 W EQUIVALENCIA LUMINICA 285V INSTALACIÓN EN EQUIPOS. ILUMINACIÓN GENERAL ANGLULO 80° ANGLULO 180° MATERIAL VIDRIO COLOR DEL CUERPO, VIDRIO OPAL BLANCO VOLTAJE OPERACIÓN: AC220-240V FRECUENCIA: 50-60HZ

Descripción	Especificaciones Técnicas
TIPO PRODUCTO	AMPOLLETA LED
MARCA	MEGABRIGHT
MODELO	TUBO T8 18W 4000K
MEDIDA	UNIDAD
EAN/GTIN	5000218
LARGO	121.2 CM
ANCHO	2.75 CM
FONDO	2.75 CM
BASE	T8(G13)
LUMENES	1800
POTENCIA	18 W

Dirección **ChileCompra** [Volver al listado de Convenios Marco](#) [Iniciar Sesión](#)
Ferreteria 0
 Página de inicio Ferreteria > **AMPOLLETA LED MEGABRIGHT TUBO T8 18W 6000K UNIDAD**



ID: 1675077

AMPOLLETA LED MEGABRIGHT TUBO T8 18W 6000K UNIDAD

Desde Hasta

\$1.490 - \$2.251 PRECIO NETO NO INCLUYE IVA

[Ver historial de precios](#)

[COMPARAR](#)

[VER PROVEEDORES](#)

[Descripción](#)

[Especificaciones Técnicas](#)

LÍNEA DE PRODUCTOS APLICABLES AL ÁREA INDUSTRIAL, COMERCIAL, HOSPITALARIOS, EDUCACIONALES Y ESPACIOS PÚBLICOS INTERIORES. UNIFORMIDAD LUMINARIA: 40.000 HORAS EQUIVALENCIA 36 W EQUIVALENCIA LUMINICA 265V INSTALACIÓN EN EQUIPOS. ILUMINACION GENERAL ANGULO 80° ANGULO 180° MATERIAL VIDRIO COLOR DEL CUERPO, VIDRIO OPAL BLANCO VOLTAJE OPERACIÓN: AC85-265V FRECUENCIA: 50-60HRZ

Descripción	Especificaciones Técnicas
TIPO PRODUCTO	AMPOLLETA LED
MARCA	MEGABRIGHT
MODELO	TUBO T8 18W 6000K
MEDIDA	UNIDAD
EAN/GTIN	5000220
LARGO	121.2 CM
ANCHO	2.75 CM
FONDO	2.75 CM
BASE	T8(G13)
LUMENES	1800
POTENCIA	18 W

Anexo 29: Cotizaciones y características computadores eficientes y no eficientes.



ID: 1941186

DESKTOP LENOVO M75Q WINDOWS 11 PRO AMD RYZEN 7 PRO 5750GE 16 GB RAM 512 SSD GAMA 3

DESKTOP LENOVO M75Q WINDOWS 11 PRO AMD RYZEN 7 PRO 5750GE 16 GB RAM 512 SSD


Desde Hasta

US\$608,00 - US\$638,21 PRECIO NETO NO INCLUYE IVA

[Ver historial de precios](#)

[COMPARAR](#)

[VER PROVEEDORES](#)



ID: 1941195

LAPTOP LENOVO 14 WINDOWS 11 PRO AMD RYZEN 7-5800U 16 GB RAM 512 SSD GAMA 3

LAPTOP LENOVO 14 WINDOWS 11 PRO AMD RYZEN 7-5800U 16 GB RAM 512 SSD

Desde Hasta

US\$527,00 - US\$574,97 PRECIO NETO NO INCLUYE IVA

[Ver historial de precios](#)

[COMPARAR](#)

[VER PROVEEDORES](#)



Computador Reacondicionado HP AIO ProOne 400 G6 I5-10500 RAM 8GB SSD 480GB 23.8" DVD W10P

HP SKU: REF-CV-322ECL5-AEF-08 [Reacondicionado](#)

[Recibe GRATIS Mañana](#) [Satisfacción Garantizada](#) [Ahorra \\$ 180.000](#)


Precio: **\$ 419.990** -\$600.000 Precio Transferencia

IVA Includo **\$ 430.990** -\$614.000 Precio Normal

Stock: ● Solo 1 unidad

Cantidad:

[Agregar al carro](#) [Comprar ahora](#)


ultracp dhc
<https://www.ultracp.cl> > ... > Laptop

Notebook Dell Vostro 14-3468 14" i5 7200U 8GB 1TB

Dell Vostro 14-3468 (14"). ITEM: 031. Condición: USADO – Excelente Estado.
 Procesador: INTEL® CORE™ i5 7200U (2.5 GHz – 3.1 GHz)
 \$420.000 · Agotado



Anexo 30: Degradación de la energía en sistema de autoconsumo, según rendimiento de Panel Fotovoltaico.

Proyecto A: Autoconsumo				
Año	Garantía de Rendimiento	Generación	Energía ahorrada [kWh]	Consumo de la red
1	98	29512	29.512	31.148
2	97,45	29346	29.346	31.314
3	96,9	29181	29.181	31.479
4	96,35	29015	29.015	31.645
5	95,8	28849	28.849	31.811
6	95,25	28684	28.684	31.976
7	94,7	28518	28.518	32.142
8	94,15	28353	28.353	32.307
9	93,6	28187	28.187	32.473
10	93,05	28021	28.021	32.639
11	92,5	27856	27.856	32.804
12	91,95	27690	27.690	32.970
13	91,4	27524	27.524	33.136
14	90,85	27359	27.359	33.301
15	90,3	27193	27.193	33.467
16	89,75	27028	27.028	33.632
17	89,2	26862	26.862	33.798
18	88,65	26696	26.696	33.964
19	88,1	26531	26.531	34.129
20	87,55	26365	26.365	34.295
21	87	26199	26.199	34.461
22	86,45	26034	26.034	34.626
23	85,9	25868	25.868	34.792
24	85,35	25703	25.703	34.957
25	84,8	25537	25.537	35.123

Anexo 31: Degradación de la energía en sistema de inyección a la red, según rendimiento de Panel Fotovoltaico.

Proyecto B: Inyección a la red					
Año	Garantía de Rendimiento	Generación	Energía inyectada a la red [kWh]	Energía ahorrada [kWh]	Consumo de la red
1	98	69992	19347	50.645	10.015
2	97,45	69599	19238	50.361	10.299
3	96,9	69206	19130	50.077	10.583
4	96,35	68814	19021	49.792	10.868
5	95,8	68421	18913	49.508	11.152
6	95,25	68028	18804	49.224	11.436
7	94,7	67635	18696	48.940	11.720
8	94,15	67242	18587	48.655	12.005
9	93,6	66850	18478	48.371	12.289
10	93,05	66457	18370	48.087	12.573
11	92,5	66064	18261	47.803	12.857
12	91,95	65671	18153	47.518	13.142
13	91,4	65278	18044	47.234	13.426
14	90,85	64885	17935	46.950	13.710
15	90,3	64493	17827	46.666	13.994
16	89,75	64100	17718	46.382	14.278
17	89,2	63707	17610	46.097	14.563
18	88,65	63314	17501	45.813	14.847
19	88,1	62921	17393	45.529	15.131
20	87,55	62529	17284	45.245	15.415
21	87	62136	17175	44.960	15.700
22	86,45	61743	17067	44.676	15.984
23	85,9	61350	16958	44.392	16.268
24	85,35	60957	16850	44.108	16.552
25	84,8	60565	16741	43.823	16.837

Anexo 34: Calculo del desempeño y huella de carbono con cambio de equipos de computación

Escenario	Categoría	Tipo de equipo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
Normal	Energía	Computadores	28,620	10,767	135,955	133,500	147,190	90,687	98,892	117,647	126,718	158,616	169,612	115,762	1333,97	
		Pantallas	3,615	1,532	8,785	7,343	8,485	6,158	6,416	17,480	18,381	22,604	23,554	18,064	142,42	
		Equipo sumados	32,235	12,299	144,740	140,842	155,675	96,845	105,307	135,126	145,099	181,221	193,166	133,826	1476,38	
	tonCO2 EQ	Computadores	0,009	0,004	0,051	0,051	0,056	0,034	0,033	0,033	0,030	0,030	0,030	0,033	0,025	0,39
		Pantallas	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,04
		Equipo sumados	0,010	0,004	0,054	0,054	0,059	0,037	0,035	0,038	0,034	0,034	0,034	0,038	0,029	0,43
Cambio de equipos eficientes	Energía	Computadores	21,793	7,976	99,644	97,508	108,313	67,660	73,290	93,528	101,738	130,039	139,974	88,965	1030,43	
		Pantallas	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
		Equipo sumados	21,793	7,976	99,644	97,508	108,313	67,660	73,290	93,528	101,738	130,039	139,974	88,965	1030,43	
	tonCO2 EQ	Computadores	0,007	0,003	0,037	0,037	0,041	0,026	0,025	0,026	0,024	0,024	0,024	0,027	0,019	0,30
		Pantallas	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
		Equipo sumados	0,007	0,003	0,037	0,037	0,041	0,026	0,025	0,026	0,024	0,024	0,024	0,027	0,019	0,30
Reducción	Energía	Computadores	6,827	2,791	36,311	35,992	38,877	23,027	25,602	24,118	24,980	28,577	29,638	26,797	303,539	
		Pantallas	3,615	1,532	8,785	7,343	8,485	6,158	6,416	17,480	18,381	22,604	23,554	18,064	142,417	
		Equipo sumados	10,442	4,324	45,096	43,335	47,363	29,185	32,017	41,598	43,361	51,181	53,193	44,861	445,956	
	tonCO2 EQ	Computadores	0,002	0,001	0,014	0,014	0,015	0,009	0,009	0,007	0,006	0,005	0,006	0,006	0,006	0,092
		Pantallas	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,037
		Equipo sumados	0,003	0,001	0,017	0,017	0,018	0,011	0,011	0,012	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,129

Anexo 35: Alcance 3 Resumen transporte y movilización de estudiantes, docentes y funcionarios.

Estudiantes

Ciudad Resid.	Tipo transporte 1er sem 2022	Tipo transporte 2do sem 2022	FE CO2 kgCO2eq/ persona-km	FE CH4 kgCO2eq/ persona-km	FE N2O kgCO2eq/ persona-km	FE CO2 kgCO2eq/ persona-km	FE CH4 kgCO2eq/ persona-km	FE N2O kgCO2eq/ persona-km	Viajes por semana 1er sem2022	Viajes 2do sem2022	Km 1er sem 2022	Km 2do sem 2022	Km total 2022	Personas x 1er tipo de transporte	Personas x 2 tipo de transporte	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	kg co2 eq total
Concon	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	5	31,8	31,8	63,6	14	14	284,9	0	42,7392	2927,64
Valparaíso	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	5	5	22,5	22,5	45	40	40	1152,8	21,6	64,8	1159,2
Viña del Mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	5	3,2	3,2	16,4	14	14	834,624	0	12,3648	846,988
Valparaíso	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	10	14,9	14,9	29,8	14	14	2703,46	0	40,0512	2743,51
Quillota	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	4	4	54	54	108	40	40	22104,6	41,472	124,416	22270,5
Viña del mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	4	14,6	14,6	29,2	14	14	1214,14	0	17,3872	1232,12
Valparaíso	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	8	8	2,1	2,1	4,2	14	14	304,819	0	4,5184	309,335
Quilpué	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	10	10	21,1	21,1	42,2	40	40	21592,9	40,512	121,536	21754,9
Valparaíso	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	5	4,2	4,2	8,4	14	14	381,024	0	5,6448	386,668
Valparaíso, Viña del mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	4	17,8	17,8	35,6	14	14	1480,25	0	21,3236	1502,18
Viña del mar	Bus	Metrotrén	0,027	0	0,0004	0,0533	0,0001	0,0003	14	10	3,7	3,7	19,4	14	40	5573,39	7,76	44,5734	5625,72
Viña del Mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	10	10,2	10,2	20,4	14	14	1850,69	0	27,4176	1878,11
Valparaíso	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	10	4,8	4,8	9,6	14	14	370,312	0	12,3024	833,814
Valparaíso, Viña del mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	5	14,5	14,5	29	14	14	1375,44	0	19,488	1334,33
Viña del mar	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	5	5	7,2	7,2	14,4	40	40	3684,1	6,312	20,736	3711,74
Valparaíso	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	5	2,1	2,1	4,2	14	14	190,512	0	2,8224	193,334
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	5	4	0,75	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0
Valparaíso	Metrotrén	Caminar	0,0533	0,0001	0,0003	0	0	0	5	5	3,4	29,3	32,7	40	0	1014,83	1,904	5,712	1022,45
Valparaíso, Viña del mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	5	2,5	2,5	5	14	14	226,8	0	3,36	230,16
Quilpué	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	5	5	23	23	46	40	40	11768,6	22,08	66,24	11857
Maipú, Santiago	Bus	Bus interur	0,0533	0	0,0004	0,012	0	0,0002	5	5	113	113	226	30	30	16682,2	0	257,64	17139,8
Valparaíso, Maipú	Metrotrén	Vehículo pr	0,0533	0,0001	0,0003	0,0301	0,0001	0,002	5	5	4,2	4,2	8,4	40	1	1231,46	2,394	7,396	1501,75
Valparaíso, Quilpué	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	10	10	25	25	50	40	40	2584	45	144	2571,6
Puchuncaví	Bus	Bus interur	0,027	0	0,0004	0,012	0	0,0002	10	10	53,5	53,5	107	14	30	3514,44	0	148,088	3662,53
Viña del mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	10	7,9	7,9	15,8	14	14	1433,38	0	21,2352	1454,61
Villa Alemana,	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	6	6	5,5	5,5	11	40	40	8621,81	16,176	48,528	8686,51
Viña del mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	10	6,9	6,9	13,8	14	14	1251,94	0	18,5472	1270,48
Valparaíso, Viña del mar	Trolebús	Trolebús	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	20	20	3	3	6	10	10	4605,12	8,64	25,32	4639,68
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	10	1	1	0	0	0	0
Valparaíso	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	5	4,5	4,5	9	14	14	408,24	0	6,048	414,288
Valparaíso	Colectivo	Colectivo	0,0512	0,0001	0,001	0,0512	0,0001	0,001	4	5	1,7	1,7	3,4	4	4	73,9039	0,14416	1,50516	75,5396
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	5	5	2,7	2,7	5,4	1	1	0	0	0	0
La calera	Bus	Bus interur	0,027	0	0,0004	0,012	0	0,0002	4	5	61,5	61,5	123	30	30	7793,28	0	119,556	7912,84
villa alemana	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	5	3	27,7	8	35,7	40	40	3231,26	11,432	52,296	3360,88
Quillota	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	2	3	52,5	52,5	105	40	40	12983,9	24,36	73,08	13081,3
Viña del Mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	6	5	6,9	6,9	13,8	14	14	638,398	0	10,355	703,253
Viña del mar	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	10	4,9	4,9	9,8	14	14	889,056	0	13,7112	902,227
Quilpué	Metrotrén	Metrotrén	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	10	10	22,5	22,5	45	40	40	23025,6	43,2	129,6	23188,4
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	8	1	1	0	0	0	0
Valparaíso	Bus	Bus urbano	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	12	12	4,4	4,4	8,8	14	14	958,003	0	14,1926	372,196
Piñilla	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	3	4	21,1	21,1	42,4	14	14	1345,23	0	19,2293	1365,16
Viña del Mar	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	7	2	6,9	6,9	13,8	14	14	615,595	0	3,11904	624,654
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	10	1	1	0	0	0	0
Olmé	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	8	2	48,6	48,6	97,2	14	14	4849,89	0	71,8502	4921,74
Concon	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	5	31,5	31,5	63	14	14	2857,68	0	42,336	2900,02
Viña del mar	Caminar	Bus	0	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	0	5,2	5,2	10,4	1	14	0	0	0	0
Valparaíso	Bus	Bicicleta	0,027	0	0,0004	0	0	0	5	3	2,7	2,7	5,4	14	1	142,884	0	2,1168	145,001
Valparaíso	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0	0	0	5	1	1,1	1,1	2,2	14	1	58,212	0	0,8624	59,0744
Valparaíso	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	11	4	20,2	20,2	40,4	14	14	2962,61	0	43,8906	3006,5
Quilpué	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	8	10	23,9	23,9	47,8	14	14	3630,5	0	56,1482	3687,25
Valparaíso	Vehículo pr	Vehículo pr	0,2049	0,0003	0,0045	0,2049	0,0003	0,0045	40	4	5	5	10	1	1	1223,4	1,8	27	1252,2
Valparaíso	Bus	Bicicleta	0,027	0	0,0004	0	0	0	25	20	0,8	121	121,8	14	1	211,68	0	3,195	214,816
Villa alemana	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	10	30,5	20,2	50,7	14	14	4755,24	0	70,448	4825,63
Viña del mar	Caminar	Bus	0	0	0,0004	0,027	0	0,0004	8	0	8	8	16	1	14	0	0	0	0

Ciudad Resid.	Tipo transporte 1er sem 2022	Tipo transporte 2do sem 2022	FE CO2 kgCO2eq/ persona-km	FE CH4 kgCO2eq/ persona-km	FE N2O kgCO2eq/ persona-km	FE CO2 kgCO2eq/ persona-km	FE CH4 kgCO2eq/ persona-km	FE N2O kgCO2eq/ persona-km	Viajes por semana 1er sem2022	Viajes 2do sem2022	Km 1er sem 2022	Km 2do sem 2022	Km total 2022	Personas x 1er tipo de transporte	Personas x 2 tipo de transporte	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	kg co2 eq total
Viña del mar	Caminar	Bus	0	0	0,0004	0,027	0	0,0004	0	8	8	8	16	1	14	0	0	0	0
Limaque	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	1	1	40,6	40,6	81,2	14	14	736,646	0	10,9133	747,56
Valparaíso	Caminar	Bus	0	0	0,027	0,0004	0	0,0004	4	0	3,2	3,2	6,4	1	14	0	0	0	0
Valparaíso	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	10	1,7	1,7	3,4	14	14	308,448	0	4,5696	313,018
Valparaíso	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	16	10	5,3	5,3	10,6	14	14	1236,2	0	19,2326	1317,44
Valparaíso	Caminar	Trolebús	0	0	0	0	0	0	8	0	5,6	5,6	11,2	1	10	0	0	0	0
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	7	0	1,4	1,4	2,8	1	1	0	0	0	0
Puchuncaví	Bus	Vehículo pr	0,027	0	0,0004	0,0301	0,0001	0,002	6	0	42,3	42,3	84,6	14	1	2724,32	0	40,3603	2764,68
Valparaíso	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	0	4,9	4,9	9,8	14	14	518,616	0	7,6832	526,299
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	8	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	60	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	8	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0
Valparaíso	Bus	Bus	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	0	4,9	4,9	9,8	14	14	518,616	0	7,6832	526,299
Valparaíso	Caminar	Caminar	0	0	0	0	0	0	4	0	0,7	0,7	1,4	1	1	0	0	0</	

Docentes

Ciudad	Tipo transporte 1er sem 2022	Tipo transporte 2do sem 2022	Combustible	FE CO2 kgCO2eq/p ersona-km	FE CH4 kgCO2eq/p ersona-km	FE N2O kgCO2eq/p ersona-km	FE CO2 kgCO2eq/p ersona-km	FE CH4 kgCO2eq/p ersona-km	FE N2O kgCO2eq/p ersona-km	semana 1er	2do sem 2	Km 1er sem 2022	Km 2do sem 2022	Km total 2022	Persona x 1er tipo de transporte	Persona x 2 tipo de transporte	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	kg co2 eq total
Valparaíso	Vehículo Propio	Vehículo Propio	Bencina/aut	0,2049	0,0003	0,0045	0,2049	0,0003	0,0045	5	5	17,6	17,6	35,2	1	1	793,3728	1,1616	17,424	811,9584
Viña del Mar	Vehículo propio	Vehículo propio	Bencina/aut	0,2049	0,0003	0,0045	0,2049	0,0003	0,0045	0	0	8,9	8,9	17,8	1	1	0	0	0	0
Viña del Mar	Metrotren	Metrotren	-	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	3	4	6,9	6,9	13,8	40	40	2236,0416	4,1952	12,5856	2252,8224
Valparaíso	bus	bus urbano	-	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	10	10	5,6	5,6	11,2	14	14	931,392	0	13,7984	945,1904
Concón	Bus	Bus	-	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	5	5	21,7	21,7	43,4	14	14	1804,572	0	26,7344	1831,3064
Valparaíso	Vehículo propio	Vehículo propio	Bencina/aut	0,2049	0,0003	0,0045	0,2049	0,0003	0,0045	10	10	3,3	3,3	6,6	1	1	297,5148	0,4356	6,534	304,4844
Valparaíso	bus	bus urbano	-	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	0	1	7,4	7,4	14,8	14	14	35,944	0	0,8288	36,7728
PLACILLA	caminar	caminar	-	0	0	0	0	0	0	0	0	14,6	14,6	29,2	1	1	0	0	0	0
Viña del Mar	metro	Metrotren	-	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	2	2	16,7	16,7	33,4	40	40	3133,1872	5,8784	17,6352	3156,7008
Viña del Mar	Metrotren	vehículo pre	-	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	0	0	3,3	3,3	6,6	1	1	0	0	0	0
NO PRESENTE	Vehículo prestado	-	Bencina/aut	0,2049	0,0003	0,0045	0	0	0	10	10	6,9	6,9	13,8	1	0	339,3144	0,4968	7,452	347,2632
Viña del Mar	caminar	caminar	-	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	6,9	13,8	1	1	0	0	0	0
Viña del Mar	Metrotren	Metrotren	-	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	5	5	8,6	8,6	17,2	40	40	4033,744	7,568	22,704	4064,016
Vehículo propio	Vehículo propio	Vehículo propio	-	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	5	5	6,2	6,2	12,4	1	1	72,7012	0,1364	0,4092	73,2668
No realizo clases	bus	-	-	0	0	0	0,027	0	0,0004	0	1	10	10	20	0	14	75,6	0	1,12	76,72
														289,2			13773,384	19,872	127,2256	13920,4816

Docente honorarios

Ciudad Resid.	Tipo transporte 1er	Tipo transporte	Combustible	FE CO2 kgCO2eq/p ersona-km	FE CH4 kgCO2eq/p ersona-km	FE N2O kgCO2eq/p ersona-km	FE CO2 kgCO2eq/p ersona-km	FE CH4 kgCO2eq/p ersona-km	FE N2O kgCO2eq/p ersona-km	semana 1er	2do sem 2	Km 1er sem 2022	Km 2do sem 2022	Km total 2022	Persona x 1er tipo de transporte	Persona x 2 tipo de transporte	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	kg co2 eq total
Valparaíso	Vehículo propio	Vehículo propio	Bencina	0,0533	0,0001	0,0003	0,0533	0,0001	0,0003	10	8	5,1	5,1	10,2	1	1	106,732	0,204	0,612	108,548
Quilque	Bus	NO PRESENTE	-	0,027	0	0,0004	0	0	0	0	0	20,4	0	20,4	14	0	0	0	0	0
Viña del Mar	Bus	Bus	-	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	4	2	8,5	8,5	17	14	14	436,968	0	6,4736	443,4416
Valparaíso	Bus	Bus	-	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	4	4	2,4	2,4	4,8	14	14	159,6672	0	2,36544	162,03264
Valparaíso	Caminar	Caminar	-	0	0	0	0	0	0	2	2	2,2	2,2	4,4	1	1	0	0	0	0
Valparaíso	Clases virtuales	Bus	-	0	0	0	0,027	0	0,0004	0	2	3,4	4,3	7,7	0	14	65,016	0	0,9632	65,9792
														64,5			770,3832	0,204	10,41424	781,00144

Funcionarios

Ciudad Resid.	Tipo transporte 1er	Tipo transporte	Combustible	FE CO2 kgCO2eq/p ersona-km	FE CH4 kgCO2eq/p ersona-km	FE N2O kgCO2eq/p ersona-km	FE CO2 kgCO2eq/p ersona-km	FE CH4 kgCO2eq/p ersona-km	FE N2O kgCO2eq/p ersona-km	semana 1er	2do sem 2	Km 1er sem 2022	Km 2do sem 2022	Km total 2022	Persona x 1er tipo de transporte	Persona x 2 tipo de transporte	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	Total Periodo kgCO2eq	kg co2 eq total
Valparaíso	Colectivo	Colectivo	-	0,0512	0,0001	0,0045	0,2049	0,0003	0,0045	5	5	2,7	2,7	5,4	4	4	298,7064	0,4752	11,664	310,8456
Valparaíso	Bus	Caminar	-	0,027	0	0,0004	0	0	0	2	10	45	1	46	14	1	952,56	0	14,112	966,672
Quilque	Bus	Metrotren	-	0,027	0	0,0004	0,0533	0,0001	0,0003	2	10	5,8	21,3	27,1	14	40	9205,0944	17,04	52,93888	9275,07328
Valparaíso	Caminar	Caminar	-	0	0	0	0	0	0	5	5	3	3	6	1	1	0	0	0	0
Valparaíso	bus	bus	-	0,027	0	0,0004	0,027	0	0,0004	8	8	9,7	9,7	19,4	14	14	1407,9744	0	20,85888	1428,83328
														103,9			11864,3352	17,5152	99,57376	11981,4242

Resumen

Resumen de Otras emisiones Indirectas				CO2	CH4	N2O
Alcance	Actividad	Total Periodo kgCO2eq anual 2022				
Alcance 3	Transporte estudiantes	278133,6163		275204,4423	304,38616	2624,78784
Alcance 3	Transporte docentes	13920,4816		13773,384	19,872	127,2256
Alcance 3	Transporte honorarios	781,00144		770,3832	0,204	10,41424
Alcance 3	Transporte funcionarios	11864,3352		11864,3352	17,5152	99,57376
	Suma por alcance kg CO2eq	304.699,43		301.612,54	341,98	2.862,00
	Suma por alcance kg CO2eq		Total Extrapolada a Cant Encuestados			
	Suma por alcance kg CO2eq	1.046.698,98		1.036.094,95	1.174,76	8.771,50
	Suma por alcance TonCO2	1,046,70		1,036,09	1,17	8,77

Miembros de organización	Valor	Unidad
Estudiantes	2462,1	Km
Docentes	353,7	Km
Funcionarios	103,9	Km
Kilometros organización	2919,7	km

Fe de Erratas

En las pagina 106, 110, 113 y 115, en “indicadores costo eficiencia”, debería decir “Costo-Beneficio”.

En la página 106, en Valor Anual Equivalente de 638,54 UF debería decir, “Obteniendo un resultado un VAE de 49,95 UF, para el proyecto de mitigación de autoconsumo evaluado en 25 años”.

En la página 110, en Valor actualizado económico dice 1.268,92 debe decir, “Valor anual equivalente”, “Obteniendo un resultado de VAE de 99,26 UF”.

En la página 113 Valor anual equivalente de 157,29 UF debería decir, “Obteniendo como resultado un VAE de 13,72 UF, para el proyecto de recambio de luminarias a eficientes”.

En la página 115, en Valor anual equivalente dice 1.275,17 debe decir, “Obteniendo un resultado de VAE de 101,60 UF”.

En las páginas 106, 110, 113 y 115, solo se toma el criterio de VAE en consideración para el análisis MAC, no el CAE.

En la página 116, se modifica la tabla N°5.70 “Resumen de las medidas de mitigación y costo de reducción anual de huella de carbono.”, debe decir:

Tabla N°5.70: Resumen de las medidas de mitigación y costo de reducción anual de huella de carbono.

Proyecto	Tiempo de evaluación (Años)	VAE (UF)	Reducción anual de HdC [tonCO ₂ eq]	Costo de reducción anual (UF/CO ₂ EQ)
Cambio Equipo computación	24	101,60	0,13	785,38
Cambio Iluminación	20	13,72	1,38	9,95
Paneles PV Inyección	25	99,26	14,77	6,72
Paneles PV Autoconsumo	25	49,95	8,43	5,93
Escenario base iluminación	20	-10,30	0,00	0
Escenario base computadores	24	-245,32	0,00	0

En la página 116, se modifica la figura N°5.17 “Curva marginal de costos de abatimiento para propuestas de mitigación en EIM”

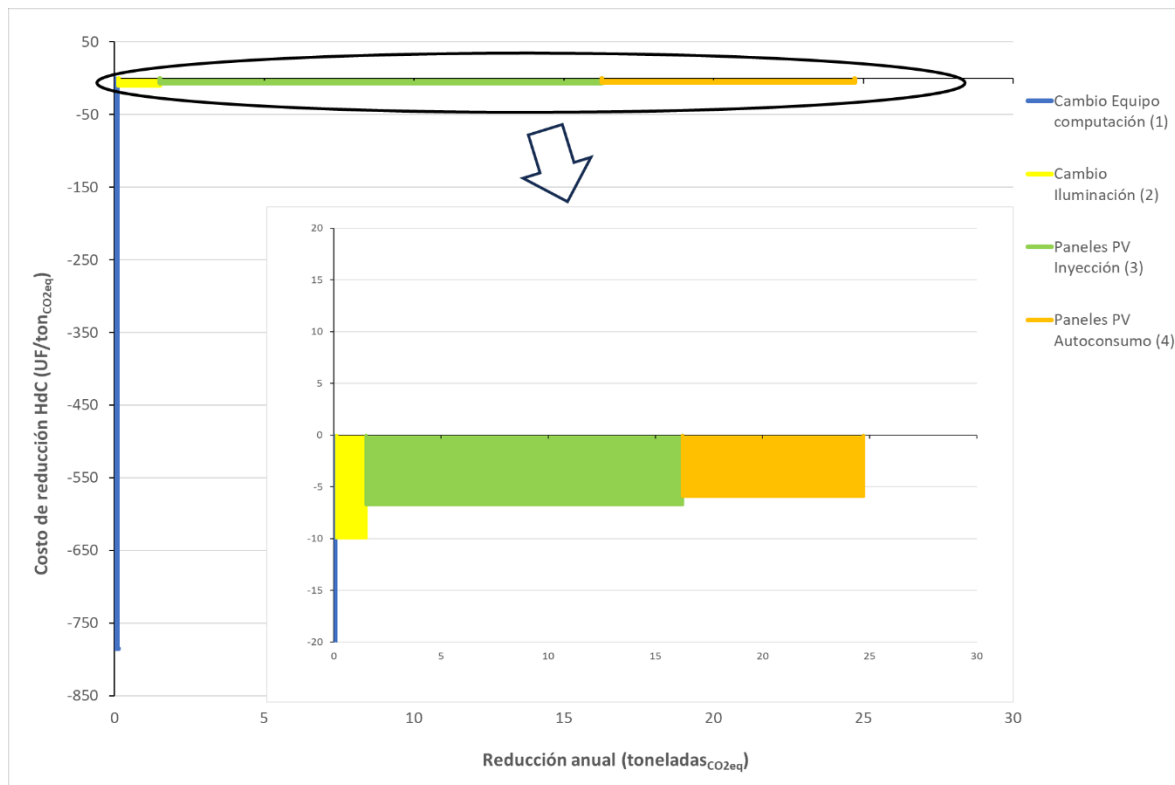


Figura N°5.17: Curva marginal de costos de abatimiento para propuestas de mitigación en EIM

En la página 117, debe decir “Los resultados del indicador de costos de reducción (UF/tonCO₂equivalente), como resultado del análisis del VAE con el potencial de abatimiento de cada medida y ordenados de manera creciente, es posible determinar que los equipos de computación presentan una ganancia de retorno de 785,38 UF/tonCO₂equivalente por año. Así mismo para el proyecto de cambio de luminarias a eficientes, presenta una ganancia de retorno de 9,95 UF/tonCO₂eq por año. Para el proyecto de sistemas fotovoltaicos para inyección a la red se obtuvo 6,72 UF/tonCO₂eq por año, y para el sistema de autoconsumo el cual tuvo un retorno de 5,93 UF/tonCO₂eq por año”.

En la página 124 y 125 de discusión, debe decir “En las alternativas de solución evaluadas para la mitigación de la huella de carbono en base a paneles fotovoltaicos el menor valor actual equivalente (VAE) es del proyecto de autoconsumo sin inyección a la red con un VAE de 49,95, mientras que el con inyección a la red el VAE es de 99,26 UF, por lo tanto, el proyecto más conveniente desde una mirada técnico-económico es el proyecto de autoconsumo teniendo un costo menor de inversión

Por otro lado, en el proyecto de mitigación de cambio de luminarias el VAE es de 13,72 UF, siendo el más bajo de los tres proyectos por tener un monto de inversión menor que el resto. El proyecto de mitigación por cambio de equipos de computación resulta tener un VAE de 101,60 UF, siendo este el proyecto proporciona mayores beneficios de las 4 alternativas de mitigación.

Los resultados de la curva marginal de abatimiento (MAC) elaborado según el indicador de costos por tonelada de huella de carbono (UF/tonCO₂equivalente), se tuvo en consideración el valor actual equivalente dividido en el tiempo de evaluación de cada proyecto para establecer los costos asociados y así elaborar un indicador según la cantidad de reducción realizada por cada mitigación.

Así, para la mitigación de cambio de equipos de computación evaluado a 24 años se obtuvo un indicador anual de 785,38 (UF/tonCO₂eq), para la mitigación por cambio de luminarias evaluado a 20 años se obtuvo un indicador anual de 9,95 (UF/tonCO₂eq), para la mitigación por sistema fotovoltaico para inyección de energía evaluado a 25 años se obtuvo un indicador anual de 6,72 (UF/tonCO₂eq) y para la mitigación por sistema fotovoltaico para el autoconsumo se obtuvo un indicador anual de 5,93 (UF/tonCO₂eq). Siendo la mitigación por cambio de equipos de computación la alternativa con mayores retornos de costos por tonelada de huella de carbono mitigada”.

En la página 126 de conclusión, donde pone 410,70 UF/tonCO₂eq debe decir 785,38 UF/tonCO₂eq por año.