



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA
OBTENCIÓN DE UNA CERTIFICACIÓN LEED EN LA CATEGORÍA DE
ENERGÍA Y ATMÓSFERA PARA LA EMPRESA SOLINFRA DE LA CIUDAD
DE QUITO”.

Autor: Daniel Alejandro Robalino Peñaloza

Tutor: Ing. M. Eng. Mayra Paucar.

AMBATO – ECUADOR

2016 – 2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA CERTIFICACIÓN LEED EN LA CATEGORÍA DE ENERGÍA Y ATMÓSFERA PARA LA EMPRESA SOLINFRA DE LA CIUDAD DE QUITO.” Elaborado por el señor Daniel Alejandro Robalino Peñaloza, Estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la presente Tesis es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Esta concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Julio 2017

.....

Ing. M. Eng. Mayra Paucar.

AUTORÍA DEL TRABAJO

Declaro que el contenido del proyecto técnico: “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA CERTIFICACIÓN LEED EN LA CATEGORÍA DE ENERGÍA Y ATMÓSFERA PARA LA EMPRESA SOLINFRA DE LA CIUDAD DE QUITO.” Así como sus ideas, opiniones, resultados, conclusiones, son responsabilidad son auténticas y de responsabilidad exclusiva del autor.

Ambato, Julio 2017

.....

Daniel Alejandro Robalino Peñaloza

C.I. 1804310942

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que este Proyecto Técnico o parte de él haga un documento para la lectura, consulta e investigación según normas institucionales.

Cedo los derechos de Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción del mismo dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre que dicha reproducción no presente ganancia económica y se la realice bajo mis derechos de autor.

Ambato, Julio 2017

.....

Daniel Alejandro Robalino Peñaloza

C.I. 1804310942

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, ya revisado en su totalidad el proyecto técnico realizado por el señor Daniel Alejandro Robalino Peñaloza de la carrera de Ingeniería Mecánica, aprueban el tema “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA CERTIFICACIÓN LEED EN LA CATEGORÍA DE ENERGÍA Y ATMÓSFERA PARA LA EMPRESA SOLINFRA DE LA CIUDAD DE QUITO”.

Ambato, Julio 2017

.....

Ing. Mg. Diego Moya

.....

Ing. Mg. Luis Escobar

DEDICATORIA DEL AUTOR

El presente proyecto va dedicado a cada uno de los miembros de mi familia, especialmente a mis padres German Robalino y Geovanna Peñaloza quienes con su amor, temple y coraje me han apoyado cada día para cumplir mis propósitos y han plasmado en mi la fortaleza para seguir adelante y nunca rendirme ante nada, a mis hermanos Christian y Diego por estar siempre conmigo y por concederme el poder para guiarles como hermano mayor y permitirme ser el ejemplo de ellos. A mis abuelos Luis, Teresa, Román y Piedad, Dios les pague por cada represaría y consejo que han sabido darme para hoy poder ser modelo de sus enseñanzas y virtudes y poder conseguir lo que un día solo fue un sueño, ser un Ingeniero Mecánico.

Quien les respeta y ama con todo su corazón Daniel.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios, quien me ha llenado de fortaleza para poder afrontar cada obstáculo que se ha presentado en mi vida, por llenarme el corazón de amor y garra para nunca rendirme, por ser tan bueno y enseñarme a valorar cada minuto de mi vida y especialmente por seguirme dándome su confianza a pesar de cada uno de mis errores y poder cerrar un capítulo más de mi vida con este proyecto.

Agradezco a todos los miembros de la familia Robalino – Peñaloza por motivarme, brindarme su confianza y hacerme sentir especial en sus vidas.

Agradezco a Katherine Avalos por llenarme de amor y motivarme a ser un mejor ser humano, demostrarme que soy capaz de alcanzar todas mis metas y primordialmente por enseñarme el valor del respeto, humildad, compañerismo, apoyarme en mis momentos de debilidad y hacer florecer lo mejor de mí.

Agradezco al Ing. M.B.A. Danilo Orellano, en el cargo de gerente propietario de la Empresa SOLINFRA Cía. Ltda. de la ciudad de Quito por abrirme las puertas y brindarme su apoyo incondicional para el desarrollo del presente proyecto.

Un agradecimiento especial a mi tutor la Ing. M. Eng. Mayra Paucar, quien desde un inicio confió en mí y fue un pilar importante en el desarrollo del proyecto. Gracias a sus conocimientos, colaboración, amistad y buena voluntad conseguimos concluir lo que era solo un sueño en realidad.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, y a cada uno de sus docentes por el apoyo y conocimiento impartido en mi vida universitaria que con ello he logrado formarme como un profesional y como persona.

Por último y no menos importantes a mis compañeros de curso y amigos por estar siempre ahí en las buenas y malas motivándonos tratando de conseguir nuestro anhelado sueño y además por hacer de mi estancia en la facultad placentera y gratificante.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA DEL AUTOR.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
RESUMEN EJECUTIVO	XVI
ABSTRACT (SUMMARY)	XVII
CAPÍTULO I - EL PROBLEMA	1
1.1. TEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	1
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. GENERAL	2
1.3.2. ESPECÍFICOS	2
CAPÍTULO II - FUNDAMENTACIÓN	3
2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS.....	3
2.1.1. ARTÍCULOS TÉCNICOS	3
2.1.2. TRABAJOS DE GRADUACIÓN	3
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.2.1. ENERGÍA SOLAR	5
2.2.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	6
2.2.1. PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA	6
2.2.2. CÓMO SE FORMA UN SISTEMA FOTOVOLTAICO	7
2.2.3. MÓDULO FOTOVOLTAICO	8
2.2.3.1. TIPOS DE MÓDULOS SOLARES	8
2.2.3.2. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO – BATERÍAS.....	11
2.2.3.3. TIPOS DE BATERÍAS	12
2.2.3.4. REGULADOR DE CARGA	14
2.2.3.5. INVERSORES FOTOVOLTAICOS	15

2.2.4. LOS SISTEMAS AISLADOS O AUTÓNOMOS.....	17
2.2.5. LOS SISTEMAS CONECTADOS A RED.	18
2.3. CERTIFICACIÓN LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEED)	19
2.4. ¿A QUIÉN ESTÁ DIRIGIDO LA CERTIFICACIÓN LEED?	22
2.5. BENEFICIOS.....	23
CAPÍTULO III - DISEÑO DEL PROYECTO	24
3.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	24
3.2. METODOLOGÍA.....	25
3.2.1. RECOPIACIÓN DE PROVEEDORES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	27
3.3. CARACTERÍSTICAS DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN LA CIUDAD DE QUITO – ECUADOR.....	27
3.4. RECOPIACIÓN DE DATOS DE RADIACIÓN INCLINADA DE LA ESTACIÓN LOS CHILLOS DE LA CIUDAD DE QUITO.....	28
3.4.1. INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN	31
3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.	32
3.4.3. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN	32
3.5. CÁLCULO DE LA DEMANDA BÁSICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA A CUBRIR.	37
3.6. CÁLCULO DE LOS PANELES SOLARES	41
3.6.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN	42
3.6.2. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS	45
3.6.3. NÚMERO DE PANELES SOLARES.....	46
3.6.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL PANEL PERLIGT SOLAR.....	48
3.6.5. CÁLCULO DE LA DISTANCIA ENTRE MÓDULOS	49
3.6.6. ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PANELES SOLARES.....	53
3.6.7. CÁLCULO DEL INVERSOR	56
3.6.8. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL INVERSOR DE CONEXIÓN A RED SUNNY BOY 10000TL - US	57
3.6.9. CONEXIÓN PANELES SOLARES EN SERIE Y PARALELO	57
3.6.9.1. CONEXIÓN DE PLACAS SOLARES EN PARALELO	57
3.6.9.1. CONEXIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN SERIE	58
3.7. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	59
3.8. SIMULACIÓN DEL SISTEMA	61

3.8.1. ANÁLISIS MATEMÁTICO DE CADA COMPONENTE	61
3.8.2. MODELO MATEMÁTICO PARA LA SIMULACIÓN DEL PANEL FOTOVOLTAICO PERLIGT SOLAR PLM-310P-72- SERIES	62
3.8.2.1. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA CELDA FOTOVOLTAICA	62
3.8.2.2. CARACTERÍSTICAS V-I DE ILUMINACIÓN	63
3.8.1. INTENSIDAD EN CORTO CIRCUITO (ICC O ISC)	65
3.8.2. TENSIÓN A CIRCUITO ABIERTO (VCA O VOC)	65
3.8.3. MODELO MATEMÁTICO PARA LA SIMULACIÓN DEL INVERSOR DE CONEXIÓN A RED SUNNY BOY 10000TL – US.....	69
3.9. PRESUPUESTO.....	71
3.9.1. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA	74
3.9.1.1. PRECIO DE LA ENERGIA	75
3.9.2. CÁLCULO DEL VAN	83
3.9.3. CÁLCULO DE LA TIR.....	84
CAPÍTULO IV - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
4.1. CONCLUSIONES.....	85
4.2. RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de Paneles Solares	9
Tabla 2: Características celdas Fotovoltaicas de Silicio	10
Tabla 3: Clasificación básica de las baterías que existen en el mercado	13
Tabla 4: Baterías utilizadas en instalaciones solares	13
Tabla 5: Categorías LEED	20
Tabla 6: Sistemas de Evaluación LEED	22
Tabla 7: Beneficios LEED	23
Tabla 8: Matriz de criterios ponderados.....	24
Tabla 9 Proveedores de Sistemas Fotovoltaicos a nivel Nacional y de SOLINFRA.	27
Tabla 10: Radiación solar inclinada anual estación los Chillos, 2016	29
Tabla 11: Radiación solar inclinada considerando la metodología del peor mes [24].	30
Tabla 12: Inclinación y orientación de los paneles solares	31
Tabla 13: Iluminancias mínimas para locales educacionales y asistenciales	35
Tabla 14: Iluminancias mínimas para locales comerciales e industriales	35
Tabla 15: Datos para el cálculo de luminarias en DIALux	36
Tabla 16: Consumos de iluminación para cada puesto de trabajo de la Empresa SOLINFRA	37
Tabla 17: Estimación del Consumo de Iluminación	39
Tabla 18: Límites aceptables por pérdidas por efecto de la sombra, orientación e inclinación.	42
Tabla 19: Valores de radiación menos pérdidas por orientación, inclinación y sombras	46
Tabla 20: Características Eléctricas del panel PERLIGT SOLAR PLM-310P-72- SERIES	48

Tabla 21: Características técnicas de la estructura soporte de los paneles solares Cymelectro Cia. Lta .	54
Tabla 22: Características Eléctricas del Inversor de Conexión a Red Sunny Boy 10000TL-US	57
Tabla 23: Procedimiento para el mantenimiento del Sistema Fotovoltaico	59
Tabla 24: Tabla de Amortización del Establecimiento Bancario.	72
Tabla 25: Vida útil de los Equipos y componentes del sistema fotovoltaico.	73
Tabla 26: Activos fijos de Instalación del sistema fotovoltaico	73
Tabla 27: Mano de Obra	74
Tabla 28: Precio de energía de la centrales no convencionales	75
Tabla 29: Cálculo de Producción Energética Recibida.	76
Tabla 30: Egresos Mensual del Sistema Fotovoltaico	77
Tabla 31: Egresos Anuales del Sistema Fotovoltaico	77
Tabla 32: Flujo de Efectivo Mensual Neto del Sistema Fotovoltaico	79
Tabla 33: Flujo de Efectivo Anual del Sistema Fotovoltaico	81
Tabla 34: Datos para el cálculo del VAN y TIR	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Energía Solar en el Ecuador	5
Gráfico2: Energía Solar Fotovoltaica	6
Gráfico 3: Funciones Elementales de un Sistema Fotovoltaico.....	7
Gráfico 4: Componentes Fotovoltaicos.....	7
Gráfico 5: Desplazamiento de Electrones mediante captación de Fotones	8
Gráfico 6: Esquema de funcionamiento de un Panel Solar	11
Gráfico 7: Elementos de una Batería de Plomo Acido	12
Gráfico 8: Principales parámetros que definen el buen funcionamiento de una batería.	12
Gráfico 9: Conexiones del regular en una Instalación Fotovoltaica	15
Gráfico 10: Funciones básicas de un regulador de carga en un Sistema Fotovoltaico	15
Gráfico 11: Etapas de un Inversor	16
Gráfico 12: Esquema del principio de un Inversor	16
Gráfico 13: Inversor Fotovoltaico	16
Gráfico 14: Componentes de un sistema aislado	17
Gráfico 15: Instalación Aislada Fotovoltaica	18
Gráfico 16: Componentes de un sistema conectado a la red.....	18
Gráfico 17: Instalación de un sistema conectado a la red	19
Gráfico 18: Niveles de Acreditación LEED	21
Gráfico 19: Puntaje de créditos para alcanzar una acreditación LEED	21
Gráfico 20: Sistema de certificación LEED	22
Gráfico 21: Prácticas que adoptan las edificaciones LEED.....	23

Gráfico 22: Diagrama de Flujo Metodología de Proyecto	26
Gráfico 23: Radiación de la red de monitoreo atmosférico de la ciudad de Quito ..	28
Gráfico 24: Radiación Solar inclinada los Chillos año 2016	29
Gráfico 25: Radiación solar inclinada considerando la metodología del peor mes. ...	31
Gráfico 26: Día solar promedio de la ciudad de Quito	32
Gráfico 27 Método de Lúmenes	33
Gráfico 28 Ángulo de Inclinación y ángulo de Acimut	43
Gráfico 29: Diagrama pérdidas por orientación e inclinación para latitud 41°	43
Gráfico 30: Lugar donde se construirá las nuevas instalaciones de SOLINFRA (Sector Jatumpungo)	45
Gráfico 31: Vista superior satelital de la empresa SOLINFRA donde se implantará el Sistema FV	46
Gráfico 32: Vista superior satelital de la empresa SOLINFRA donde se implantará el Sistema FV	46
Gráfico 34 Distancia entre módulos fotovoltaicos	49
Gráfico 35: Dimensiones de para el cálculo de distancia entre módulos fotovoltaicos	50
Gráfico 36: Coeficiente adimensional en función a la Latitud del lugar [.....	52
Gráfico 37: Declinación solar (ángulo entre la línea sol- tierra el plano ecuatorial celeste)	53
Gráfico 38: Diferentes tipos de estructura soporte para paneles solares	54
Gráfico 39: Estructura soporte para los paneles solares de la empresa SOLINFRA	56
Gráfico 40: Conexión final de los Módulos Fotovoltaicos	58
Gráfico 41: Modelo matemático para predecir el funcionamiento del sistema fotovoltaico	61
Gráfico 42: Curva característica de la Radiación Solar del día 15/03/2016 Sector los Chillos	62

Gráfico 43: Esquema eléctrico equivalente simplificado de una celda solar	63
Gráfico 44: Circuito equivalente de un panel fotovoltaico	64
Gráfico 45: Representación esquemática del panel fotovoltaico	68
Gráfico 46: Curva de potencia de los paneles fotovoltaicos	68
Gráfico 47: Representación esquemática del Inversor.....	70
Gráfico 48: Curva característica de potencia de salida del inversor a un rendimiento del 7,14%.	70
Gráfico 49: Curva característica de potencia de salida del inversor a carga máxima nominal.....	71

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA CERTIFICACIÓN LEED EN LA CATEGORÍA DE ENERGÍA Y ATMÓSFERA PARA LA EMPRESA SOLINFRA DE LA CIUDAD DE QUITO.”

Autor: Daniel Alejandro Robalino Peñaloza

Tutor: Ing. M. Eng. Mayra Paucar.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto técnico se basa en el diseño y simulación de un Sistema Fotovoltaico para la obtención de una certificación LEED en la categoría de Energía y Atmósfera para la empresa SOLINFRA de la ciudad de Quito. Dicho sistema está conformado por 12 paneles fotovoltaicos conectados entre sí, 8 en serie y 4 en paralelo, para suplir la demanda de iluminación básica de la empresa que es de 2374,75 W en el peor escenario, con una radiación solar inclinada anual de 202,78 W/m² (mes de marzo) aprovechando la energía proveniente del sol y convirtiéndola en energía eléctrica, de esta manera se optimiza los recursos económicos y se reduce el consumo energético, generando un compromiso con el medio ambiente y la sociedad.

Se incluye una simulación numérica del sistema, para la obtención de gráficas de potencias en el escenario más desfavorable y se obtiene las curvas de potencia a la salida del panel fotovoltaico e inversor. Mediante un análisis económico se determina el costo de inversión del proyecto en \$18.251,91 dólares, con una recuperación de la inversión en tres años con un mes, considerando que se va a comercializar la energía que genere este proyecto al Sistema Nacional Interconectado del Ecuador, demostrando la factibilidad de la propuesta.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING
CAREER OF MECHANICAL ENGINEERING

"DESIGN AND SIMULATION OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR OBTAINING A LEED CERTIFICATION IN THE CATEGORY OF ENERGY AND ATMOSPHERE FOR THE SOLINFRA COMPANY OF QUITO."

Author: Daniel Alejandro Robalino Peñaloza

Tutor: Ing. M. Eng. Mayra Paucar.

ABSTRACT (SUMMARY)

The present technical project is based on the design and simulation of a Photovoltaic System to obtain a LEED certification in the Energy and Atmosphere category for the company SOLINFRA of the city of Quito. This system consists of 12 photovoltaic panels connected to each other, 8 in series and 4 in parallel, to meet the demand for basic lighting of the company which is 2374.75 W in the worst case, with a solar inclined solar radiation of 202, 78 W / m² (March), taking advantage of the energy from the sun and converting it into electrical energy, thus optimizing economic resources and reducing energy consumption, generating a commitment to the environment and society.

It includes a numerical simulation of the system, to obtain power graphs in the worst-case scenario and obtain the power curves at the output of the photovoltaic panel and inverter. An economic analysis determines the investment cost of the project at \$ 18,251.91 dollars, with a three-month investment recovery in one month, considering that the energy generated by this project will be sold to the National Interconnected System of Ecuador, demonstrating the feasibility of the proposal.

CAPÍTULO I - EL PROBLEMA

1.1. TEMA

“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA OBTENCIÓN DE UNA CERTIFICACIÓN LEED EN LA CATEGORÍA DE ENERGÍA Y ATMÓSFERA PARA LA EMPRESA SOLINFRA DE LA CIUDAD DE QUITO.”

1.2. JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Quito es considerada la segunda ciudad más poblada del Ecuador. Esto debido al crecimiento excesivo en infraestructura y tecnología en todo el Distrito Metropolitano [1]. Por tal motivo, SOLINFRA Cía Ltda. que se encuentra ubicada en esta ciudad ha visto en esto una oportunidad de trabajo [2]. Consolidándose en Quito en la implementación de proyectos de infraestructura tecnológica, garantizando a sus clientes calidad y transparencia en su trabajo [2].

Considerando, que en el Ecuador existen altos niveles de radiación solar debido a su ubicación geográfica. Existe una mínima participación de este recurso para poder cubrir la demanda energética nacional [3]. Por lo tanto, el país está perdiendo la oportunidad de convertir a la energía solar en la tercera fuente de energía, luego del petróleo y la hidroelectricidad [3]. Al estar en la mitad del mundo, el potencial de aprovechamiento de la energía solar es viable y su uso extensivo ayudaría a alcanzar una diversificación en la matriz energética del Ecuador [4]. En consecuencia, se obtendría una mejor participación de energías no convencionales a largo plazo en nuestro país [5].

Por consiguiente, esta empresa está enmarcada en la implementación de hardware y software en edificaciones. SOLINFRA Cía Ltda. se ha visto en la obligación de optimizar recursos y reducir el consumo energético que generan los artefactos tecnológicos [2]. Al mismo tiempo, mirar hacia la sustentabilidad en edificaciones y la obtención de una certificación LEED en la categoría denominada Energía y Atmósfera [6]. Esta categoría es evaluada sobre 35 puntos y verifica aspectos como instalaciones eléctricas, desempeño energético, uso de

energías renovables generadas en el sitio, monitoreo del desempeño energético y uso de energías limpias, con el fin de obtener un reconocimiento que demuestre un especial compromiso con el medioambiente y la sociedad [7].

Por lo tanto, SOLINFRA Cía Ltda. ve la necesidad de mejorar esto con el diseño de un sistema fotovoltaico que aproveche la radiación solar incidente de la Tierra para poder mejorar el desempeño energético [2]. Esto ayudara a mejorar el rendimiento ambiental, económico y el rendimiento orientado a los ocupantes de la empresa [3]. De tal manera que cumplan con la certificación ambiental utilizando recursos energéticos no convencionales, con el propósito de reducir costos en el consumo eléctrico. Además, obtener un sistema energético eficiente y disminuir GEI (Gases de Efecto Invernadero) al medio ambiente [6].

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

- Diseñar un sistema fotovoltaico para la empresa SOLINFRA de la ciudad de Quito, con el fin de obtener una certificación LEED en la categoría de energía y atmósfera.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- Determinar la demanda básica de energía eléctrica a cubrir.
- Determinar los parámetros de diseño para el sistema fotovoltaico.
- Diseñar un sistema fotovoltaico que permita obtener energía eléctrica para suplir la demanda básica de la empresa SOLINFRA, mediante el uso de simulación numérica.
- Realizar un análisis económico de la propuesta.

CAPÍTULO II - FUNDAMENTACIÓN

2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS

2.1.1. ARTÍCULOS TÉCNICOS

En el artículo técnico de **“J. F. Jiménez-Ortiz, D. Biel, «Estudio y simulación de sistemas de conversión fotovoltaica eléctrica mediante Matlab/Simulink.», Vilanova i la Geltrú, España”, 2009.**

En el presente artículo se estudió los diversos aspectos de mayor importancia a la hora de analizar y diseñar sistemas fotovoltaicos aislados o conectados a red eléctrica. Uno de ellos es la extracción de la máxima potencia disponible en determinadas condiciones para poder evaluar el rango de aplicación de los modelos utilizados para el diseño de los diversos controladores. Permitiendo realizar el ajuste de los parámetros de los controladores mediante técnicas clásicas de control.

En el artículo técnico de **“J. Vera¹, W. Mereles, «Modelo de Simulación para Sistemas Fotovoltaicos Autónomos en entorno SIMULINK», Centro de Investigación Facultad Politécnica – UNE, Entidad Binacional YACYRETA, Ciudad del Este – Paraguay”, 2009.**

En este trabajo se habla acerca de un modelo de simulación para el diseño de un Sistema Fotovoltaico mediante modelos de simulación numérica. Con el fin de obtener un comportamiento similar al real. Para ello se usan datos de entrada en la simulación para estimar la irradiación solar promedio mensual horaria y lograr analizar los balances de potencia horaria para el “día medio” de cada mes propuesto.

2.1.2. TRABAJOS DE GRADUACIÓN

En la tesis de **“Prado Mora Carlos Roberto, «Diseño de un Sistema Eléctrico Fotovoltaico para una Comunidad Aislada», Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica”, 2008.**

Este presente proyecto trata sobre abastecer de energía eléctrica a una comunidad de aproximadamente 130 casas ubicadas en la Isla Cartí en el Golfo de San Blas en Panamá, mediante un Sistema Eléctrico Fotovoltaico. Con el fin de analizar la conversión de energía eléctrica a través de paneles solares y a su vez el funcionamiento de cada uno de los componentes que conformar el sistema. Consecuentemente poder realizar un diseño y calcular el presupuesto inicial para la implementación del proyecto.

En el trabajo de graduación de **“Gonzales Peñafiel Gustavo Guillermo, Zambrano Manosalvas Juan Carlos, Estrada Pulgar Edison Fabricio, «Estudio, Diseño e Implementación de un Sistema de Energía Solar en la Comunidad de Puerto Roma de la Isla Mondragón del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas», Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil”, 2014.** Concluyen:

Que, en Puerto Roma (Ecuador) es una comunidad la cual no tiene suministro de energía eléctrica va a ser beneficiada con un sistema de Energía Solar que será de gran ayuda para las familias de ese sector. Debido a que ellos no cuentan con el mencionado servicio. Para ello han escogido como opción viable generar y distribuir energía renovable mediante el diseño de un sistema fotovoltaico.

En el trabajo de graduación de **“Romero Aparicio Susana Carolina, «Metodología para la Formulación de proyectos de Generación de Energía Eléctrica por Medio de Paneles Fotovoltaicos», Universidad de Santander, Bucaramanga.”, 2010.** Habla sobre metodología que se debe realizar para el Diseño de un Sistema Fotovoltaico, además de ciertas dificultades al momento del cálculo, dimensionamiento, obtención de información sobre la radiación Solar y obtención de los componentes propios del sistema.

En el trabajo de graduación de **“Peña Ortiz Pablo Andrés, Pinos Vergara Franklin Stalin, «Parametrización de los Sistemas Eléctricos Fotovoltaicos basado en las condiciones climáticas de la Ciudad de Cuenca, aplicado en la Universidad Politécnica Salesiana», Sede matriz Cuenca”, 2014.** Se refieren a parametrizar los Sistemas Eléctricos Fotovoltaicos de la ciudad de Cuenca. Mediante información recopilada de la radiación solar y temperatura a través de

la estación meteorológica con la que cuenta la Universidad Politécnica Salesiana. Para consiguiente realizar una investigación de los paneles solares presentes en nuestro medio y analizar cada uno de sus parámetros primordiales para una generación eficiente.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. ENERGÍA SOLAR

La energía solar hoy en día viene a ser parte de uno de los métodos alternativos para la generación de energía verde o energía limpia conocida más comúnmente como electricidad [8]. Este tipo de energía proviene directamente del sol, transfiriéndose a la superficie terrestre en forma de radiación solar para ser aprovechada en aplicaciones térmicas o fotovoltaicas [8].

En el Ecuador existen altos niveles de radiación solar. Debido a que nuestro país (Ecuador) se encuentra en la mitad del mundo [1]. En este contexto, el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) promueve el aprovechamiento del potencial enorme de la energía solar para cubrir una pequeña parte de la demanda energética nacional y poder convertir la energía solar en la tercera fuente de energía, luego del petróleo y la hidroelectricidad [5]. Ya que esto ayudaría a alcanzar una independencia energética de largo plazo en nuestro país [5].

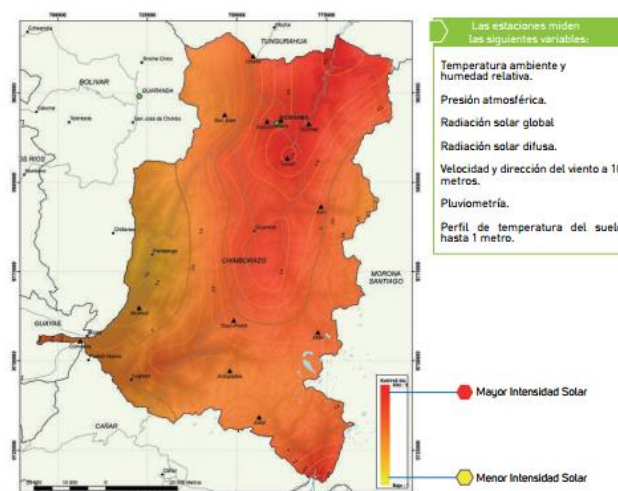


Gráfico 1: Energía Solar en el Ecuador [5].

2.2.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía Solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica [9]. Esto se lleva a cabo mediante el fenómeno físico conocido como “efecto fotovoltaico”, mediante el aprovechamiento de las propiedades de los materiales semiconductores denominados células fotovoltaicas [9]. Siendo el silicio puro el material base para su fabricación con adición de ciertos elementos químicos como el boro y el fósforo [10]. Los cuales generan una corriente eléctrica continua de 2 a 4 amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 Voltios, que se suele utilizar como energía eléctrica [3].

Básicamente se distinguen dos tipos de aplicaciones de la energía solar fotovoltaica:

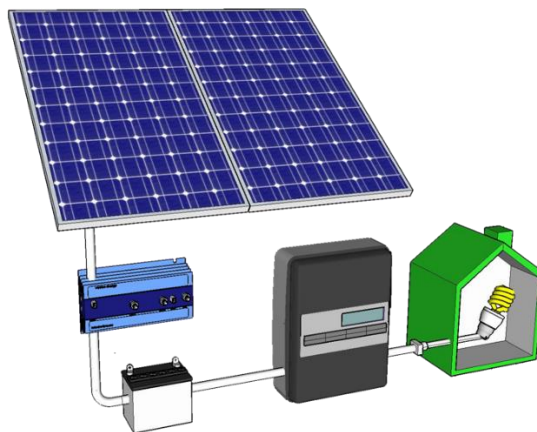


Gráfico2: Energía Solar Fotovoltaica [9].

2.2.1. PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA

En primer lugar, se debe considerar que uso va tener el Sistema Fotovoltaico debido a si va ser utilizado únicamente por horas, para el fin de semana o para uso diario [8]. Ya que con ello podremos realizar una planificación de los consumos que tenemos (vatios) de cada aparato eléctrico [11]. Con esto al multiplicarlo por las horas de uso diario aproximadas y después de sumarlos todos obtendremos nuestras necesidades energéticas para el sistema a diseñar [11].

Además, se puede considerar reducir la demanda energética y los costos de instalación utilizando aparatos de bajo consumo en el Sistema, para luego pasar al dimensionamiento y selección de componentes [11].

2.2.2. CÓMO SE FORMA UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

Un Sistema Fotovoltaico está constituido por una serie componentes eléctricos construidos especialmente para ejecutar las siguientes funciones elementales:

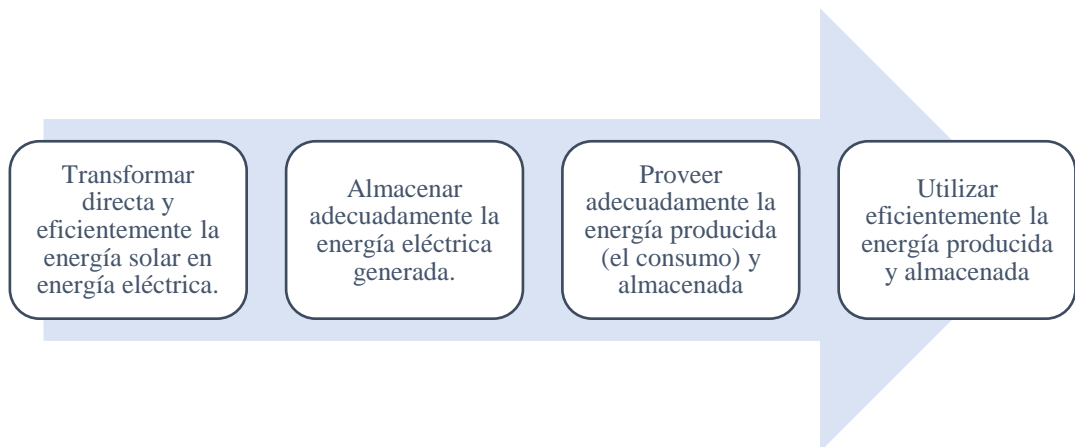


Gráfico 3: *Funciones Elementales de un Sistema Fotovoltaico.*

En el orden descrito en el **Gráfico 3**, los componentes fotovoltaicos encargados de realizar dichas funciones son:

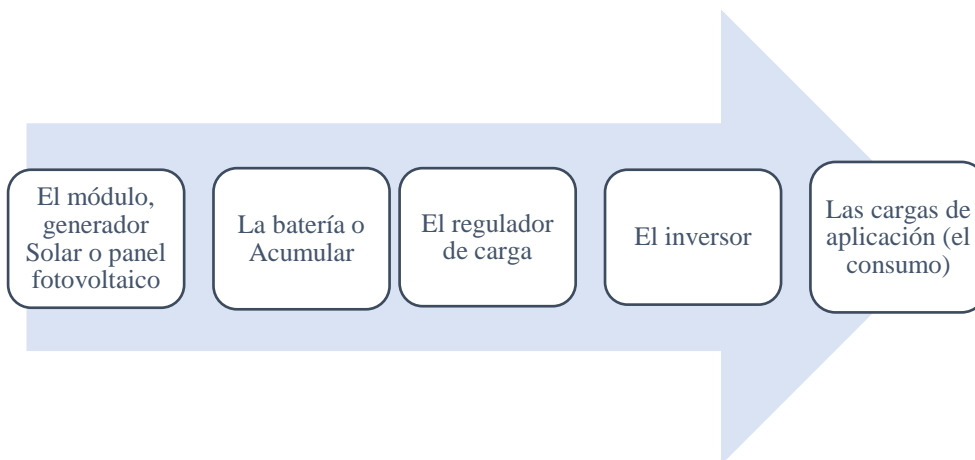


Gráfico 4: *Componentes Fotovoltaicos.*

2.2.3. MÓDULO FOTOVOLTAICO

Un módulo fotovoltaico es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones) mediante el efecto fotoeléctrico [12]. A su vez este efecto consiste en la emisión de electrones por un material cuando se le ilumina con radiación electromagnética. Estos electrones libres al ser capturados generan una corriente eléctrica que provoca el desprendimiento de los electrones de los átomos de silicio, rompiendo y atravesando la barrera del potencial de la capa semiconductor (Gráfico 5) [13]. Esto genera una diferencia de potencial en la capa N (electrones) con respecto a la P (fotones) [13].

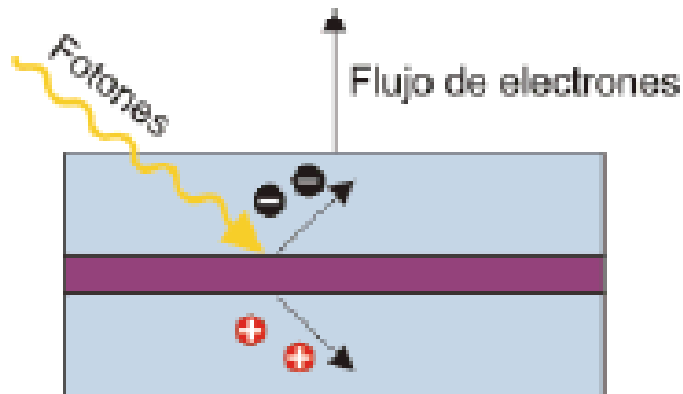


Gráfico 5: Desplazamiento de Electrones mediante captación de Fotones [13].

2.2.3.1. TIPOS DE MÓDULOS SOLARES

En el mercado actual existe una variedad de paneles o módulos fotovoltaicos de diferentes eficiencias [14]. Estos a la vez son mejorados y desarrollados mediante métodos de producción nuevos y vanguardistas [15]. Existe hoy una gran variedad de productos como se muestra en la *Tabla 1*.

Tabla 1: Tipos de Paneles Solares [13] [16].

TIPO	ASPECTO	CARACTERÍSTICAS
<p>Célula de Silicio Monocristalino</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Estructura cristalina uniforme. • Fabricadas en lingotes de forma cilíndrica con un índice de pureza elevado. Cortados en forma de obleas en capas finas. • Costo de construcción y producción elevado. • Color azul. • Eficiencia de generación entre el 15 – 18%.
<p>Célula de Silicio Polocristalino</p>		<ul style="list-style-type: none"> • No tienen estructura cristalina uniforme. • Fabricación en moldes rectangulares. • Costo de construcción y producción bajo. • Color irregular. • Eficiencia de generación entre 12 – 14%.
<p>Célula de Silicio Amorfo</p>		<ul style="list-style-type: none"> • No tiene estructura cristalina. • Rendimiento y potencia se reducen conforme el tiempo. • Costo de construcción y producción bajos. • Comercialización y distribución limitada. • Eficiencia de generación entre 6 -9%.
<p>Orgánicos (OPV)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Polímeros orgánicos capaces de reaccionar y liberar electrones en presencia de luz solar. • Elaboran por medio de procesos de impresión y de recubrimiento a alta velocidad y escalables, como las pinturas en spray. • Costo mucho más bajo que los tradicionales de silicio.
<p>De película Delgada (Thin</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Construyen en base a microestructuras CIGS (Cobre Indio Galio Selenio), o CIS en caso de no incluir al Galio,

<p>– Film)</p>		<p>alojadas sobre un soporte flexible y liviano.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aptas para ser instaladas sobre techos, fachadas de edificios, ventanas, teléfonos móviles, ordenadores portátiles y automóviles. • Impacto ambiental bajo. • Un kilo de CIGS integrado en una celda solar produce cinco veces más electricidad que un kilo de uranio enriquecido integrado en una central nuclear.
-----------------------	---	--

A continuación, en la **Tabla 2**, observamos una comparación de diferentes alternativas de paneles fotovoltaicos tanto de silicio como de película delgada.

Tabla 2: Características celdas Fotovoltaicas de Silicio [15].

CELDAS DE SILICIO			
TIPO DE CARACTERÍSTICAS	SILICIO MONOCRISTALINO	SILICIO POLICRISTALINO	SILICIO AMORFO
Rendimiento	15 – 18 %	12 – 14 %	< 10%
Ancho de banda (eV)	1,14	-	1,12 – 1,7
Estructura	Completamente Ordenada.	Ordenada por regiones separadas.	Alto grado de desorden.
Área (m²) para 1kwpico	7 -9	8 -11	16 - 20
Obtención	De silicio puro fundido y dopado de boro.	De silicio puro fundido.	De silicio fundido.
Visualización	Monocromía azulada oscura y metálica.	Distintos tonos azules y grises metálicos.	Color marrón homogéneo.
Ventajas	Comportamiento uniforme – buen conductor.	Fabricación económica vs silicio monocristalino.	Eficiente bajo iluminación artificial.
Desventajas	Compleja fabricación y costos elevados.	Enlaces irregulares de las fronteras cristalinas disminuyen el rendimiento de la célula.	Contiene un gran número de defectos estructurales.

La unión de celdas fotovoltaicas da origen a un módulo fotovoltaico como se muestra en el **Gráfico 6**, el que consiste en una red de celdas solares conectadas en serie para aumentar la tensión de salida continua hasta el valor deseado [11]. También se conectan en paralelo con el propósito de aumentar la corriente de salida del sistema [11].

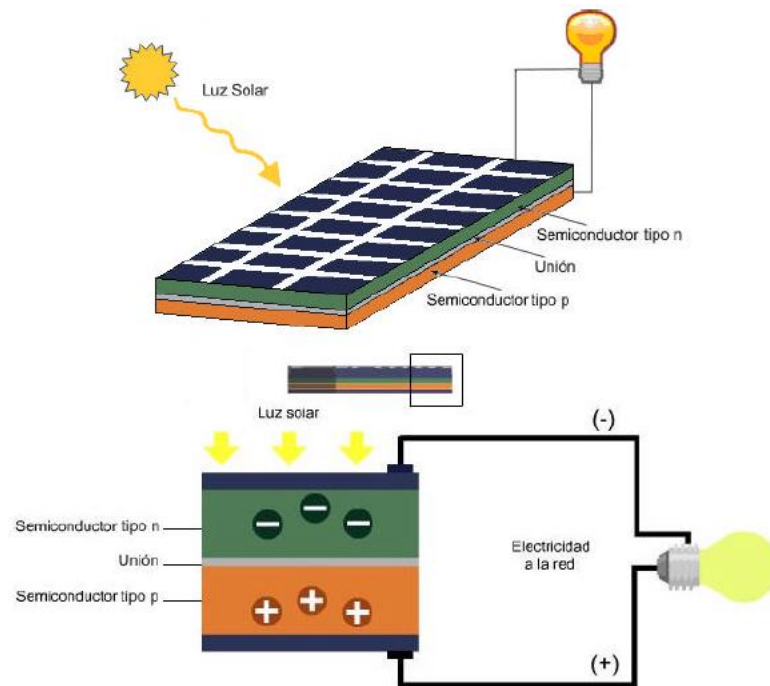


Gráfico 6: Esquema de funcionamiento de un Panel Solar [13].

2.2.3.2. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO – BATERÍAS

La función primordial de un sistema de almacenamiento (baterías) es dar un suministro de energía constante al sistema [10]. Considerando que los captan la radiación y la convierten en energía son los paneles. La idoneidad de las baterías depende directamente de la radiación solar [17]. Entre las baterías recomendadas para Sistemas Fotovoltaicas tenemos las estacionarias o de ciclo profundo, la mayoría son de plomo ácido debido a que las de níquel o litio tienen un costo elevado en el mercado [15]. En el **Gráfico 7**, se puede observar cómo está constituido internamente una batería [17].

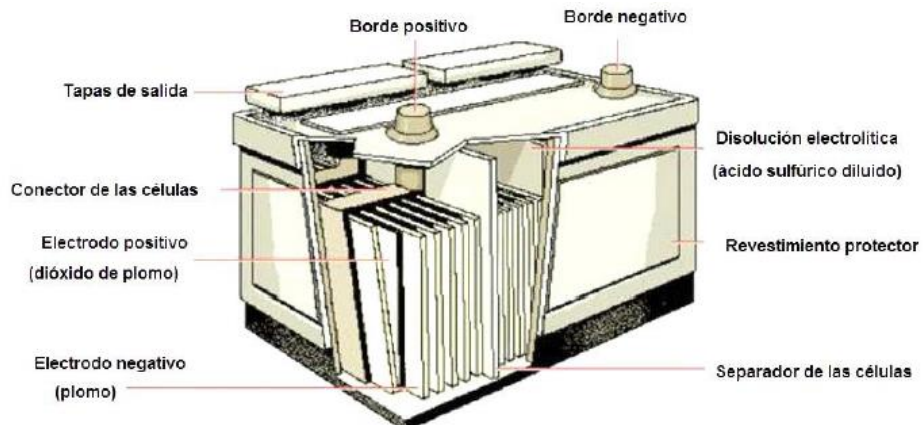


Gráfico 7: Elementos de una Batería de Plomo Acido [15].

El buen funcionamiento de una batería se define por los siguientes parámetros principales para un Sistema Fotovoltaico son:

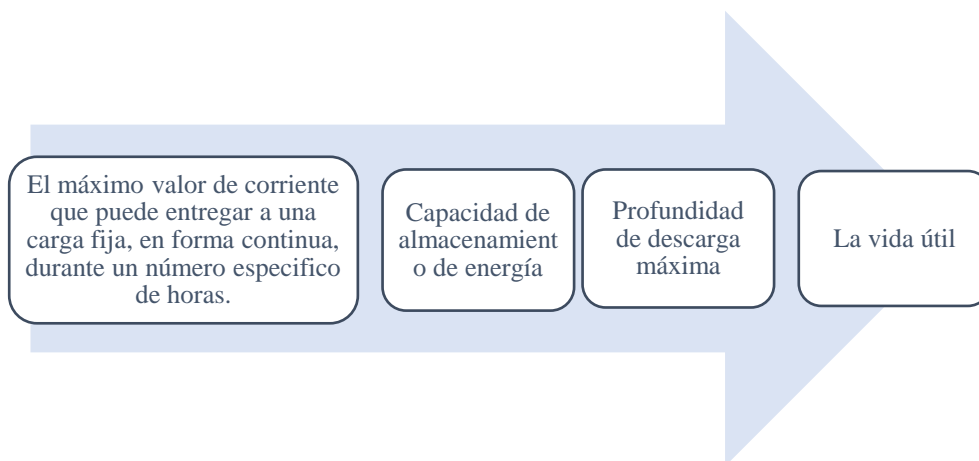


Gráfico 8: Principales parámetros que definen el buen funcionamiento de una batería.

2.2.3.3. TIPOS DE BATERÍAS



Existen varios tipos de baterías y se clasifican en función de la tecnología de fabricación y de los electrolitos utilizados como se muestra en la **Tabla 3** a continuación [14].



Tabla 3: Clasificación básica de las baterías que existen en el mercado [14, p. 22].

TIPO DE BATERÍA				
	Plomo - ácido	Ni - Cd (níquel - cadmio)	Ni - Mh (níquel - metal hydride)	Li ion (ión litio)
Tensión por Vaso (V)	2	1,2	1,2	3,6
Tiempo de Recarga	8 - 16 Horas	1 hora	2 - 4 horas	2 - 4 horas
Auto descarga por mes	< 5%	20%	20%	6%
N° de Ciclos	Medio	Elevado	Medio	Medio - Bajo
Capacidad (Por Tamaño)	30 - 50 Wh/Kg	50 - 80 Wh/Kg	60 - 120 Wh/Kg	110 - 160 Wh/Kg
Precio	Bajo	Medio	Medio	Alto

Las baterías de plomo – ácido son las más utilizadas en instalaciones solares debido a las características que poseen [14]. En la **Tabla 4** se va a comparar y analizar los diferentes modelos que se utilizan en la práctica, con ventajas e inconvenientes que pueden presentar.

Tabla 4: Baterías utilizadas en instalaciones solares [14, p. 23].

TIPO	VENTAJAS	INCOVENIENTES	ASPECTO
Tubular Estacionaria	Ciclado profundo	Precio elevado	
	Tiempos de vida largos	Disponibilidad escasa en determinados lugares	
	Reserva de sedimentos		
Arranque (SLI, automóvil)	Precio	Mal funcionamiento ante ciclado profundo y bajas corrientes	
	Disponibilidad	Tiempo de vida corto	
		Escasa reserva de electrolito	

Solar	Fabricación similar a SLI	Tiempos de vida medios	
	Amplia reserva de electrolito	No recomendado para ciclados profundos y prolongados	
	Buen funcionamiento en ciclados medios		
Gel	Escaso mantenimiento	Deterioro rápido en condiciones de funcionamiento extremas de V -I	

Es importante tener en cuenta el efecto de la temperatura a la hora de elegir las baterías ya que su capacidad de almacenamiento de energía aumenta al subir la temperatura y viceversa cuando esta baja [14]. A demás se debe prever que existan temperaturas de cero o bajo cero en el lugar de instalación. Por consiguiente, también se debe elegir una batería de una capacidad mayor que la calculada en el dimensionamiento con el propósito de evitar futuros problemas en la instalación [15].

2.2.3.4. REGULADOR DE CARGA

Con el fin de tener un correcto funcionamiento del sistema se deben instalar reguladores de carga, debido a que los sistemas fotovoltaicos son dimensionados de manera que se asegure el suministro de energía en las peores condiciones de luminosidad del sol [14]. De esta manera los reguladores de carga evitan sobrecargas en condiciones normales de funcionamiento [16]. Además, estos tienen la función de controlar el proceso de carga y descarga de las baterías, es decir, evitar sobrecargas o descargas excesivas que le produciría daños irreversibles [18]. Con el fin de asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia consiguiendo mejorar el funcionamiento, rendimiento y a la vez a largar la vida útil de las baterías del propio sistema Fotovoltaico [16].

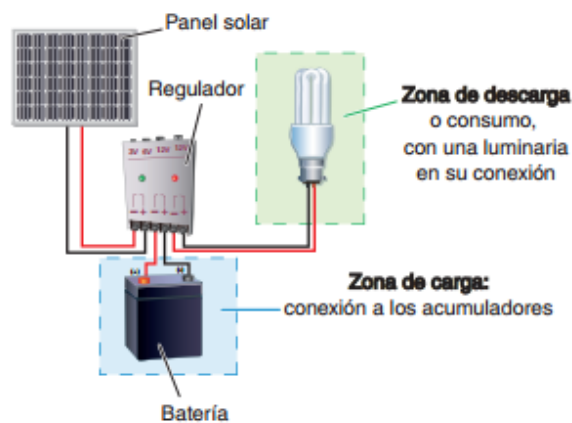


Gráfico 9: Conexiones del regulador en una Instalación Fotovoltaica [14].

Los reguladores de carga cumplen las siguientes funciones básicas en un Sistema Fotovoltaico:

- 1 • Proteger a las baterías de descargas excesivas o profundas.
- 2 • Proteger a las baterías contra sobrecargas limitando la tensión.
- 3 • Evitar descargas nocturnas.
- 4 • Ajustar el procedimiento de carga según el tipo de batería.
- 5 • Protección contra la inversión de polaridad.
- 6 • Protección contra cortocircuitos y medir las temperaturas de las baterías.
- 7 • Protección contra sobretensiones en la entrada de los módulos fotovoltaicos.
- 8 • Protección contra sobreintensidades.

Gráfico 10: Funciones básicas de un regulador de carga en un Sistema Fotovoltaico [16].

2.2.3.5. INVERSORES FOTOVOLTAICOS

Un inversor tiene la función de cambiar el voltaje de entrada de corriente continua generado por los paneles solares, a un voltaje equilibrado de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el diseñador para el dimensionamiento [19]. Como se muestra en los **Gráficos 11, 12 y 13**.

Un inversor está formado por las siguientes etapas:

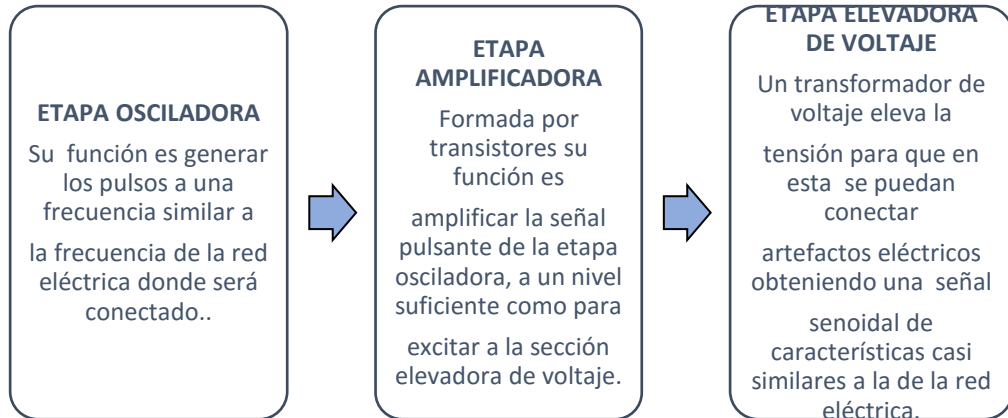


Gráfico 11: Etapas de un Inversor [13].

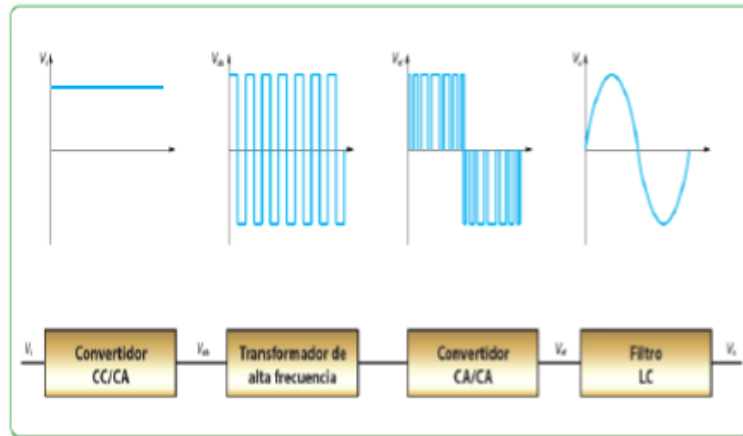


Gráfico 12: Esquema del principio de un Inversor [16].



Gráfico 13: Inversor Fotovoltaico [19].

2.2.4. LOS SISTEMAS AISLADOS O AUTÓNOMOS

Tienen como misión garantizar la independencia del abastecimiento de la red eléctrica pública [14]. Estos sistemas tienen que ser diseñados en base a la demanda de energía, considerando su propósito para el que van a ser utilizados debido a que no tienen ninguna limitación técnica en cuanto a la potencia eléctrica que pueden producir [11]. Su única limitación es lo económico y rentabilidad para la selección del número de módulos y acumuladores a instalar [18].

Los sistemas aislados están compuestos de los siguientes componentes como se muestra en el *Gráfico 14*.

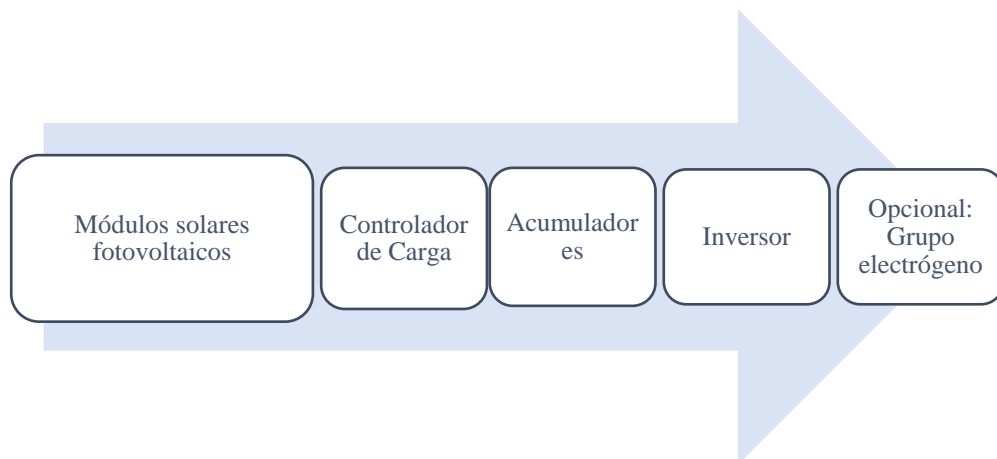


Gráfico 14: Componentes de un sistema aislado

Las aplicaciones en las que podemos encontrar estos sistemas son:

- Pequeñas instalaciones de iluminación en viviendas (exterior e interior) [14].
- Instalaciones de bombeo agua de pozos o riego autónomo [11].
- Instalaciones en viviendas en las que es más viable económicamente implementar una instalación autónoma que realizar la conexión a la red general, normalmente por lejanía de esta [11].

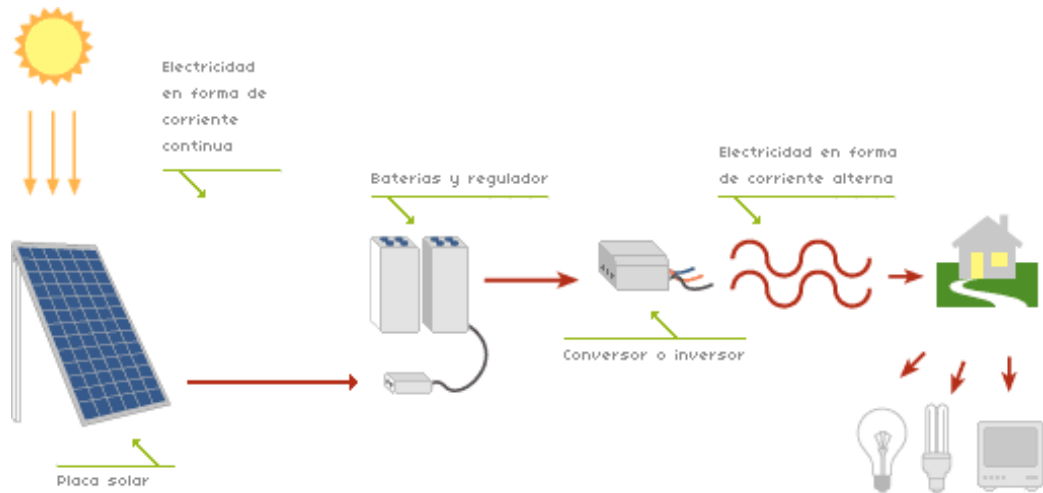


Gráfico 15: *Instalación Aislada Fotovoltaica [11].*

2.2.5. LOS SISTEMAS CONECTADOS A RED.

Un sistema fotovoltaico conectado a la red consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un inversor que opera en paralelo con la red eléctrica convencional, dependiendo de la magnitud del proyecto también se puede vender parte de la energía producida a la empresa eléctrica [20]. Con esto se podría convertir así un proyecto en una pequeña central productora de electricidad [12].

Los sistemas conectados a red están compuestos de los siguientes componentes mencionados en el **Gráfico 16**.

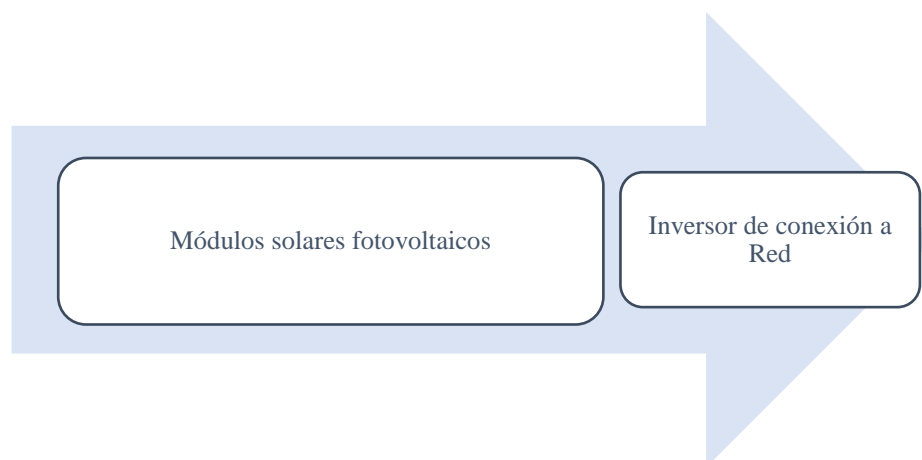


Gráfico 16: *Componentes de un sistema conectado a la red.*

Razones por las que es interesante este tipo de sistemas:

- Elevada calidad energética [12].
- Es una energía limpia y renovable [12].
- Una de las soluciones para los problemas del cambio climático, ya que al no existir radiación solar automáticamente se abastece de la red. Además de contribuir eficazmente a la reducción de emisiones de CO₂ [11].

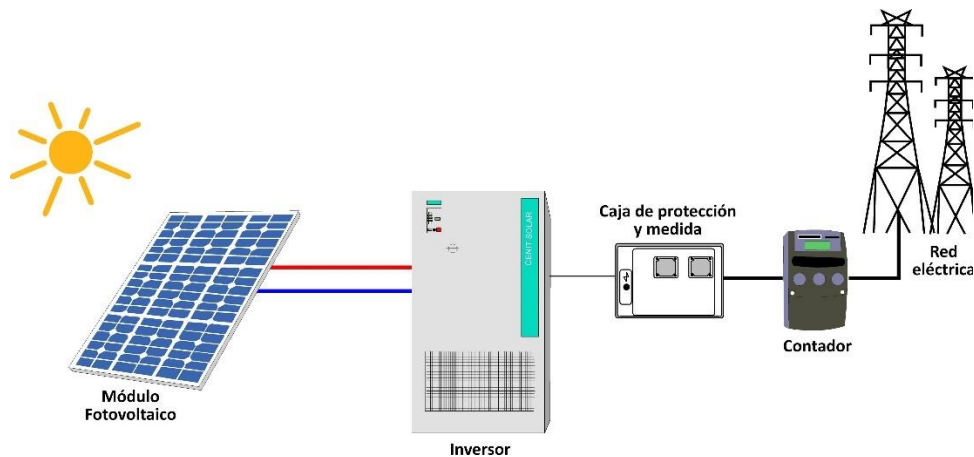


Gráfico 17: Instalación de un sistema conectado a la red [12].

2.3. CERTIFICACIÓN LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEED)

El Sistema Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (LEED por sus siglas en inglés) es un sistema de certificación voluntario de edificios sustentables desarrollado por el U.S. Green Building Council [21]. Esta certificación LEED proporciona una verificación independiente de un edificio que fue diseñado y construido utilizando estrategias encaminadas a lograr un alto desempeño, incorporando a las categorías que se describen en la *Tabla 5* [21].

Tabla 5: Categorías LEED [22].

Categoría	Aspectos evaluados	Puntos posibles
Sitios Sostenibles	Prevención de la contaminación, Selección de sitio, Densidad urbana y conectividad con la comunidad, Desarrollo de zonas deprimidas, Transporte alternativo, Protección restauración de hábitats, Maximización de espacios abiertos, Manejo de la escorrenta de aguas pluviales, Efecto de "isla de calor", Contaminación lumínica.	26
Racionalización del Consumo de Agua	Reducción en el consumo de Agua, Eficiencia en el riego de plantas y jardines, tecnologías en la reducción de descarga de aguas residuales domésticas.	10
Energía y Atmósfera	Fiscalización en las instalaciones Eléctricas, Desempeño energético, Manejo de Refrigerantes, Uso de energías renovables en sitio, Modelos de energía, Monitoreo energético, Uso de energías públicas limpias.	35
Materiales y Recursos	Separación de residuos sólidos reciclables, Reutilización de elementos de edificios existentes en el sitio, Recuperación de residuos de construcción, Reutilización de materiales, Uso de madera certificada por manejo forestal sostenible.	14
Calidad Ambiental Interior	Calidad de aire interior, Restricción al consumo de tabaco, Monitoreo de la entrega de aire a interior, Ventilación, Control de contaminantes en el interior, Capacidad de manipulación de sistemas de iluminación y climatización, Climatización adecuada para el confort de los ocupantes, Iluminación natural y vista al exterior.	15
Innovación y Proceso de Diseño	Características que excedan los estándares de la certificación (tecnología y proceso de diseño innovadores).	6
Créditos por Prioridades Regionales	Características que contribuyan a satisfacer necesidades locales específicas, propias de proyectos de interés social.	4
Máximo puntaje de Alcanzar		110

Una certificación LEED busca la obtención de puntos y créditos ascendentes, el cual indica el grado de sustentabilidad de la edificación [21]. Los clientes y consultoras se esfuerzan por conseguir la mayor cantidad de puntaje posible [23]. El máximo puntaje es de 110 puntos [21]. En este proyecto se desarrolla lo primordial para alcanzar la categoría de energía y atmósfera (35 puntos), como se muestra en la **Gráfica 19**.

De acuerdo con el sistema de clasificación al que se inscribe el proyecto a LEED y al puntaje de créditos sumados en las diferentes categorías, se asignará al edificio uno de los siguientes niveles de acreditación: **Certificado, Plata, Oro y Platino** como se observa en el **Gráfico 18** [21].



Gráfico 18: Niveles de Acreditación LEED [21].

Niveles	Puntos
Certificado	40-49 puntos
Plata	50-59 puntos
Oro	60-79 puntos
Platino	Sobre 80 puntos

Gráfico 19: Puntaje de créditos para alcanzar una acreditación LEED [21].

El proceso de certificación se encuentra a cargo del Consejo de Edificios Verdes de Estados Unidos USGBC, organismo que estipula, revisa y evalúa la documentación de diseño y construcción entregada por el consultor, y otorga la certificación definitiva [23].

En el **Gráfico 20**, se observa el diagrama del proceso para la obtención de certificación LEED.

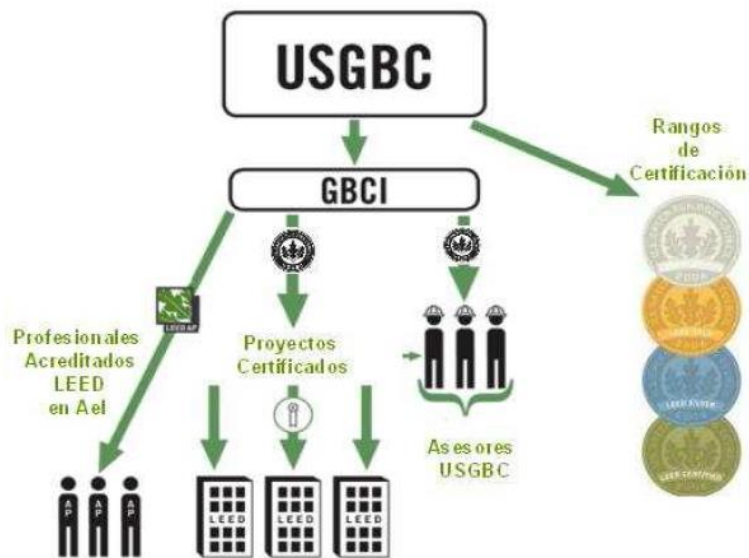


Gráfico 20: Sistema de certificación LEED [23].

2.4. ¿A QUIÉN ESTÁ DIRIGIDO LA CERTIFICACIÓN LEED?

La certificación LEED está para los propietarios u operadores de edificios que deseen obtener un reconocimiento mundial, que demuestre un especial compromiso con el medioambiente y la sociedad [21].

De acuerdo con el tipo de construcción y uso que se le dé al edificio, se puede elegir el sistema de evaluación que mejor se adapte a sus características, como se observa en la **Tabla 6**.

Tabla 6: Sistemas de Evaluación LEED [21].

SISTEMA DE EVALUACIÓN LEED	
	Siglas en inglés
Nuevas Construcciones y Remodelaciones Importantes	(LEED New Construction & Major Renovations)
Estructuras	(LEED Core & Shell)
Interiores Comerciales	(LEED Commercial Interiors)
Edificios Existentes	(LEED for Existing Buildings)
Centros Comerciales	(LEED for Retail)
Centros de Salud	(LEED for Healthcare)
Urbanizaciones	(LEED for Neighborhood Development)

2.5. BENEFICIOS

La **Tabla 7**, muestra los beneficios que se reflejan en los costos de construcciones nuevas como en las ya existentes.

Tabla 7: Beneficios LEED [21].

	Construcciones nuevas	Edificios existentes
Costo de operación	-13,6%	-8,50%
Valor del edificio	(+)10,9%	(+) 6,8%
Retorno de la inversión	(+) 9,9%	(+) 2,5%
Ocupación	(+) 6,4%	(+) 1,0%
Renta	(+) 6,1%	(+) 19,2%

Los edificios que adopten prácticas LEED (Gráfico 21), serán capaces también de:

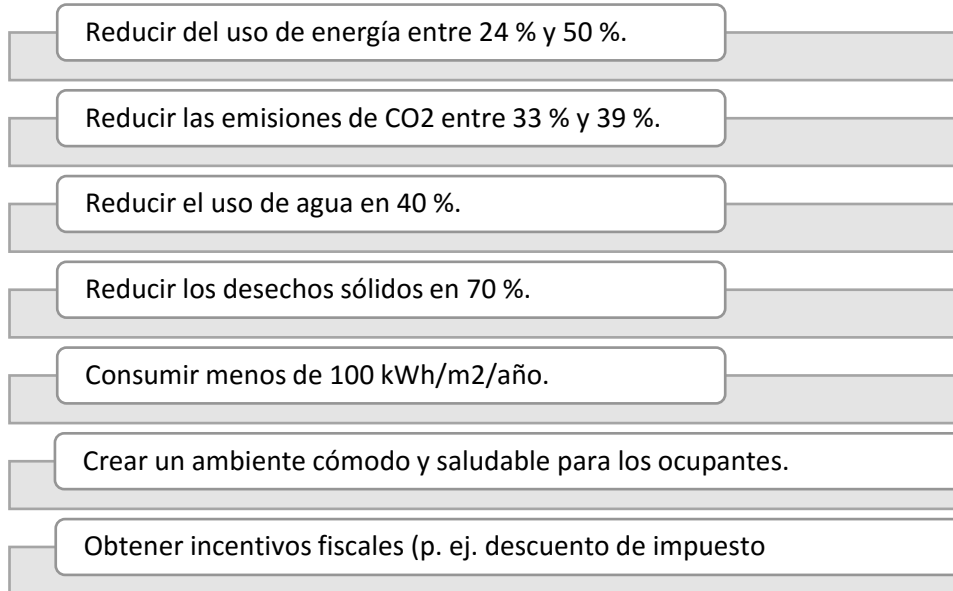


Gráfico 21: Prácticas que adoptan las edificaciones LEED [21].

CAPÍTULO III - DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

En la actualidad se puede conseguir energía proveniente del sol mediante módulos solares y sus aplicaciones son de una gran diversidad [13]. De tal manera que se dividen en:

- Sistemas Fotovoltaicos Aislados.
- Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red.

Para poder seleccionar la mejor alternativa se utilizará el método de criterios ponderados, con el cual se realizará una variación de ponderaciones de las alternativas para cada uno de los sistemas a seleccionar; con el fin de conseguir un posible resultado [20]. Para esto daremos valores del 0 a 2, donde 0 es bajo, 1 medio y 2 alto para las siguientes alternativas a considerar:

- Costo (Componentes necesarios el correcto funcionamiento de sistema FV).
- Mantenimiento.
- Rango de aplicación (Necesidades que busca la empresa SOLINFRA).
- Innovación.

Tabla 8: Matriz de criterios ponderados

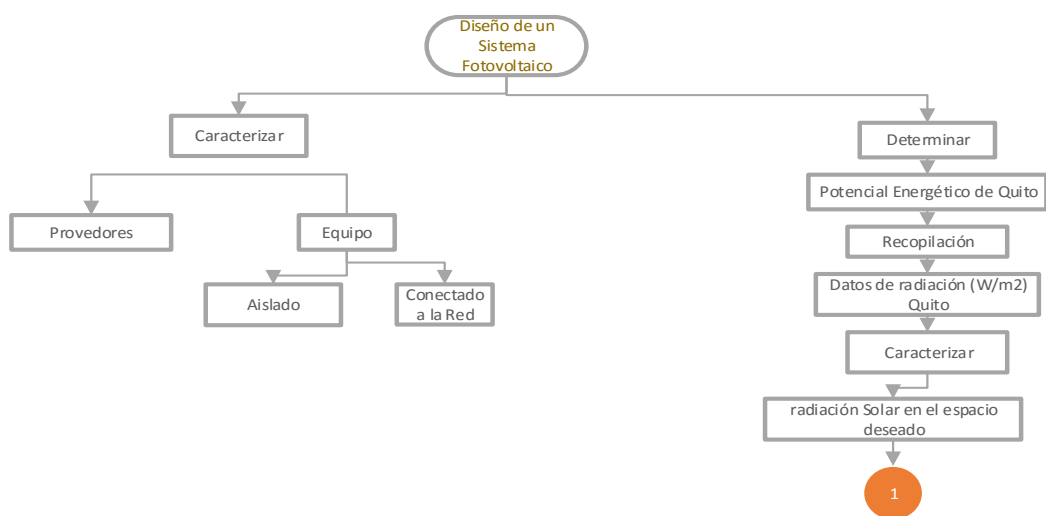
Porcentaje de cada criterio	40%	25%	20%	15%	-	100%
Alternativas	Costo	Mantenimiento	Rango de Aplicación (SOLINFRA)	Innovación	Pts	Pts Ponderados
Sistema Aislado	2	1	0	1	4	50,00%
Sistema Conectado a Red	1	1	2	1	5	62,50%

En la **Tabla 8** se puede observar la matriz de criterios ponderados, con cada una de sus respectivas ponderaciones, designadas para las alternativas planteadas. Llegando a la conclusión que el diseño de un sistema conectado a la red para la empresa SOLINFRA de la ciudad de Quito es la mejor opción considerando los problemas del cambio climático. Debido que al no existir radiación solar automáticamente se abastece de la red y dejando a un lado el diseño de un sistema aislado ya que uno de sus componentes (banco de baterías) es relativamente costoso en relación a su aplicación [11]. Teniendo como mejor ponderada el sistema conectado a red con el 62,5% sobre 100%.

3.2. METODOLOGÍA

La metodología con que se desarrollara este proyecto es la caracterización de los proveedores y equipos a nivel nacional e internacional [15]. Posteriormente la recopilación de información pertinente al recurso solar (radiación W/m^2) de la ciudad de Quito, acompañado del dimensionamiento, simulación de los equipos y análisis económico, como detalla en el **Gráfico 22** en el que se muestra el diagrama de flujo [15].

La determinación de la demanda energética se lo realizara mediante el diseño del sistema de iluminación alimentado por los paneles fotovoltaicos conectados a la red. Además, por medio de la información brindada por la empresa SOLINFRA de la ciudad de Quito.



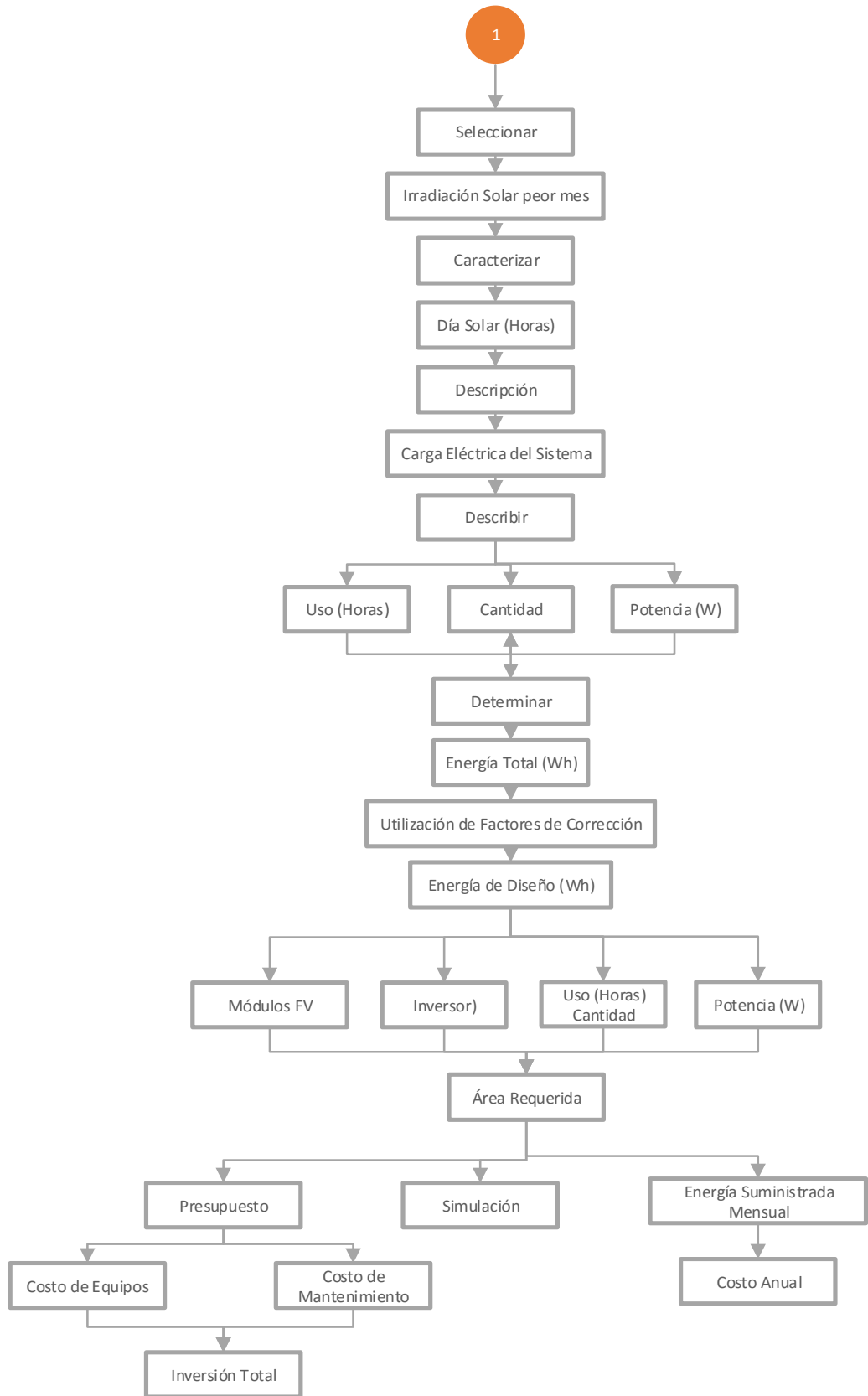


Gráfico 22: Diagrama de Flujo Metodología de Proyecto

3.2.1. RECOPIACIÓN DE PROVEEDORES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Para realizar el diseño del Sistema Fotovoltaico conectado a la red es necesario contar con información de los equipos disponibles en el mercado y sus características propias. En la **Tabla 9**, se encuentre una recopilación de los proveedores de partes para el sistema a diseñar en Ecuador, Internacionalmente y con los que cuenta la empresa SOLINFRA de la ciudad de Quito.

Tabla 9 Proveedores de Sistemas Fotovoltaicos a nivel Nacional y de SOLINFRA.

PROVEDORES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ECUADOR				
EMPRESA	SEDE PRINCIPAL	Dirección	DIRECCIÓN WEB	TELÉFONO
PROVIENTO S.A	Quito	Calles Barcelona E14-136 y Mallorca, Barrio La Floresta	http://www.proviento.com.ec/panelesolares.html	(02) 2231844
AV RENEWABLE ENERGY S.A	Guayaquil	Alejo Iascano 1309 y Esmeraldas	http://avrenewableenergy.com/Energia-Solar---Paneles-Solares.php	+593 4 2286970
CODESO	Quito	Peter May	http://www.codeso.com/index.html	(0)-2241300
ENERPRO	Quito	Gaspar de Villarroel 1179 y Paris, Ed. Paris, Piso 3	www.enerpro.com.ec / info@enerpro.com.ec	593 2) 2434402 / 2261107
Cymelectro Cia. Ltda.	Quito	Nueva Orleans (Mariana de Jesus) E2-11 y Crnl. Juan Manuel Lasso	http://www.cymelectro.com	5932 2551630
Amazon.com	-	Compra Online	https://www.amazon.es/	-

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN LA CIUDAD DE QUITO – ECUADOR

Para el diseño del sistema fotovoltaico en la ciudad de Quito para la empresa SOLINFRA, se trabaja con la radiación solar (W/m^2) [24]. Esta información se obtuvo mediante la utilización de la información de la Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano Quito [24]. Donde se puede encontrar el histórico diario y anual de la radiación inclinada solar en tiempo real, de cada una

de las estaciones con la que cuenta Quito y ayuda a saber el potencial solar para fines de Generación Eléctrica en la ciudad [24].

Los datos suministrados corresponden al reporte anual de radiación Solar (W/m^2), para el año 2016 hasta el mes de septiembre de la estación está ubicada en el Valle de los Chillos en Terraza de Andinatel (Av. Ilaló, Vía a El Tingo) a una altitud de 2453 msm [24]. Se utilizarán los datos de esta estación ya que el presente proyecto se llevaría a cabo en este lugar.



Gráfico 23: Radiación de la red de monitoreo atmosférico de la ciudad de Quito [24].

3.4. RECOPIACIÓN DE DATOS DE RADIACIÓN INCLINADA DE LA ESTACIÓN LOS CHILLOS DE LA CIUDAD DE QUITO

En la **Tabla 10**, se muestran los promedios mensuales de radiación inclinada solar diaria de la ciudad de Quito, sector los Chillos (W/m^2), recopilada del año 2016 de los meses de enero a septiembre [24].

Tabla 10: Radiación solar inclinada anual estación los Chillos, 2016 [24].

RADIACIÓN SOLAR PROMEDIO W/m ²	
Enero	238,55
Febrero	226,10
Marzo	202,78
Abril	217,90
Mayo	223,04
Junio	210,20
Julio	226,04
Agosto	273,60
Septiembre	226,35
Máximo	273,60
Mínimo	202,78

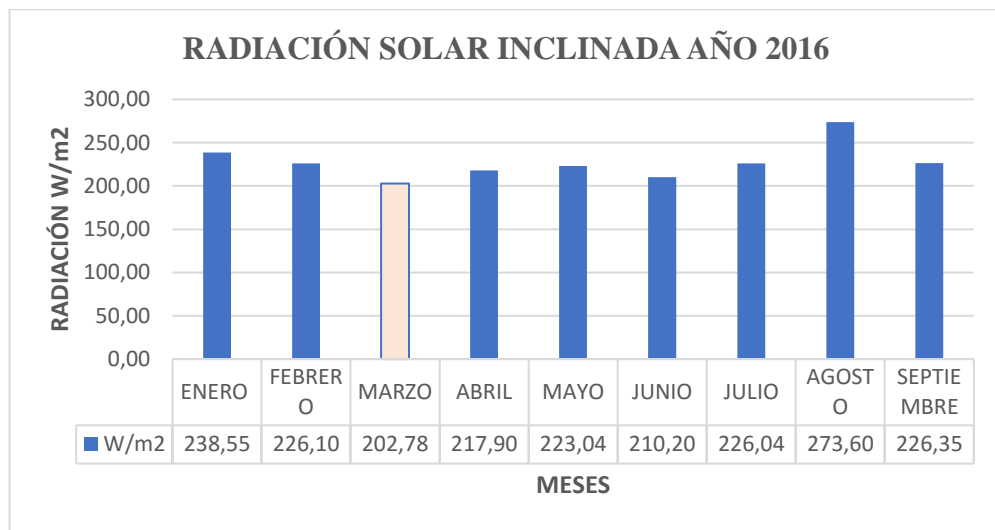


Gráfico 24: Radiación Solar inclinada los Chillos año 2016

Según la **Gráfica 24**, se muestra el promedio de radiación durante el periodo de enero a septiembre del 2016. Por consiguiente, para el diseño del sistema se va utilizar la metodología denominada del peor escenario. Que consiste en dimensionar el sistema para satisfacer la demanda de energía durante la temporada más desfavorable (marzo 202,78 (W/m²)). En la **Tabla 11**, se detalla los valores de radiación solar inclinada del peor escenario del 2016.

Tabla 11: Radiación solar inclinada considerando la metodología del peor mes [24].

MAGNITUD	PEOR MES	DÍA	LOS CHILLOS
RADIACIÓN SOLAR W/m ²	MARZO	1	230,26
		2	200,85
		3	136,79
		4	171,07
		5	186,41
		6	231,26
		7	91,44
		8	267,94
		9	238,74
		10	241,14
		11	190,23
		12	200,75
		13	131,01
		14	144,09
		15	277,79
		16	230,03
		17	134,17
		18	212,21
		19	218,31
		20	170,29
		21	201,17
		22	257,22
		23	206,78
		24	225,29
		25	236,33
		26	167,25
		27	250,95
		28	193,97
		29	242,68
		30	168,26
		31	231,64

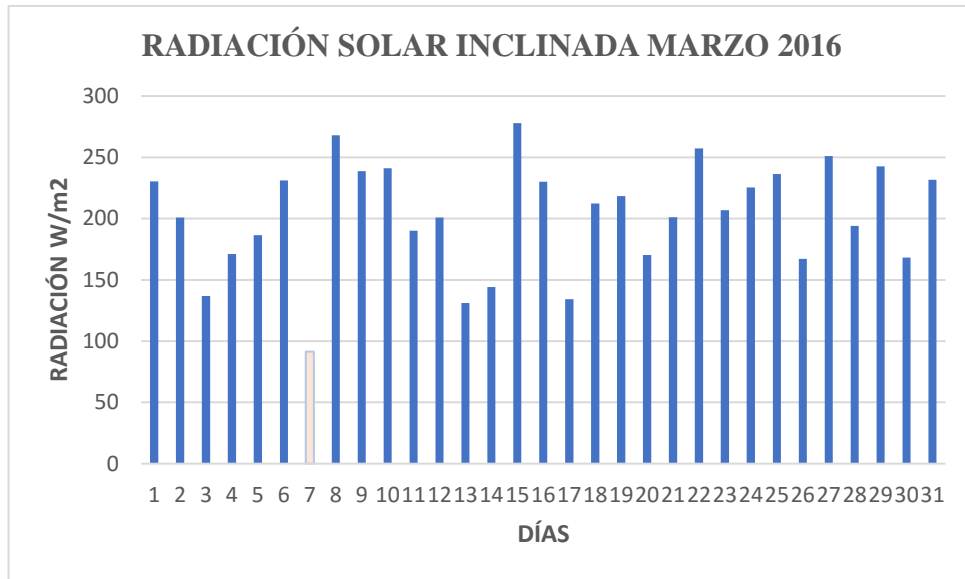


Gráfico 25: Radiación solar inclinada considerando la metodología del peor mes.

3.4.1. INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN

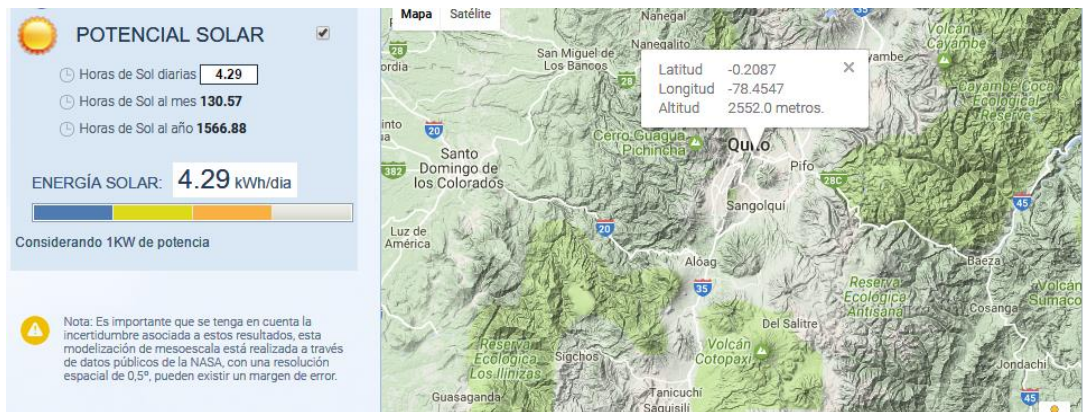
La determinación del ángulo de inclinación, nos permitirá analizar de mejor manera la ubicación y distanciamiento de los paneles solares para maximizar el área de ubicación [20]. Como se puede observar en la **Tabla 12**, para Ecuador los paneles deben tener una inclinación de 10° para disminuir las pérdidas al 1%, siempre y cuando se seleccione un plano inclinado fijo, con ángulo Beta de 10° y Acimut de 0° [25]. Debido a que el territorio nacional se encuentra entre los 5°S y 2°N de la latitud [20].

Tabla 12: Inclinación y orientación de los paneles solares [20].

Latitud	Ángulo de inclinación máximo
$0^\circ\text{-}5^\circ$	$0\text{-}10^\circ$
$6^\circ\text{-}20^\circ$	Latitud local + 5°
$21^\circ\text{-}45^\circ$	Latitud local + 10°
$46^\circ\text{-}65^\circ$	Latitud local + 15°
$66^\circ\text{-}75^\circ$	80°

Para una inclinación de 10° se reciben $277,79 \text{ W/m}^2$ durante el mes de marzo del año 2016 como valor máximo y un mínimo de $91,44 \text{ W/m}^2$, esto se muestra en la **Tabla 11**.

El día solar promedio de la ciudad de Quito se muestra en la **Gráfica 26** que es utilizado para el dimensionamiento de los módulos fotovoltaicos es de $4,29 \text{ kWh/día}$ [26]. Es importante que se tenga en cuenta la incertidumbre asociada a estos resultados, esta modelización de mesoescala está realizada a través de datos públicos de la NASA, con una resolución espacial de $0,5^\circ$ se debe considerar que pueden existir un margen de error [26].



Gráfica 26: Día solar promedio de la ciudad de Quito [26].

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

3.4.3. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

El diseño del sistema de iluminación se realizará para la empresa SOLINFRA de la ciudad de Quito, que consta de una sala de control, una sala de descanso, una sala de reuniones, secretaria, gerencia de operaciones, sala del personal de operaciones, subsecretaria de operaciones, una sala de operaciones y crisis, sala del personal de análisis de operaciones, subsecretaria de operaciones, hall superior e inferior, tres baños de hombres y tres baños de mujeres.

El plano de la empresa se muestra en el **Anexo I**.

El cálculo de los niveles de iluminación para la empresa SOLINFRA se bastará con obtener el valor medio del alumbrado general usando el método de los lúmenes [13]. El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente el diagrama de bloques del *Gráfico 27*.

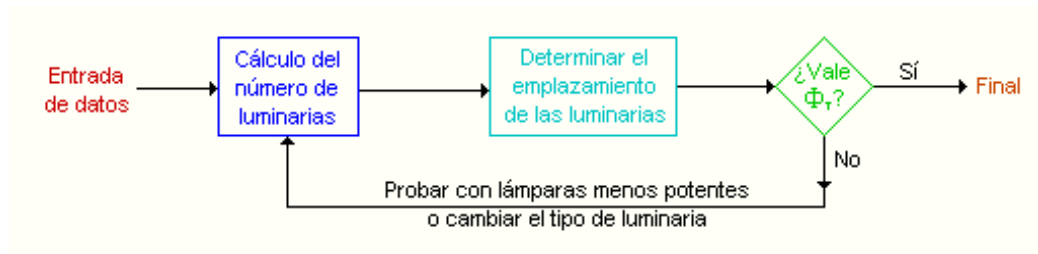


Gráfico 27 Método de Lúmenes [13].

Para realizar los cálculos, se utilizará el método del flujo total mediante ayuda del software DIALux de libre acceso, para el cálculo del alumbrado de interiores, para lo cual es necesario definir lo siguiente:

- E: Nivel de iluminación (Lux)
- F: Luminancia (Lumen)
- S: superficie de la habitación (m^2)
- μ : factor de utilización, el cual indica la eficiencia luminosa del conjunto lámpara, luminaria y local, por lo tanto, depende del sistema de iluminación, de las características de la luminaria, del índice del local (K), del factor de reflexión del techo, piso y paredes de la habitación [13].
- K: índice del local, el cual corresponde a una relación entre las dimensiones del local, se calcula utilizando las dimensiones de la habitación, esto es: ancho (a), largo (b) y altura (h) de las luminarias sobre el plano de trabajo, esto se muestra a continuación, la cual se utiliza para distribución con luz directa, semi-directa y mixta. [13]
- Φ_T : Flujo luminoso total.
- fm : Factor de mantenimiento.

- N : Número de luminarias.
- n : Número de lámparas por luminaria.
- ϕl : Flujo luminoso de una lámpara.

El diseño de iluminación profesional con DIALux, utiliza un software que diseña, calcula y visualiza la luz de forma profesional – espacios simples, pisos enteros, edificios y escenas exteriores e interiores y utiliza las siguientes formulas, detalladas a continuación [13].

Índice del local

$$k = \frac{a * b}{h(a + b)} \quad (\text{Ec.3. 1})$$

Flujo luminoso

$$\phi_T = \frac{E * S}{\mu * fm} \quad (\text{Ec.3. 2})$$

Número de luminarias

$$N = \frac{\phi T}{n * \phi l} \quad (\text{Ec.3. 3})$$

Distribución

$$N_{ancho} = \sqrt{N * \left(\frac{ancho}{largo}\right)} \quad (\text{Ec.3. 4})$$

$$N_{largo} = N_{largo} * \left(\frac{largo}{ancho}\right) \quad (\text{Ec.3. 5})$$

Los niveles de Iluminancia establecidos, fueron extraídos del Manual de Iluminación de Philips Iluminación [27]. En base a recomendaciones realizadas por la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) como se detalla en las **Tablas 13 - 14**, y corresponden a las mínimas iluminancias admisibles para cada aplicación [27].

Tabla 13: Iluminancias mínimas para locales educacionales y asistenciales [27].

Tipo de Recinto	Iluminancia (LUX)
Atención administrativa	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	400
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de cirugía menor	500
Salas de cirugía mayor, quirófano (*)	500
Salas de clases, párvulos	150
Salas de clases, educación básica	200
Salas de clases, educación media	250
Salas de clases, educación superior	300
Salas de Dibujo	600
Salas de Espera	150
Salas de Pacientes	100
Salas de Profesores	400

Tabla 14: Iluminancias mínimas para locales comerciales e industriales [27].

Tipo de Local	Iluminancia (LUX)
Auditorios	300
Bancos	500
Bodegas	150
Bibliotecas públicas	400
Casinos, Restaurantes, Cocina	300
Comedores	150
Fábricas en general	300
Imprentas	500

Laboratorios	500
Laboratorios de Instrumentación	700
Naves de máquinas herramientas	300
Oficinas en general	400
Pasillos	50
Salas de trabajo con iluminación suplementaria en cada punto	150
Salas de dibujo profesional	500
Salas de tableros eléctricos	300
Subestaciones	300
Salas de venta	300
Talleres de servicio, reparaciones	200
Vestuarios Industriales	100

Tabla 15: Datos para el cálculo de luminarias en DIALux

Datos para el cálculo de luminarias para la empresa SOLINFRA mediante el Asistente de iluminación DIALux						
Puesto de Trabajo	Longitud (m)	Anchura (m)	Altura Total (m)	Altura de Trabajo (m)	Illuminancia (lux)	Cantidad
Sala de control	23,15	14,38	6,75	0,85	300	1
Sala de descanso	6,4	6,32	2,6	0,85	150	1
Sala de reuniones	4,5	3,18	2,6	0,85	150	1
Secretaria	3,72	3,18	2,6	0,85	300	1
Gerencia de operaciones	3,7	4,36	2,6	0,85	300	1
Sala de personal de operaciones	7,03	8,36	2,6	0,85	300	1
Subsecretaria de operaciones 1	3,74	2,92	2,6	0,85	300	1
Sala de operaciones y crisis	13,07	6,07	2,6	0,85	300	1

Sala del personal de análisis de operaciones	7,05	8,88	2,6	0,85	300	1
Subsecretaria de operaciones 2	3,78	2,92	2,6	0,85	300	1
Hall superior	6,5	3,78	2,6	0,85	50	1
Hall Inferior	2,48	5	2,6	0,85	50	1
Baños Hombres	2,28	3,4	2,6	0,85	150	3
Baños Mujeres	2,28	3,4	2,6	0,85	150	3

3.5. CÁLCULO DE LA DEMANDA BÁSICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA A CUBRIR.

En la **Tabla 16**, se describen los distintos consumos de iluminación (W) y el número de luminarias a utilizar calculadas por el software DIALux para cada una de los puestos de trabajo de la empresa SOLINFRA. Se va a considerar las características propias del lugar donde se desea implementar el sistema como se detalla en la **Tabla 15**. Además, se podrá constatar el detalle de los cálculos en el **Anexo II**, ligado a este se encuentra en plano eléctrico del mismo de la Empresa SOLINFRA en el **Anexo III**.

Tabla 16: Consumos de iluminación para cada puesto de trabajo de la Empresa SOLINFRA

Puesto de trabajo	# Luminarias	Designación	Potencia (W)	Consumo (W)
Sala de control	8	PHILIPS BY121P G3 1xLED205S/840 WB	155	1240
Sala de descanso	6	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840	22	132

Sala de reuniones	2	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/841	22	44
Secretaria	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/842	22	66
Gerencia de operaciones	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/843	22	66
Sala de personal de operaciones	12	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/844	22	264
Subsecretaria de operaciones 1	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/845	22	66
Sala de operaciones y crisis	15	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/846	22	330
Sala del personal de análisis de operaciones	12	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/847	22	264
Subsecretaria de operaciones 2	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/848	22	66
Hall superior	1	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/849	22	22
Hall Inferior	1	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/850	22	22

Baños Hombres	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/851	22	66
Baños Mujeres	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/852	22	66
Consumo Total				2714

La sumatoria de consumos de energía alcanza un valor aproximado de 2714 W, a este valor se le debe aplicar un factor de diversidad, el cual representa una estimación del consumo de energía que se encuentra en funcionamiento en forma simultánea en la empresa [13]. Para esto se tomará un factor de diversidad igual al 70%, es decir, se estima que se utilizara en forma simultánea un 70% del consumo total considerado por el concepto de iluminación, lo cual corresponde a un consumo de 1899,8 W [13].

Tabla 17: Estimación del Consumo de Iluminación

Consumo Energético Total Teórico “ET” (Wh)	
Consumo Total	2714
Factor de Diversidad	0,7
Consumo Estimado	1899,8

Estimado el consumo energético total teórico de iluminación (E_T), se debe calcular el consumo real “E” (Wh) que tendrá la Empresa SOLINFRA una vez realizada la instalación fotovoltaica [24]. Se considerará además el consumo de los equipos para la instalación, producto de las pérdidas asociadas al funcionamiento. Se debe utilizar la (Ecuación 3.6) [13].

$$E = \frac{E_T}{R} \quad (\text{Ec.3. 6})$$

Donde R corresponde al factor de rendimiento global de la instalación fotovoltaica y se calcula con la (**Ecuación 3.7**) [13].

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) * (1 - \frac{k_a * N}{Pd}) \quad (\text{Ec.3. 7})$$

Donde los factores de la (**Ecuación 3.7**) son los siguientes:

- k_b : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del banco de baterías [13].
 - 0,05 para sistemas que no demanden descargas profundas.
 - 0,1 para sistemas que demanden descargas profundas.
- k_c : Coeficiente de pérdidas en el inversor. [13]
 - 0,05 para inversores senoidales puros, trabajando en régimen nominal.
 - 0,1 para inversores trabajando fuera de régimen nominal.
- k_v : Coeficiente de pérdidas varias (perdidas en conductores, efecto joule, etc.), se consideran valores de referencia entre 0,05 y 0,15 [13].
- k_a : Coeficiente de auto-descarga diario [13].
 - 0,002 para baterías de baja auto-descarga Ni-Cd.
 - 0,005 para baterías estacionarias de Pb-ácido.
 - 0,012 para baterías de alta auto-descarga (arranque de vehículos).
- N: Número de días de autonomía de la instalación, días en que la instalación trabajará bajo condiciones mínimas (días nublados continuos), se consumirá más energía que se genera [13].
- p_d : Profundidad de descarga diaria de la batería, no deberá exceder el 80% de su capacidad nominal, a fin de evitar afectar la vida útil del banco de baterías [13].

Siendo así los valores utilizados para los cálculos son los siguientes:

- $k_b = 0$
- $k_c = 0,1$
- $k_v = 0,1$
- $k_a = 0$
- $N = 240$
- $p_d = 0$

Por lo tanto y según la (*Ecuación 3.7*), el rendimiento de la instalación será:

$$R = (1 - 0 - 0,1 - 0,1) * (1 - \frac{0 * 240}{0})$$

$$R = (0,8) * (1)$$

$$R = 0,8$$

De acuerdo a la (*Ecuación 3.6*), el consumo real (E) será:

$$E = \frac{1899,8}{0,8}$$

$$E = 2374,75 \text{ (Wh)}$$

3.6. CÁLCULO DE LOS PANELES SOLARES

Para esto se hará uso de los datos obtenidos de la radiación inclinada del peor escenario del año 2016 de la ciudad de Quito, que se encuentra en la *Tabla 11* [24].

A estos datos se le deberán descontar las pérdidas de radiación por concepto de orientación e inclinación, junto con las pérdidas de sombras [13].

Para poder realizar los cálculos siguientes, se debe indicar los datos mínimos donde se va a llevar a cabo el diseño.

- Latitud: 0°13'47" S
- Longitud: 78°31'29" O
- Altitud sobre el nivel del mar: 2854 m

3.6.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Para evaluar las pérdidas por orientación e inclinación debemos utilizar los valores de elevación y acimut, dados por la ubicación geográfica [28]. Para posteriormente comprobar con los límites establecidos en la **Tabla 18**, considerando ciertas recomendaciones de diseño de instalaciones fotovoltaicas.

Para Ecuador los paneles deben tener una inclinación de 10° para disminuir las pérdidas al 1%, siempre y cuando se seleccione un plano inclinado fijo, con ángulo Beta de 10° y Acimut de 0°, como se describe en la **Tabla 12** [28].

Tabla 18: Límites aceptables por pérdidas por efecto de la sombra, orientación e inclinación. [28]

	Orientación e Inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración Arquitectónica	40%	20%	50%

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- **Ángulo de inclinación β** , definida como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90° para verticales [28].
- **Ángulo de acimut α** , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del

lugar. Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y $+90^\circ$ para módulos orientados al oeste [28].

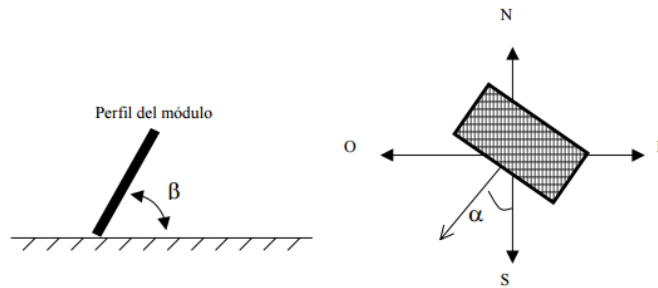


Gráfico 28 Ángulo de Inclinación y ángulo de Acimut [28].

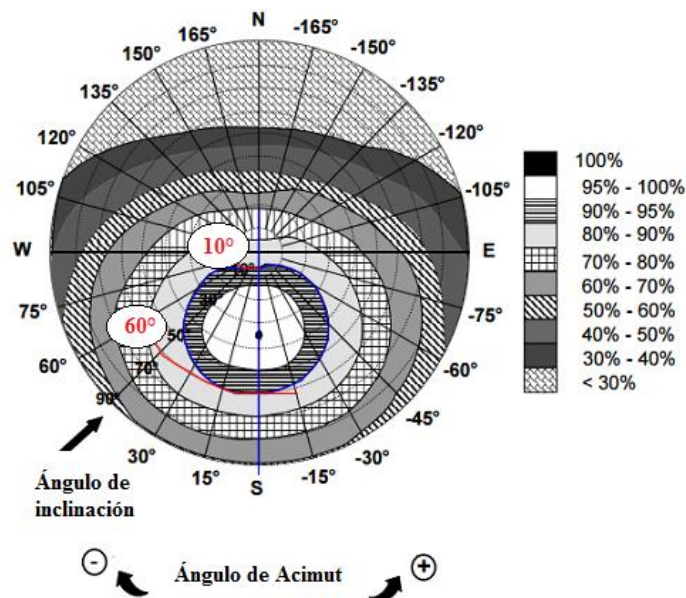


Gráfico 29: Diagrama pérdidas por orientación e inclinación para latitud 41° [28].

Para poder encontrar la inclinación y orientación, se utiliza en **Gráfico 29**, donde cada uno de los anillos muestran distintos niveles de porcentaje de pérdidas [28]. Se utilizará el anillo de pérdidas que no superen el 10% resaltado con línea azul, además de ubicar el valor de acimut 0° ; las intersecciones de la recta de acimut con los límites de pérdidas nos indican los valores de inclinación máxima y mínima. Para nuestra instalación estos valores son 60° y 10° respectivamente.

Corregimos los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41° que son los grados de la Latitud del **Gráfico 29**, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Inclinación máxima = inclinación límite máx. ($\varphi = 41^\circ$) – (41° - latitud del lugar) [28]. **(Ec.3. 8)**

Inclinación mínima = inclinación límite mín. ($\varphi = 41^\circ$) – (41° -latitud del lugar); siendo 0° su valor mínimo [28]. **(Ec.3. 9)**

Para encontrar las inclinaciones máximas y mínimas reemplazamos los valores de la Latitud de Quito, además de incluir los límites de inclinación encontrados en el **Gráfico 29**, en las (**Ecuaciones 3.8**) y (**3.9**). De acuerdo a esto nuestros límites serán los siguientes:

Inclinación máxima = $60^\circ - (41^\circ - 0,23^\circ) = 19,23^\circ$

Inclinación mínima = $10^\circ - (41^\circ - 0,23^\circ) = -30,77^\circ$, está fuera de rango por lo tanto inclinación mínima 0°.

Para método de comprobación se utilizará las (**Ecuaciones 3.10**) y (**3.11**), que nos ayudan a estimar el porcentaje de pérdidas de nuestra instalación [28]. En casos cerca del límite y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula: [13]

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{Pérdidas(\%)} \\
 & = 100(1,2 * 10^{-4}(\beta - \varphi + 10)^2 + 3,5 \\
 & * 10^{-5} \alpha^2) \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ \qquad \qquad \qquad \mathbf{(Ec.3. 10)}
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{Pérdidas(\%)} = 100(1,2 * 10^{-4}(\beta - \varphi + 10)^2) \text{ para } \beta \leq 15^\circ \qquad \mathbf{(Ec.3. 11)}$$

- [Nota: α , β , φ se expresan en grados, siendo φ la latitud del lugar]

En nuestro caso utilizaremos la (**Ecuación 11**, ya que la inclinación es de $\beta = 10^\circ$, por lo que las pérdidas serán:

$$\text{Pérdidas}(\%) = 100(1,2 * 10^{-4}(10 - 0,23 + 10)^2) \text{ para } \beta \leq 15^\circ$$

$$\text{Pérdidas}(\%) = 4,69\%$$

Con el valor anterior comprobamos que nuestra estimación está dentro de los límites aceptables de la **Tabla 18**.

3.6.2. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS

El lugar donde se va a realizar la instalación no contara con obstáculos a su alrededor una vez que haya sido preparado el suelo para la construcción de las nuevas instalaciones de SOLINFRA, por tal motivo como se puede observar en el **Gráfico 31**, el área donde se va implantar el sistema fotovoltaico será apto para que no existan obstáculos que bloqueen la incidencia de los rayos solares sobre la superficie de los paneles, por lo tanto, no tendremos perdidas por sombras en la instalación.



Gráfico 30: Lugar donde se construirá las nuevas instalaciones de SOLINFRA (Sector Jatumpungo)



Gráfico 31: Vista superior satelital de la empresa SOLINFRA donde se implantará el Sistema FV.



Gráfico 32: Vista superior satelital de la empresa SOLINFRA de SunEarthTools. donde se implantará el Sistema FV.

En el **Gráfico 32**, se puede observar el camino generado por los rayos del sol que recibe la zona de Jatumpungo. Donde se obtiene una radiación promedio del solar en la zona desde las 7:00 a 19:00 horas.

3.6.3. NÚMERO DE PANELES SOLARES

Si bien es cierto no se cuenta con pérdidas por sombra, pero la suma de las pérdidas por orientación e inclinación con las pérdidas por sombras está dentro del límite permitido 15% por la **Tabla 18** [28].

Una vez que se conoce el valor de las pérdidas por inclinación, orientación y sombras, se procede a calcular la radiación que llegará a la superficie de los paneles, lo que nos permitirá conocer el número de paneles necesarios para nuestra instalación [13]. La radiación neta que llega a los paneles está indicada en la **Tabla 19**, la cual se obtuvo descontando el 4,69% de la radiación total sobre la superficie terrestre en ese lugar.

Tabla 19: Valores de radiación menos pérdidas por orientación, inclinación y sombras

RADIACIÓN SOLAR PROMEDIO W/m ²		RADIACIÓN -4,69% PÉRDIDAS
Enero	238,55	227,36
Febrero	226,10	215,50
Marzo	202,78	193,27
Abril	217,90	207,68
Mayo	223,04	212,58
Junio	210,20	200,34
Julio	226,04	215,44
Agosto	273,60	260,77
Septiembre	226,35	215,73
Mes Favorable	273,60	260,77
Mes menos favorable	202,78	193,27

Calculado el valor de radiación, se debe estimar las horas de sol diarias del lugar donde se va a realizar la instalación, conocido como Horas Solares Pico (HSP), que corresponden a las horas solares equivalentes por día, en base a un nivel de estándar de radiación de 1kW/m² [13].

El número de paneles está determinado por la (*Ecuación 3.12*), donde W_p corresponde a la potencia pico del panel que viene definida por el diseñador. [13]

$$NP = \frac{E}{0,9 * W_p * HSP} \quad (Ec.3. 12)$$

Para nuestra instalación consideraremos un panel de 310 W_p , además se realizará el cálculo para la condición de HSP más desfavorable para el diseño, el 70% de 1 hora (0,7) que vendría a ser 42 minutos de recurso solar en el día. Teniendo en cuenta que según la *Gráfico 26*, para el Ecuador en años pasados se ha calculado un HSP = 4,29 horas (mejor escenario) [26].

$$NP = \frac{2374,75}{0,9 * 310 * 0,70}$$

$$NP = 12,16 \approx 12 \text{ Paneles}$$

3.6.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL PANEL PERLIGT SOLAR

SOLINFRA empresa de la ciudad de Quito establece utilizar el Panel policristalino PLM-310P-72-SERIES, para el desarrollo del presente proyecto por motivos de vital interés de la empresa mencionada [2]. Tanto para el diseño del Sistema FV como para la comprobación del modelo matemático para la simulación. En el *Anexo IV*, podemos encontrar las demás características técnicas del panel en cuestión.

Tabla 20: Características Eléctricas del panel PERLIGT SOLAR PLM-310P-72-SERIES

Características Eléctricas	
Potencia de salida	310 Wp
Tensión en el punto máximo	38,37 V
Corriente en el punto máximo	8,06 A
Corriente de corto Circuito	8,60 A
Tensión de circuito abierto	45,47V
Número de celdas	72/156x156 mm
Rango de temperatura de operación	-40°C a 85°C
Dimensiones del módulo	1956 mm x 992 mm x 40 mm



Gráfico 33: Panel PLM – 310P-72 SERIES

3.6.5. CÁLCULO DE LA DISTANCIA ENTRE MÓDULOS

Es fundamental también realizar el cálculo de la distancia entre módulos fotovoltaicos para un diseño. Se debe considerar además el movimiento de la Tierra debido a que este genera en ciertas horas del día sombra en algunas posiciones, así como las distancias entre módulos, los ángulos de inclinación y las alturas a colocarse [25]. Debido a que estas cumplen un rol importante ya que dependen si producen una interrupción de la irradiación entre ellos [28]. La *Gráfica 34*, nos muestra la correcta ubicación de los paneles a ser instalados [29].

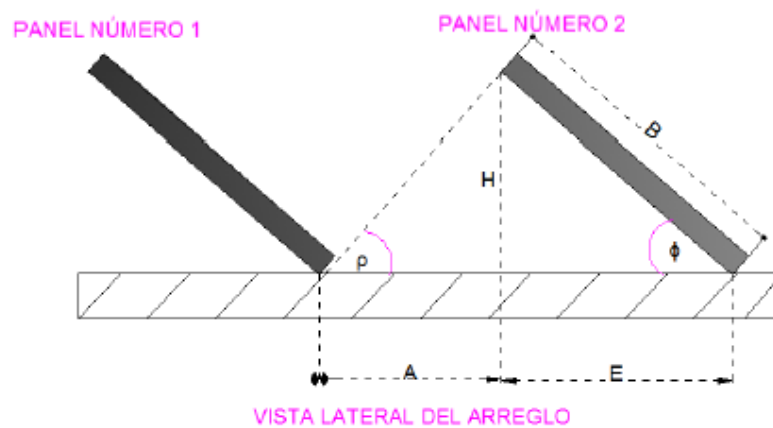


Gráfico 334 Distancia entre módulos fotovoltaicos [29].

Dónde:

B: Longitud del módulo fotovoltaico

ϕ : Ángulo de inclinación del panel solar

ρ : Ángulo de sombra respecto al eje horizontal

Para calcular la distancia mínima entre los paneles a ser instalados se debe considerar la suma de las distancias entre la longitud del primer módulo (E) y la segunda que es la sombra que proyecta (A) [29].

Es así que desglosando para encontrar la distancia mínima podemos obtener lo siguiente: [20]

$$H = B * \text{sen } \phi \quad (\text{Ec.3. 13})$$

$$E = B * \text{cos} \phi \quad (\text{Ec.3. 14})$$

$$A = \frac{H}{\text{Tg}(\rho)} \quad (\text{Ec.3. 15})$$

Reemplazamos la (*Ecuación 3.13*) en (*3.15*) y tenemos:

$$A = \frac{B * \text{sen}(\phi)}{\text{Tg}(\rho)} \quad (\text{Ec.3. 16})$$

Entonces:

$$\text{Distancia mínima} = E + A \quad [20]$$

$$\text{Distancia mínima} = B * \text{cos} \phi + \frac{B * \text{sen}(\phi)}{\text{Tg}(\rho)}$$

$$\text{Distancia mínima} = B \left(\text{cos} \phi + \frac{\text{sen}(\phi)}{\text{Tg}(\rho)} \right) \quad (\text{Ec.3. 17})$$

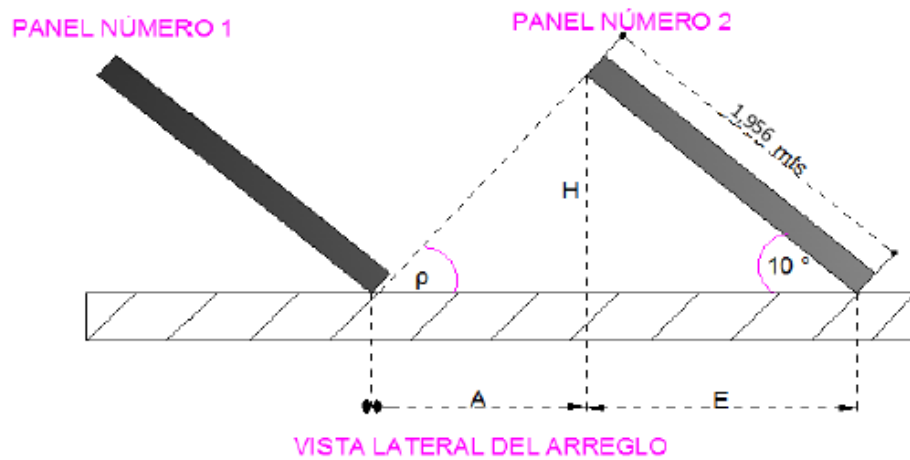


Gráfico 34: Dimensiones de para el cálculo de distancia entre módulos fotovoltaicos

Para determinar el valor de H aplicamos la (*Ecuación 3.13*)

$$H = 1,956 \text{ mts} * \text{sen}10$$

$$H = 0,339 \text{ mts}$$

Ahora para calcular el valor de E, aplicamos la (*Ecuación3.14*)

$$E = B * \text{cos}\phi$$

$$E = 1,956 * \text{cos}10$$

$$E = 1,93 \text{ mts}$$

Para el cálculo de “A” utilizaremos la siguiente formula:

$$A = H * k \quad (\text{Ec.3. 18})$$

Dónde:

A: Es la distancia media sobre la horizontal entre una de paneles y H (altura) colocado el panel. Es decir, la distancia mínima entre la fila y fila capaz de no producir sombras interactivas [20].

H: Altura con respecto a la superficie horizontal.

K: Coeficiente adimensional con valor tabulado en función de la Latitud del lugar.

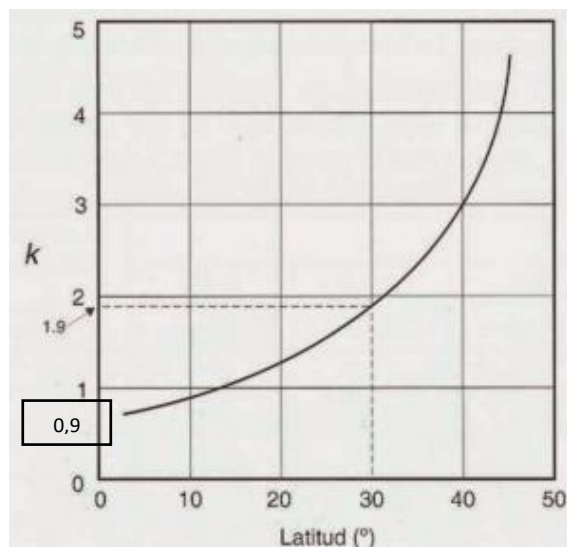


Gráfico 356: Coeficiente adimensional en función a la Latitud del lugar [29].

Reemplazamos el coeficiente adimensional en la (*Ecuación 3.18*).

$$A = 0,339 \text{ mts} * 0,9$$

$$A = 0,3051 \text{ mts}$$

Para el desarrollo de esa fórmula es necesario calcular el ángulo ρ , y este se lo encuentra gracias a la fórmula siguiente: [29]

$$\rho = (90 - \text{lat}) - \delta \quad (\text{Ec.3. 19})$$

Dónde:

lat: lugar donde se realizará la instalación [29].

δ : Declinación solar, (ángulo entre la línea Sol-Tierra y el plano ecuatorial celeste) [29].

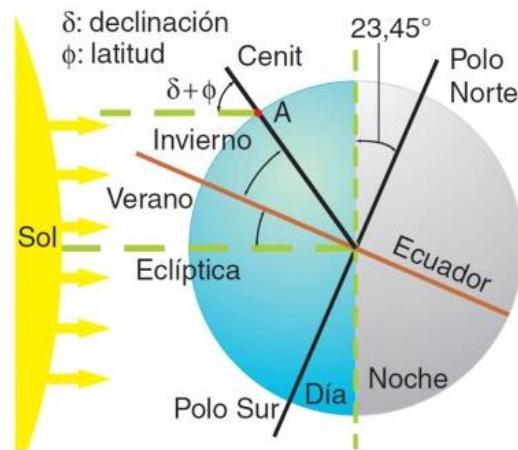


Gráfico 36: Declinación solar (ángulo entre la línea sol- tierra el plano ecuatorial celeste) [29].

La declinación solar varía a lo largo de la órbita de la Tierra alrededor del Sol, alcanzando valores máximos en los solsticios de verano ($\delta = 23,45^\circ$) y mínimos en invierno ($\delta = -23,45^\circ$), y valores nulos en los equinoccios ($\delta = 0^\circ$) [29]. Aunque la declinación varía se puede suponer que permanece constante a lo largo de un día. [29]

$$Distancia\ mínima = 1,956 \left(\cos 10 + \frac{\text{sen}(10)}{\text{Tg}(23,45)} \right)$$

$$Distancia\ mínima = 2,70\ mts$$

3.6.6. ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PANELES SOLARES

La estructura que soporte a los paneles solares deberá cumplir con ciertas normativas para que estas se ajusten a las condiciones climáticas del lugar (El valle de los Chillos, Quito- Ecuador). Así como también a la forma e irregularidades del terreno donde se vaya a implementar este sistema [20]. Para ello se ha optado por un anclaje sobre dados de hormigón debido a las condiciones del lugar [20].



Gráfico 37: Diferentes tipos de estructura soporte para paneles solares [20]

Las especificaciones de fabricación y el tipo de anclaje fueron seleccionados por el personal de la empresa SOLINFRA dedicado a la valoración de proyectos considerando el lugar donde va ser implantado el futuro Sistema FV y las dimensiones están establecidas y diseñadas por Cymelectro Cia. Ltda. de la ciudad de Quito. Esta empresa se dedica a la fabricación de Suministros de Estructuras y gabinetes metálicos para equipos Fotovoltaicos.

Tabla 21: Características técnicas de la estructura soporte de los paneles solares Cymelectro Cia. Ltda [2].

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1. Aspectos Generales		
1.1	Fabricante	Cymelectro Cia. Ltda.
1.2	Origen	Ecuador - Quito
1.3	Año de Fabricación	No antes del año inmediato anterior
1.4	Modelo	Estructura Soporte en suelo
1.5	Vida útil	20 años
2. Características mecánicas		
2.1	Tipo de sistema	Con ángulo de inclinación y azimut fijo
2.2	Diseño	Evitar excentricidades de flujo de esfuerzo
2.3	Tolerancias de montaje	+/- 3 mm
2.4	Inclinación del plano de los	Fija a 10°C
	módulos fotovoltaicos	
		Mediante Cálculo
2.5	Altura respecto del piso	Mínimo 1 metro

2.6	Cimentación	Requerido: 50x50x60cm
	Diseño según	
2.7	especificaciones técnicas del	Requerido. Nota 1
	fabricante de módulos	
	fotovoltaicos	
2.8	Resistencia estructural	Alta (peso y fuerzas producidas por el viento)
2.9	Resistente a la corrosión	Alta (hierro galvanizado, acero inoxidable, aluminio)
2.10	Máxima resistencia a la	120 km/h
	velocidad del viento	
2.11	Recubrimiento	Hierro galvanizado al caliente
3. Garantía		
3.1	Fabricación	1 año
4. Certificaciones		
		Acero estructural bajo norma ASTM A36
4.1	Perfiles	recubrimiento por inmersión en caliente según norma
		ASTM 123
		Grado 5.0 ANSI/ASME B 18,2,1 1996 bajo norma DIN
4.2	Tornillería	933-ISO 4017 Paso ordinario, galvanizada en caliente y
		centrifugada según norma ASTM A153, para ensamble
		de poste.
5. Otros	Requisitos	
5.1	Catálogos	Idioma español o inglés (si aplica)
	Planos constructivos	Anexo V
5.2	Detalle de las estructuras	Requerido
	según formato normalizado	
Notas:		
		La longitud y altura del caballete deberá ser suficiente para que los
		Paneles tengan una inclinación mínima de 10° sobre la horizontal. Los
Nota 1		Caballetes se montarán sobre pernos roscados resistentes. La tolerancia

		máxima entre los puntos de anclaje no deberá exceder de $\pm 20\text{mm}$.
		Deberá disponer de tornillos de nivelación para ajustar los perfiles que irán sobre los caballetes.

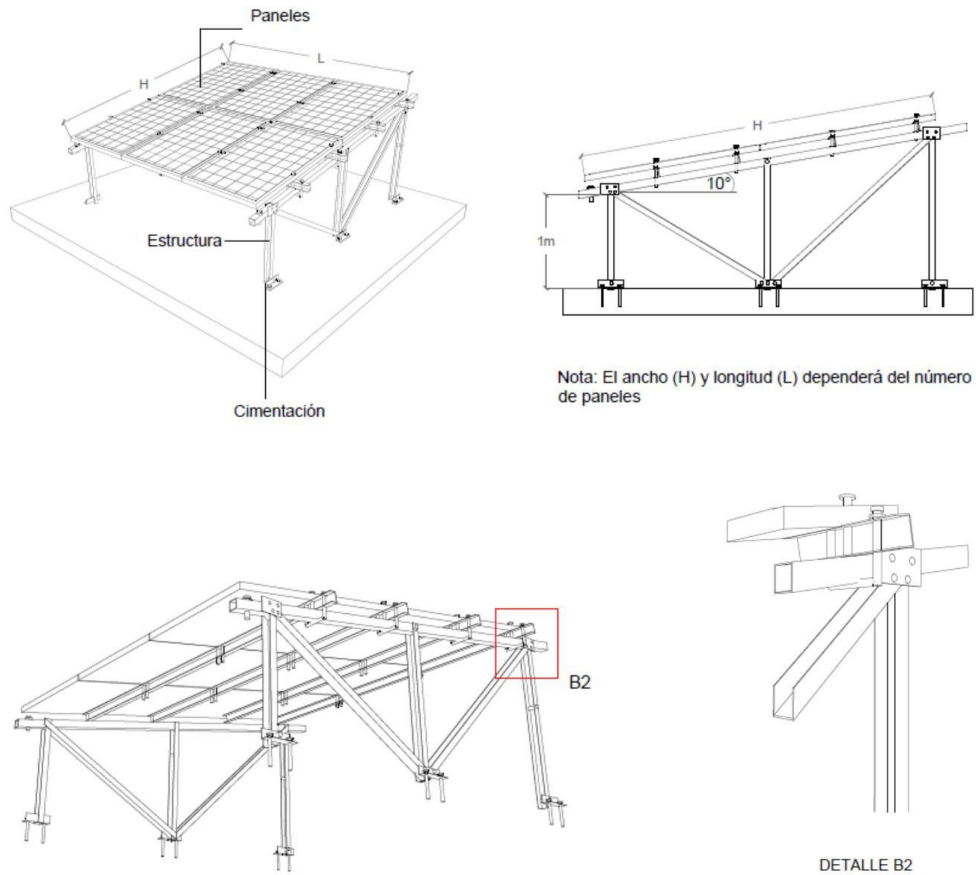


Gráfico 38: Estructura soporte para los paneles solares de la empresa SOLINFRA [2].

3.6.7. CÁLCULO DEL INVERSOR

Para realizar la selección del inversor, se procede a estimar la potencia máxima demandada calculada en la **Tabla 17**. Donde podemos decir que el consumo instantáneo puede alcanzar los 2715 W, funcionando todas las luminarias al mismo tiempo dentro de una hora. Pero debido al factor de diversidad aplicado esta potencia alcanza 1899,8 W y sumando a este el consumo por los equipos propios de instalación, la potencia instantánea alcanza los 2374,75 W, para ello

se ha seleccionado un inversor de conexión a red Sunny Boy 10000TL-US (motivos empresariales), debido a que la empresa tiene la visión de suplir en su totalidad la demanda eléctrica en un tiempo estimado de 10 años a partir de la instalación del Sistema Fotovoltaico.

3.6.8. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL INVERSOR DE CONEXIÓN A RED SUNNY BOY 10000TL - US

SOLINFRA empresa de la ciudad de Quito establece utilizar el Inversor de conexión a red Sunny Boy 10000TL-US, para el desarrollo del presente proyecto tanto para el diseño como para la comprobación del modelo matemático para la simulación [2]. En el *Anexo VI*, podemos encontrar las demás características técnicas del inversor en cuestión.

Tabla 22: Características Eléctricas del Inversor de Conexión a Red Sunny Boy 10000TL-US

Características Eléctricas	
Máximo voltaje de entrada	600V
Tensión nominal de entrada	300V – 480V/ 345V
Máxima corriente de entrada	35 A
Potencia nominal	10000W
Eficiencia	97,5 % - 98,6%
Peso	35Kg /78lb

3.6.9. CONEXIÓN PANELES SOLARES EN SERIE Y PARALELO

3.6.9.1. CONEXIÓN DE PLACAS SOLARES EN PARALELO

La conexión de los paneles fotovoltaicos se realiza por medio de los polos positivos y, por separado, por todos los polos negativos [17]. Con esto, lo que conseguimos es aumentar la corriente generada en la rama (suma de las corrientes de cada panel) pero se mantiene la misma tensión que la de uno de los paneles que componen la rama [30]. Para saber el número de paneles conectados en paralelo se ocupa la (*Ecuación 3.20*).

$$N_{pp} = \frac{I_{in} (inversor)}{I_{out} (panel)} \quad (Ec.3. 20)$$

$$N_{pp} = \frac{35A}{8,6 A}$$

$$N_{pp} = 4 \text{ paneles}$$

3.6.9.1. CONEXIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN SERIE

Para la configuración en serie se conecta el polo positivo de un módulo, con el polo negativo del siguiente, así sucesivamente con cuantos paneles sean necesarios [10]. Consiguiendo aumentar la tensión y mantener el valor de corriente generada [30]. Para conocer el número de paneles conectados en serie se ocupa la (Ecuación 3.21) [25].

$$N_s = \frac{V_{in} (\text{inversor})}{V_{out} (\text{panel})} \quad (\text{Ec.3. 21})$$

$$N_s = \frac{300 V}{38,37 A}$$

$$N_s = 7,81 \sim 8 \text{ Paneles}$$

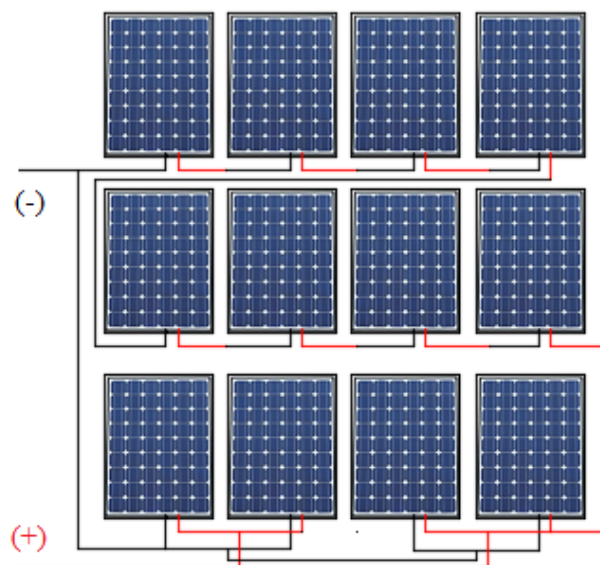


Gráfico 39: Conexión final de los Módulos Fotovoltaicos

3.7. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Tabla 23: Procedimiento para el mantenimiento del Sistema Fotovoltaico [10].

MANTENIMIENTO SISTEMA FOTOVOLTAICO		
Mantenimiento Preventivo		
Actividad	Revisión	Acción
Panel Fotovoltaico		
Limpieza periódica del panel	Mensual	La limpieza se realizará con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos). Preferiblemente se hará fuera de las horas centrales del día, para evitar cambios bruscos de temperatura entre el agua y el panel (sobre todo en verano).
Inspección visual de posibles degradaciones	Trimestral	Se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas).
	Trimestral	Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas).
Control de las características eléctricas del panel	Semestral	Control de sulfatación de contactos.
	Semestral	Limpieza de oxidaciones en los circuitos y soldadura de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
	Semestral	Comprobación de estado y adherencia de los cables a los terminales de los paneles.
	Semestral	Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra y ponencia de panel, mediciones de voltaje y amperaje del mismo.
Estructura Soporte		
Revisión Estructura soporte	Trimestral	Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc.).
Revisión de los Anclajes	Semestral	Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se

		controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
Revisión de uniones	Semestral	Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
Revisión de fijación de módulos	Semestral	Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
Inversor		
Control de fallos	Mensual	Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos.
Limpieza externa e interna	Semestral	Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
	Semestral	Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.
Revisión de conexiones	Trimestral	Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
Comprobación de parámetros eléctricos y mecánicos	Semestral	Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
	Semestral	Revisión de las tensiones de mando y auxiliares
	Semestral	Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función
Conexión Eléctrica		
Revisión de conexiones y estado del cableado	Semestral	Comprobación del estado de la cubierta y aislamiento de los cables, así como las protecciones mecánicas de los mismos. Si presenta algún síntoma de deterioro, sustituir el tramo completo.

	Semestral	Comprobación del estado de los bornes de abroche de la línea general de alimentación, mediante inspección visual.
Mantenimiento Correctivo		
<p>Este se aplicará únicamente cuando existan averías en los componentes de la instalación y sea necesaria la reparación o intercambio de algún componente por daño irreversible. Los componentes del sistema tienen garantía de 20 años excepto el inversor que es de 8 años. La empresa proveedora se hace responsable en su totalidad de suministrar o cambio de los repuestos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema en mención.</p>		

3.8. SIMULACIÓN DEL SISTEMA

3.8.1. ANÁLISIS MATEMÁTICO DE CADA COMPONENTE

Los modelos matemáticos nos ayudan a predecir el funcionamiento del sistema a ser modelado ante las diferentes situaciones de operación y de esta manera mejorar los resultados obtenidos en tiempo de experimentación y costos [25].

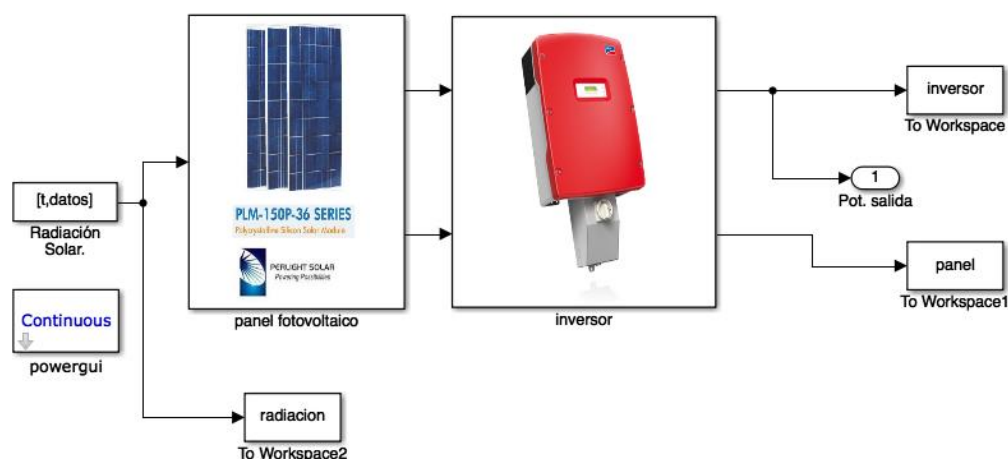


Gráfico 40: Modelo matemático para predecir el funcionamiento del sistema fotovoltaico

Para lograr la simulación de estos modelos nos hemos basado en datos proporcionados por la secretaria del Ambiente de Quito cómo se muestra en el **Anexo VII**, en donde encontramos los valores de radiación solar de un día [24].

En este caso nos basaremos del peor escenario descrito en la *Tabla 11*, de la ciudad de Quito (Los chillos), como se puede observar el *Gráfico 42*.

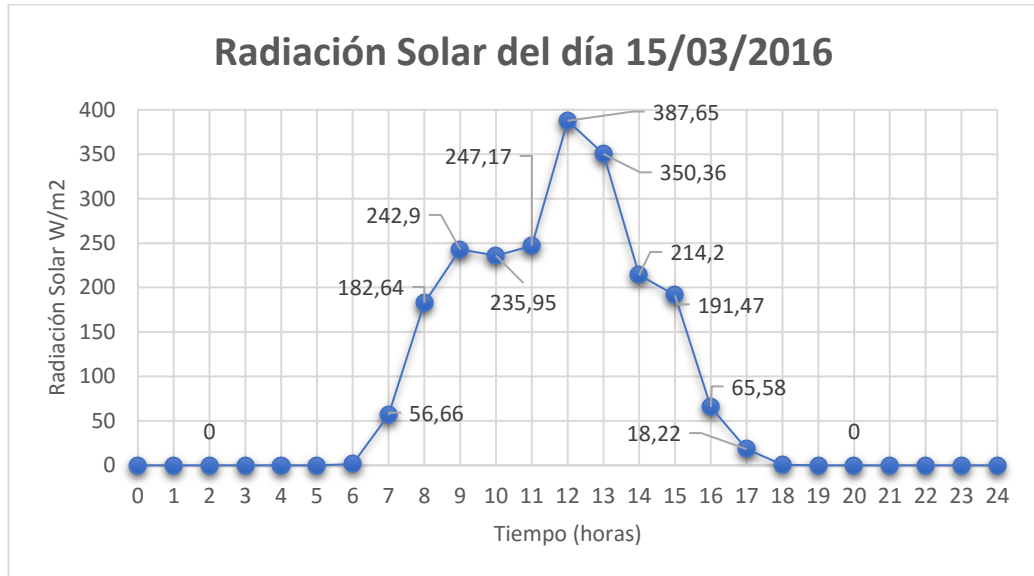


Gráfico 41: Curva característica de la Radiación Solar del día 15/03/2016 Sector los Chillos

En el *Gráfico 40*, se puede observar la variación de la radiación solar en el día, siendo los valores altos aproximados desde las 08h00 am hasta 15h00 pm, con un pico al medio día (12h00 pm) y el resto una variación con tendencia de ración cero a la puesta del sol.

3.8.2. MODELO MATEMÁTICO PARA LA SIMULACIÓN DEL PANEL FOTOVOLTAICO PERLIGT SOLAR PLM-310P-72- SERIES

Para poder realizar el modelo matemático para la simulación se ha tomado los datos de referencia de las características técnicas del panel solar PERLIGT PLM-310P-72- SERIES, ver en la *Tabla 20, Anexo IV*.

3.8.2.1. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA CELDA FOTOVOLTAICA

Estas características se obtienen mediante un circuito eléctrico equivalente de una celda ideal, *Gráfico 40*, donde el voltaje y la corriente generan una curva I-V que representa pares de valores de intensidad y tensión con los que funciona una celda [25].

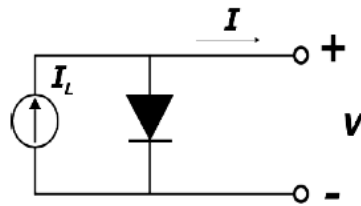


Gráfico 42: Esquema eléctrico equivalente simplificado de una celda solar [25].

3.8.2.2. CARACTERÍSTICAS V-I DE ILUMINACIÓN

La intensidad de corriente de salida es igual a la de un diodo semiconductor mediante la (**Ecuación3.22**), en ausencia de luz, esto se debe a la recombinación inducida a causa del voltaje [25].

$$I = I_D = I_o(T) \left[\exp\left(\frac{q_E V}{\sigma_B T}\right) - 1 \right] \quad (\text{Ec.3. 22})$$

Dónde:

ID: Intensidad de corriente del diodo (A).

Io: Intensidad de corriente de oscuridad (A).

T: Temperatura (°K).

σ_B : Constante de Boltzmann equivalente a 1,38E-23 J/K.

q_E : Carga de electrón, equivale a 1,602E-19 C.

La intensidad de corriente de salida en presencia de luz es igual a la diferencia entre la corriente generada y la del diodo (**Ecuación3.23**) [25].

$$I = I_L - I_o \left[\exp\left(\frac{q_E V}{\sigma_B T}\right) - 1 \right] \quad (\text{Ec3. 23})$$

Para definir el comportamiento de una celda fotovoltaica lo más cerca de la realidad matemáticamente, se debe conectar una resistencia en serie y en paralelo por medio de un amperímetro para medir la cantidad de corriente producida [25]. Además, también de conectar un voltímetro para cuantificar la diferencia de potencial entre los terminales de la celda fotovoltaica, obteniendo la (Ecuación 3.24) [25]. Se debe considerar que los parámetros y características vienen especificados en los catálogos de los fabricantes [25].

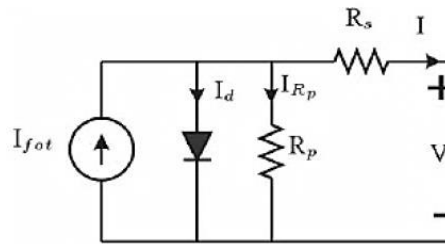


Gráfico 43: Circuito equivalente de un panel fotovoltaico [25].

$$I = I_L - I_0 \left[\exp \left(\frac{q_E (V + R_s I)}{m \sigma_B T} \right) - 1 \right] - \frac{V + R_s I}{R_p} \quad (\text{Ec.3. 24})$$

Dónde:

I_L : Intensidad de corriente fotogenerada (A).

R_s : Resistencia serie (Ω).

R_p : Resistencia paralelo (Ω).

m : Parámetro adimensional que vale entre 0 y 1.

V : Voltaje del panel

Debido a imperfecciones en la calidad de la unión p – n, se produce la resistencia en paralelo R_p , la que conlleva a fugas de corriente produciendo que este valor sea elevado. Por otro lado, la resistencia R_s , es la resistencia propia del semiconductor por este motivo tiene un valor bajo [25].

3.8.1. INTENSIDAD EN CORTO CIRCUITO (ICC O ISC)

Cuando circula a través de la celda una corriente máxima se dice que se encuentra en una resistencia nula, el voltaje equivale a cero como se muestra en la **(Ecuación 3.25)** [25]. Este valor varía de forma proporcional en función de la radiación solar a la cual la celda está expuesta [25].

$$I_{cc} = I(V = 0) = I_L \quad (\text{Ec.3. 25})$$

3.8.2. TENSION A CIRCUITO ABIERTO (VCA O VOC)

Si la resistencia es infinita, se tiene un circuito abierto ($I=0$), donde se mide el voltaje máximo en los extremos de la celda, cuando no está conectado a ningún receptor [10]. El valor medio puede ser mayor que el voltaje nominal de la celda mediante la **(Ecuación 3.26)** [25].

$$V_{CA} = m \frac{kT}{e} \ln \left(\frac{I_L}{I_0} + 1 \right) \quad (\text{Ec.3. 26})$$

El modelo matemático del panel está definido por la **(Ecuación 3.27)**, parte de la ecuación que define el comportamiento de una celda solar y sus parámetros eléctricos **(3.24)**, básicamente en función de la corriente de corto circuito **(3.25)** y el voltaje del circuito abierto **(3.26)** [25].

$$I = N_p \left\{ I_L - I_0 \left[\exp \left(\frac{q \left(\frac{V}{N_s} + \frac{R_s I}{N_p} \right)}{m \sigma_B T} \right) - 1 \right] - \frac{V}{N_s} + \frac{R_s I}{N_p} \right\} \quad (\text{Ec.3. 27})$$

Dónde:

I : Intensidad de corriente de salida (A).

I_L : Intensidad de corriente fotogenerada (A).

I_o : Intensidad de corriente de oscuridad (A).

T: Temperatura (°K).

A: Factor de idealidad equivale a 1.6.

σ_B : Constante de Boltzmann equivalente a 1,38E-23 J/K.

q: Carga de electrón, equivale a 1,602E-19 C.

R_s : Resistencia serie (Ω).

R_p : Resistencia paralelo (Ω).

m: Parámetro adimensional que vale entre 0 y 1.

V: Voltaje del panel.

N_s : Número de celdas en serie.

N_p : Número de celdas en paralelo

Considerando que el valor de la exponencial es notable superior a 1 en todas las condiciones de operación, que la contribución de la resistencia paralelo es despreciable y que la corriente de cortocircuito es equivalente a la corriente fotogenerada, obtenemos la siguiente (**Ecuación 3.28**) simplificada [25].

$$I = N_p \left\{ I_L - I_o \left[\exp \left(\frac{q (V + IR_s)}{N_s A \sigma_B T} \right) - 1 \right] \right\} \quad (\text{Ec.3. 28})$$

Para corriente de saturación inversa del diodo se calcula a través de una razón entre la temperatura actual y la temperatura de referencia mediante la (**Ecuación 3.29**) [25].

$$I_o = I_{o_{ref}} \left[\frac{T}{T_{ref}} \right]^3 \exp \left[\left(\frac{q \epsilon_g}{\sigma_B B} \right) \left(\frac{1}{T_{ref}} - \frac{1}{T} \right) \right] \quad (\text{Ec.3. 29})$$

Dónde:

I_0 : Corriente inversa de saturación (A).

I_{0ref} : Corriente inversa de saturación en condiciones de referencia (A).

B: Coeficiente de calidad del diodo, 2 para el silicio cristalino y menor que 2 para el silicio amorfo.

ϵ_g : Energía salto de banda GAP (eV), equivalente a 1,12 V para el silicio cristalino y 1,35 V para el silicio amorfo.

T_{ref} : Temperatura de referencia o nominal equivale a 298°K.

Para encontrar la intensidad de corriente fotogenerada se aplica la **ecuación (3.30)**, la que depende la irradiación y la temperatura. [25]

$$I_l = [I_{SC} + K_i(T - 298)] \frac{\Phi}{1000} \quad (\text{Ec.3. 30})$$

Dónde:

I_L : Intensidad de corriente fotogenerada (A).

I_{SC} : Intensidad de corriente de corriente cortocircuito (A).

K_i : Constante equivale a 0,0017 (A/°C).

Φ : Radiación incidente actual (W/m²).

T: Temperatura de la celda (°K).

Una vez que ingresamos todas las ecuaciones en el programa de simulación numérica, obtendremos la programación en forma de bloques del modelo matemático del panel fotovoltaico.

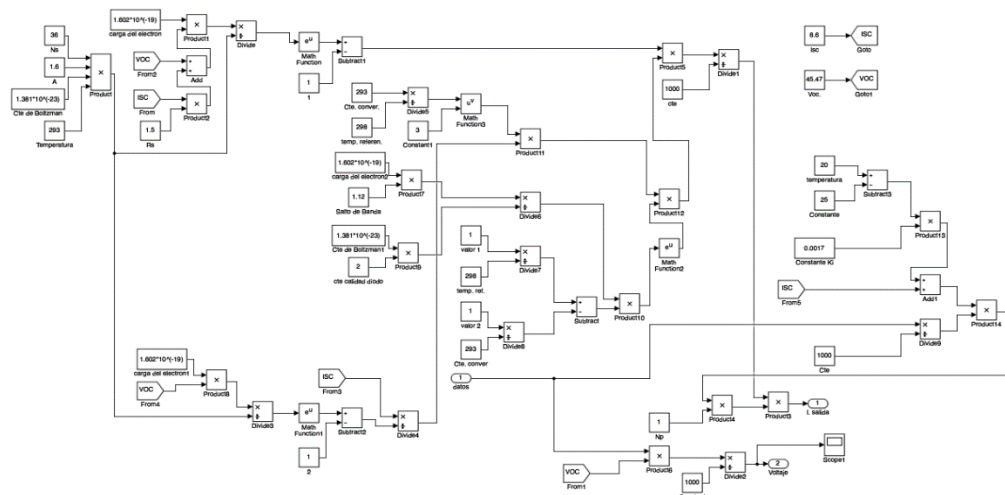


Gráfico 44: Representación esquemática del panel fotovoltaico

Mediante el modelo matemático planteado en el diagrama de bloques de la **Gráfica 45**, se obtiene la curva de potencia de los 12 paneles fotovoltaicos vs tiempo en el día. Donde la radiación solar que emite el sol en el día es directamente proporcional a la potencia entregada [25]. De tal modo que entre las 9h00 am y 14h00 pm se encuentra los valores altos de potencia de los paneles solares, alcanzando al medio día una potencia pico de 28,16 kWh/día, como se puede observar en el **Gráfico 46**.

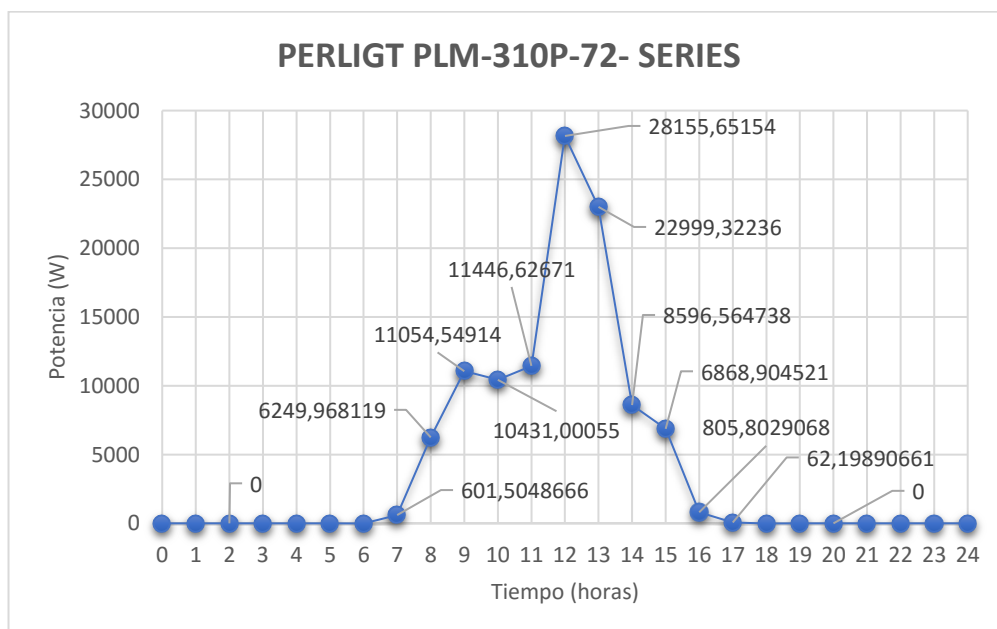


Gráfico 45: Curva de potencia de los paneles fotovoltaicos

3.8.3. MODELO MATEMÁTICO PARA LA SIMULACIÓN DEL INVERSOR DE CONEXIÓN A RED SUNNY BOY 10000TL – US

La eficiencia de un inversor varía en función de la carga, para ello el modelo matemático determina la eficiencia de conversión utilizando parámetros asociados con las pérdidas térmicas y eléctricos resultantes del proceso de conversión de energía [10]. Esta relación se conoce como el punto de máxima potencia que es la relación entre potencia de entrada del inversor y la potencia con la que operaría idealmente el inversor a un valor nominal máximo, (**Ecuación 3.31**) en esta ecuación existen constantes que dependen de las características técnicas del inversor y pueden ser extraídas mediante la curva de eficiencia del fabricante del inversor [25].

$$\eta_{MPPT} = \frac{\frac{P_{CC}}{P_{NOM}}}{\frac{P_{CC}}{P_{NOM}} + \left(M_0 + M_1 \frac{P_{CC}}{P_{NOM}} \right)} \quad (\text{Ec.3. 31})$$

Dónde:

η_{MPPT} : Eficiencia del seguidor del punto máxima potencia.

P_{CC} : Potencia de entrada del inversor en corriente continua.

P_{NOM} : Potencia nominal del inversor (W).

M_0 : Coeficiente equivale a 0,0039

M_1 : Coeficiente equivale a 0,0023

Se realizó en el diagrama de bloques de tal manera que se evalué el rendimiento entre la energía eléctrica en la entrada del inversor y la energía eléctrica que el inversor debería convertir si este operase idealmente a una potencia máxima como se muestra en la **Gráfica 47**.

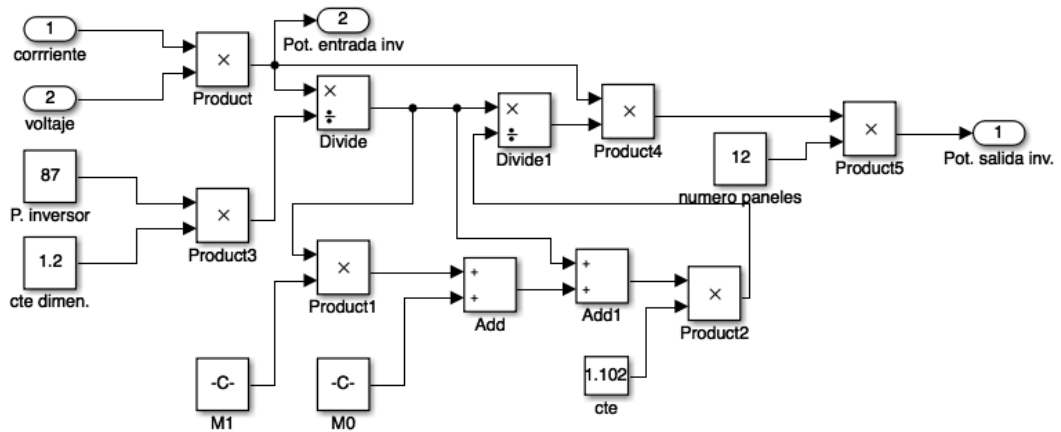


Gráfico 46: Representación esquemática del Inversor

En la **Gráfica 48**, se observa la curva de potencia de salida vs el tiempo en un día obtenida por el modelo matemático del inversor. El valor que entrega el inversor depende del valor de rendimiento y de sus características propias de si mismo [25]. Por tal motivo para un rendimiento de 7,14% se obtiene una potencia de salida 25,48Kwh, el cual ya es capaz de satisfacer la demanda de energía para abastecer las luminarias de la empresa SOLINFRA en el mes con menor radiación inclinada del año 2016.

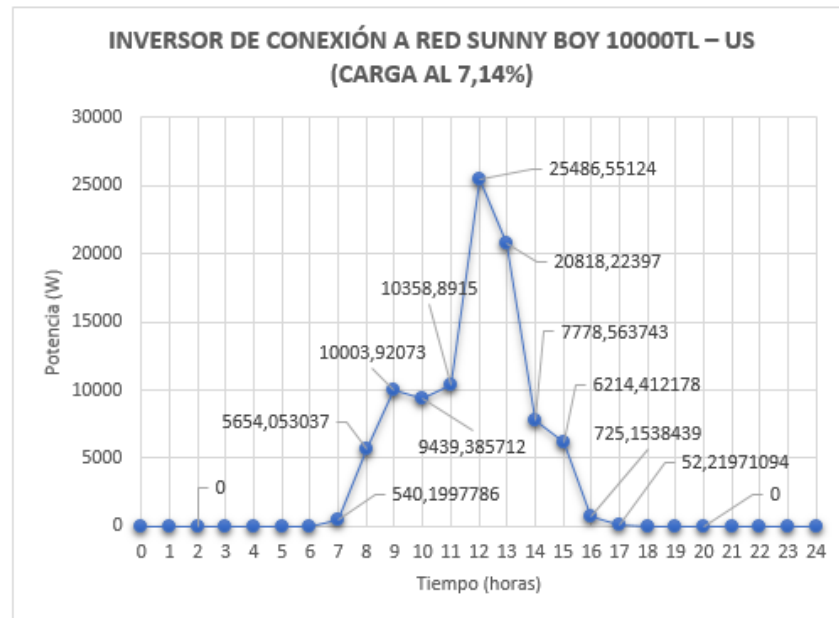


Gráfico 47: Curva característica de potencia de salida del inversor a un rendimiento del 7,14%.

Por consiguiente, como la de carga nominal se incrementa en la **Gráfica 49** al máximo el rendimiento del inversor mejora incrementando la potencia de salida del inversor hacia el panel de control de carga de las luminarias.

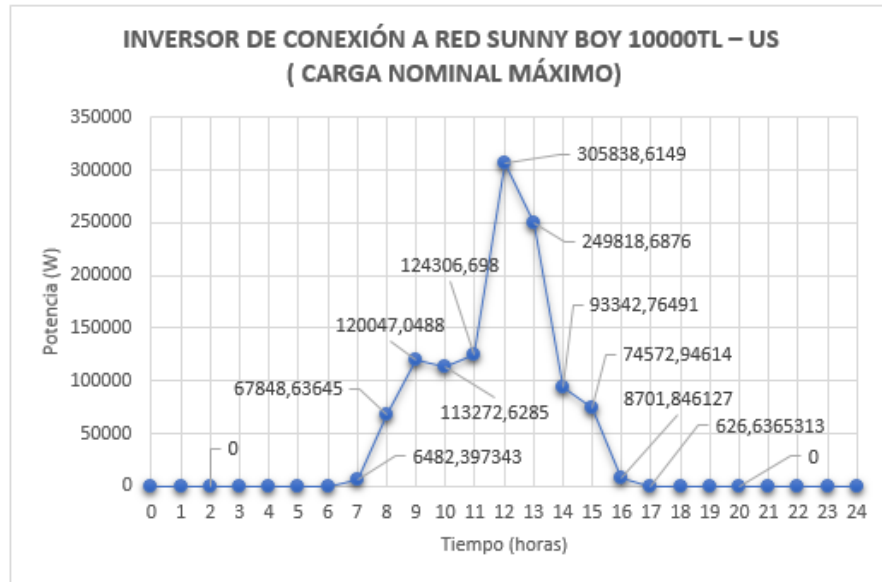


Gráfico 48: Curva característica de potencia de salida del inversor a carga máxima nominal.

3.9. PRESUPUESTO

Para la realización de los cálculos del presupuesto, producción energética y análisis económico nos ayudaremos de proformas facilitadas por la empresa SOLINFRA [2]. El presupuesto para la implementación del sistema fotovoltaico para la iluminación de la empresa SOLINFRA dependerá de la cantidad de equipos y materiales que se implementará en el desarrollo del proyecto. Para estimar la rentabilidad de recuperación de inversión se debe conocer tanto ingresos como egresos que se llevaran a cabo de la vida útil de la instalación fotovoltaica. En la **Tabla 24**, se puede observar la amortización del Establecimiento Bancario para el financiamiento.

Tabla 24: Amortización del Establecimiento Bancario

TABLA DE AMORTIZACION					
INSTIT. FINANCIERA					
MONTO EN USD		20.000,00			
TASA DE INTERES		19,60%		T. EFECTIVA	21,4602%
PLAZO		36 meses			
GRACIA		0 meses			
FECHA DE INICIO		10/01/2018		CUOTA	739,20
AMORTIZACION CADA		30 días			
Número de períodos		36 para amortizar capital			
Periodos	Vencimiento	Saldo del monto	Pago de intereses	Capital pagado	Cuota mensual
0		20.000,00			
1	10-feb-2018	19.587,46	326,67	412,54	739,20
2	10-mar-2018	19.168,19	319,93	419,27	739,20
3	10-abr-2018	18.742,07	313,08	426,12	739,20
4	10-may-2018	18.308,99	306,12	433,08	739,20
5	10-jun-2018	17.868,83	299,05	440,15	739,20
6	10-jul-2018	17.421,49	291,86	447,34	739,20
7	10-ago-2018	16.966,84	284,55	454,65	739,20
8	10-sep-2018	16.504,76	277,13	462,08	739,20
9	10-oct-2018	16.035,14	269,58	469,62	739,20
10	10-nov-2018	15.557,84	261,91	477,29	739,20
11	10-dic-2018	15.072,75	254,11	485,09	739,20
12	10-ene-2019	14.579,74	246,19	493,01	739,20
13	10-feb-2019	14.078,67	238,14	501,07	739,20
14	10-mar-2019	13.569,42	229,95	509,25	739,20
15	10-abr-2019	13.051,86	221,63	517,57	739,20
16	10-may-2019	12.525,84	213,18	526,02	739,20
17	10-jun-2019	11.991,22	204,59	534,61	739,20
18	10-jul-2019	11.447,88	195,86	543,35	739,20
19	10-ago-2019	10.895,66	186,98	552,22	739,20
20	10-sep-2019	10.334,42	177,96	561,24	739,20
21	10-oct-2019	9.764,01	168,80	570,41	739,20
22	10-nov-2019	9.184,29	159,48	579,72	739,20
23	10-dic-2019	8.595,10	150,01	589,19	739,20
24	10-ene-2020	7.996,28	140,39	598,82	739,20
25	10-feb-2020	7.387,69	130,61	608,60	739,20
26	10-mar-2020	6.769,15	120,67	618,54	739,20
27	10-abr-2020	6.140,51	110,56	628,64	739,20

28	10-may-2020	5.501,60	100,30	638,91	739,20
29	10-jun-2020	4.852,26	89,86	649,34	739,20
30	10-jul-2020	4.192,31	79,25	659,95	739,20
31	10-ago-2020	3.521,59	68,47	670,73	739,20
32	10-sep-2020	2.839,90	57,52	681,68	739,20
33	10-oct-2020	2.147,09	46,39	692,82	739,20
34	10-nov-2020	1.442,96	35,07	704,13	739,20
35	10-dic-2020	727,32	23,57	715,63	739,20
36	10-ene-2021	(0,00)	11,88	727,32	739,20
			6.611,26	20.000,00	26.611,26

Tabla 25: Vida útil de los Equipos y componentes del sistema fotovoltaico

Descripción	Vida útil
Paneles fotovoltaicos	25 años
Iluminación Led	25 años
Inversor	8 años
Estructura soporte	20 años

Tabla 26: Activos fijos de Instalación del sistema fotovoltaico

Ítem	Equipo	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Precio total
A. Materiales y Equipos						\$10.330,72
1	Panel FV	Policristalino 310Wp/24Vdc	Wp	12	\$220,00	\$2.640,00
2	Inversor	Conexión a red Sunny Boy 10000TL-US	W	1	\$3.900,00	\$3.900,00
3	Estructura Soporte FV	Perfilería metálica ASTM A36, recubrimiento según Norma ASTM 123A	U	4	\$572,68	\$2.290,72
4	Kit de instalación	Cables, tuberías, tablero de conexión, otros	U	1	\$1.500,00	\$1.500,00

B. Mano de Obra						\$2.291,34
5	Montaje	Instalación, Supervisión Técnica	U	1	12,5%	\$1.291,34
		CIF	U	1	\$1.000,00	\$2.600,00
Subtotal						\$14.222,06
					IVA	\$ 1.706,65
TOTAL						\$15.928,71

Tabla 27: Mano de Obra

Talento humano	N. Per	Sueldo	Sueldo total	IESS patronal 12,15%	XIII	XIV	Vacaciones	Costo empresa mensual total
Ingeniero Mecánico	1	\$ 800	\$ 800	\$ 97	\$ 67	\$ 27	\$ 33	\$ 1.024
Ayudante	1	\$ 500	\$ 500	\$ 61	\$ 42	\$ 27	\$ 21	\$ 650
Ayudante	1	\$ 500	\$ 500	\$ 61	\$ 42	\$ 27	\$ 21	\$ 650
TOTAL	3	\$ 1.800	\$ 1.800	\$ 219	\$ 150	\$ 80	\$ 75	\$ 2.323

3.9.1. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

Para realizar el cálculo de la producción energética necesitamos los datos de radiación solar sobre la superficie del emplazamiento de sistema (Valle de los Chillos – Quito) [20]. Para ello tomaremos como referencia la producción de energía en periodos mensuales [24]. Para lo cual producción energética está definida por la siguiente formula: [20]

$$P_i (KWh) = I_i \left(\frac{KWh}{m^2} \right) * p_p (KWp) * N \quad (Ec.3. 32)$$

Dónde:

I_i : Radiación Inclinada mes.

p_p : Potencia por panel fotovoltaico.

N: Número de paneles.

3.9.1.1. PRECIO DE LA ENERGIA

Los precios por la energía medida en el punto de entrega, están expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh, descritos en la **Tabla 26**, no se reconocerá pago por potencia a la producción de las centrales no convencionales [4].

Tabla 28: Precio de energía de la centrales no convencionales [4].

Centrales	Precio (cUSD/kWh) Territorio Continental	Precio (cUSD/kWh) Territorio Insular de Galápagos
Eólicas	\$0,09	\$0,12
Fotovoltaicas	\$0,52	\$0,57
Biomasa y Biogás	\$0,10	\$0,11
Geotérmicas	\$0,09	\$0,10

Tabla 29: Cálculo de Producción Energética Recibida

Mes	Radiación (kW/m ²)	m ² de un Panel	Energía producida por panel mes (kW/m ²)	Horas	Energía producida por panel mes (kW/m ² /)	Días	Total, de Radiación (kWh/m ² *días) por un Panel	Total, de Radiación (kWh/m ² *días) por los 12 Paneles	Energía entregada Neta (Pérdidas 4,69%)	Precio kWh/ (USD)	Total (USD)
FEBRERO	0,2261	6,80	1,54	8	12,31	31	381,56	4578,69	4363,95	0,52	2269,26
MARZO	0,20278	6,80	1,38	8	11,04	29	320,13	3841,52	3661,35	0,52	1903,90
ABRIL	0,2179	6,80	1,48	8	11,86	31	367,72	4412,64	4205,69	0,52	2186,96
MAYO	0,22304	6,80	1,52	8	12,14	30	364,25	4371,03	4166,03	0,52	2166,33
JUNIO	0,2102	6,80	1,43	8	11,44	31	354,73	4256,71	4057,07	0,52	2109,68
JULIO	0,22604	6,80	1,54	8	12,31	30	369,15	4429,82	4222,06	0,52	2195,47
AGOSTO	0,2736	6,80	1,86	8	14,89	31	461,72	5540,61	5280,75	0,52	2745,99
SEPTIEMBRE	0,22635	6,80	1,54	8	12,32	31	381,98	4583,76	4368,78	0,52	2271,77
OCTUBRE	0,21662	6,80	1,47	8	11,79	30	353,77	4245,21	4046,11	0,52	2103,98
NOVIEMBRE	0,249975	6,80	1,70	8	13,61	31	421,85	5062,18	4824,77	0,52	2508,88
DICIEMBRE	0,221485	6,80	1,51	8	12,06	30	361,71	4340,55	4136,98	0,52	2151,23
ENERO	0,23855	6,80	1,62	8	12,99	31	402,57	4830,82	4604,25	0,52	2394,21
TOTAL		81,66	18,59		148,76		4541,13	54493,53	51937,78		27007,65

En la **Tabla 29**, se puede observar que el Sistema Fotovoltaico a implementar puede alcanzar una producción energética anual de **\$27.007,65**, al generar energía no convencional por medio de la conexión de un medidor bidireccional para la empresa SOLINFRA.

Tabla 30: Egresos Mensual del Sistema Fotovoltaico

GASTOS DE MANTENIMIENTO MENSUAL

Meses	Valor de mantenimiento	12 paneles	Total
FEBRERO	60	12	720
MARZO	60	12	720
ABRIL	80	12	960
MAYO	60	12	720
JUNIO	60	12	720
JULIO	110	12	1320
AGOSTO	60	12	720
SEPTIEMBRE	60	12	720
OCTUBRE	90	12	1080
NOVIEMBRE	60	12	720
DICIEMBRE	60	12	720
ENERO	110	12	1320
TOTAL	870		10440

Tabla 31: Egresos Anuales del Sistema Fotovoltaico

GASTOS DE MANTENIMIENTO ANUAL

Años	Valor de mantenimiento anual	Cambio de equipos	Total
1	10440		10440
2	10440		10440
3	10440		10440
4	10440		10440
5	10440		10440
6	10440		10440
7	10440		10440
8	10440	3900	14340
9	10440		10440
10	10440		10440
11	10440		10440
12	10440		10440
13	10440		10440
14	10440		10440
15	10440		10440
16	10440	3900	14340
17	10440		10440

18	10440		10440
19	10440		10440
20	10440		10440

En las **Tabla 30 y 31**, observamos el detalle mensual y anual de los egresos generados por el mantenimiento del Sistema Fotovoltaico, primordial para su correcto funcionamiento.

En las **Tablas 32 y 33**, se muestra el flujo de efectivo para la empresa SOLINFRA. En el cual se puede ver la variación de entrada y salida de efectivo en un periodo determinado de 20 años. En otras palabras, se puede decir que el flujo de caja es la acumulación de activos líquidos en un tiempo determinado. Por tanto, sirve como un indicador de la liquidez de la empresa, es decir de su capacidad de generar efectivo.

Tabla 32: Flujo de Efectivo Mensual Neto del Sistema Fotovoltaico

FLUJO DE EFECTIVO MENSUAL PRESUPUESTADO

DETALLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Saldo Inicial		1748,09	2558,15	3002,85	3812,90	4257,60	5067,65	5512,35	6322,41	4863,21	5673,26	6117,96	48936,43
ENERO													0,00
Ventas de Contado		2269,26	1903,90	2269,26	1903,90	2269,26	1903,90	2269,26		2269,26	1903,90	2269,26	21231,14
Prestamos Recibidos	20000,00												20000,00
Total, Entradas de Efectivo:	20000,00	2269,26	1903,90	2269,26	1903,90	2269,26	1903,90	2269,26	0,00	2269,26	1903,90	2269,26	41231,14
SALIDAS DE EFECTIVO													
DE PRODUCCIÓN													
Compra de Materia Prima Directa	15928,71												15928,71
Pago de Mano de Obra Directa	2323,20												2323,20
Subtotal Salidas dep. Producción	18251,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18251,91
GASTOS DE MANTENIMIENTO													
Repuestos													
Remuneraciones		720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	7920,00
Subtotal Salidas Gastos Mantenimiento	0,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	7920,00
PAGO DE PRESTAMOS O COLOCAION DE INVERSIONES FINANCIERAS O													

**COMPRA DE ACTIVOS
FIJOS**

Pago de Préstamo

Capital	412,54	419,27	412,54	419,27	412,54	419,27	412,54	419,27	412,54	419,27	412,54	419,27	4571,58
Interés	326,67	319,93	326,67	319,93	326,67	319,93	326,67	319,93	326,67	319,93	326,67	319,93	3559,64

**Subtotal Pago de
préstamos o colocación
de inversiones
financieras o
inversiones en activos
fijos**

0,00	739,20	739,20	739,20	739,20	739,20	739,20	739,20	739,20	739,20	739,20	739,20	739,20	8131,22
-------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------

**Total, Salidas de
Efectivo:**

18251,91	1459,20	1459,20	1459,20	1459,20	1459,20	1459,20	1459,20	1459,20	1459,20	1459,20	1459,20	1459,20	34303,13
-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------

Saldo final de Caja Bancos	1748,09	2558,15	3002,85	3812,90	4257,60	5067,65	5512,35	6322,41	4863,21	5673,26	6117,96	6928,01	55864,45
Nivel Mínimo Liquidez	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	24000,00
Excedente/ Necesidad	-251,91	558,15	1002,85	1812,90	2257,60	3067,65	3512,35	4322,41	2863,21	3673,26	4117,96	4928,01	31864,45

Tabla 33: Flujo de Efectivo Anual del Sistema Fotovoltaico

DETALLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Saldo Inicial		6928,01	14625,24	22322,47	38150,91	54718,56	71286,20	87853,85	104421,50	120989,14	137556,79	154124,43	170692,08	187259,73	203827,37	220395,02	236962,67	253530,31	270097,96	286665,61	\$ 2.642.407,85
ENERO																					\$ -
Ventas de Contado	21231,14	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	\$ 534.376,42
Prestamos Recibidos	20000,00																				\$ 20.000,00
Total Entradas de Efectivo:	41231,14	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	27007,65	\$ 554.376,42
SALIDAS DE EFECTIVO DE PRODUCCIÓN																					\$ -
Compra de Materia Prima Directa	15928,71																				\$ 15.928,71
Pago de Mano de Obra Directa	2323,20																				\$ 2.323,20
Subtotal Salidas dep. Producción	18251,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 18.251,91
GASTOS DE MANTENIMIENTO																					\$ -
Repuestos	0	0	0	0	0	0	0	3900	0	0	0	0	0	0	0	3900	0	0	0	0	\$ 7.800,00
Remuneraciones	7920	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	\$ 206.280,00
Subtotal Salidas Gastos Mantenimiento	7920	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	10440	\$ 206.280,00
Total																					\$ -

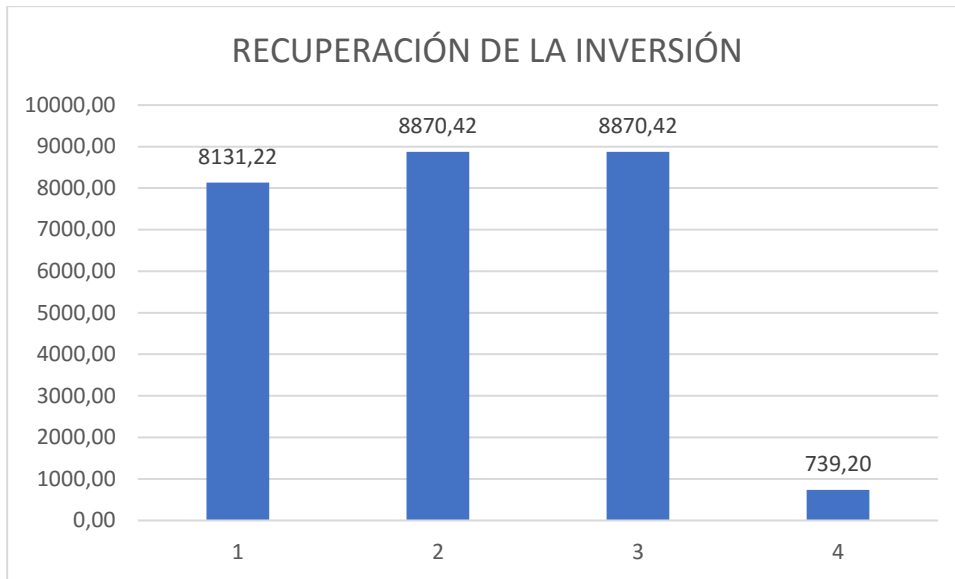


Gráfico 50: Tiempo de recuperación de la inversión

3.9.2. CÁLCULO DEL VAN

El “VAN” o también llamado el valor actual neto mide los ingresos y egresos futuros que tendrá un proyecto [20]. Por tal motivo este indicador permite determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia [20]. Si el resultado es positivo. Para esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{F_n}{(1+r)^n} \quad (Ec.3. 33)$$

Dónde:

I_0 : Inversión Inicial

F_n : Flujo de efectivo

r : Tasa de interés

n : Número de años

Para realizar el cálculo del VAN nos ayudamos de Excel utilizando los siguientes datos:

Tabla 34: Datos para el cálculo del VAN y TIR

Tasa de interés	19,60%
Inversión inicial	\$ 18.251,91
Tiempo	20 años

El valor que la hoja de cálculo nos arroja es de un valor VAN positivo, lo cual nos dice que tenemos una ganancia de **VAN = \$ 18.445,10**.

3.9.3. CÁLCULO DE LA TIR

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto es la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión igual a cero [20].

$$TIR = \sum_{n=0}^N \frac{F_n}{(1+r)^n} = 0 \quad (Ec.3. 34)$$

Dónde:

F_n : Flujo de efectivo

r : Tasa de interés

n : Número de años

El valor que la hoja de cálculo nos arroja es de un valor TIR de 19,13, lo cual nos indica que nuestro proyecto es viable con una rentabilidad del 19,13%.

CAPÍTULO IV - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Con la implementación de un sistema fotovoltaico conectado a la red para empresa SOLINFRA, se pudo conseguir mayor rentabilidad ya que al ser un sistema que no cuenta con baterías. Se puede disminuir drásticamente la inversión inicial debido a que este activo es el más costoso, logrando así un beneficio económico y ambiental para la empresa.

Mediante los datos de radiación solar obtenidos por la secretaria del Ambiente de la Ciudad de Quito para el sector del Valle de los Chillos, se determinó una insolación promedio de 227,17 (W/m²), durante el periodo de enero a septiembre del 2016 (datos con los que se cuenta de ese año). Por consiguiente, para el diseño del sistema se utilizó la metodología denominada del peor escenario, que consiste en dimensionar el sistema para satisfacer la demanda de energía durante la temporada más desfavorable (marzo).

El diseño de iluminación de la empresa SOLINFRA se realizó mediante DIALux, un software que diseña, calcula y visualiza la luz de forma profesional de acuerdo al método de los lúmenes considerando los siguientes puestos de trabajo: una sala de control, una sala de descanso, una sala de reuniones, secretaria, gerencia de operaciones, sala del personal de operaciones, subsecretaria de operaciones, una sala de operaciones y crisis, sala del personal de análisis de operaciones, subsecretaria de operaciones, hall superior e inferior, tres baños de hombres y tres baños de mujeres.

La sumatoria de consumos de energía alcanza un valor aproximado de 2714 W, a este valor se le debe aplicar un factor de diversidad, el cual representa una estimación del consumo de energía que se encuentra en funcionamiento en forma simultánea en la empresa. Para esto se tomará un factor de diversidad igual al 70%, es decir, se estima que se utilizara en forma simultánea un 70% del consumo total considerado por el concepto de iluminación, lo cual corresponde a un consumo de 1899,8 W.

Los parámetros de diseño para el sistema fotovoltaicos fueron determinados en base a las condiciones del sector Jatupungo (Latitud $0^{\circ}13'47''$ S, Longitud $78^{\circ}31'29''$ O, altitud sobre el nivel del mar: 2854 m) donde se implantarán los paneles a una inclinación de 10° y Acimut de 0° para disminuir las pérdidas al 1%, mediante una estructura soporte fija de Acero estructural ASTM A 36 con recubrimiento galvanizado según norma ASTM 123^a.

El sistema fotovoltaico conectado a la red a implantarse en la futura empresa SOLINFRA consta de 12 paneles solares marca PERLIGT SOLAR PLM-310P-72- SERIES conectados 8 en serie y 4 en paralelo, además cuenta un inversor Sunny Boy 10000TL-US, el cual fue sobredimensionado considerando a que la empresa tiene la visión de suplir en su totalidad la demanda eléctrica en un tiempo estimado de 10 años a partir de la instalación del Sistema Fotovoltaico.

Para la realización de la simulación de la curva de potencia del panel solar vs el tiempo, se realizó un modelo matemático en base a las ecuaciones mencionadas en el inciso 3.8.2. Una vez ingresadas todas las ecuaciones en el programa de simulación numérica, obtendremos la programación en forma de bloques del modelo matemático del panel fotovoltaico y posterior su gráfica. De la misma forma se procedió para obtener las gráficas del inversor (inciso 3.8.5.).

Se concluyó que el Sistema Fotovoltaico a implementar puede alcanzar una producción energética anual que equivale a \$9.374,76 en el primer año; con una inversión inicial de \$18.251,91 que se recupera sustancialmente a partir de tercer año de haber sido instalado, generando una rentabilidad para la empresa como un ahorro en el consumo de energía de la red.

Se determinó que el tiempo de recuperación de la inversión de \$18.251,91, mediante el cálculo del VAN nos arroja un valor positivo, lo cual nos dice que tenemos una ganancia de VAN = \$ **18.445,10**. Por otro lado el cálculo del TIR es de 19,13, lo cual nos indica que nuestro proyecto es viable con una rentabilidad del 19,13%.

Se puede concluir que el diseño del sistema fotovoltaico de conexión a red planteado cumple todas las características para poder obtener la certificación

LEED en la categoría de energía y atmósfera con la puntuación máxima de 35 establecida por el U.S. Green Building Council.

La factibilidad económica planteada en el inciso 3.9 se realizó considerando que la empresa SOLINFRA de la ciudad de Quito en aproximadamente 10 años piensa incrementar su generación de energía mediante el sistema Fotovoltaico diseñado con mira de un futuro negocio, teniendo en cuenta que de darse el caso de no venderse energía se encarecerá el proyecto.

4.2. RECOMENDACIONES

Realizar un óptimo dimensionamiento y estudio del sistema fotovoltaico a implantar, junto con un adecuado análisis de los valores de radiación solar del sector, proporcionaran reducir las pérdidas de los componentes mejorando así su eficiencia.

Se recomienda trabajar con datos técnicos de los componentes ya que con estos se podrán generar modelos matemáticos más aproximados a la realidad.

Al momento de realizar un análisis económico se debe tener muy en cuenta el total de ingresos y egresos que van a tener lugar en el desarrollo del diseño e implantación de un sistema fotovoltaico para obtener un flujo neto de caja conciso que nos ayude a ver si nuestro proyecto va ser rentable.

Se recomienda realizar el cálculo de distancias entre módulos con el fin de evitar generar sombras por los mismos paneles y de esta manera permitir el correcto funcionamiento del sistema. Además, se recomienda diseñar sistemas híbridos en el Ecuador debido a las condiciones climáticos de nuestros y debido a que no se puede depender de un solo recurso para la generación de energía.

El gobierno del Ecuador debería incentivar el uso de energías no convencionales y de manera que se pueda ampliar la matriz energética y conseguir diversificar la matriz energética que nos rige actualmente. La falta de mediciones de irradiación focalizadas en el Ecuador son un limitante para la elaboración de un plan de generación eléctrica con sistemas no convencionales, debemos recordar que los datos que existen hoy en día son a nivel nacional y no son muy exactos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] WIKIPEDIA, «Quito,» [En línea]. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Quito>.
- [2] SOLINFRA, «Transformamos tus ideas en tecnología,» [En línea]. Disponible: <http://www.solinfra.com/>.
- [3] CONELEC, Atlas Solar del Ecuador, Quito: Corporación para Investigación Energética, 2008.
- [4] CONELEC, «PRECIOS DE LA ENERGÍA PRODUCIDA CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES NO CONVENCIONALES,» [En línea]. Disponible: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec>.
- [5] INER, SOLAR, 2014.
- [6] FAQ, «LEED Green Building Certification System,» [En línea]. Disponible: <http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs10716.pdf>.
- [7] P. J. D. Donoso, «Construcción Sostenible de Edificios: Alternativa Responsable para el Desarrollo de Quito,» 2010. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3603/T-PUCE-3613.pdf?sequence=1>.
- [8] J. Araiza, La Energía Solar, México, 2010.
- [9] M. Solar, Guía de Energía Solar, Madrid: Industrias Gráficas el Instalador, 2006.
- [10] F. Delgado, «Manual de Mantenimiento de una Planta Solar Fotovoltaica,» abril 2012. [En línea]. Disponible: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5074/fichero/Volumen+5%252F9.+Manual+d e+Manteminiento.pdf>.
- [11] J. F. Aguilar, «PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE PANELES SOLARES EN HACIENDAS ALEJADAS DE LA FUENTE DE ENERGIA CONVENCIONAL,» Revista Tecnológica ESPOL, 2009.
- [12] I. C. Martínez, «Los sistemas Fotovoltaicos conectados a la red,» 2005. [En línea]. Disponible: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia40/HTML/articulo05.htm>.
- [13] SIMEC CHILE SRL, «Diseñar un sistema que permita conmutar en forma automática entre energía eléctrica».
- [14] T. Díaz, Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Mc Graw Hill.
- [15] S. C. R. Aparicio, «Metodología para la Formulación de Proyectos de Generación de Energía Eléctrica por Medio de Paneles Solares,» 2010. [En línea].

Disponible:

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/2987/2/136150.pdf>.

[16] P. A. P. Ortiz, Parametrización de los Sistema Eléctricos Fotovoltaicos Basados en las Condiciones Climáticas de la Ciudad de Cuenca, Cuenca, 2014.

[17] C. R. P. Mora, Diseño de un Sistema Fotovoltaico para una comunidad Aislada, Costa Rica, 2008.

[18] Enerpoint, «Fotovoltaica - instalación aislada,» [En línea]. Disponible: http://www.enerpoint.es/photovoltaic_standalone.php.

[19] G. G. G. Peñafiel, Estudio, Diseño e Implementación de un Sistema de Energía Solar en la Comunidad de Puerto Roma de la Isla Mondragon del Golfo de Guayaquil, Guayaquil, 2014.

[20] O. I. O. HIDALGO, PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MICROCENTRALES ELÉCTRICAS UTILIZANDO PANELES FOTOVOLTAICOS, 2013.

[21] L. Ortega, «Certificación LEED,» Construyendo un mejor Entorno, 2014.

[22] L. Lara, Construcción Sostenible de Edificios: Una alternativa Responsable, Quito, 2010.

[23] P. Becar, PLAN DE INTERNACIONALIZACIÓN DE IDIEM EN ASESORÍA PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN EN LEED EN PERÚ, Chile, 2010.

[24] REMMAQ, «Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano Quito,» [En línea]. Disponible: <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/>.

[25] G. A. S. Díaz, «Comparación de la eficiencia entre los sistemas de generación fotovoltaicos conectados a red y los sistemas aislados,» noviembre 2014. [En línea].

[26] Econ, «Calcula el potencial de energías renovables,» [En línea]. Disponible: <https://www.appecon.enair.es/>.

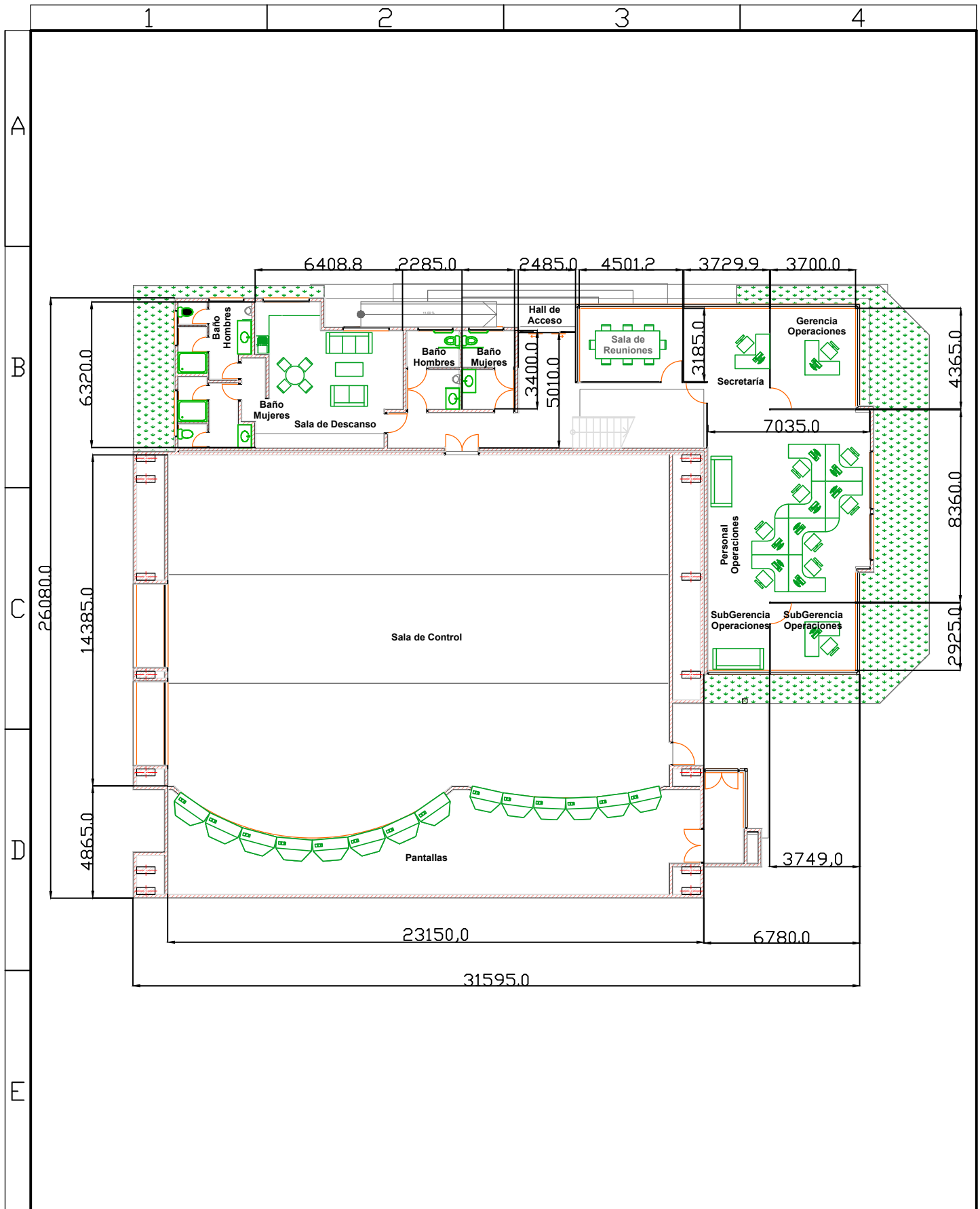
[27] C. Philips, 2016. [En línea]. Disponible: <http://www.lighting.philips.es/soporte/soporte-de-productos/catalogos-y-descargas/nuevo-catalogo-led>.

[28] M. -. D, «Energía Solar y Eólica - Anexo C,» [En línea]. Disponible: <https://temariosformativosprofesionales.files.wordpress.com/2013/05/perdidas-de-una-instlacion-solar-termica.pdf>.

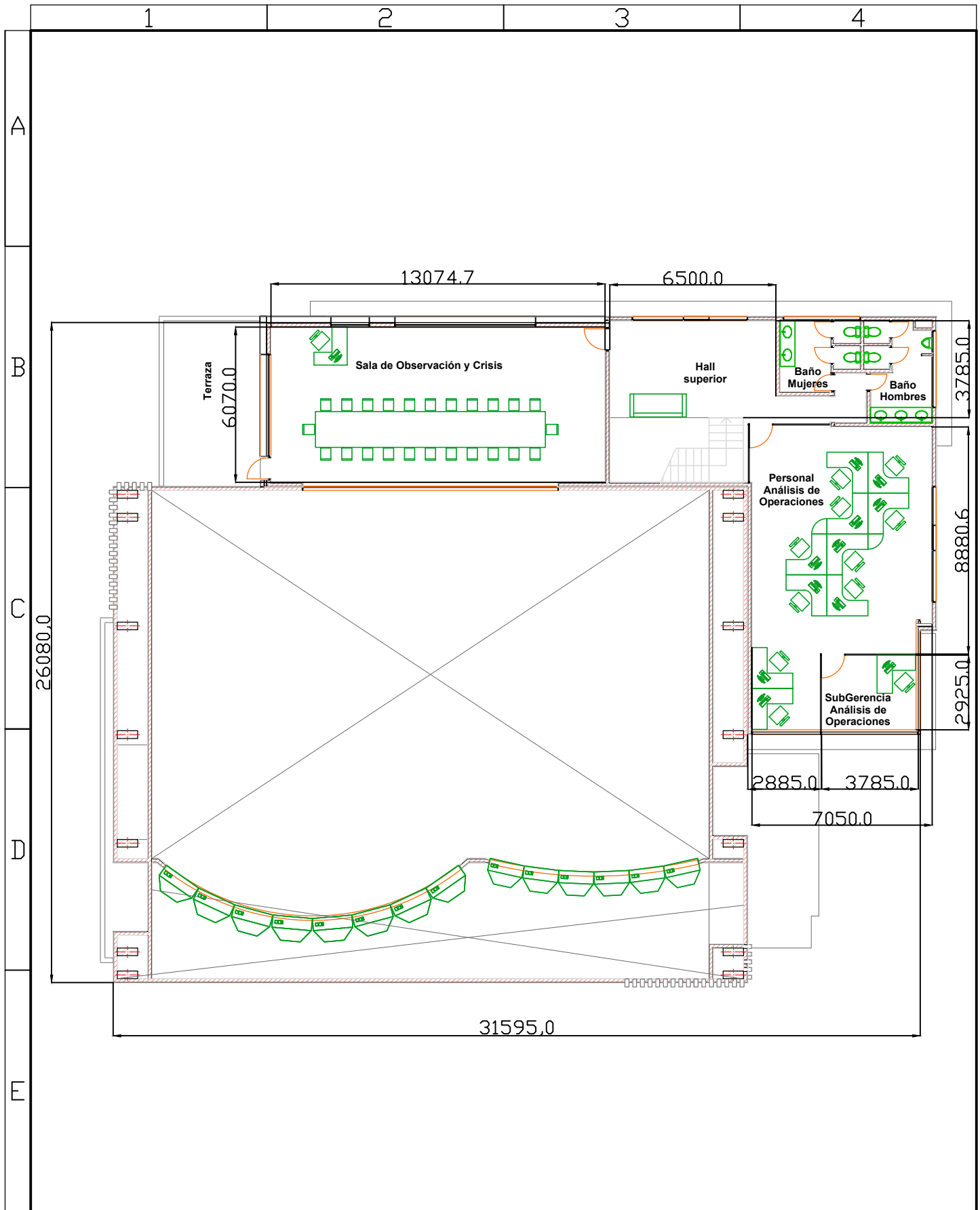
[29] I. Hidalgo, PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MICROCENTRALES ELÉCTRICAS, Quito: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 2013.

[30] SunFields, «Cómo dimensionar y calcular paneles solares fotovoltaicos necesarios,» 2015. [En línea]. Disponible: <https://www.sfe-solar.com/>.

ANEXO I



				Tolerancia: ±1	Peso: —	Material: VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala :
				Dibujó: 25/09/2017	Daniel Robalino	PLANTA-BAJA-SOLINFRA	1:200
				Revisó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				Aprobó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				U.T.A.		No. Lámina:	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		01 de 06	◻ ⊙
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			



				Tolerancia: ±1	Peso: —	Material: VARIOS	
				Fecha Dibujó: 25/09/2017	Nombre Daniel Robalino	Título: PLANTA-ALTA-SOLINFRA	Escala : 1:200
				Revisó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				Aprobó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				U.T.A.		No. Lámina: 02 de 06	Registro: ◁ ⊙
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

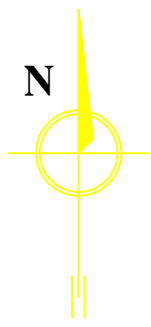
1

2

3

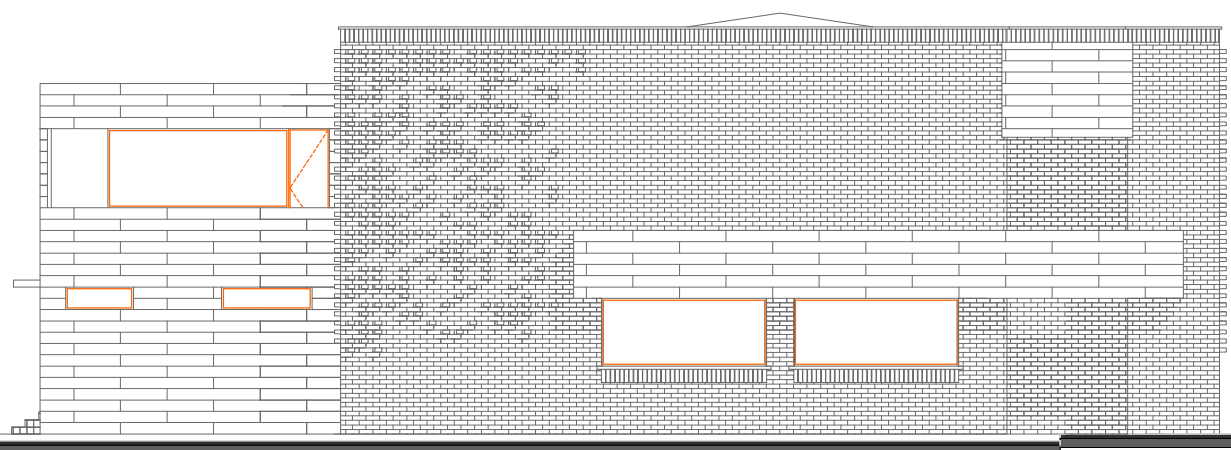
4

A



B

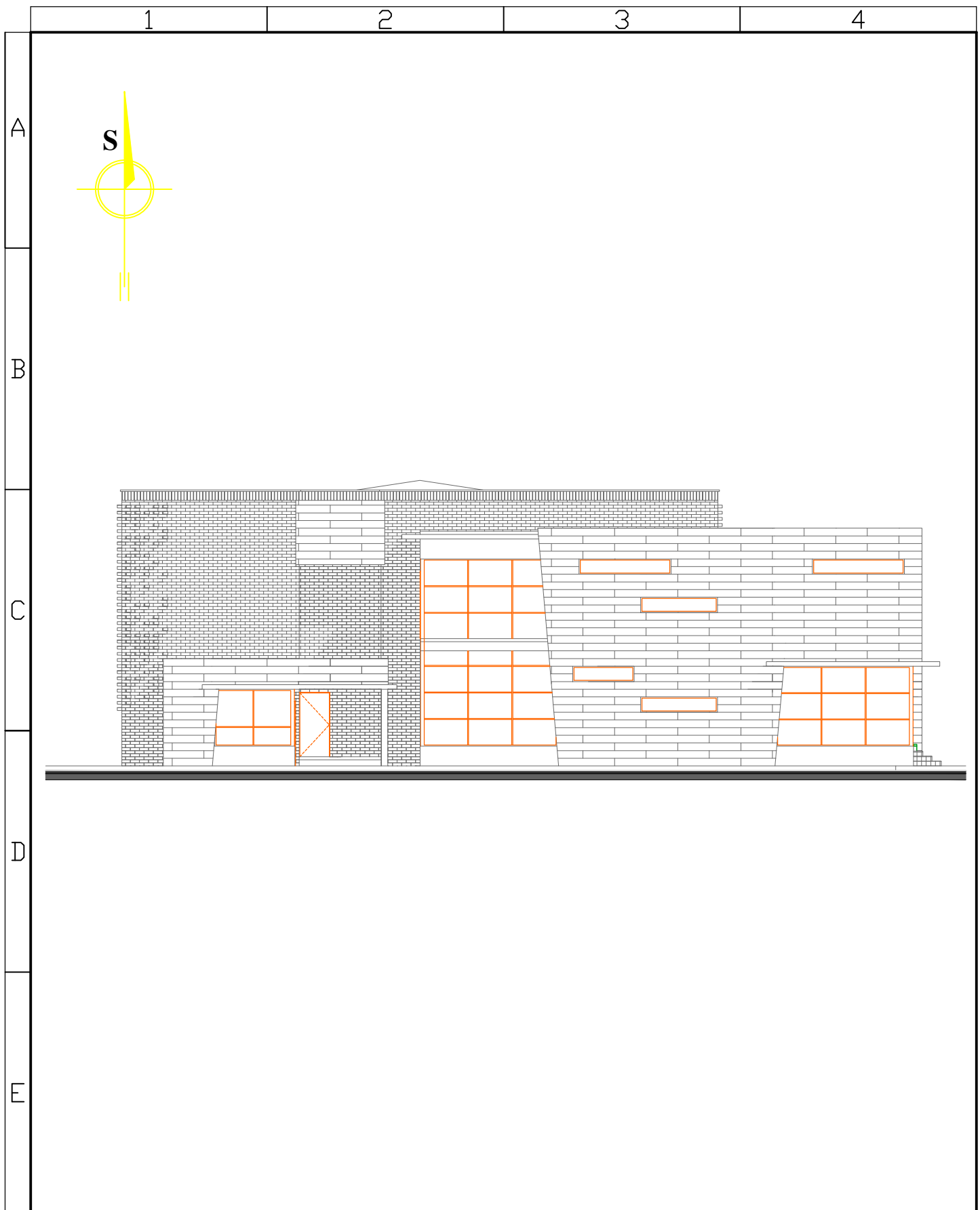
C



D

E

				Tolerancia: ±1	Peso: —	Material: VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título: FACHADA-DERECHA-SOLINFRA	Escala : 1:200
				Dibujó: 25/09/2017	Daniel Robalino		
				Revisó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				Aprobó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana	No. Lámina: 03 de 06	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 1	—	VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala :
				Dibujó: 25/09/2017	Daniel Robalino	FACHADA-IZQUIERDA-SOLINFRA	1:600
				Revisó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				Aprobó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. Lámina:	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	04 de 06

1

2

3

4

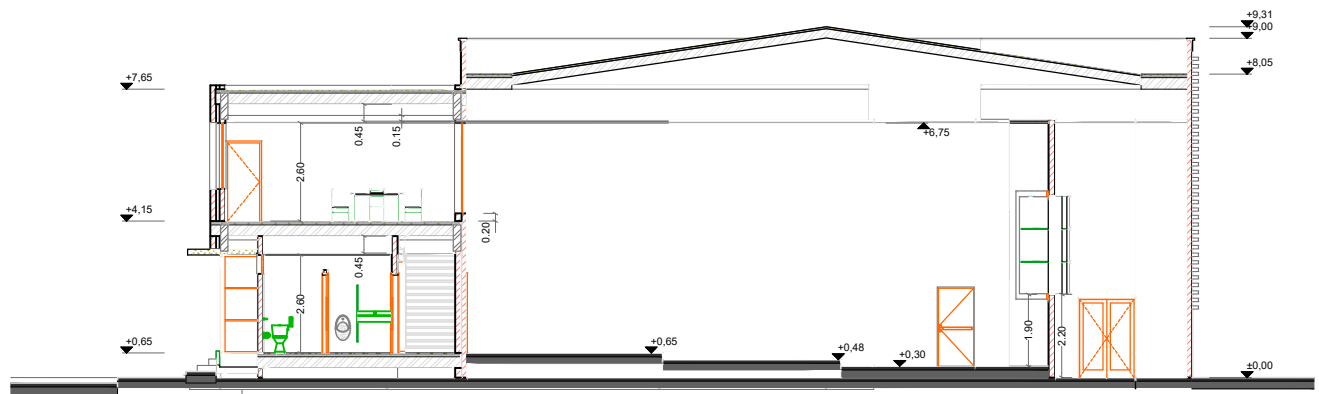
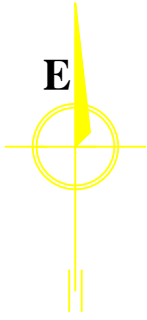
A

B

C

D

E



				Tolerancia: ±1	Peso: —	Material: VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala :
				Dibujó: 25/09/2017	Daniel Robalino	CORTE-LONGITUDINAL-SOLINFRA	1:500
				Revisó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				Aprobó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				U.T.A.		No. Lámina:	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		05 de 06	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			

ANEXO II

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

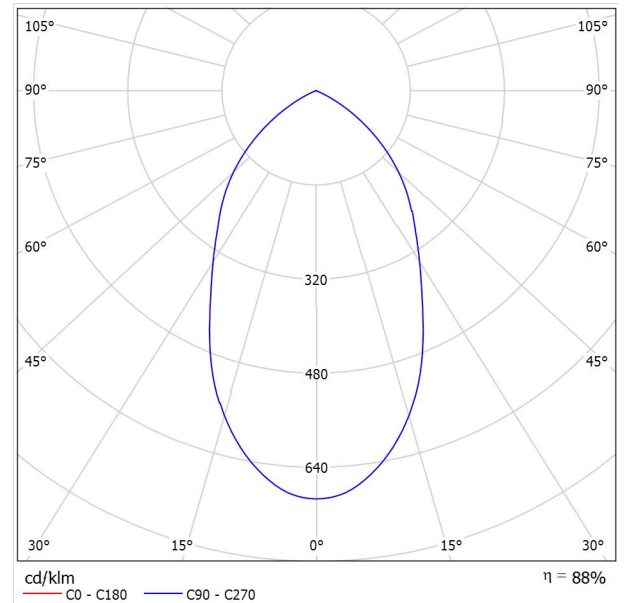
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

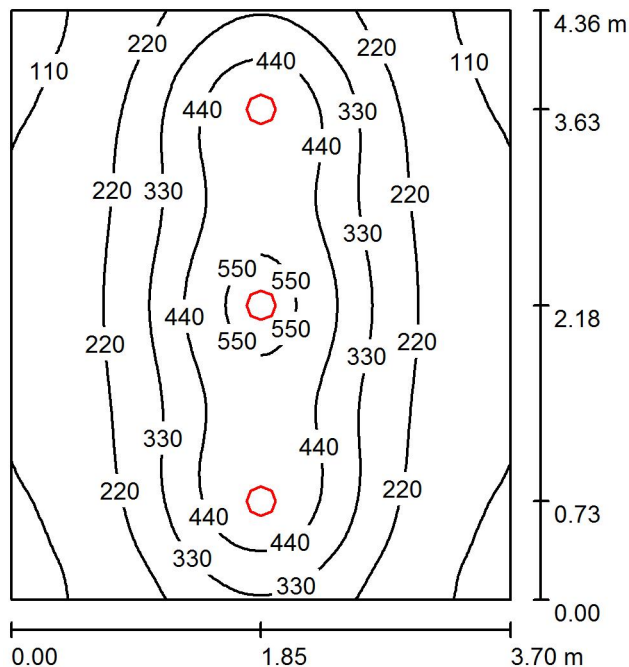
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9		
4H	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	
	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9		
8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
12H	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4						
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3						
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	6.0					6.0						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total												

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

GERENCIA DE OPERACIONES / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	281	84	592	0.298
Suelo	20	236	107	374	0.455
Techo	70	42	29	51	0.680
Paredes (4)	50	86	29	296	/

Plano útil:

Altura: 0.800 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 25
 Pared inferior 25
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

25 25
 25 25

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
			Total: 6336	Total: 7200	66.0

Valor de eficiencia energética: $4.09 \text{ W/m}^2 = 1.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.13 m^2)

SOLINFRA

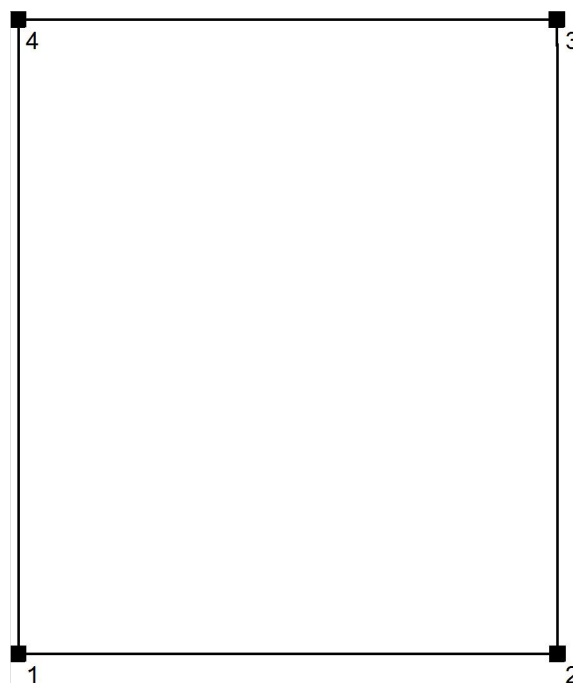
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

GERENCIA DE OPERACIONES / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.800 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 16.13 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(3.700 0.000)	3.700
Pared 2	50	(3.700 0.000)	(3.700 4.360)	4.360
Pared 3	50	(3.700 4.360)	(0.000 4.360)	3.700
Pared 4	50	(0.000 4.360)	(0.000 0.000)	4.360

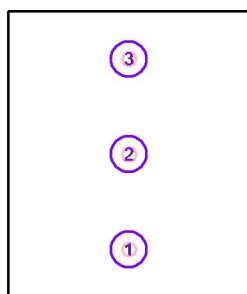
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

GERENCIA DE OPERACIONES / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.850	0.730	2.713	0.0	0.0	90.0
2	1.850	2.180	2.713	0.0	0.0	90.0
3	1.850	3.630	2.713	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

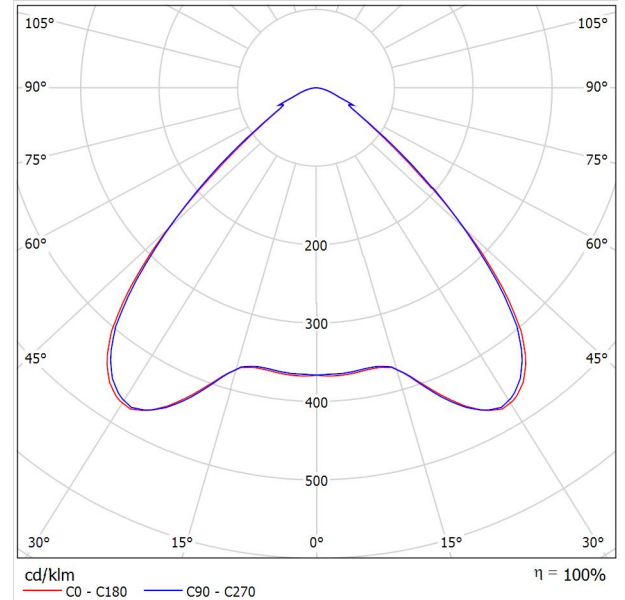
Fecha: 22.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS BY121P G3 1xLED205S/840 WB / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 66 94 99 100 100

CoreLine Campana: excelente calidad de luz y ahorros de energía con menores costes de mantenimiento. Tras el éxito de la presentación de CoreLine campana en 2013, la actualización a una nueva generación de LED ha mejorado aún más la reproducción del color y la eficiencia de la luminaria. Diseñada para sustituir a las luminarias convencionales con HPI 250/400 W, CoreLine campana proporciona a los usuarios todas las ventajas de la iluminación LED: calidad de luz fresca, larga vida útil de servicio y menores costes de energía y mantenimiento. Además, proporciona ventajas muy claras al instalador. La luminaria se puede instalar en la red existente. La conexión eléctrica es sencilla: no es necesario abrir la luminaria para su instalación ni su mantenimiento. Y como es más pequeña y ligera que las luminarias convencionales, se maneja muy fácilmente.

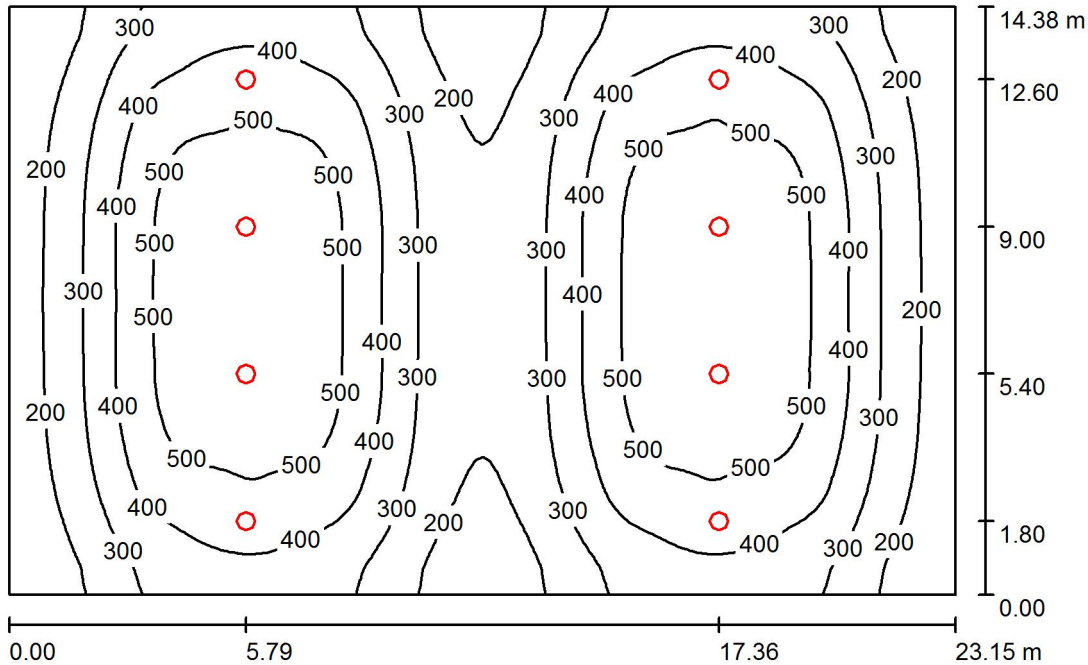
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	25.6	26.6	25.9	26.8	27.1	25.6	26.6	25.9	26.9	27.1
	3H	25.7	26.7	26.0	26.9	27.2	25.8	26.7	26.1	26.9	27.2	
	4H	25.8	26.7	26.1	26.9	27.2	25.8	26.7	26.1	27.0	27.2	
	6H	25.8	26.6	26.1	26.9	27.2	25.8	26.6	26.2	26.9	27.2	
	8H	25.8	26.6	26.1	26.9	27.2	25.8	26.6	26.2	26.9	27.2	
4H	12H	25.8	26.5	26.1	26.8	27.1	25.8	26.5	26.2	26.8	27.2	
	2H	25.6	26.4	25.9	26.7	27.0	25.6	26.4	25.9	26.7	27.0	
	3H	25.8	26.5	26.2	26.9	27.2	25.8	26.6	26.2	26.9	27.2	
	4H	25.9	26.6	26.3	26.9	27.3	26.0	26.6	26.3	26.9	27.3	
	6H	26.0	26.5	26.4	26.9	27.3	26.0	26.6	26.4	26.9	27.3	
8H	12H	26.0	26.5	26.4	26.9	27.3	26.0	26.5	26.5	26.9	27.3	
	2H	25.9	26.4	26.3	26.8	27.2	25.9	26.4	26.4	26.8	27.2	
	3H	26.0	26.4	26.5	26.9	27.3	26.0	26.5	26.5	26.9	27.3	
	4H	26.1	26.4	26.5	26.8	27.3	26.1	26.4	26.6	26.9	27.3	
	6H	26.0	26.4	26.5	26.8	27.3	26.1	26.4	26.6	26.9	27.3	
12H	4H	25.9	26.3	26.3	26.7	27.2	25.9	26.4	26.4	26.8	27.2	
	6H	26.0	26.4	26.5	26.8	27.3	26.0	26.4	26.5	26.8	27.3	
	8H	26.0	26.3	26.5	26.8	27.3	26.1	26.4	26.6	26.8	27.3	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+1.3 / -2.2					+1.2 / -2.1						
S = 1.5H	+2.8 / -3.4					+2.6 / -3.4						
S = 2.0H	+4.5 / -4.0					+4.3 / -4.0						
Tabla estándar	BK01					BK01						
Sumando de corrección	8.0					8.0						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 20500lm Flujo luminoso total												

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da,robalino04@gmail.com

SALA DE CONTROL / Resumen



Altura del local: 6.750 m, Altura de montaje: 6.150 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:185

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	366	110	602	0.301
Suelo	20	350	132	517	0.378
Techo	70	65	43	76	0.664
Paredes (4)	50	123	44	638	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR
 Pared izq 26
 Pared inferior 26
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria
 26 26
 26 26

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 57.47%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS BY121P G3 1xLED205S/840 WB (1.000)	20500	20500	155.0
			Total: 164000	Total: 164000	1240.0

Valor de eficiencia energética: $3.72 \text{ W/m}^2 = 1.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 332.90 m^2)

SOLINFRA

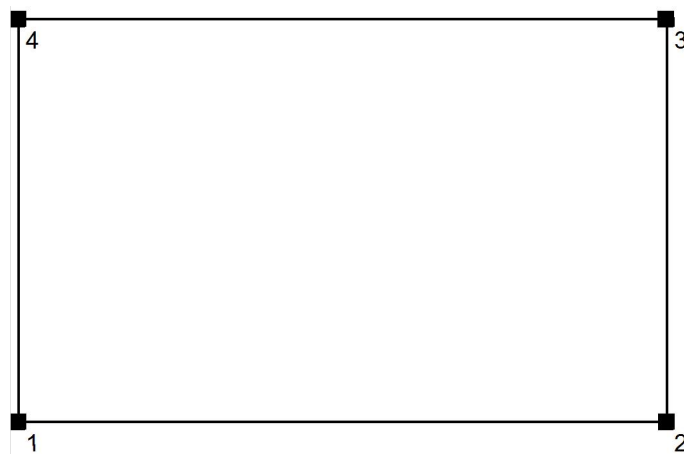
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da,robalino04@gmail.com

SALA DE CONTROL / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 6.750 m
 Base: 332.90 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(23.150 0.000)	23.150
Pared 2	50	(23.150 0.000)	(23.150 14.380)	14.380
Pared 3	50	(23.150 14.380)	(0.000 14.380)	23.150
Pared 4	50	(0.000 14.380)	(0.000 0.000)	14.380

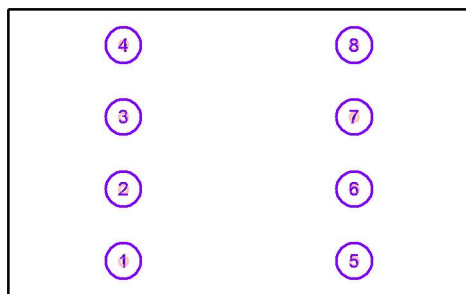
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da,robalino04@gmail.com

SALA DE CONTROL / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BY121P G3 1xLED205S/840 WB

20500 lm, 155.0 W, 1 x 1 x LED205S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	5.790	1.800	6.150	0.0	0.0	90.0
2	5.790	5.400	6.150	0.0	0.0	90.0
3	5.790	9.000	6.150	0.0	0.0	90.0
4	5.790	12.600	6.150	0.0	0.0	90.0
5	17.360	1.800	6.150	0.0	0.0	90.0
6	17.360	5.400	6.150	0.0	0.0	90.0
7	17.360	9.000	6.150	0.0	0.0	90.0
8	17.360	12.600	6.150	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

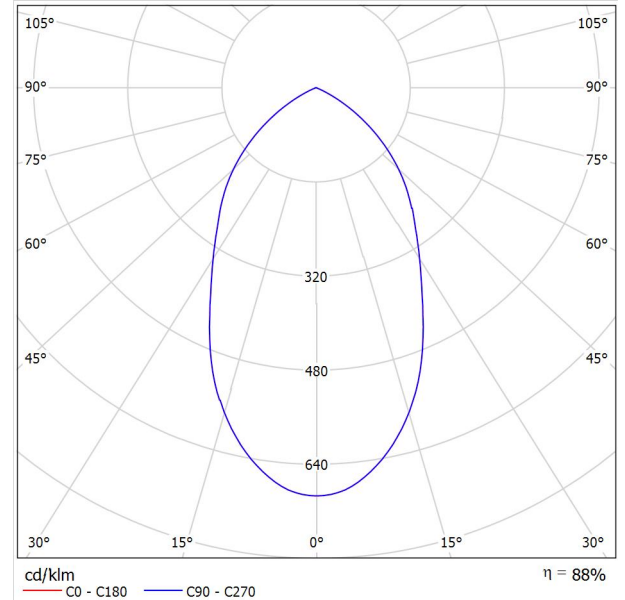
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

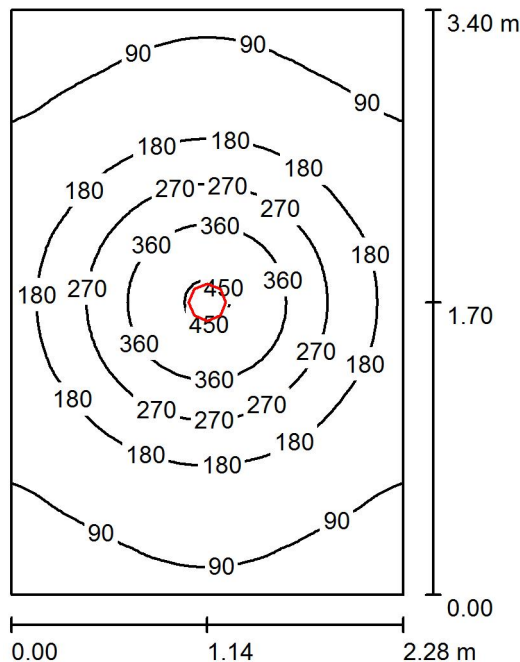
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	
4H	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0
	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
12H	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4					
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3					
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	6.0					6.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

BAÑOS HOMBRES Y MUJERES / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:44

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	179	56	462	0.313
Suelo	20	135	67	226	0.494
Techo	70	24	17	29	0.707
Paredes (4)	50	54	17	130	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 25
 Pared inferior 25
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

25
 25

Tran

25
 25

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
Total:			2112	2400	22.0

Valor de eficiencia energética: $2.84 \text{ W/m}^2 = 1.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 7.75 m^2)

SOLINFRA

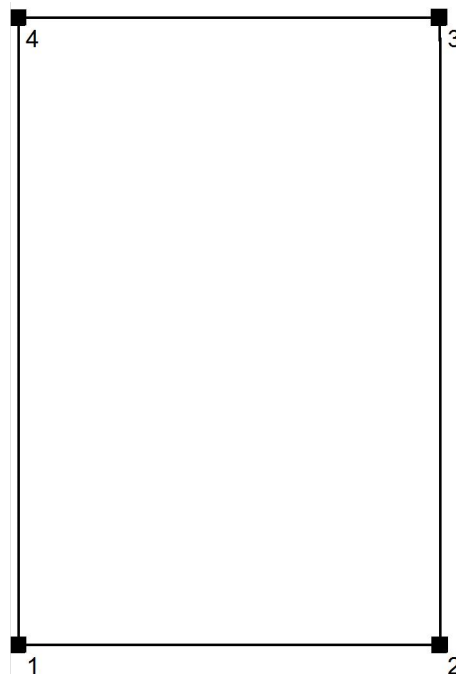
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

BAÑOS HOMBRES Y MUJERES / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 7.75 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(2.280 0.000)	2.280
Pared 2	50	(2.280 0.000)	(2.280 3.400)	3.400
Pared 3	50	(2.280 3.400)	(0.000 3.400)	2.280
Pared 4	50	(0.000 3.400)	(0.000 0.000)	3.400

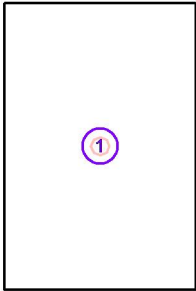
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
Teléfono -
Fax -
e-Mail da.robalino04@gmail.com

BAÑOS HOMBRES Y MUJERES / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.140	1.700	2.713	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

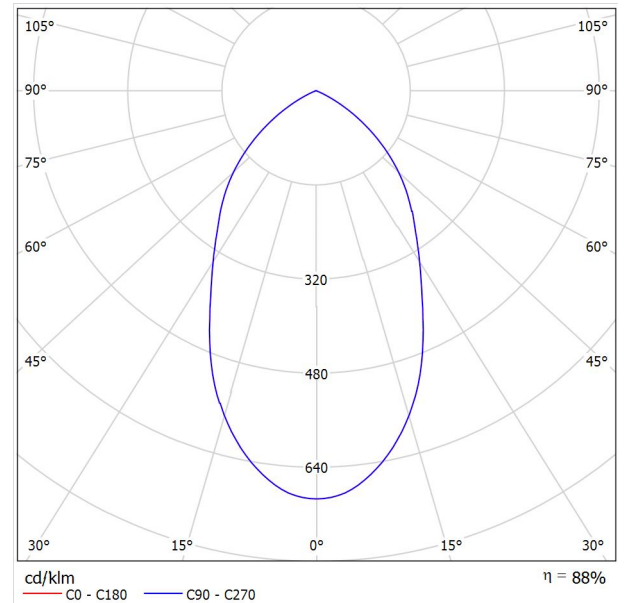
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

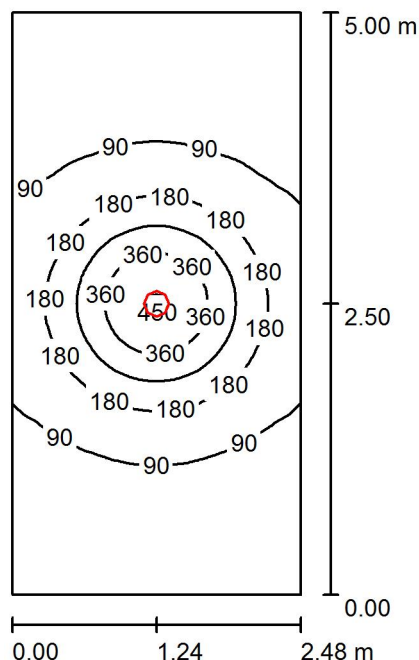
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
4H	12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	
	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	
8H	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
	12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
12H	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4						
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3						
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	6.0					6.0						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total												

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

HALL INFERIOR / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	122	20	455	0.168
Suelo	20	98	33	217	0.335
Techo	70	16	11	22	0.663
Paredes (4)	50	33	10	107	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	25	25	
Trama:	128 x 64 Puntos	Pared inferior	25	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
Total:			2112	2400	22.0

Valor de eficiencia energética: $1.77 \text{ W/m}^2 = 1.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.40 m^2)

SOLINFRA

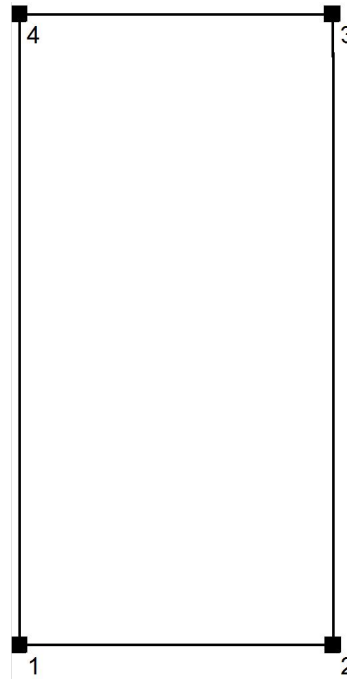
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

HALL INFERIOR / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 12.40 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(2.480 0.000)	2.480
Pared 2	50	(2.480 0.000)	(2.480 5.000)	5.000
Pared 3	50	(2.480 5.000)	(0.000 5.000)	2.480
Pared 4	50	(0.000 5.000)	(0.000 0.000)	5.000

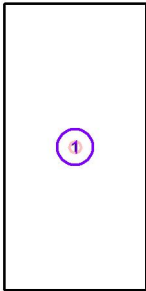
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
Teléfono -
Fax -
e-Mail da.robalino04@gmail.com

HALL INFERIOR / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.240	2.500	2.713	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

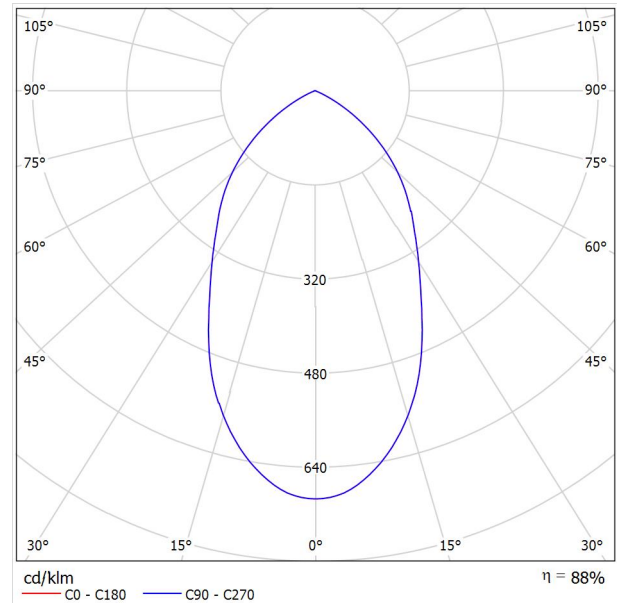
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

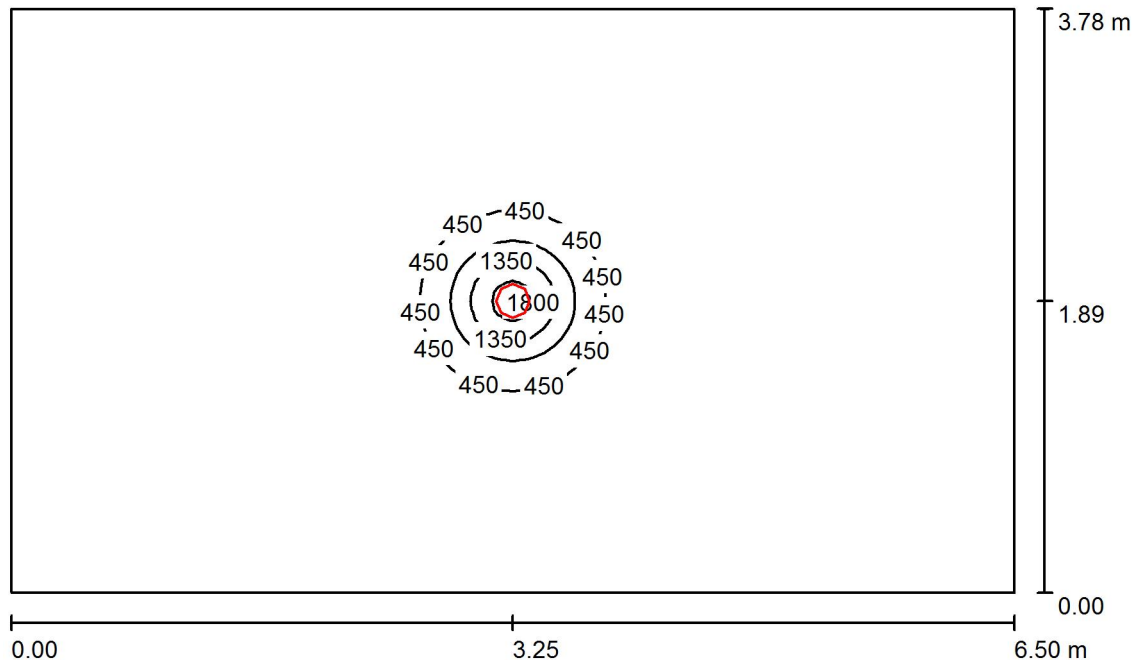
CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	2H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2
	4H	2H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1
	6H	2H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
	8H	2H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
4H	12H	2H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9
	2H	4H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3
	3H	4H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2
	4H	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1
	6H	4H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0
8H	8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	12H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	4H	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	8H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8
	8H	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
12H	12H	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
	4H	12H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	12H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	8H	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.7 / -1.4				+0.7 / -1.4							
S = 1.5H	+1.7 / -5.3				+1.7 / -5.3							
S = 2.0H	+3.4 / -13.1				+3.4 / -13.1							
Tabla estándar	BK00				BK00							
Sumando de corrección	6.0				6.0							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total												

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

HALL SUPERIOR / Resumen

Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:49

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	74	3.78	2081	0.051
Suelo	20	62	13	206	0.211
Techo	70	9.36	5.68	13	0.606
Paredes (4)	50	15	5.75	50	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	1.800 m	Pared izq	25	25	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	25	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
Total:			2112	2400	22.0

Valor de eficiencia energética: $0.90 \text{ W/m}^2 = 1.20 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.57 m^2)

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

HALL SUPERIOR / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 1.800 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 24.57 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(6.500 0.000)	6.500
Pared 2	50	(6.500 0.000)	(6.500 3.780)	3.780
Pared 3	50	(6.500 3.780)	(0.000 3.780)	6.500
Pared 4	50	(0.000 3.780)	(0.000 0.000)	3.780

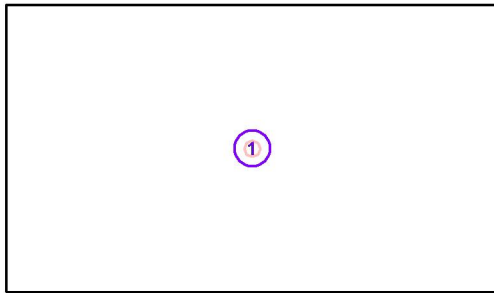
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
Teléfono -
Fax -
e-Mail da.robalino04@gmail.com

HALL SUPERIOR / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]		Z	Rotación [°]		
	X	Y		X	Y	Z
1	3.250	1.890	2.713	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

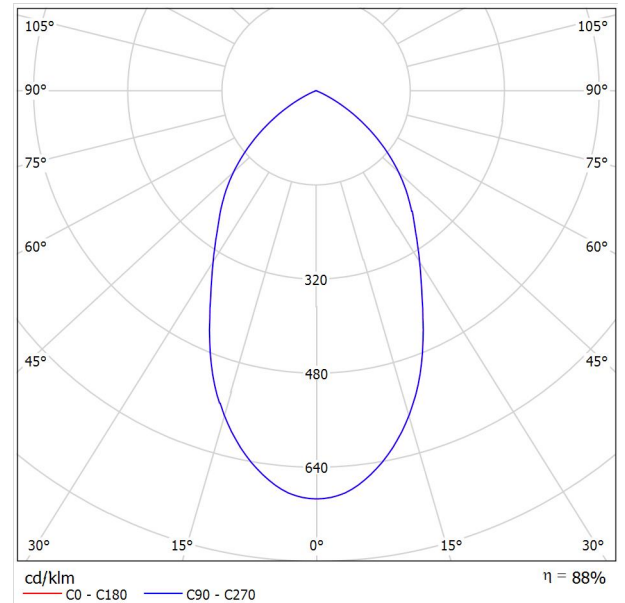
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

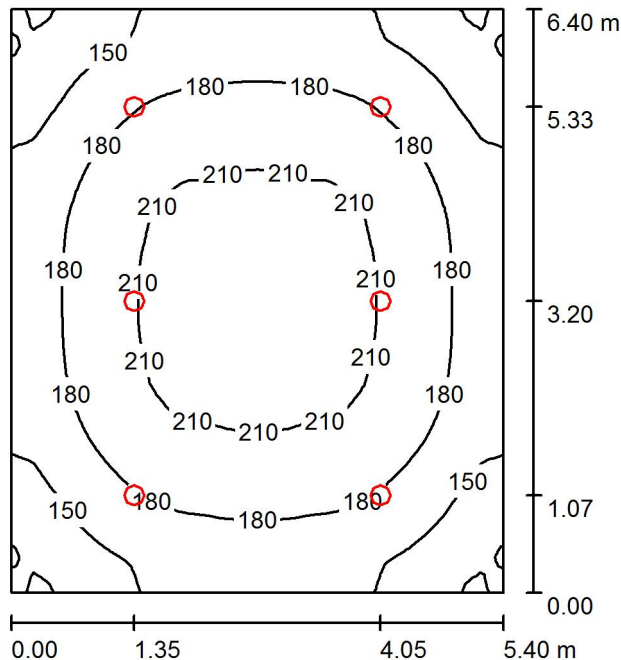
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Techo											
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	
4H	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0
	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
12H	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4					
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3					
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	6.0					6.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

Sala de descanso - Planta Baja / Resumen



Altura del local: 6.320 m, Altura de montaje: 6.433 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:83

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	180	117	221	0.649
Suelo	20	137	96	167	0.701
Techo	70	37	29	42	0.780
Paredes (4)	50	79	28	154	/

Plano útil:

Altura: 1.800 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
			Total: 12672	Total: 14400	132.0

Valor de eficiencia energética: $3.82 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.56 m^2)

SOLINFRA

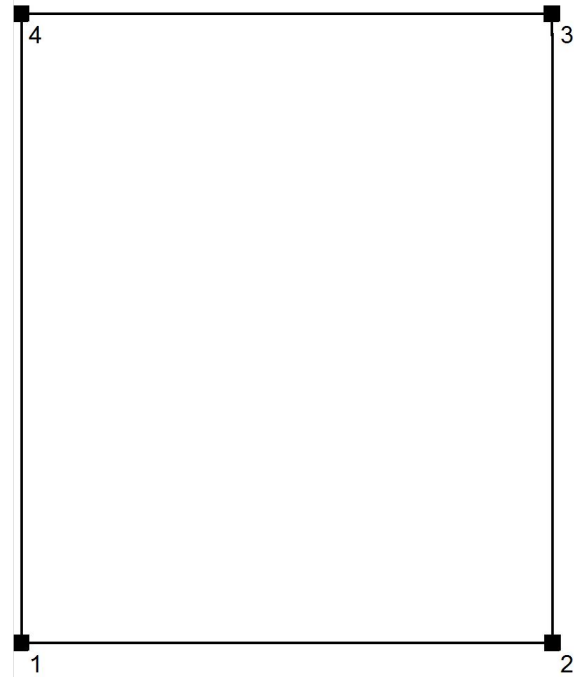
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

Sala de descanso - Planta Baja / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 1.800 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 6.320 m
 Base: 34.56 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(5.400 0.000)	5.400
Pared 2	50	(5.400 0.000)	(5.400 6.400)	6.400
Pared 3	50	(5.400 6.400)	(0.000 6.400)	5.400
Pared 4	50	(0.000 6.400)	(0.000 0.000)	6.400

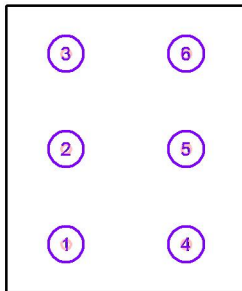
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

Sala de descanso - Planta Baja / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.350	1.070	6.433	0.0	0.0	90.0
2	1.350	3.200	6.433	0.0	0.0	90.0
3	1.350	5.330	6.433	0.0	0.0	90.0
4	4.050	1.070	6.433	0.0	0.0	90.0
5	4.050	3.200	6.433	0.0	0.0	90.0
6	4.050	5.330	6.433	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

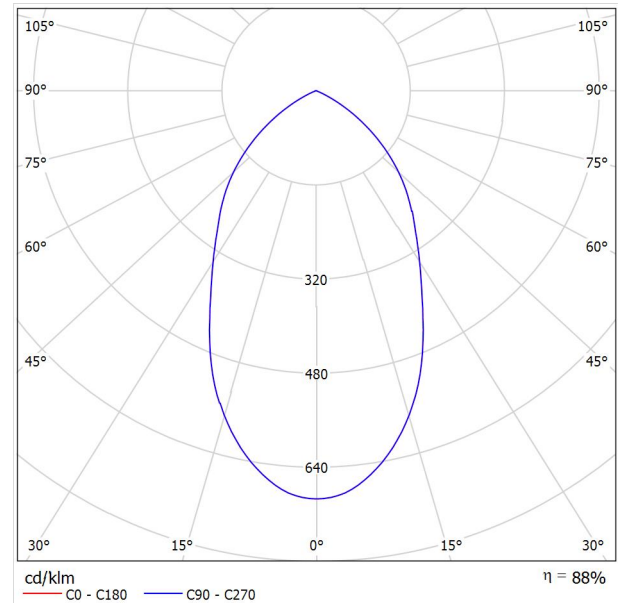
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

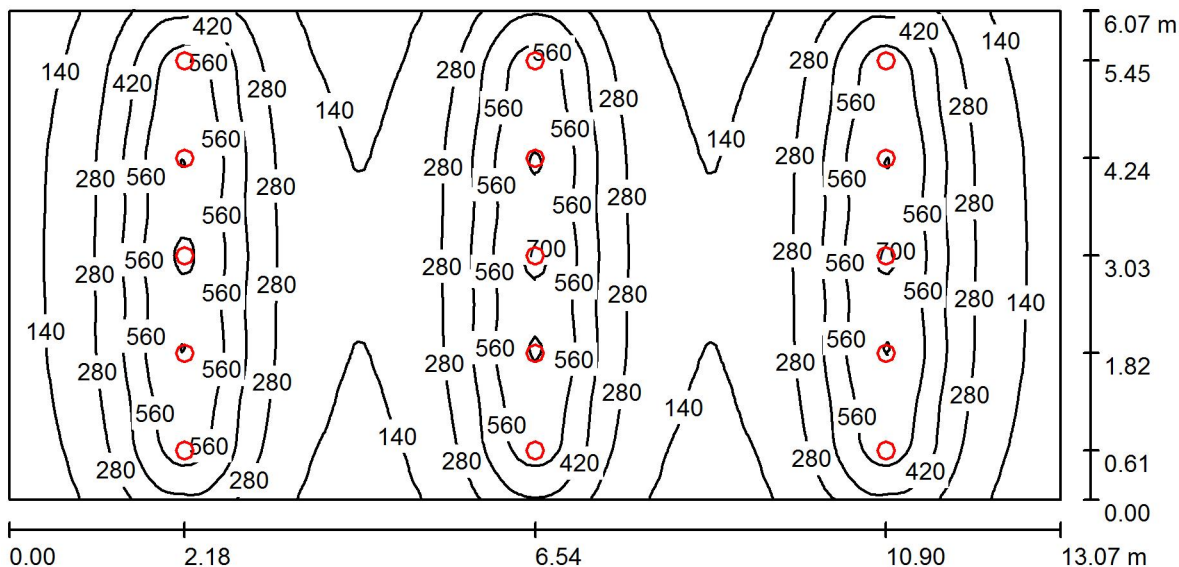
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Techo											
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	
4H	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0
	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
12H	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4					
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3					
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	6.0					6.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DE OPERACIONES Y CRISIS / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:94

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	323	68	719	0.210
Suelo	20	296	110	493	0.373
Techo	70	55	35	70	0.637
Paredes (4)	50	103	36	416	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	25	25	
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	25	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
			Total: 31680	Total: 36000	330.0

Valor de eficiencia energética: $4.16 \text{ W/m}^2 = 1.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 79.33 m^2)

SOLINFRA

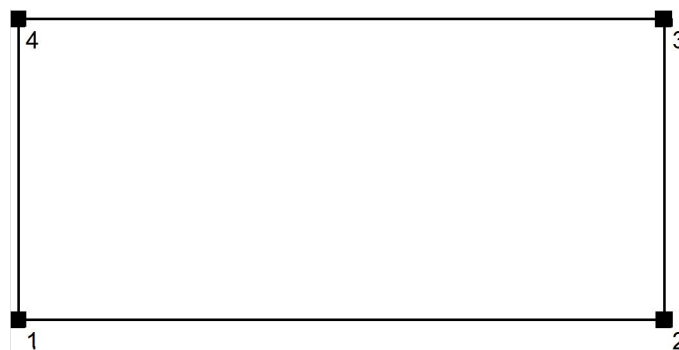
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DE OPERACIONES Y CRISIS / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 79.33 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(13.070 0.000)	13.070
Pared 2	50	(13.070 0.000)	(13.070 6.070)	6.070
Pared 3	50	(13.070 6.070)	(0.000 6.070)	13.070
Pared 4	50	(0.000 6.070)	(0.000 0.000)	6.070

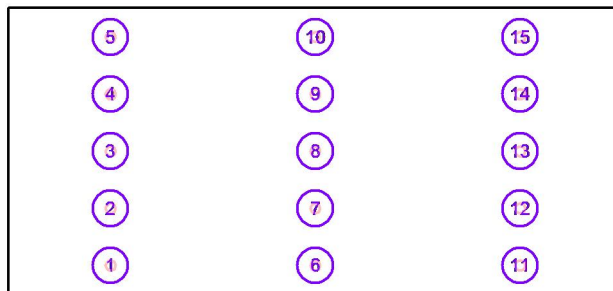
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DE OPERACIONES Y CRISIS / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.180	0.610	2.713	0.0	0.0	90.0
2	2.180	1.820	2.713	0.0	0.0	90.0
3	2.180	3.030	2.713	0.0	0.0	90.0
4	2.180	4.240	2.713	0.0	0.0	90.0
5	2.180	5.450	2.713	0.0	0.0	90.0
6	6.540	0.610	2.713	0.0	0.0	90.0
7	6.540	1.820	2.713	0.0	0.0	90.0
8	6.540	3.030	2.713	0.0	0.0	90.0
9	6.540	4.240	2.713	0.0	0.0	90.0
10	6.540	5.450	2.713	0.0	0.0	90.0
11	10.900	0.610	2.713	0.0	0.0	90.0
12	10.900	1.820	2.713	0.0	0.0	90.0
13	10.900	3.030	2.713	0.0	0.0	90.0
14	10.900	4.240	2.713	0.0	0.0	90.0
15	10.900	5.450	2.713	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing Danilo Orellana
N° de encargo: Gerenre General
Empresa: SOLINFRA
N° de cliente:

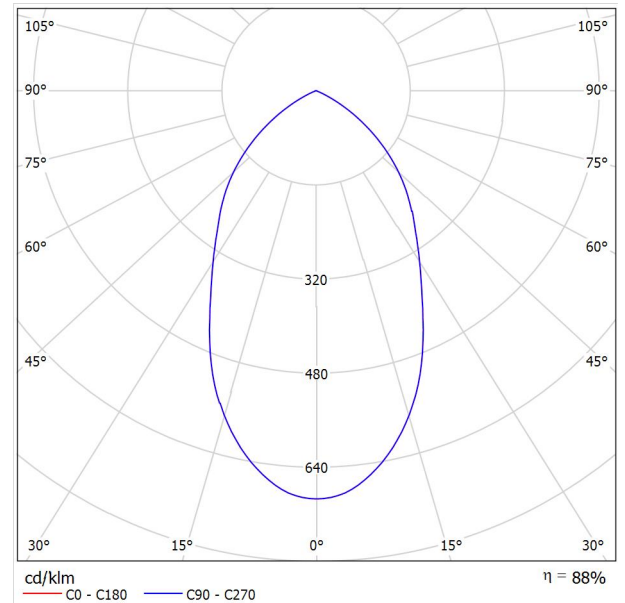
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

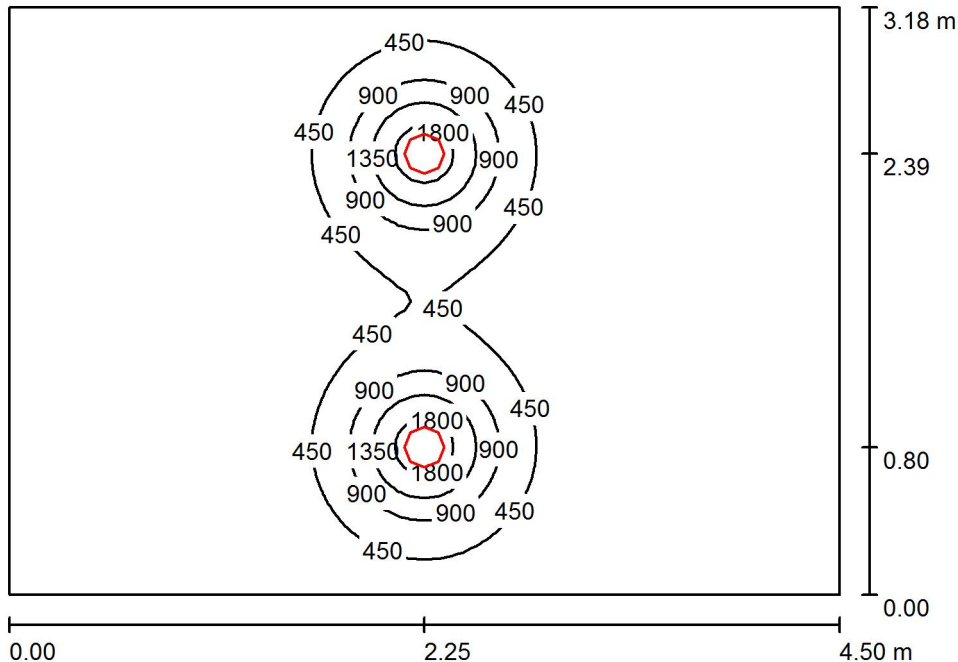
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9		
4H	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	
	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9		
8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
12H	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.7 / -1.4				+0.7 / -1.4							
S = 1.5H	+1.7 / -5.3				+1.7 / -5.3							
S = 2.0H	+3.4 / -13.1				+3.4 / -13.1							
Tabla estándar	BK00				BK00							
Sumando de corrección	6.0				6.0							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total												

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DE REUNIONES / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:41

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	247	14	2132	0.058
Suelo	20	172	69	310	0.398
Techo	70	31	20	40	0.651
Paredes (4)	50	63	20	249	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	1.800 m	Pared izq	25	25	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	25	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
Total:			4224	4800	44.0

Valor de eficiencia energética: $3.07 \text{ W/m}^2 = 1.25 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.31 m^2)

SOLINFRA

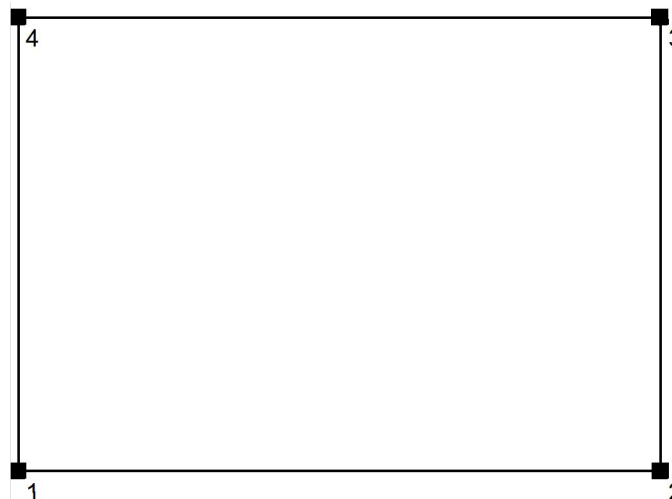
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DE REUNIONES / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 1.800 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 14.31 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(4.500 0.000)	4.500
Pared 2	50	(4.500 0.000)	(4.500 3.180)	3.180
Pared 3	50	(4.500 3.180)	(0.000 3.180)	4.500
Pared 4	50	(0.000 3.180)	(0.000 0.000)	3.180

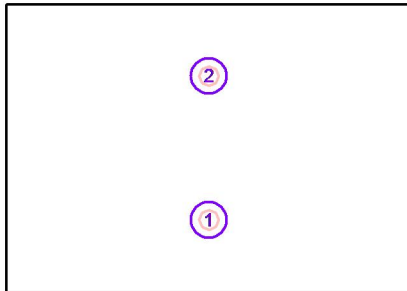
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
Teléfono -
Fax -
e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DE REUNIONES / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.250	0.800	2.713	0.0	0.0	0.0
2	2.250	2.390	2.713	0.0	0.0	0.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

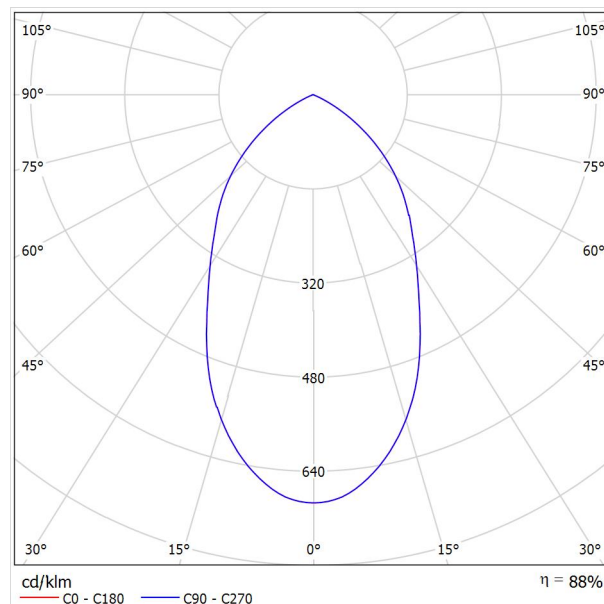
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

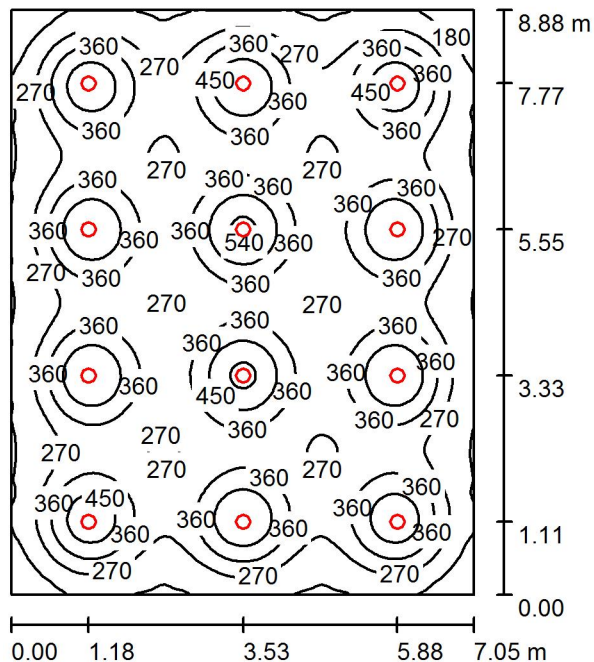
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9		
4H	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	
	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9		
8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
	12H	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9
6H		24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
8H		24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4						
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3						
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	6.0					6.0						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total												

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DEL PERSONAL DE ANÁLISIS DE OPERACIONES / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:115

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	324	121	563	0.373
Suelo	20	295	136	397	0.461
Techo	70	55	37	61	0.677
Paredes (4)	50	105	41	163	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	25	25	
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	25	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
			Total: 25344	Total: 28800	264.0

Valor de eficiencia energética: $4.22 \text{ W/m}^2 = 1.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 62.60 m^2)

SOLINFRA

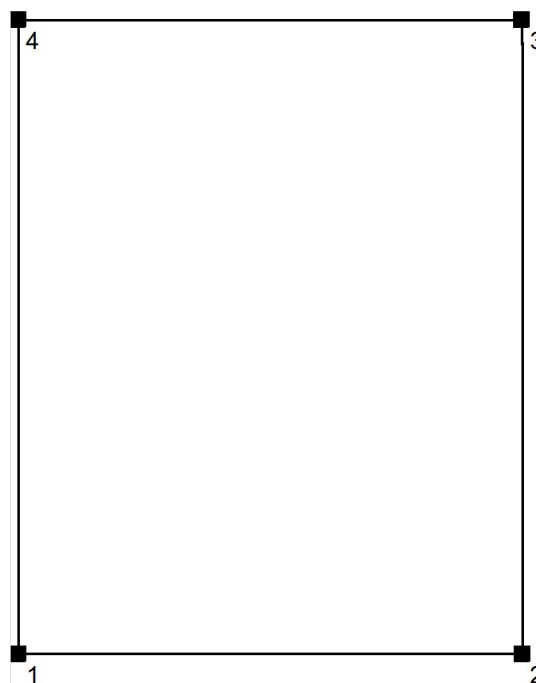
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DEL PERSONAL DE ANÁLISIS DE OPERACIONES / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 62.60 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(7.050 0.000)	7.050
Pared 2	50	(7.050 0.000)	(7.050 8.880)	8.880
Pared 3	50	(7.050 8.880)	(0.000 8.880)	7.050
Pared 4	50	(0.000 8.880)	(0.000 0.000)	8.880

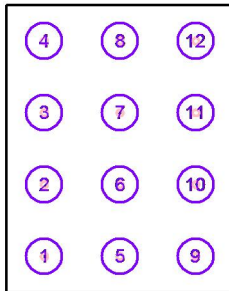
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DEL PERSONAL DE ANÁLISIS DE OPERACIONES / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.180	1.110	2.713	0.0	0.0	90.0
2	1.180	3.330	2.713	0.0	0.0	90.0
3	1.180	5.550	2.713	0.0	0.0	90.0
4	1.180	7.770	2.713	0.0	0.0	90.0
5	3.530	1.110	2.713	0.0	0.0	90.0
6	3.530	3.330	2.713	0.0	0.0	90.0
7	3.530	5.550	2.713	0.0	0.0	90.0
8	3.530	7.770	2.713	0.0	0.0	90.0
9	5.880	1.110	2.713	0.0	0.0	90.0
10	5.880	3.330	2.713	0.0	0.0	90.0
11	5.880	5.550	2.713	0.0	0.0	90.0
12	5.880	7.770	2.713	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

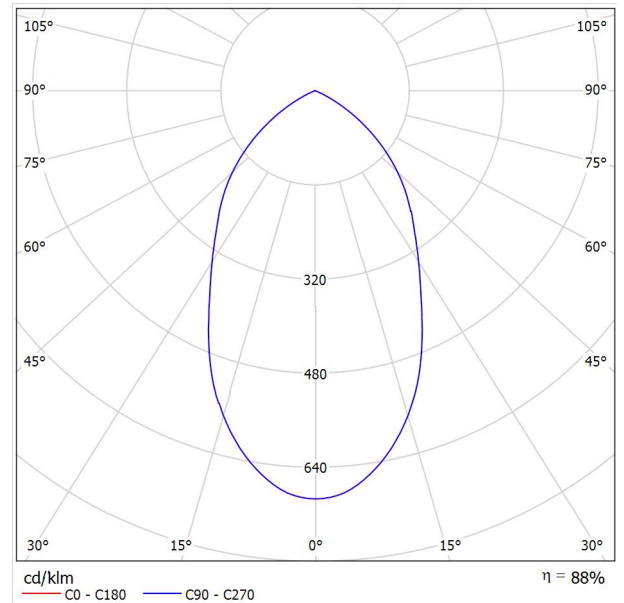
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

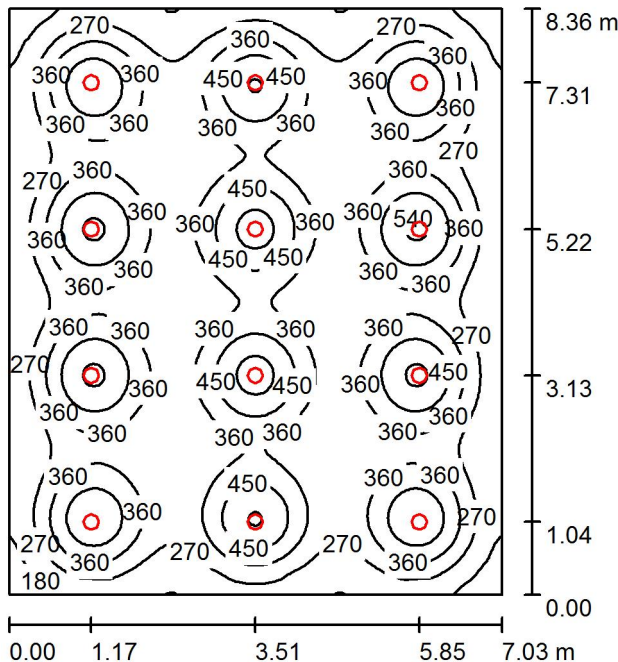
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	2H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2
	4H	2H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1
	6H	2H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
	8H	2H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
4H	12H	2H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9
	2H	4H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3
	3H	4H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2
	4H	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1
	6H	4H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0
8H	8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	12H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	4H	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	8H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8
	8H	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
12H	12H	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
	4H	12H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	12H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	8H	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4						
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3						
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	6.0					6.0						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total												

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DE PERSONAL DE OPERACIONES / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:108

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	343	130	580	0.378
Suelo	20	312	144	415	0.463
Techo	70	58	40	65	0.683
Paredes (4)	50	111	43	180	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	25	25	
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	25	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
			Total: 25344	Total: 28800	264.0

Valor de eficiencia energética: $4.49 \text{ W/m}^2 = 1.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 58.77 m^2)

SOLINFRA

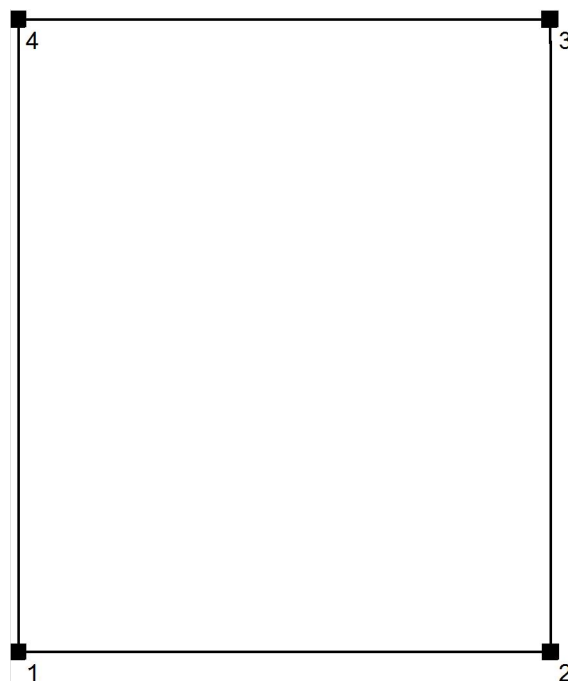
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DE PERSONAL DE OPERACIONES / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 58.77 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(7.030 0.000)	7.030
Pared 2	50	(7.030 0.000)	(7.030 8.360)	8.360
Pared 3	50	(7.030 8.360)	(0.000 8.360)	7.030
Pared 4	50	(0.000 8.360)	(0.000 0.000)	8.360

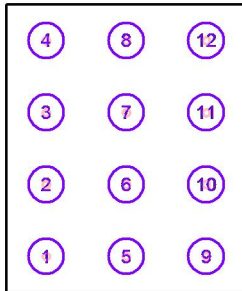
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SALA DE PERSONAL DE OPERACIONES / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.170	1.040	2.713	0.0	0.0	90.0
2	1.170	3.130	2.713	0.0	0.0	90.0
3	1.170	5.220	2.713	0.0	0.0	90.0
4	1.170	7.310	2.713	0.0	0.0	90.0
5	3.510	1.040	2.713	0.0	0.0	90.0
6	3.510	3.130	2.713	0.0	0.0	90.0
7	3.510	5.220	2.713	0.0	0.0	90.0
8	3.510	7.310	2.713	0.0	0.0	90.0
9	5.850	1.040	2.713	0.0	0.0	90.0
10	5.850	3.130	2.713	0.0	0.0	90.0
11	5.850	5.220	2.713	0.0	0.0	90.0
12	5.850	7.310	2.713	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

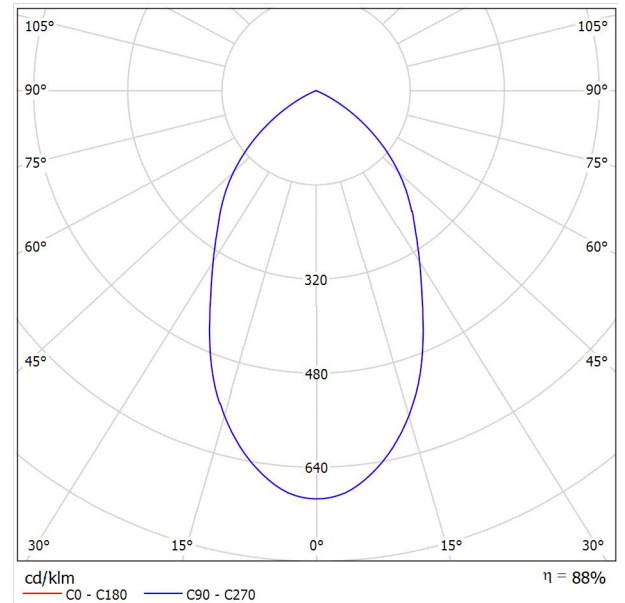
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

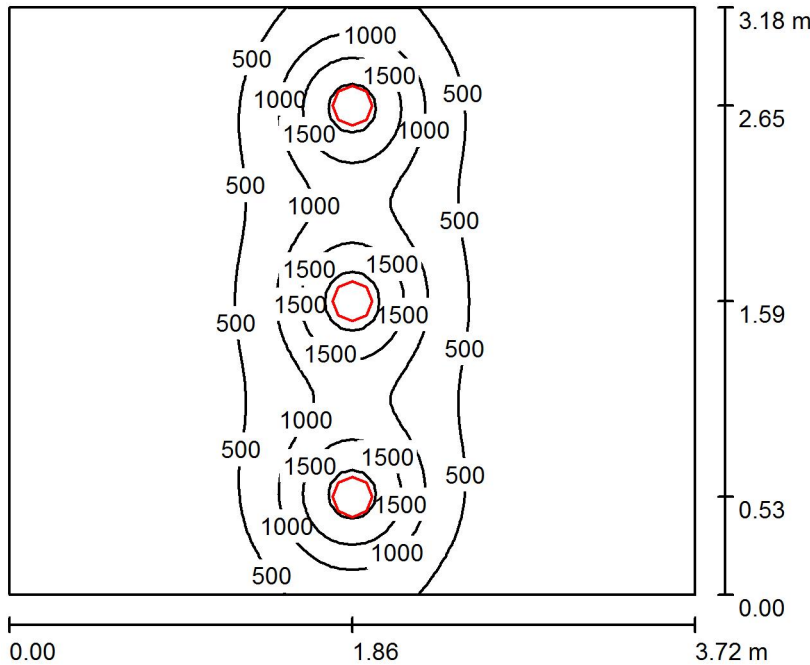
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9		
4H	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	
	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9		
8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
12H	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4						
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3						
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	6.0					6.0						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total												

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SECRETARIA / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:41

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	437	31	2301	0.071
Suelo	20	291	140	468	0.479
Techo	70	56	37	73	0.664
Paredes (4)	50	116	37	533	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	1.800 m	Pared izq	25	25	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	25	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
Total:			6336	7200	66.0

Valor de eficiencia energética: $5.58 \text{ W/m}^2 = 1.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.83 m^2)

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SECRETARIA / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 1.800 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 11.83 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(3.720 0.000)	3.720
Pared 2	50	(3.720 0.000)	(3.720 3.180)	3.180
Pared 3	50	(3.720 3.180)	(0.000 3.180)	3.720
Pared 4	50	(0.000 3.180)	(0.000 0.000)	3.180

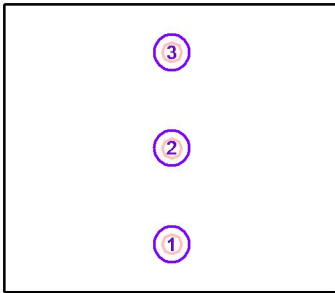
SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
Teléfono -
Fax -
e-Mail da.robalino04@gmail.com

SECRETARIA / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.860	0.530	2.713	0.0	0.0	0.0
2	1.860	1.590	2.713	0.0	0.0	0.0
3	1.860	2.650	2.713	0.0	0.0	0.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerente General
Empresa: SOLINFRA

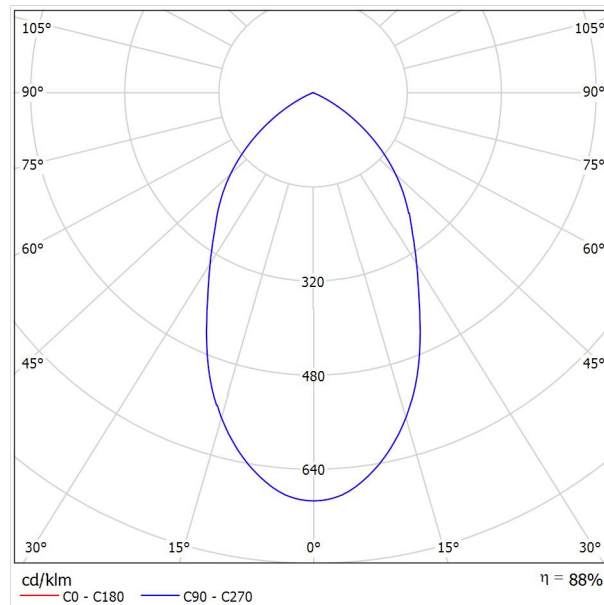
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail -

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

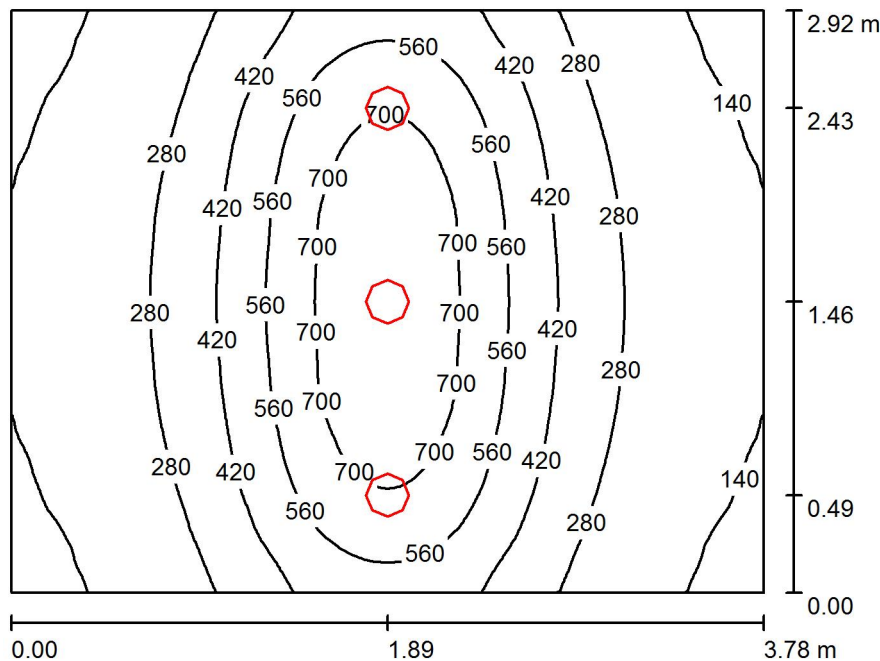
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	20	50	30	50	30	20		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9		
4H	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	
	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9		
8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
12H	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	
	6H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	
	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4						
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3						
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	6.0					6.0						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total												

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail -

SUBSECRETARIA DE OPERACIONES / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	381	109	803	0.287
Suelo	20	304	145	495	0.478
Techo	70	60	39	81	0.659
Paredes (4)	50	124	39	618	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	25	25	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	25	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
			Total: 6336	Total: 7200	66.0

Valor de eficiencia energética: $5.98 \text{ W/m}^2 = 1.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.04 m^2)

SOLINFRA

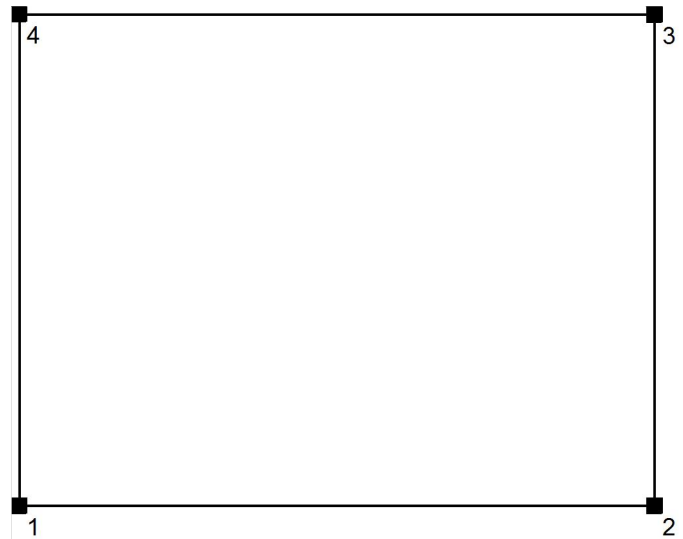
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail -

SUBSECRETARIA DE OPERACIONES / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 11.04 m²



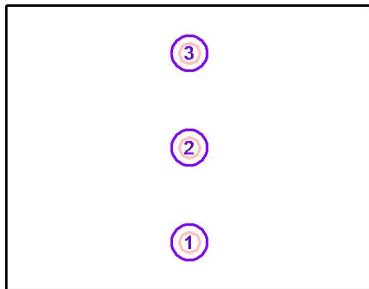
Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(3.780 0.000)	3.780
Pared 2	50	(3.780 0.000)	(3.780 2.920)	2.920
Pared 3	50	(3.780 2.920)	(0.000 2.920)	3.780
Pared 4	50	(0.000 2.920)	(0.000 0.000)	2.920

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
Teléfono -
Fax -
e-Mail -

SUBSECRETARIA DE OPERACIONES / Luminarias (lista de coordenadas)**PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840**

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.890	0.490	2.713	0.0	0.0	90.0
2	1.890	1.460	2.713	0.0	0.0	90.0
3	1.890	2.430	2.713	0.0	0.0	90.0

3.4.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ALIMENTADO POR PANELES FV.

Contacto: Ing. Danilo Orellana
N° de encargo: Gerenre General
Empresa: SOLINFRA

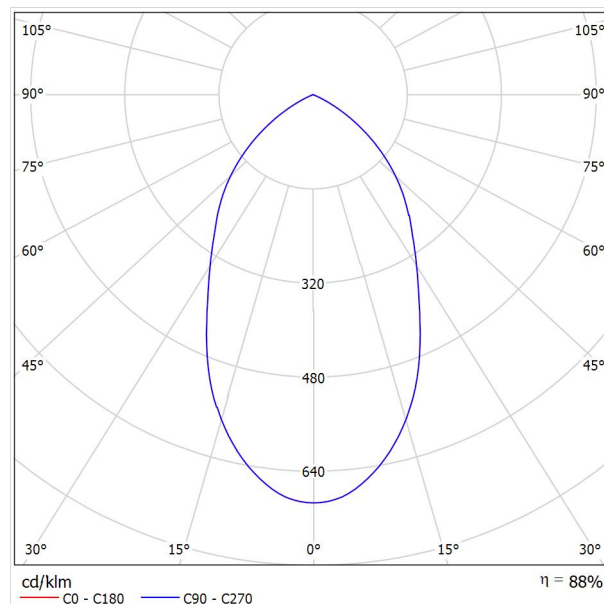
Fecha: 06.06.2017
Proyecto elaborado por: Daniel Robalino

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 72 97 100 100 88

CoreLine Downlight: La solución económica para la iluminación de interiores. La familia CoreLine Downlight se ha diseñado para sustituir los downlights convencionales de fluorescencia compacta. Su atractiva relación calidad precio ayuda a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas luminarias crean un efecto de iluminación natural para su uso en aplicaciones de iluminación general. También ofrecen ahorros de energía al instante y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente. Son fáciles de instalar gracias a su tamaño de corte estándar y conectores push-in.

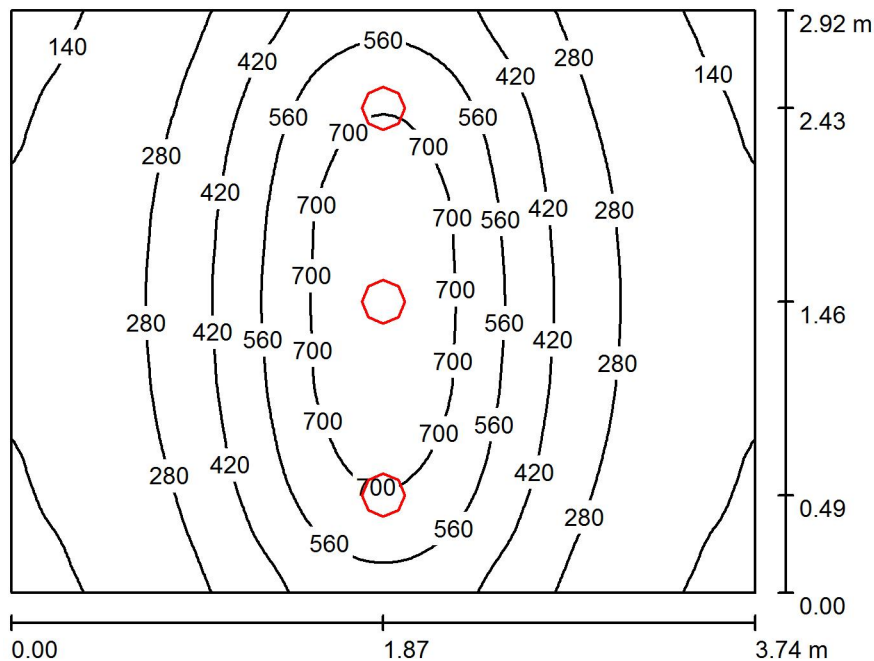
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Techo											
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3	24.9	25.9	25.2	26.1	26.3
	3H	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2	24.8	25.7	25.1	25.9	26.2
	4H	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1	24.8	25.6	25.1	25.8	26.1
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
	8H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	24.6	25.3	25.0	25.6	25.9	
4H	2H	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3	24.9	25.8	25.3	26.0	26.3
	3H	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2	24.9	25.5	25.2	25.8	26.2
	4H	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1
	6H	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0	24.7	25.2	25.1	25.6	26.0
	8H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
12H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	
8H	4H	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9	24.7	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8	24.6	25.0	25.1	25.4	25.8
	8H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	12H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
12H	4H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9
	6H	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8	24.6	24.9	25.0	25.3	25.8
	8H	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8	24.5	24.8	25.0	25.3	25.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4					
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3					
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	6.0					6.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SUBSECRETARIA DE OPERACIONES / Resumen



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.713 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	384	112	803	0.292
Suelo	20	306	147	496	0.480
Techo	70	60	40	82	0.661
Paredes (4)	50	125	40	618	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	25	25	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	25	25	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840 (1.000)	2112	2400	22.0
			Total: 6336	Total: 7200	66.0

Valor de eficiencia energética: $6.04 \text{ W/m}^2 = 1.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.92 m^2)

SOLINFRA

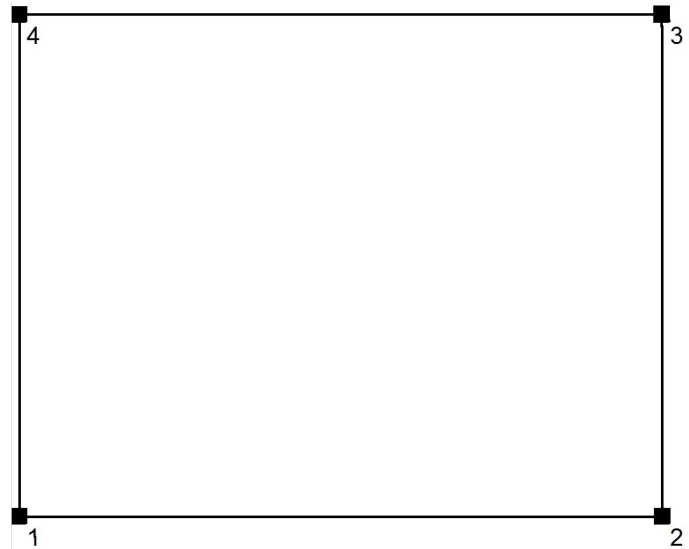
Proyecto elaborado por Daniel Robalino
 Teléfono -
 Fax -
 e-Mail da.robalino04@gmail.com

SUBSECRETARIA DE OPERACIONES / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.600 m
 Base: 10.92 m²



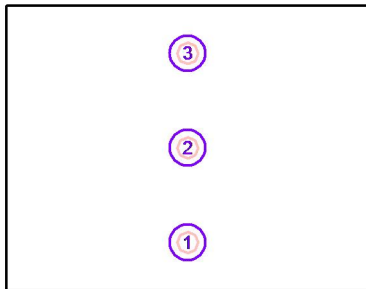
Superficie	Rho [%]	desde ([m] [m])	hacia ([m] [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 0.000)	(3.740 0.000)	3.740
Pared 2	50	(3.740 0.000)	(3.740 2.920)	2.920
Pared 3	50	(3.740 2.920)	(0.000 2.920)	3.740
Pared 4	50	(0.000 2.920)	(0.000 0.000)	2.920

SOLINFRA

Proyecto elaborado por Daniel Robalino
Teléfono -
Fax -
e-Mail da.robalino04@gmail.com

SUBSECRETARIA DE OPERACIONES / Luminarias (lista de coordenadas)**PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840**

2112 lm, 22.0 W, 1 x 1 x LED20S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.870	0.490	2.713	0.0	0.0	90.0
2	1.870	1.460	2.713	0.0	0.0	90.0
3	1.870	2.430	2.713	0.0	0.0	90.0

ANEXO III

1

2

3

4

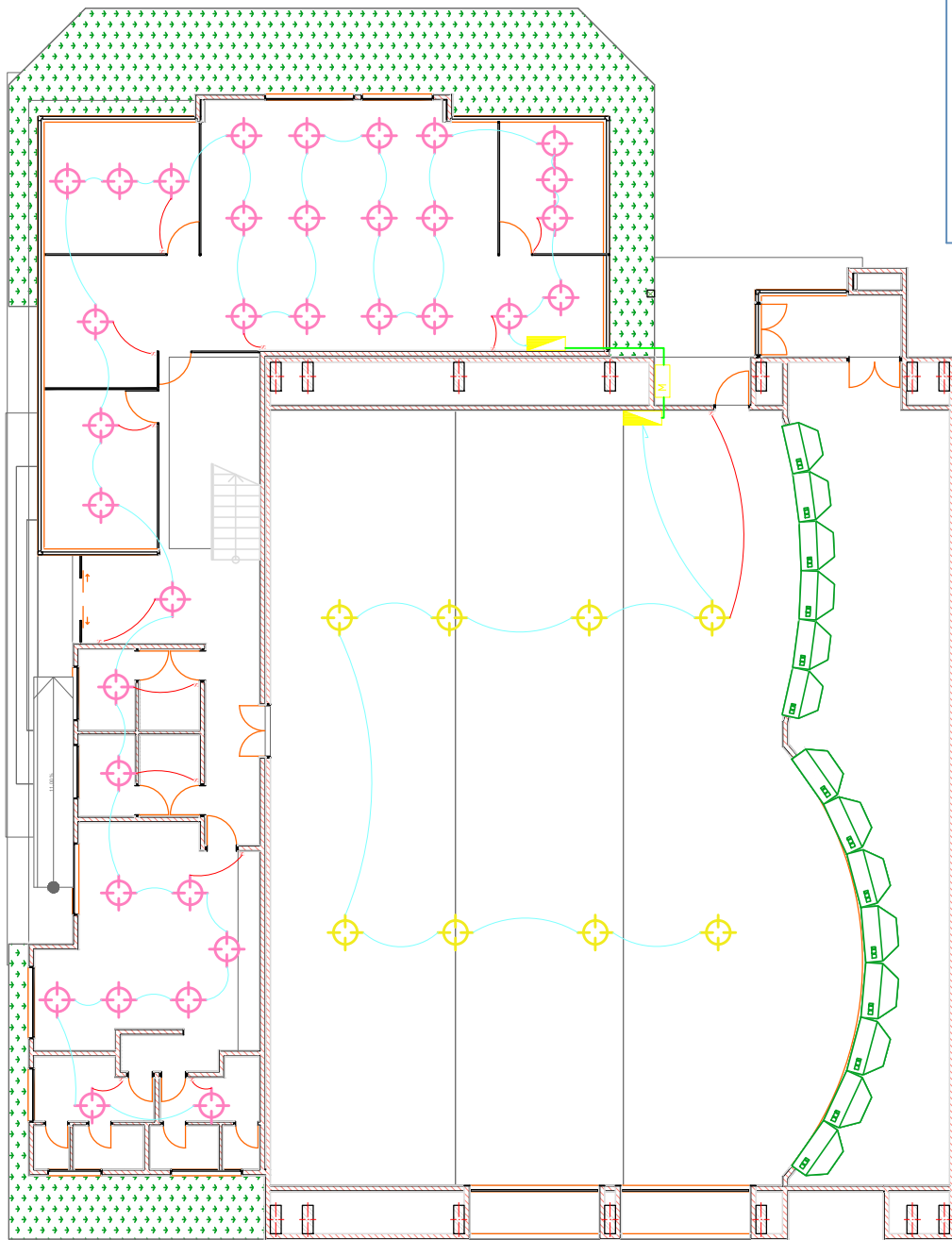
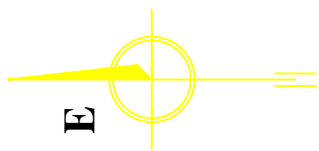
A

B

C

D

E



SIMBOLOGIA ELECTRICAS	
	CIRCUITO DE LUMINARIAS TUB.ø 1/2"-2#12
	LUMINARIA PHILIPS DN131B D217 1xLED20S/840
	LAMPARA PHILIPS BY121P G3 1xLED20SS/840
	INTERRUPTOR SIMPLE
	CAJA DE BREAKERS
	MEDIDOR

				Tolerancia: ±1	Peso: —	Material: VARIOS	
				Fecha Dibujó: 25/09/2017	Nombre Daniel Robalino	Título: PLANTA-BAJA-SOLINFRA	Escala : 1:200
				Revisó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				Aprobó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				U.T.A.		No. Lámina: 01 de 02	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

1

2

3

4

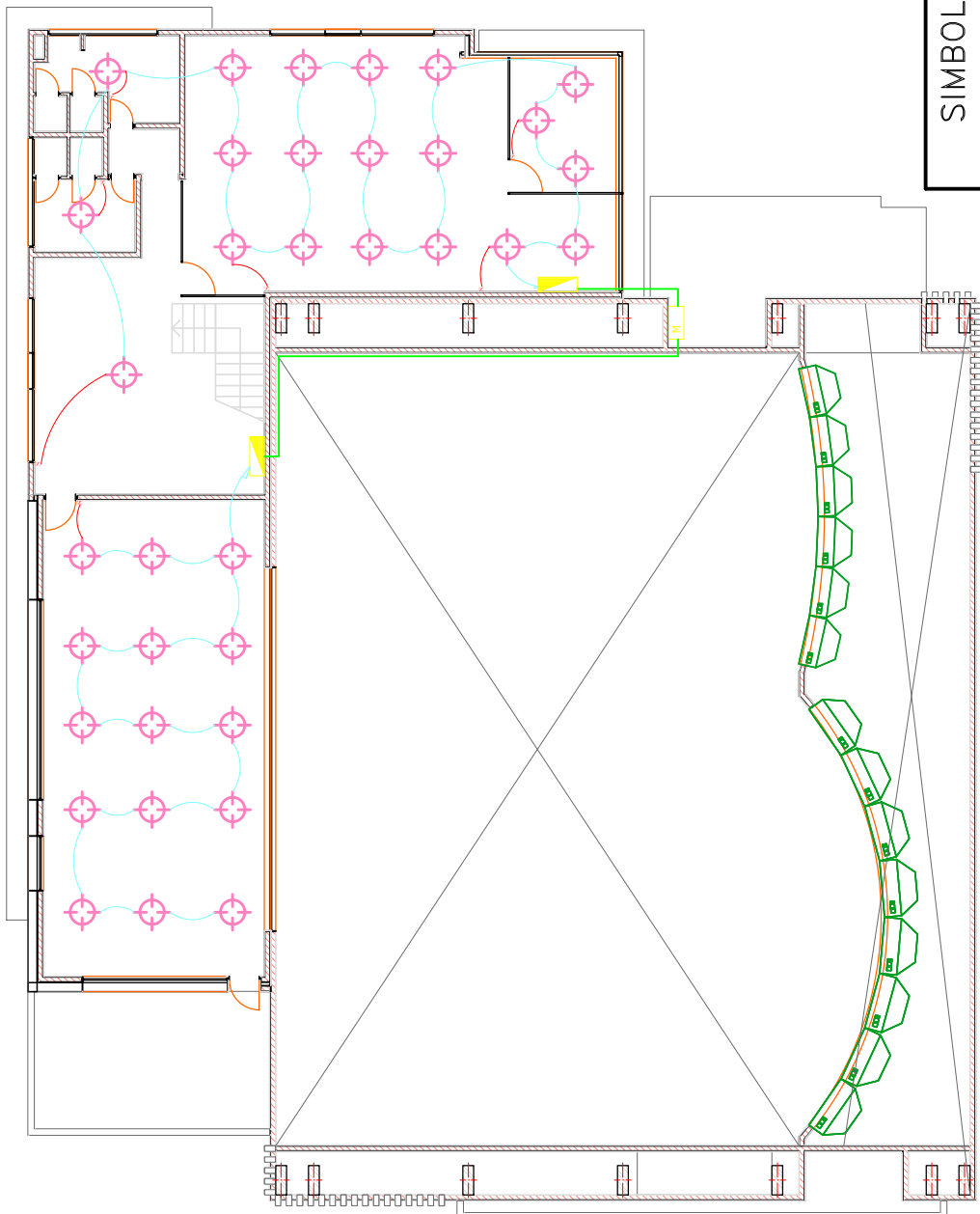
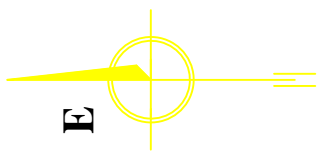
A

B

C

D

E



SIMBOLOGÍA ELECTRICAS	
	CIRCUITO DE LUMINARIAS TUB.Ø 1/2"-2#12
	LUMINARIA PHILIPS DNI31B D217 1xLED205/840
	LAMPARA PHILIPS BY121P G3 1xLED205S/840
	INTERRUPTOR SIMPLE
	CAJA DE BREAKERS
	MEDIDOR

				Tolerancia: ±1	Peso: —	Material: VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala :
				Dibujó: 25/09/2017	Daniel Robalino	PLANTA-ALTA-SOLINFRA	1:200
				Revisó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				Aprobó: 25/09/2017	Ing. Danilo Orellana		
				U.T.A.		No. Lámina:	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		02 de 02	
						(Sustitución)	

ANEXO IV

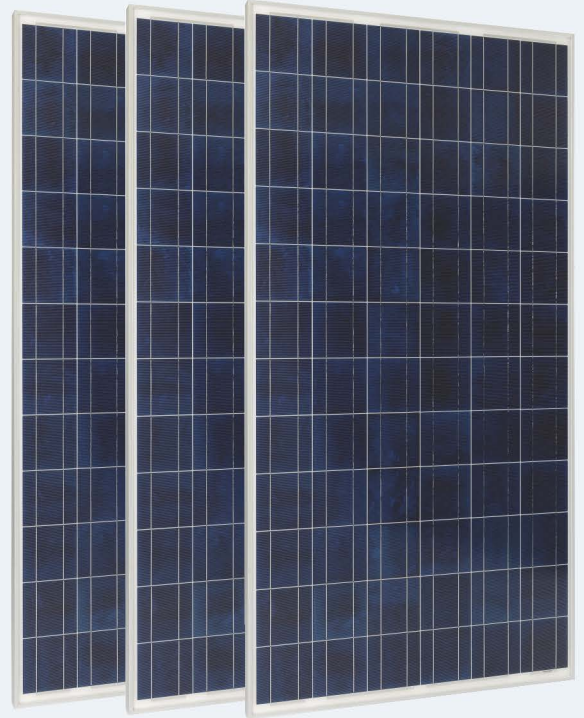


PERLIGHT

Powering Possibilities

PLM-310P-72 SERIES

Polycrystalline Silicon Solar Module



PERLIGHT SOLAR

Founded in 2006, Perlight is a Global Solar Energy provider with a presence in more than 35 countries around the world. More than 1.5GW of Perlight modules have been used in residential, commercial and off-grid systems around the world.

Perlight's success has been built on proven product performance and reliability, state of the art technology and long term partnerships with key customers.

17.0% -18.0%

CELL EFFICIENCY

12 YEARS

PRODUCT WARRANTY

0 -3%

POWER TOLERANCE

POWER WARRANTY

25 YEAR 80% Power Output Warranty

12 YEAR 90% Power Output Warranty

12 YEAR Material & Workmanship Warranty



Performance

High output and efficiency even under low light conditions



Versatility

Salt mist corrosion tested, perfect for harsh climatic conditions



Reliability

Durable and reliable solar panels due to stringent quality control measures, testing and strict selection of raw materials and components. PID free (TUV certified)



Design and Innovation

Perlight is committed to innovation and constantly working to provide the next breakthrough in solar technology: the new All Black panel is an example of this commitment.

POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES

ELECTRICAL PERFORMANCE

Module type	PLM-310P-72						
Power output	P_{max}	W	290	295	300	305	310
Power output tolerances	ΔP_{max}	%					0 - 3
Voltage at Pmax	V_{mpp}	V	37.14	37.58	38.08	38.32	38.47
Current at Pmax	I_{mpp}	A	7.81	7.85	7.88	7.96	8.06
Open-circuit voltage	V_{oc}	V	44.84	44.92	45.10	45.30	45.47
Short-circuit current	I_{sc}	A	8.38	8.47	8.49	8.52	8.60

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM 1.5g spectrum according to EN 60904-3.

THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	45±2
Temperature coefficient of Pmax	μ	%/°C	-0.45
Temperature coefficient of Voc	B_{voc}	%/°C	-0.34
Temperature coefficient of Isc	α_{isc}	%/°C	0.06
Temperature coefficient of Vmpp	B_{vmpp}	%/°C	-0.40

OPERATING CONDITIONS

Max. system voltage	1000V _{dc}
Limiting reverse current	15A
Operating temperature range	-40°C to 85°C
Max. static load front (e.g., snow)	5400Pa
Max. static load back (e.g., wind)	2400Pa
Max. hailstone impact (diameter / velocity)	25mm / 23m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Front cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Backsheet (color)	white
Cell (quantity / material / dimensions)	72 / polycrystalline silicon / 156 x 156mm
Frame (material / color)	anodized aluminum alloy / silver
Junction box (protection degree)	> IP65
Cables & Plug connectors	900mm / 4mm ² & MC4 compatible / IP67
Module Dimensions (L / W / H)	1956mm x 992mm x 40mm
Module Weight	21.6kg

PACKING DETAILS

Container	20'GP	40'HQ
Pieces per pallet	52	56
Pallets per container	5	11
Pieces per container	260	616



PERLIGHT
Powering Possibilities

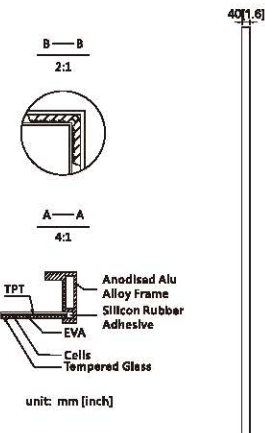
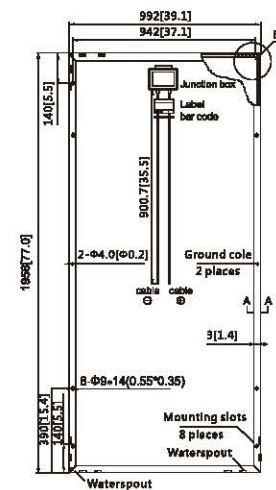
Perlight Partners

QUALIFICATIONS & CERTIFICATIONS

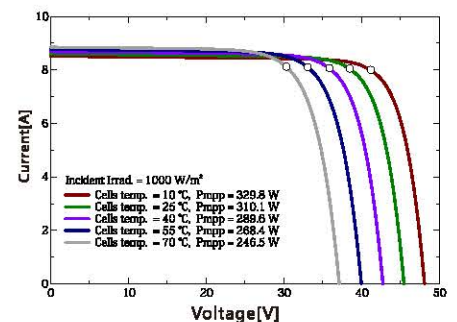
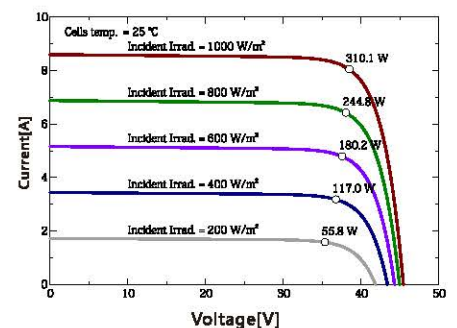
IEC 61215, IEC 61730, CE, IEC 62804 (PID Free), UL 1703, J-PEC, PV CYCLE, IEC/EN 61701, IEC 62716



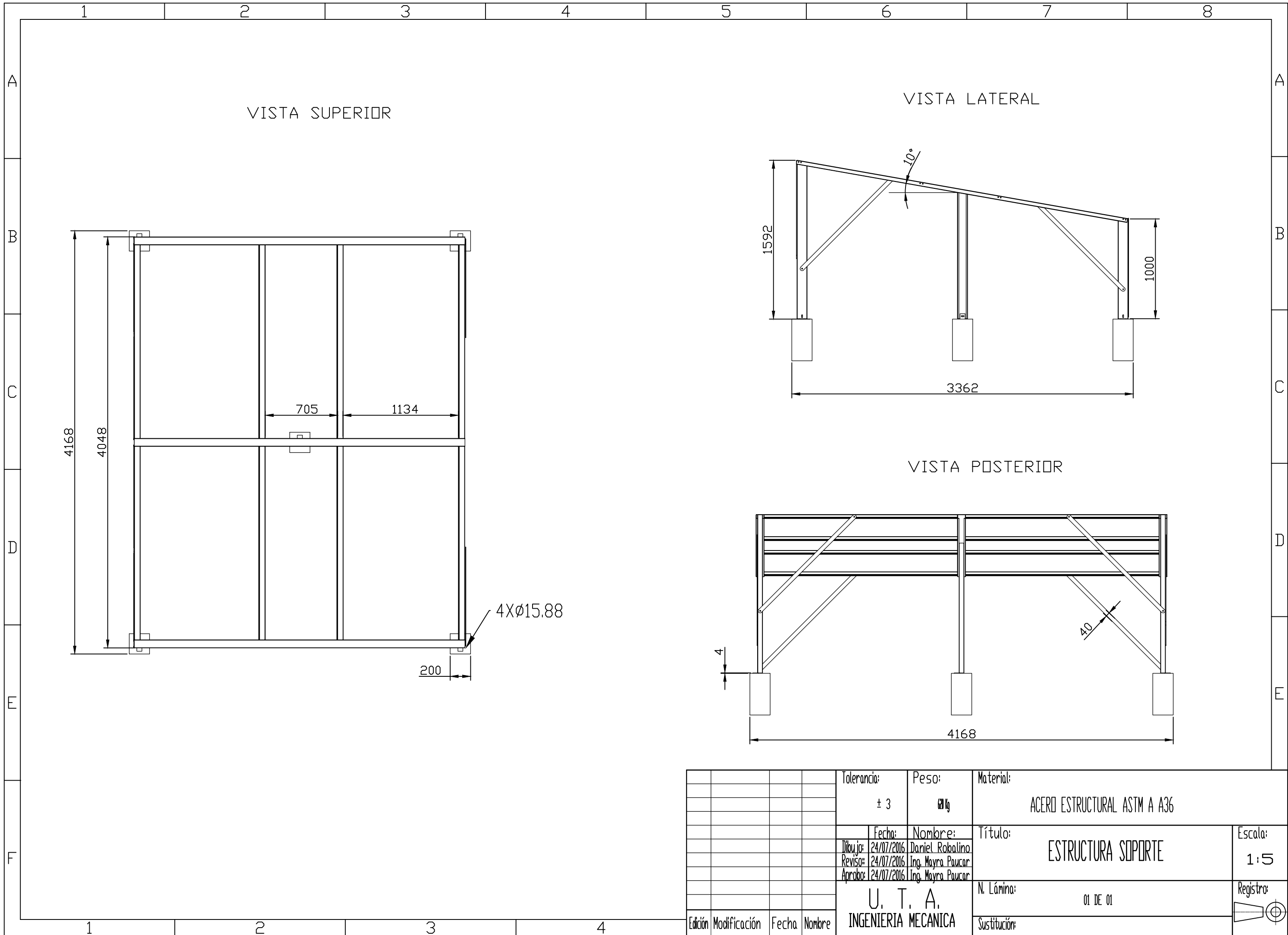
Module Diagram:



Electrical Curves:



ANEXO V



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 3	60 kg	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A 36	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				Dibujó: 24/07/2016	Daniel Robalino	ESTRUCTURA SOPORTE	1:5
				Revisó: 24/07/2016	Ing. Mayra Paucar		
				Aprobó: 24/07/2016	Ing. Mayra Paucar		
				U. T. A. INGENIERIA MECANICA		N. Lámina:	Registro:
						01 DE 01	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

ANEXO VI

SUNNY BOY 6000TL-US / 7000TL-US / 8000TL-US / 9000TL-US / 10000TL-US / 11000TL-US



SB 6000TLUS-12 / SB 7000TLUS-12 / SB 8000TLUS-12 /
SB 9000TLUS-12 / SB 10000TLUS-12 / SB 11000TLUS-12



NOW AVAILABLE FOR 240 V



Innovative

- First transformerless SMA inverter to be certified in accordance with UL 1741
- First inverter with arc-fault circuit interrupter listed according to UL 1699B

Economical

- Maximum efficiency of 98.7%
- Class-leading CEC efficiency of 98.5%
- Superior MPP tracking with OptiTrac™
- Transformerless, with H5 topology

Reliable

- OptiCool™ active temperature management

Convenient

- Integrated DC disconnect
- SMA Power Balancer for three-phase grid connection

SUNNY BOY 6000TL-US / 7000TL-US / 8000TL-US / 9000TL-US / 10000TL-US / 11000TL-US

Transformerless design, maximum energy production

The Sunny Boy TL-US series is UL listed for North America and features SMA's innovative H5 topology, resulting in superior efficiencies of more than 98 percent and unmatched solar power production. The transformerless design reduces weight, increases the speed of payback and provides optimum value for any residential or decentralized commercial PV system. The Sunny Boy TL-US series for North America is the ideal choice in transformerless technology.

Sunny Boy 8000TL-US 208 V	Sunny Boy 8000TL-US 240 V	Sunny Boy 9000TL-US 208 V	Sunny Boy 9000TL-US 240 V
10000 W	10000 W	11250 W	11250 W
8400 W	8300 W	9400 W	9300 W
600 V	600 V	600 V	600 V
300 V - 480 V / 345 V	345 V - 480 V / 379 V	300 V - 480 V / 345 V	345 V - 480 V / 379 V
300 V / 360 V	345 V / 360 V	300 V / 360 V	345 V / 360 V
27.9 A	24.1 A	31.4 A	27.1 A
27.9 A	24.1 A	31.4 A	27.1 A
1	1	1	1
6	6	6	6

8000 W / 8000 VA		9000 W / 9000 VA	
208 V / 183 V - 229 V	240 V / 211 V - 264 V	208 V / 183 V - 229 V	240 V / 211 V - 264 V
60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz
38.5 A	33.4 A	43.3 A	37.5 A
	1		1
	1 / 2		1 / 2

98 % / 98.6 %	98 % / 98.6 %	98 % / 98.6 %	98 % / 98.7 %
---------------	---------------	---------------	---------------

●	●
●	●
-	-
●	●
●	●
I	I
IV	IV

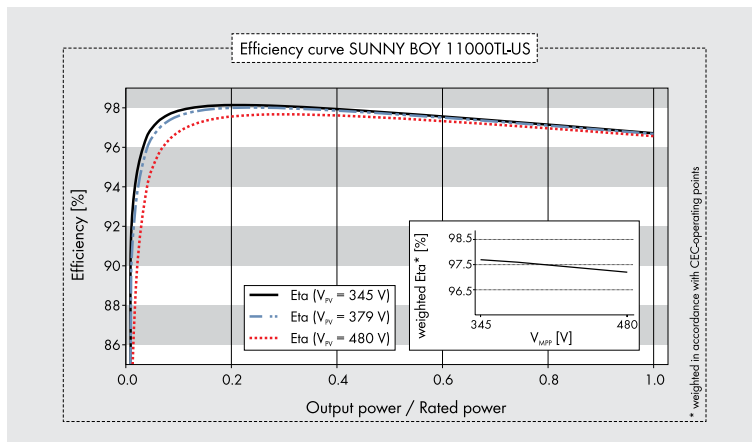
470 / 615 / 240 mm (18.4 / 24.1 / 9.5 inch)	470 / 615 / 240 mm (18.4 / 24.1 / 9.5 inch)
187 / 297 / 190 mm (7.28 / 11.7 / 7.5 inch)	187 / 297 / 190 mm (7.28 / 11.7 / 7.5 inch)
35 kg / 78 lb	35 kg / 78 lb
3.5 kg / 8 lb	3.5 kg / 8 lb
-40 °C ... +60 °C / -40 °F ... +140 °F	-40 °C ... +60 °C / -40 °F ... +140 °F
46 dB(A)	46 dB(A)
0.15 W	0.15 W
Transformerless H5	Transformerless H5
OptiCool	OptiCool
NEMA 3R	NEMA 3R
NEMA 3R	NEMA 3R
100 %	100 %

Screw terminal	Screw terminal
Screw terminal	Screw terminal
Text line	Text line
○ / ○	○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○

UL1741, UL1998, IEEE1547, FCC Part 15 (Class A & B), CAN/CSA C22.2 107.1-1, UL 1699B

Technical data	Sunny Boy 10000TL-US 208 V	Sunny Boy 10000TL-US 240 V	Sunny Boy 11000TL-US 240 V
Input (DC)			
Max. recommended PV power (@ module STC)	12500 W	12500 W	13750 W
Max. DC power (@ cos φ = 1)	10500 W	10350 W	11500 W
Max. input voltage	600 V	600 V	600 V
MPP voltage range / rated input voltage	300 V - 480 V / 345 V	345 V - 480 V / 379 V	345 V - 480 V / 379 V
Min. input voltage / initial input voltage	300 V / 360 V	345 V / 360 V	345 V / 360 V
Max. input current	35 A	30.2 A	33.3 A
Max. input current per string	35 A	30.2 A	33.3 A
Number of independent MPP inputs	1	1	1
Strings per MPP input @ Combiner Box	6	6	6
Output (AC)			
Rated power / max. apparent AC power	10000 W / 10000 VA		11000 W / 11000 VA
Nominal AC voltage / nominal AC voltage range	208 V / 183 V - 229 V	240 V / 211 V - 264 V	240 V / 211 V - 264 V
AC power frequency / range	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz
Max. output current	48.1 A	41.7 A	45.8 A
Power factor at rated power	1		1
Feed-in phases / connection phases	1 / 2		1 / 2
Efficiency			
CEC efficiency / max. efficiency	97.5 % / 98.6 %	98 % / 98.7 %	98 % / 98.7 %
Protective devices			
DC reverse polarity protection	●	●	●
AC short-circuit current capability	●	●	●
Galvanic isolation	—	—	—
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●	●	●
Arc-fault circuit interrupter (according to UL 1699B)	●	●	●
Protection class	I	I	I
Overtoltage category	IV		IV
General data			
Dimensions (W / H / D)	470 / 615 / 240 mm (18.4 / 24.1 / 9.5 inch)		
Dimensions of DC Disconnect (W / H / D)	187 / 297 / 190 mm (7.28 / 11.7 / 7.5 inch)		
Weight	35 kg / 78 lb		
Weight of DC Disconnect	3.5 kg / 8 lb		
Operating temperature range	-40 °C ... +60 °C / -40 °F ... +140 °F		
Noise emission (typical)	46 dB(A)		46 dB(A)
Self-consumption (night)	0.15 W		0.15 W
Topology	Transformerless H5		Transformerless H5
Cooling concept	OptiCool		OptiCool
Degree of protection	NEMA 3R		NEMA 3R
Degree of protection of connection area	NEMA 3R		NEMA 3R
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100 %		100 %
Features			
DC connection	Screw terminal		Screw terminal
AC connection	Screw terminal		Screw terminal
Display	Text line		Text line
Interface: RS485 / Bluetooth	○ / ○		○ / ○
Warranty: 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○		● / ○ / ○
Certificates and approvals (more available on request)	UL1741, UL1998, IEE1547, FCC Part 15 (Class A & B), CAN/CSA C22.2 107.1-1, UL 1699B		
NOTE: US inverters ship with gray lids			
Type designation	SB 10000TLUS-12		SB 11000TLUS-12

SUNNYBOY®/11TLUS124613 Sunny Boy, OptiCool, H5 and SMA are registered trademarks of SMA Solar Technology AG. Text and figures comply with the state of the art applicable when printing. Subject to technical changes. We accept no liability for typographical and other errors. Printed on chlorine-free paper.



Accessories



Sunny Boy Combiner Box
SBCBL6-10



Bluetooth Piggy-Back
BTPBINV-NR
with External Antenna
BTPB-EXTANT-NR



Interface RS485
485USPB-NR



SMA Power Balancer Set
PBL-SBUS-10-NR

● Standard feature ○ Optional feature — Not available
Data at nominal conditions

ANEXO VII





Anexo VII Lecturas Horaria de Radiación (secretaria del Ambiente de la ciudad de Quito)

Desde 07/03/2016 1:00 hasta 07/03/2016 24:00

Magnitud - unidad	Fecha	Hora	Los chillos
RADIACIÓN SOLAR W/m ²	Lunes, 7 de Marzo de 2016	01:00	0
		02:00	0
		03:00	0
		04:00	0
		05:00	0
		06:00	0
		07:00	1,35
		08:00	56,66
		09:00	182,64
		10:00	242,9
		11:00	235,95
		12:00	247,17
		13:00	387,65
		14:00	350,36
		15:00	214,2
		16:00	191,47
		17:00	65,58
		18:00	18,22
		19:00	0,52375
		20:00	0
		21:00	0
		22:00	0
		23:00	0
		24:00	0

Fuente: [20]

ANEXO VIII

COTIZACIÓN						
SISTEMA FOTOVOLTAICO DE APORTE A LA RED						
CLIENTE:		Oferta No.	SS100177_1	Fecha:	10-jul-17	
UBICACIÓN:	Quito	Preparado por:	S. Sánchez			
PROVINCIA:	Pichincha	Aprobado por:	S. Sánchez			
Ítem	Descripción	Foto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD	Precio Total USD
A. Materiales y Equipos						10.500,00
A.1	Inversor de conexión a red Sunny Boy 10000TL-US		u	1,00	3.900,00	3.900,00
A.3	Panel fotovoltaico policristalino Phonosolar 310 Wp /24 Vdc. Certificados internacionales.		u	20,00	220,00	4.400,00
A.5	Soporte metálico con perfil galvanizado para paneles		u	20,00	35,00	700,00
A.6	Kit de instalación: Cables, tuberías, tablero conexión, otros.		u	1,00	1.500,00	1.500,00
B. Mano de obra						\$1.313,00
B.1	Mano de obra		gl	1,00	12,5%	1.313,00
C. Subtotal costos directos (Ítem A+B)						\$11.813,00
D. Subtotal costos indirectos						12%
TOTAL PRESUPUESTO DE OBRA SIN IVA						\$13.231,00

SON: Trece mil doscientos treinta y uno 00/100 US Dólares

FORMA DE PAGO:

70% inicio
 30% contra entrega

USD más IVA
 10.373,10
 4.445,62

TIEMPO DE ENTREGA

60 días

VALIDEZ DE LA OFERTA:

20 días

Ing. Santiago Sánchez
 GERENTE GENERAL
 ENERPRO



Cymelectro Cia. Ltda.

Construcción, Materiales y Equipo Eléctrico
 Telf: (593) 2 256 8031/255 1630 PBX: 250 0731
 www.cymelectro.com

Suministro de Estructuras y Gabinetes Metálicos para Equipos Fotovoltaicos

Atención: Ing. Santiago Sánchez
Empresa: Enerpro
Fecha: 23 de febrero del 2017

COTIZACIÓN # CY-565-0223-17

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Estructura soporte en suelo: - Inclinação: mínimo 10° sobre la horizontal - Altura mínima respecto al suelo: 1 m - Fabricada en perfiles metálicos ASTM A36 - Estructura desarmable para transporte - Recubrimiento: Galvanizada según norma ASTM 123A - Máxima resistencia de velocidad del viento: 120 km/h - Vida útil: 20 años	U	1	\$ 572,68	\$ 572,68
2	Estructura soporte en Poste: - Inclinação: mínimo 10° sobre la horizontal - Diámetro de Poste: 2.5 pulgadas - Altura: 3000 mm - Espesor: 3 mm - Fabricada en perfiles metálicos ASTM A36 - Estructura desarmable para transporte - Recubrimiento: Galvanizada según norma ASTM 123A - Máxima resistencia de velocidad del viento: 120 km/h - Vida útil: 20 años - La fijación del poste se realiza con dos varillas cruzadas de 50 cm para consolidar la fijación en el suelo. - El soporte para paneles fotovoltaicos es una estructura fabricada con ángulos, en forma de H. ** En caso de requerir la instalación de más de un panel, el diámetro del tubo y el tamaño de la H pueden variar.	U	1	\$ 107,92	\$ 107,92
3	Bancada para 2 Baterías: - Altura mínima respecto al suelo: 15 cm - Fabricada en perfiles metálicos ASTM A36 - Recubrimiento: Galvanizada según norma ASTM 123A - Carga mínima: 150 kg - La estructura cuenta con protecciones para evitar desconexiones y movimiento de las baterías; y la opción de tener doble altura.	U	1	\$ 48,00	\$ 48,00
4	Gabine Metálico para almacenaje de equipos fotovoltaicos (inversor, regulador, y protecciones): - Cierre con llave triangular - Accesorios de anclaje para pared - Rejillas laterales, con mallas para evitar el ingreso de insectos y polvo. - Fabricado en acero galvanizado al caliente - Recubrimiento: pintura electrostática (color: a convenir)	U	1	\$ 67,13	\$ 67,13
5	Bancada para Acumulador de 6 Baterías: - Altura mínima respecto al suelo: 15 cm - Fabricada en perfiles metálicos ASTM A36 - Recubrimiento: Galvanizada según norma ASTM 123A - Carga mínima: 150 kg - La estructura cuenta con protecciones para evitar desconexiones y movimiento de las baterías; y la opción de tener doble altura.	U	1	\$ 262,00	\$ 262,00

6	<p>Gabine Metálico para almacenaje de equipos fotovoltaicos para sistema individual.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventanilla para revisión de medidor - Porta Planos - Cierre con llave triangular - Doble Fondo - Accesorios de anclaje para pared - Prensaestopas - Canaletas para cableado Interno - Bisagras de Aluminio - Rejillas laterales, con mallas para evitar el ingreso de insectos y polvo. - Fabricado en acero galvanizado al caliente - Recubrimiento: pintura electrostática (color: a convenir) 	U	1	\$ 133,00	\$ 133,00	
					Subtotal	\$ 572,68
					IVA 14%	\$ 80,18
					Inversión Total	\$ 652,86

NOTA:

Todos los materiales, equipos, y servicios cumplen con la normativa vigente de la construcción y normas INEN establecidas en ECUADOR.

Forma de Pago:

50% de Anticipo

50% Contra Entrega

Validez de la oferta: 5 Días

Tiempo de Entrega: 30 Días a partir de la efectivización del anticipo.

Se podrán realizar entregas parciales de acuerdo al avance de obra.

Atentamente,

 Ing. José Daniel Salinas Rojas
 Jefe de Planta
 Cymelectro Cía Ltda.

