



## Cláusula de cesión de derecho de publicación de tesis/monografía

Yo Hernan Gregorio Avila Hilari C.I. 6004155 LP  
autor/a de la tesis titulada

Eficiencia de energía, uso de tecnologías y  
Energía Alternativa en la parada de Buses (Caso Wayna Bus - El Alto)

mediante el presente documento de constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de

Maestría en Gestión Estratégica de Energía -  
Hidrocarburos y Electricidad

En la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede académica La Paz.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Académica La Paz, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación a partir de la fecha de defensa de grado, pudiendo, por lo tanto, la Universidad utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en formato virtual, electrónico, digital u óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamo de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría Adjunta a la Secretaria General sede Académica La Paz, los tres ejemplares respectivos y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Fecha. 29 / 01 / 2020

Firma: 

**UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR**

**SEDE ACADÉMICA LA PAZ**



**ÁREA DE ECONOMÍA**

**TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER  
MAESTRÍA EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE ENERGÍA - HIDROCARBUROS  
Y ELECTRICIDAD  
2014 -2015**

**“EFICIENCIA DE ENERGÍA, USO DE TECNOLOGÍAS Y ENERGÍA  
ALTERNATIVA EN LA PARADA DE BUSES (CASO WAYNA BUS - EL ALTO)”**

**MAESTRANTE :** Hernan Gregorio Avila Hilari

**TUTOR :** MA. Lic. Maria del Carmen Choque

La Paz - Bolivia

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios porque jamás me dejó solo en los momentos donde hubo aflicción, vi que no me olvidó, ¡gracias!, por darme la vida y permitir conocer más de este mundo maravilloso.

A mis hijos: Rodrigo y Thiago, que son mi inspiración y fuerza para seguir luchando hasta lograr cumplir mis metas. A mis padres: Juan y Gregoria por su amor y apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi profundo agradecimiento a las instituciones y personas que hicieron posible su desarrollo: Al Gobierno Autonomo Municipal de El Alto (GAMEA). A la Secretaria Departamental de Transporte público del GAMEA. De una manera muy especial nos referimos, A la Lic. Moises Avila. Gracias por permitirnos formar parte de su entorno y por la oportunidad de hacer la tesis en mención.

Un profundo agradecimiento para mi asesora; la Ma. Lic. Maria del Carmen Choque, por todo su apoyo en la elaboración de esta tesis, su importantísima e indispensable contribución a este trabajo.

Agradecer a mi esposa por enseñarme la vida desde una visión diferente, por ayudarme a crecer, por ser como es conmigo.

Un agradecimiento especial para mis hermanos Moises, Adrian, Irene y Sandra por su apoyo moral incondicional.

# CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPITULO II ASPECTOS GENERALES.....	12
2.1. ANTECEDENTES.....	12
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
2.4. HIPÓTESIS.....	13
2.5. OBJETIVO GENERAL.....	13
2.6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
CAPITULO III MARCO TEÓRICO Y DEFINICIONES.....	15
3.1 MARCO NORMATIVO.....	15
3.2 MARCO TEÓRICO.....	16
3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	16
3.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	16
3.5 LA ENERGÍA ALTERNATIVA SOLAR.....	16
3.6 LEYES DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.....	17
3.7 RADIACIÓN GLOBAL, DIRECTA Y DIFUSA.....	17
3.8 LA RADIACIÓN SOLAR EN BOLIVIA.....	17
3.9 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INSTALACIONES AUTÓNOMAS.....	18
3.10 DEFINICIONES.....	18
3.11 PANELES SOLARES.....	18
3.12 ABSORCIÓN POR UNA UNIÓN P-N.....	18
3.13 TIPOS DE CRISTALES DE LA UNIÓN P-N.....	18
3.14 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO STC.....	19
3.15 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO NOCT.....	19
3.16 REGULADOR.....	19
3.17 BATERÍA.....	19
3.18 CARGA.....	20
3.19 MICRO CONTROLADOR.....	20
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	21
4.1. ESTUDIO LUMÍNICO DE LA PARADA DE BUSES DEL WAYNA BUS Y SU VALLA INFORMATIVA.....	21
4.2. SIMULACIÓN DE SISTEMA LUMÍNICO CON EL SOFTWARE DIALUX.....	24

4.3.	SELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIAS.....	27
4.4.	CURVA FOTOMÉTRICA.....	28
4.5.	ELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIAS.....	29
4.6.	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL AUTÓNOMO.....	31
4.7.	INGENIERÍA DEL SISTEMA DE FOTOVOLTAICO .....	31
4.8.	DEMANDA DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	31
4.9.	DETERMINACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	32
4.10.	CONTROLADOR DE ILUMINACIÓN DE ACCIONAMIENTO SOLAR.....	35
4.11.	IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO .....	36
4.12.	CARACTERÍSTICAS DE LA TARJETA DE CONTROL .....	36
4.13.	FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO .....	36
4.14.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO .....	37
4.15.	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL .....	37
4.16.	DISEÑO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN 5 V ALIMENTACIÓN DE LA TARJETA.....	37
4.17.	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F628. ....	39
4.18.	ESQUEMA SISTEMA DE CONTROL DE LAS CARGAS.....	42
4.19.	EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN .....	43
4.20.	SEGURIDAD ELÉCTRICA EN EL SISTEMA. ....	47
4.21.	TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS. ....	48
4.22.	ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO.....	50
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		53
5.1.	CONCLUSIONES. ....	53
5.2.	RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		55
ANEXOS.....		57

## **GRAFICO**

Figura 1.	Estructura 2,20X1,35 Zona Tacagua parada de teleférico línea amarilla.....	21
Figura 2.	Estructura 2,20X1,35 Levantamiento de marquesina y valla publicitaria sistema de iluminación 1. ....	22
Figura 3.	Estructura 2,20X1,35 Avenida panorámica Z. Tejada Rectangular.....	22
Figura 4.	Estructura 2,20X1,35 Levantamiento de marquesina y valla publicitaria sistema de iluminación 2. ....	22

Figura 5 Dimensiones para cálculo de iluminancias.....	24
Figura 6. Simulación de un Sistema de Iluminación.....	25
Figura 7. Sistema de Iluminación 1 simulación flujo luminoso en el plano de trabajo .....	26
Figura 8. Sistema de Iluminación 2 simulación flujo luminoso en el plano de trabajo .....	26
Figura 9. Simulación de sistema lumínico con DIALUX.....	27
Figura 10. LED BULB 10W 5000K Philips. Anexo 2.....	28
Figura 11. Fotometría Emitancia luminosa / Polar LDC Anexo 2 .....	28
Figura 12. Fotometría Emitancia luminosa / Lineal LDC Anexo 2 .....	29
Figura 13. Contraste de iluminación LED de luz blanca con alumbrado público. ....	30
Figura 14. Sistema de control autónomo.....	36
Figura 15. Conversión de alimentación de 12 V a 5 V DC. ....	39
Figura 16. Circuito de control autónomo Tarjeta PIC 16F628. ....	42
Figura 17. Medición de voltaje y corriente generado por el panel solar. ....	43
Figura 18. Tarjeta de adquisición de datos circuito de control PIC 16F628.....	43
Figura 19. Balance del sistema eléctrico 1 de la propuesta y del GAMEA.....	44
Figura 20. Balance del sistema eléctrico 2 de la propuesta y del GAMEA.....	44
Figura 21. Balance del sistema eléctrico total de la propuesta y del GAMEA.....	45
Figura 22. Diferencia de consumo de energía sistema eléctrico 1 de la propuesta y GAMEA.	45
Figura 23. Diferencia de consumo de energía sistema eléctrico 2 de la propuesta y GAMEA.	46
Figura 24. Diferencia de consumo de energía sistema eléctrico total de la propuesta y GAMEA. ....	46
Figura 25. Emisiones de CO2 (Toneladas métricas per capita) .....	47
Figura 26. Disposición de Elementos de Protección.....	48

## TABLAS

Tabla 1. Tipos de Estructuras de los refugios parada de buses Wayna Bus .....	23
Tabla 2. Características de los diodos LED. (Mesa, pág. 13).....	29
Tabla 3. Tensión nominal del sistema en función de la Potencia. (Castejon & Santamaria, pág. 132) .....	30
Tabla 4. Determinación de la carga por refugio de parada Sistemas de iluminación 1 .....	31
Tabla 5. Costo del proyecto Sistema eléctrico Estructuras 5.70x2.00 y 7.80x2.00 .....	49
Tabla 6. Costo del Proyecto Sistema eléctrico Estructuras 2.20x1.35 y 3.60x2.20 .....	49
Tabla 7. Cargo por Energía.....	49
Tabla 8. Flujo neto de Efectivo. ....	50
Tabla 9. Consumo de tn CO2 / kWh producido con gas natural.....	50
Tabla 10. Datos para cálculo de VAN y TIR. ....	51
Tabla 11. Calculo manual y mediante Excel del VAN y TIR. ....	51

## RESUMEN EJECUTIVO TESIS:

### “EFICIENCIA DE ENERGÍA, USO DE TECNOLOGÍAS Y ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA PARADA DE BUSES (CASO WAYNA BUS - EL ALTO)”

#### • UBICACIÓN Y DATOS

El proyecto se encuentra ubicado en el Gobierno Autónomo Municipal de El Alto, Provincia Pedro Domingo Murillo del Departamento de La Paz.

El área de análisis de la tesis corresponde a los primeros 6 distritos de esta urbe, consiste en la elaboración de un sistema eléctrico eficiente de suministro como una solución basada en un consumo de energía eléctrica reducido en los refugios parada de buses Wayna bus.

#### • DESCRIPCIÓN TÉCNICA:

La tesis “Eficiencia de energía, uso de tecnologías y energía alternativa en la parada de buses (caso Wayna bus - El Alto)”, propone una alternativa de generación de electricidad de bajo consumo por medio de un sistema fotovoltaico, un sistema de iluminación y un panel informativo accionado por un microcontrolador que establece las secuencias de encendido y apagado de las cargas controlados por horario. Como resultado de esta alternativa, se lograría una baja en los costos del suministro de electricidad, un uso eficiente de la energía generada en el SFV y una reducción de tn CO<sub>2</sub> / año.

El GAM de El Alto, tiene proyectado sistemas de iluminación convencionales a ser instalados en las paradas de los buses Wayna Bus. La tesis propone una alternativa a los sistemas diseñados por el GAM de El Alto mediante la instalación de un prototipo de los sistemas de iluminación y sistema fotovoltaico. El impacto a nivel de consumo estimado no es irrelevante y consecuentemente a nivel económico.

Estos sistemas son de dos tipos por el tamaño de estructuras que se tiene.

#### • CANTIDAD DE ESTRUCTURAS

ESTRUCTURA	TIPO (m)	CANTIDAD	SISTEMAS DE ILUMINACIÓN
VERDE	2,20X1,35	39	1
ROJO	3,60X2,00	25	1
MORADO	5,70X2,00	9	2
CELESTE	7,80X2,00	3	2
<b>TOTAL</b>		<b>76</b>	

- **SISTEMAS DE ILUMINACIÓN PROPUESTA**

SISTEMA	Nº BATERÍA	Nº PANEL	Nº REGULADOR	Nº LÁMPARAS 10W LED	Nº PANEL INFORMATIVO 10W LED	Nº CIRCUITO CONTROL
ILUMINACIÓN 1	1	1	1	3	1	1
ILUMINACIÓN 2	1	1	1	5	1	1

- **CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

SISTEMA	CONSUMO MENSUAL GAMEA KWh	CONSUMO MENSUAL PROPUESTA KWh	DIFERENCIA DE CONSUMO KWh
ILUMINACIÓN 1	94	9	85
ILUMINACIÓN 2	108	13	95
ILUMINACIÓN TOTAL	7.286,4	727,2	6.559,2

- **IMPACTO DE LA REDUCCION EN EL CONSUMO EN EL IMPORTE FACTURADO**

El ahorro en términos económicos de pasar del sistema convencional al sistema propuesto se lo realiza valorando los consumos con los cargos tarifarios de la empresa Distribuidora de La Paz S.A. correspondiente al mes de octubre de 2019 de la categoría G-PD-BT. En el sistema de iluminación 1 la reducción del consumo de 85 kWh representaría una rebaja en el importe facturado de Bs. 57,783 por sistema, vale decir 177% menos de lo que se facturaría con el sistema convencional conectado a la red eléctrica. En sistema de iluminación 2, la reducción del importe sería de Bs. 70,783, vale decir 219% menos.

SISTEMAS	IMPORTE A FACTURAR Bs POR MES GAMEA	COSTO EVITADO Bs POR MES PROPUESTA	AHORRO %
ILUMINACIÓN 1	90	32,217	177
ILUMINACIÓN 2	103	32,217	219

- **CARGO POR ENERGIA Y COSTO EVITADO ANUALES DEL SISTEMA Bs**

SISTEMAS	FACTURACION ANUAL Bs GAMEA	COSTO EVITADO ANUALES Bs PROPUESTA
ILUMINACIÓN TOTAL	83.952,00	29.381,904

- **INVERSIONES REQUERIDAS (En bolivianos)**

La inversión requerida en el sistema de iluminación 1 propuesto en la presente tesis es 11% superior a la requerida en el sistema diseñado por el GAM El Alto, en el sistema de iluminación 2 propuesto en la presente tesis es 8% superior a la requerida en el sistema diseñado por el GAM El Alto. El avance tecnológico ha permitido que esta brecha se vaya cerrando en el tiempo.

	SISTEMA DE ILUMINACIÓN 2 GAM EA	SISTEMA DE ILUMINACIÓN 2 PROPUESTA	SISTEMA DE ILUMINACIÓN 1 GAM EA	SISTEMA DE ILUMINACIÓN 1 PROPUESTA
<b>INVERSIÓN</b>	3.601,50	3.872,94	3.238,88	4.563
		8%		11%

- **PROTOTIPOS PROPUESTOS**

### PROTOTIPO SISTEMA FOTOVOLTAICO

	SISTEMA DE ILUMINACIÓN 1	SISTEMA DE ILUMINACIÓN 2
Panel solar 75 W Komaes KM (P)	1	-
Panel solar 100 W Komaes KM (P)	-	1
Batería 45 AH SW12400 E	1	-
Batería 60 AH SW12400 E	-	1
Regulador de 10 A VS1024AU	1	1
Lámparas de 10 W LED Philips 12VCC Vestel Elektronik 5000K.	3	5
Panel informativo 10 W	1	1

### PROTOTIPO TARJETA DE CONTROL

- 1 PIC 16f628A MICROCHIP
- 1 Cristal 32.768KHz
- 1 BlueTooth HC 05
- 1 LDR FOTORRESISTENCIA
- 1 MC 34063

- **PROTOTIPOS GAM EA**

	SISTEMA DE ILUMINACIÓN 1	SISTEMA DE ILUMINACIÓN 2
Lámparas tubo Philips TL-M RS 40W	2	4
Letrero luminoso 220 W	1	1

## **CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.**

En el marco de la iniciativa del Secretariado de la Naciones Unidas denominado Energías Sostenibles para Todos (SE4ALL, siglas en inglés) se han venido desarrollando una serie de iniciativas hacia la sostenibilidad en el uso energético. Una de ellas son las denominadas ciudades inteligentes, que surgen ante la necesidad de disminuir el consumo energético y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El tráfico urbano es hoy complicado en la mayoría de las áreas metropolitanas de Bolivia, los cuales tiene graves problemas de infraestructura o no cuentan con estas y principalmente, la falta de soluciones urbanas de desarrollo sostenible ha hecho que se agraven estos mismos dificultando nuestro cotidiano desplazamiento y movilidad a través de la ciudad.

Pero desde hace varios años se han venido promocionando varios planes de organización de ciudades no solo en términos de movilidad sino también en términos de gestión, ahorro de recursos, tecnificación, modernización para las urbes, que hoy en día son necesarias e indispensables para la ciudad de El Alto.

Dado que un proceso sustentable es aquel que se mantiene en el tiempo por sí mismo y sin que se agoten los recursos existentes, la presente investigación demuestra resultados en torno a la seguridad ciudadana y eficiencia de energía, con relación al uso de la energía fotovoltaica, tecnologías y su incidencia en el desarrollo en los refugios de las paradas de buses Wayna bus de la ciudad de El Alto.

El uso eficiente de los recursos se encuentra planteado tanto en la Constitución Política del Estado (CPE), como en los planes y políticas del sector eléctrico, tal es el caso del Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025, el Plan para el Desarrollo de Energías Alternativas 2025 y programas de eficiencia energética.

Ante el creciente costo de la energía eléctrica convencional y los importantes impactos ambientales, el avance de la tecnología acompañados de un abaratamiento de la generación con energías alternativas, se presenta un escenario favorable para promover medidas de eficiencia energética en las paradas de buses, que como resultado permitirán importantes ahorros de energía.

El presente trabajo propone una opción de suministro eficiente, autónoma y segura en torno al consumo de energía eléctrica en los refugios parada de buses Wayna Bus, mediante un sistema que establece las secuencias de encendido y apagado en los equipos controlados por horario, las conexiones o desconexión permitidas en

función de la demanda de energía eléctrica presente, básicamente, el sistema fotovoltaico que alimenta un micro controlador el cual es programado para actuar sobre relevadores de potencia, que temporalmente conectan y desconectan cargas eléctricas predeterminadas, con el propósito de mantener la demanda bajo control y un almacenamiento de energía a través de una batería de ion litio.

En tal sentido, se espera que este trabajo coadyuve para que los municipios promuevan y apoyen la eficiencia energética como requisito indispensable para aportar en la sostenibilidad del sector energético y reducir el impacto negativo en el medioambiente debido a la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Esto requiere tomar una serie de decisiones y llevar a cabo las actividades correspondientes que favorezcan la participación de todas las partes involucradas. El desarrollo de un mercado de eficiencia energética exige la vinculación activa de todos los actores interesados, especialmente los del sector privado. Los gobiernos en todos sus niveles deberían incentivar y atraer inversión hacia proyectos de eficiencia energética y mantener dicha actividad en el país de forma sostenible y a lo largo del tiempo.

## **CAPITULO II ASPECTOS GENERALES**

### **2.1. ANTECEDENTES**

El sector eléctrico boliviano está conformado por dos sistemas: el Sistema Interconectado Nacional (SIN), que suministra energía a las principales ciudades de los departamentos de La Paz, Oruro, Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca, Potosí, Beni y Tarija; y los Sistemas Aislados (SA), que abastecen de energía al departamento de Pando y a las ciudades menores y distantes del SIN.

El Sistema Interconectado Nacional y Sistema Aislado está compuesto por instalaciones generadoras de electricidad, así como por líneas de transmisión y distribución que operan en forma coordinada para atender la demanda de los diferentes consumidores. La capacidad de generación eléctrica en el SIN al año 2018 según el CNDC alcanzó a 9.230,2 GWh; de los cuales 6.366,3 GWh (69%) correspondieron a la generación a través de centrales termoeléctricas; 2.605,8 GWh (28,3%) mediante centrales hidroeléctricas; 58,8 GWh (0,64%) producción Eólica y 122 GWh (1,3%) generación solar; La capacidad de generación bruta eléctrica en el SA al año 2017 según la AE alcanzo 715,7 GWh; de los cuales 629,1 GWh corresponde a la generación termoeléctrica; 3,7 GWh a generación hidroeléctrica; 3,7 GWh a energías alternativas; lo cual demuestra que la participación de las energías alternativas es aun mínima. Anexo 2. En la gráfica 1 se muestra la capacidad de generación según el tipo de fuente de energía con su respectiva participación porcentual.

Se observa que, durante los últimos años el consumo de energía eléctrica ha registrado importantes tasas de crecimiento, acordes con la actividad económica del país. Dicha demanda de energía fue atendida principalmente con generación convencional con sus consecuentes impactos en el medio ambiente.

Por lo cual, es urgente adoptar medidas que coadyuven al lograr un equilibrio entre energía y medio ambiente, respetando el derecho de las generaciones futuras, para que puedan vivir en un entorno bien conservado y rico en recursos naturales.

### **2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las paradas de los buses Wayna Bus corresponden a la categoría General-PD-BT de la empresa DELAPAZ SA cuya tarifa es 36% más elevada que la tarifa promedio de toda empresa, con lo cual el suministro de electricidad es un costo elevado dentro de las estructuras de costos de funcionamiento de estos sistemas de iluminación.

### **2.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

El Gobierno Autónomo Municipal de El Alto tiene un diseño para los sistemas de refugio de los buses Wayna bus de manera tradicional, basados en tecnología altamente dependiente del suministro de energía de las redes eléctricas de la empresa DELAPAZ.

Dada esta situación, es necesario presentar una alternativa que:

- Aproveche una fuente de energía disponible sin costo como es la solar.
- No dependa de la red de distribución energía eléctrica.
- Permita el uso eficiente de la energía, a través de dispositivos eléctricos y electrónicos eficientes, aplicando medidas de ahorro.
- Brinde una solución automática que se adapte de manera fácil específica a los requerimientos de una parada de bus.

El sistema establece las secuencias de encendido y apagado en los equipos controlados por horario, las conexiones o desconexión permitidas en función de la demanda de energía eléctrica presente, básicamente, el sistema fotovoltaico alimenta un micro controlador el cual es programado para actuar sobre relevadores de potencia, que temporalmente conectan y desconectan cargas eléctricas predeterminadas, con el propósito de mantener la demanda bajo control.

### **2.4. HIPÓTESIS**

Es posible desarrollar, para las paradas de los Wayna Bus, un sistema enfocado al ahorro de energía eléctrica de bajo costo, mediante el empleo de fuentes de energía sostenible y baratas, vale decir, un sistema fotovoltaico, micro controlador simple y que mediante pruebas de ensayos demuestre su capacidad potencial en la disminución de la demanda de energía eléctrica en horarios pico, garantizando de esta manera un suministro eficiente, seguro y autónomo.

### **2.5. OBJETIVO GENERAL**

Proveer una solución basada en un consumo de energía eléctrica reducido en los refugios parada de buses Wayna bus independiente de la red eléctrica, por medio de un sistema fotovoltaico y un microcontrolador que establece las secuencias de encendido y apagado de las cargas controlados por horario, capaz de analizar y proponer una solución al suministro de energía eléctrica.

### **2.6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar los trabajos que consista en el análisis de un sistema de iluminación y panel informativo, basado en iluminación LED y que a la vez este alimentado por un sistema fotovoltaico.

- Diseñar un sistema que permita conmutar en forma automática entre energía eléctrica proporcionada por paneles solares en horas determinadas.
- Diseñar y realizar el prototipo del sistema de panel fotovoltaico de los refugios parada de buses.
- Desarrollar un algoritmo para supervisar y controlar el consumo de energía eléctrica.
- Implantar y programar por prioridades el consumo de energía eléctrica en el microcontrolador PIC.
- Realizar un registro de la reducción del consumo de energía eléctrica.
- Realizar el armado de la placa integral y tablero de control.
- Realizar pruebas de consumo de energía eléctrica de las cargas eléctricas.
- Realizar el cálculo luminotécnico.
- Realizar el control del panel informativo de la parada de buses.
- Dimensionar el almacenamiento a través de una batería de ion de litio del sistema fotovoltaico.
- Dimensionar el regulador de corriente del sistema fotovoltaico.

## **CAPITULO III MARCO TEÓRICO Y DEFINICIONES**

### **3.1 MARCO NORMATIVO**

La promoción de las energías renovables y el uso eficiente de los recursos están presentes en la Constitución Política del Estado, el programa nacional de eficiencia energética y la norma ISO 50001 de sistema de gestión de energía, los cuales se expresa:

**I.** Las diferentes formas de energía y sus fuentes constituyen un recurso estratégico, su acceso es un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral y social del país, y se regirá por los principios de eficiencia, continuidad, adaptabilidad y preservación del medio ambiente.

**II.** Es facultad privativa del Estado el desarrollo de la cadena productiva energética en las etapas de generación, transporte y distribución, a través de empresas públicas, mixtas, instituciones sin fines de lucro, cooperativas, empresas privadas, y empresas comunitarias y sociales, con participación y control social. La cadena productiva energética no podrá estar sujeta exclusivamente a intereses privados ni podrá concesionarse. La participación privada será regulada por la ley. (CPE, 2008, Artículo 378)

**I.** El Estado desarrollará y promoverá la investigación y el uso de nuevas formas de producción de energías alternativas, compatibles con la conservación del ambiente.

**II.** El Estado garantizará la generación de energía para el consumo interno; la exportación de los excedentes de energía debe prever las reservas necesarias para el país. (CPE, 2008, Artículo 379)

Son competencias exclusivas de los gobiernos departamentales autónomos, en su jurisdicción, los proyectos de generación y transporte de energía en los sistemas aislados, así como los proyectos de fuentes alternativas y renovables de energía de alcance departamental preservando la seguridad alimentaria. (CPE, 2008, Artículo 300)

Son competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción, los proyectos de fuentes alternativas y renovables de energía preservando la seguridad alimentaria de alcance municipal. (CPE, 2008, Artículo 302)

La Ley de Electricidad N° 1604 señala que las empresas distribuidoras pueden generar hasta el 20% de su demanda máxima con fuentes renovables.

El propósito de la Norma ISO 50001 es facilitar a las organizaciones el establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético que incluye:

- La eficiencia energética
- El uso energético
- El consumo de la energía.

### **3.2 MARCO TEÓRICO**

#### **3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN**

Los diversos recursos didácticos, empíricos y programas computacionales aplicables en el diseño de alumbrado, brindan el sustento teórico suficiente para proponer las luminarias, dispositivos de control, protecciones, cableado y métodos de sujeción más adecuados para alcanzar los objetivos planteados en el presente proyecto de tesis, sin dejar de lado el impacto visual y ambiental que podría presentarse durante la construcción del sistema de iluminación.

Los tipos de luminarias y métodos de iluminación utilizados en sistemas fotovoltaicos autónomos serán el punto de partida para el dimensionamiento y posterior implementación del sistema más eficiente que cumplan con las normas técnicas vigentes para iluminación exterior y de publicidad.

#### **3.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA**

La Eficiencia Energética se puede definir como el conjunto de acciones o medidas que permiten optimizar la energía destinada a producir un bien y/o servicio. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel de:

- Tecnología: diseñando o modificando dispositivos para que utilicen de forma eficiente la energía.
- Gestión: optimizando los recursos siempre escasos, para producir el mismo producto, de igual o mejor calidad, pero a un costo energético menor.
- Hábitos culturales en la comunidad: asumiendo como propio el desafío de usar eficientemente la energía, adoptando medidas tan simples como apagar las luces que no se estén ocupando.

#### **3.5 LA ENERGÍA ALTERNATIVA SOLAR**

Existen diversas definiciones de las energías alternativas, sin embargo, la más común está referida a que la fuente es prácticamente inagotable (solar), la cantidad

de energía que es aprovechada prácticamente no modifica la reserva existente. A ello se suma otra cualidad, el balance de emisiones de gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub> es cero, (o no emiten CO<sub>2</sub> y si lo hacen, éste es parte del proceso de absorción por parte de naturaleza). (Birhuett, 2014, p.5)

### **3.6 LEYES DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA**

Las energías renovables, así como cualquier fuente energética, están sometidas a las leyes de la Termodinámica.

Potencia efectiva = COP \* Fuente Renovable (1)

Donde COP expresa una proporción entre la Potencia Efectiva o también denominada Energía Útil y la Fuente Renovable. COP representa el Coeficiente de Operación (o en inglés Coeficient of Performance) de cualquier equipo o tecnología que convierte una fuente renovable en Potencias efectiva o Energía Útil. (Birhuett, 2014, p.6)

### **3.7 RADIACIÓN GLOBAL, DIRECTA Y DIFUSA**

Si se toma un punto geográfico de la Tierra como un punto de referencia, es posible traducir en ecuaciones geométricas la posición del sol para cada instante a lo largo de un año. En el Anexo 2. En la gráfica 3 se muestran varios sitios web que ilustran esta situación.

Los componentes de la radiación solar son dos. La radiación solar directa y la radiación solar difusa, la suma de ambas producen la radiación solar global.

Radiación Global = Radiación directa + Radiación difusa (2)

La radiación directa es la que proviene directamente del disco solar (y produce sombra), en cambio la radiación difusa proviene de todas partes del cielo y de todas las direcciones. (Birhuett, 2014, p.8)

### **3.8 LA RADIACIÓN SOLAR EN BOLIVIA**

En Anexo 2. En la gráfica 5 se muestra el comportamiento de la radiación solar para la ciudad de La Paz. Se puede observar que existe una variación estacional entre verano e invierno en lo que corresponde tanto a la radiación global cuyo promedio es 6 kWh/m<sup>2</sup>.día como a la radiación difusa cuyo promedio alcanza a 1,5 kWh/m<sup>2</sup>.día. La radiación directa permanece casi constante entre 4 y 5 kWh/m<sup>2</sup>.día. (Birhuett, 2014, p.10)

### **3.9 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INSTALACIONES AUTÓNOMAS.**

Se define a un sistema fotovoltaico autónomo, como el conjunto de elementos dispuestos de forma que aprovechan la energía producida por el sol de estímulos exteriores para su normal funcionamiento transformación en energía eléctrica.

Las aplicaciones de sistemas autónomos son ilimitada, por lo que el presente proyecto de tesis hará uso de estas ventajas para el control e iluminación de los refugios parada de buses y su panel informativo como se observa a continuación en el Anexo 2. En la gráfica 6.

### **3.10 DEFINICIONES**

#### **3.11 PANELES SOLARES.**

Son los encargados de la generación eléctrica, pueden ser de varios tipos, los más utilizados para este tipo de instalación son los paneles con tecnología monocristalina y policristalina. Anexo 3. Catalogo 1.

#### **3.12 ABSORCIÓN POR UNA UNIÓN P-N**

En este caso, la radiación solar es absorbida por una unión p-n fabricada en base a un material semiconductor, por lo general Si (silicio) y en la cual, el material p tiene exceso de “huecos” y el material n tiene exceso de electrones de un semiconductor. A este conjunto se denomina celda fotovoltaica. (Birhuett, 2014, p.26)

#### **3.13 TIPOS DE CRISTALES DE LA UNIÓN P-N**

Existen tres tipos de células fotovoltaicas, las cuales se diferencian por el tipo de cristal:

monocristalinos (m-Si), policristalinos (p-Si) y amorfos (a-Si).

La diferencia básica entre una célula solar monocristalina y una policristalina es la composición del cristal de silicio.

Las células monocristalinas están formadas por un cristal de silicio uniforme a lo largo de éste. Para conseguir ello, es necesario controlar el crecimiento del cristal en su fase líquida a sólida de forma que el cristal se hace de forma uniforme en todas sus direcciones, consiguiendo un alineamiento bastante perfecto de todos los componentes del cristal.

En cambio en las células policristalinas, no se controla el crecimiento del cristal de silicio de forma uniforme, pero se permite que se formen monocristales de corto alcanza (algunos milímetro) que se unen entre sí pero en varias direcciones. Inicialmente, aunque el sistema de fabricación del cristal monocristalino era un poco

más caro que el del cristal policristalino, se utilizaba esta técnica porque así se conseguía obtener más rendimiento de las células, aunque poco a poco estas diferencias tanto de coste económico a la hora de fabricar el cristal, como de mejores rendimientos, han ido disminuyendo frente a los cristales policristalinos.

### **3.14 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO STC**

Para que se puedan comparar las celdas fotovoltaicas, éstas son caracterizadas bajo las mismas condiciones denominadas Standard Test Conditions (STC). Estas condiciones se refieren a los siguientes: i) la radiación debe tener una intensidad de 1000 W/m<sup>2</sup> y, ii) la temperatura de la celda debe ser de 25°C. (Birhuett, 2014, p.31)

### **3.15 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO NOCT**

NOCT es la Nominal Operation Condition Temperature y se la mide cuando la radiación solar tiene un valor de 800 W/m<sup>2</sup>, la temperatura ambiente es de 20°C y una velocidad de 1 m/s. A partir de esta temperatura se puede determinar la temperatura de la célula a cualquier otro valor de radiación solar, si la temperatura ambiente promedio es de 20°C y una velocidad de 1 m/s. (Birhuett, 2014, p.31)

### **3.16 REGULADOR.**

Es un equipo electrónico capaz de evitar la sobrecarga y la descarga excesiva de un acumulador cuando se alcanzan determinados umbrales, generalmente determinados por la tensión en bornes de una batería.

Para proteger frente a la sobrecarga, el regulador puede desconectar al generador de la batería a este tipo de reguladores se los conoce como reguladores serie. Anexo 3. Catalogo 2.

### **3.17 BATERÍA.**

Es un acumulador electroquímico capaz de almacenar energía eléctrica mediante una transformación de la misma en energía electroquímica.

Es un elemento capaz de brindar autonomía a un sistema fotovoltaico y satisfacer los requerimientos de consumo en cualquier momento, independientemente de la generación, también contribuye al buen funcionamiento del sistema al aportar con una corriente superior a los que proporciona un generador fotovoltaico también estabiliza el voltaje del sistema, evitando fluctuaciones de tensión en los equipos de consumo.

Todos los acumuladores que se emplean en los sistemas fotovoltaicos autónomos se basan, en la tecnología de ácido plomo. Anexo 3. Catalogo 3.

### **3.18 CARGA**

Las cargas típicas en los sistemas solares domésticos son luminarias, por razones de eficiencia, se recomienda el uso de lámparas tipo LED.

Sin duda alguna una de las principales características es su eficacia. En el mercado se tienen disponibles lámparas LED que suelen alcanzar eficacias de alrededor de 70 lm/W. Además han sido reportadas ciertas lámparas de prototipos con eficacias superiores a 150 lm/W.

Hay que tener muy en cuenta que los LED presentan una mejor eficiencia cuanto menor es la corriente que circula por ellos, y por el contrario, producen una mayor intensidad luminosa cuanto mayor es la corriente que circula por ellos, es por esto que para tener una operación óptima de los mismos, se suele buscar una buena relación entre la intensidad luminosa y la eficiencia.

### **3.19 MICRO CONTROLADOR**

Recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos, es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador. Anexo 3. Catalogo 5.

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

## CAPITULO IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 4.1. ESTUDIO LUMÍNICO DE LA PARADA DE BUSES DEL WAYNA BUS Y SU VALLA INFORMATIVA.

Se muestra en la figuras N°1 y N°2 el diseño de la marquesina y valla publicitaria, el cual se lo realizo posterior al levantamiento de medidas de las estructuras existentes en la parada de buses ubicada en diferentes Zonas de la Ciudad de El Alto.



Figura 1. Estructura 2,20X1,35 Zona Tacagua parada de teleférico línea amarilla

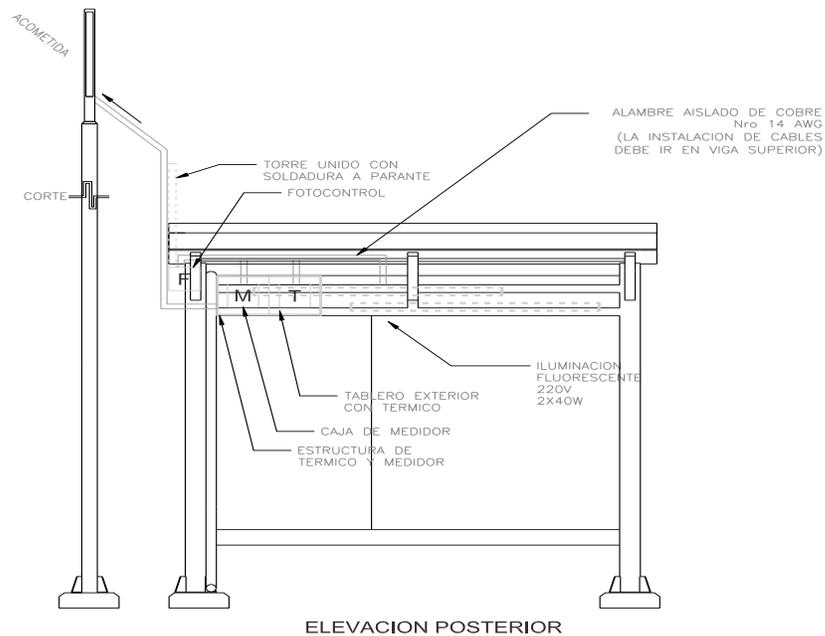


Figura 2. Estructura 2,20X1,35 Levantamiento de marquesina y valla publicitaria sistema de iluminación 1.



Figura 3. Estructura 2,20X1,35 Avenida panorámica Z. Tejada Rectangular

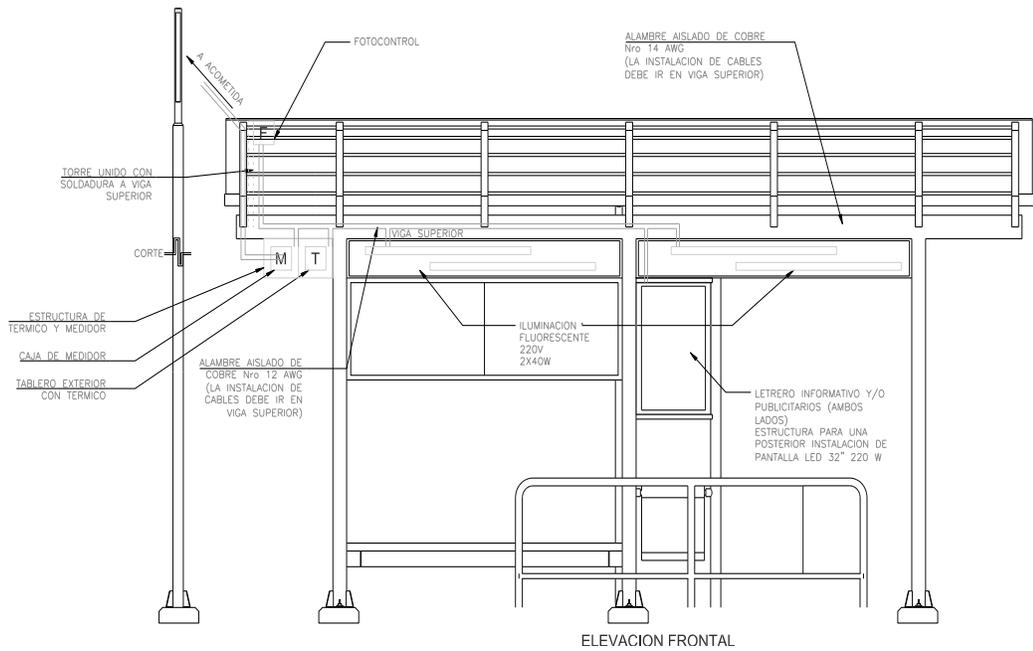


Figura 4. Estructura 2,20X1,35 Levantamiento de marquesina y valla publicitaria sistema de iluminación 2.

Haciendo referencia a las figuras que muestra el levantamiento de las estructuras existentes, se puede observar que se tiene dos sistemas de iluminación.

Tabla 1. Tipos de Estructuras de los refugios parada de buses Wayna Bus

Estructura	Tipo	Cantidad	Sistemas de Iluminación
Verde	2,20X1,35	39	1
Rojo	3,60X2,00	25	1
Morado	5,70X2,00	9	2
Celeste	7,80X2,00	3	2

Se proyecta una iluminancia media de cincuenta luxes ( $E_m=50 \text{ lux}$ ) para superficies claras con alrededor oscuro en los planos verticales, los cuales contienen publicidad e información de rutas y líneas de los buses que transitan por ese lugar, sin dejar de lado los planos de trabajo horizontal para el cual la RTE INEN 038:2008 establece una iluminancia de ochenta luxes ( $E_{m1}=80 \text{ lux}$ ) a una distancia normal de 80 cm por debajo de la fuente de luz para estaciones, corredores y pasillos (de buses) del servicio de transporte urbano. (INEN, 2008) (IAC, 2014).

Las recomendaciones anteriores se aproximan con las que se han establecido en los tratados de iluminación fotovoltaica en paraderos de Santiago de Chile, la cual recomienda que “el sistema debe proveer una buena intensidad de iluminación bajo el refugio, permitiendo leer información, definiendo un valor referencia de 100 lux a un metro del techo del refugio”. (Carrasco, pág. 17).

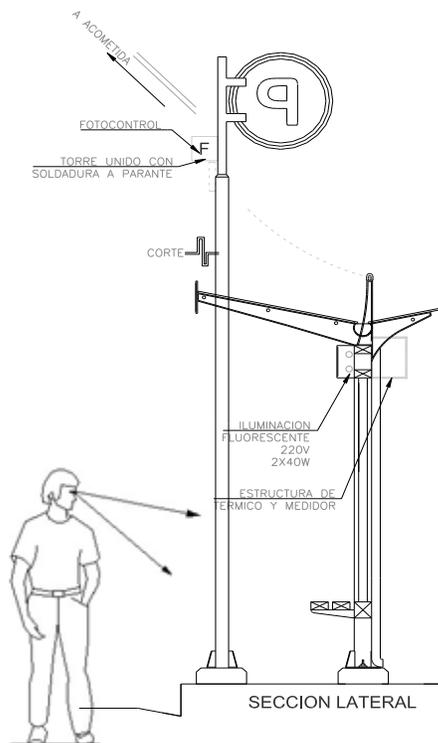


Figura 5. Dimensiones para cálculo de iluminancias.

Las simulaciones realizadas en DIALux brindan reporte de resultados del proyecto a detalle cómo se puede observar en el Anexo 4. Resultados 1.

#### 4.2. SIMULACIÓN DE SISTEMA LUMÍNICO CON EL SOFTWARE DIALUX.

Las nuevas tecnologías se han ido especializando en la rama y campo de estudio del tratamiento de las fuentes de energía luminosa sean estas de origen natural o artificial.

DIALux, software de libre acceso ha sido diseñado para el estudio lumínico de superficies internas y externas. Plugins de las fábricas constructoras de lámparas y luminarias brindan un entorno compatible con archivos de diseño asistido por computadora (CAD).

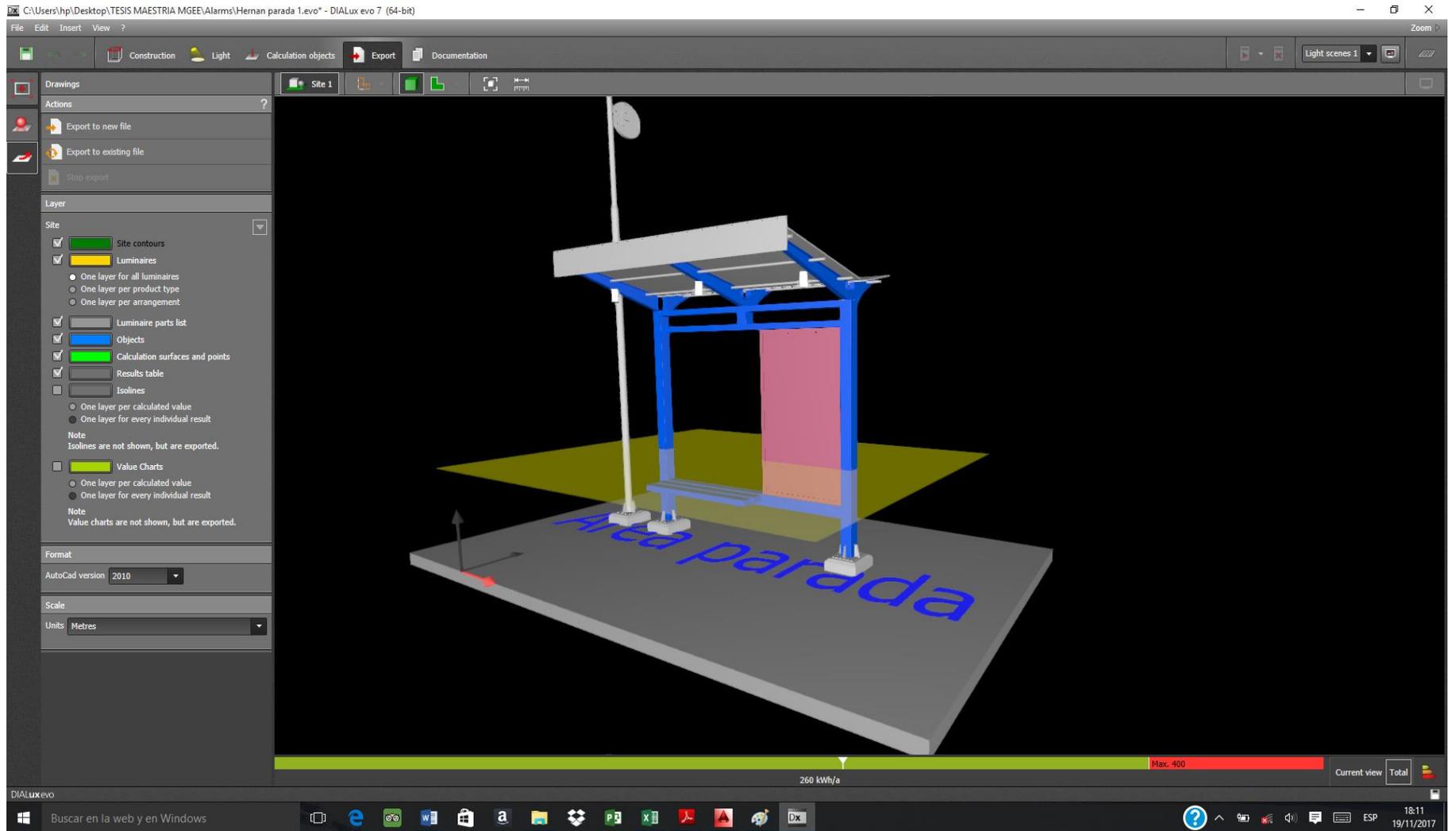


Figura 6. Simulación de un Sistema de Iluminación.

Un estudio detallado se puede realizar con DIALux, las siguientes graficas muestran algunas de las bondades de utilizar la simulación de un sistema lumínico antes realizar la construcción de un proyecto.

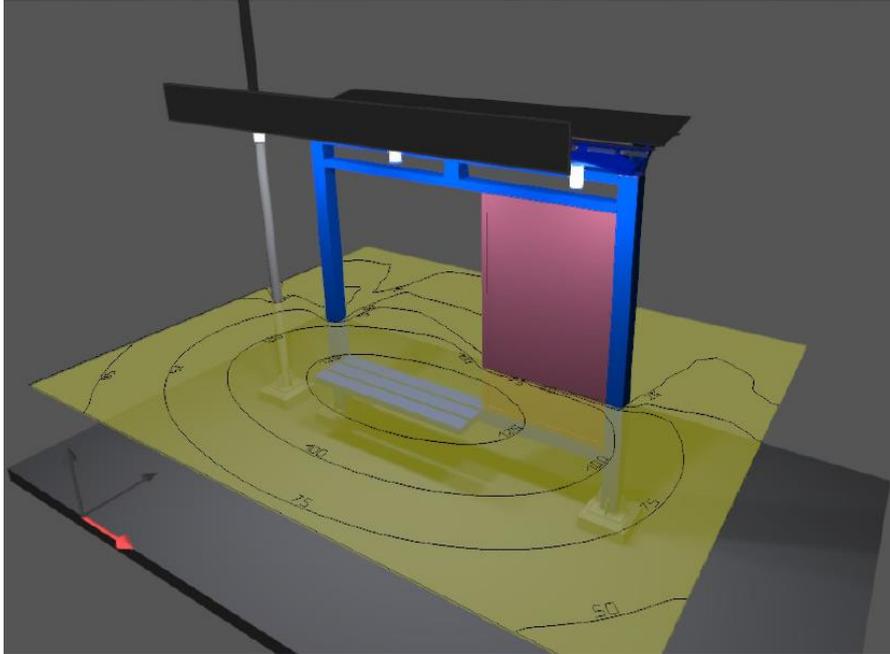


Figura 7. Sistema de Iluminación 1 simulación flujo luminoso en el plano de trabajo

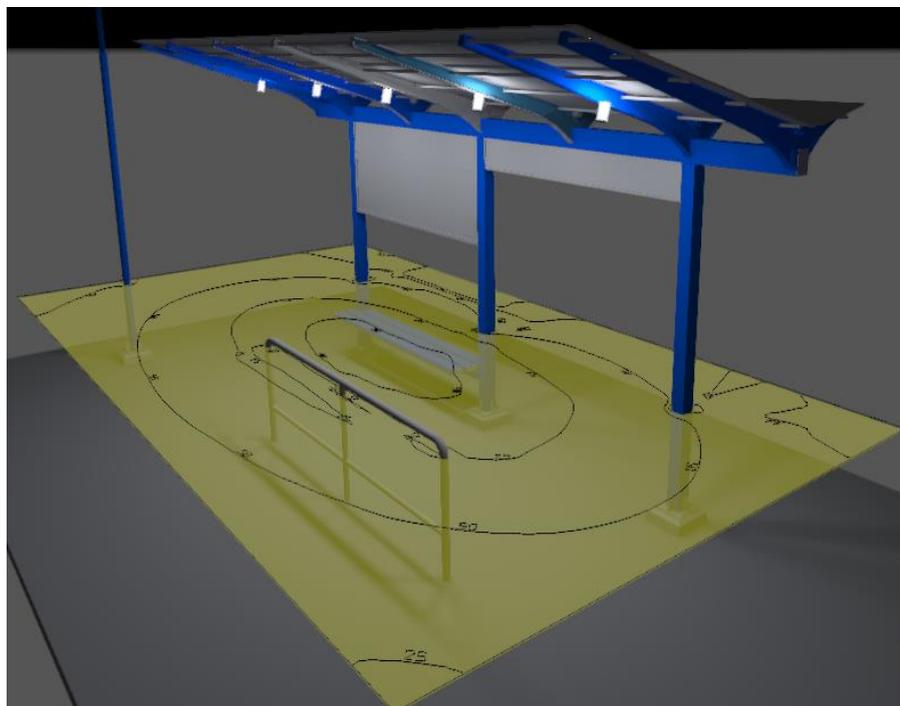


Figura 8. Sistema de Iluminación 2 simulación flujo luminoso en el plano de trabajo

A continuación se muestra el detalle de la ubicación, inclinación y agrupación de las luminarias a ser utilizadas:

**Ubicación:** Las luminarias estarán ubicadas sobre la estructura de aluminio que soporte el acrílico que hace de techo de la marquesina en sentido paralelo a los planos a ser iluminados como se aprecia en la figura 8.

**Orientación:** El espacio físico del que se dispone para colocar las luminarias es cómodo, por este motivo se implementa una inclinación de 90° para obtener una mejor distribución de la iluminancia sobre los planos a ser iluminados.

**Agrupación:** Para obtener los resultados deseados se han realizado la incorporación de tres lámparas para el sistema de iluminación 1 y cinco lámparas para el sistema de iluminación 2 philips 1xLED BULB 10W 5000K c/u.

El resultado obtenido de la simulación con DIALux es el siguiente:

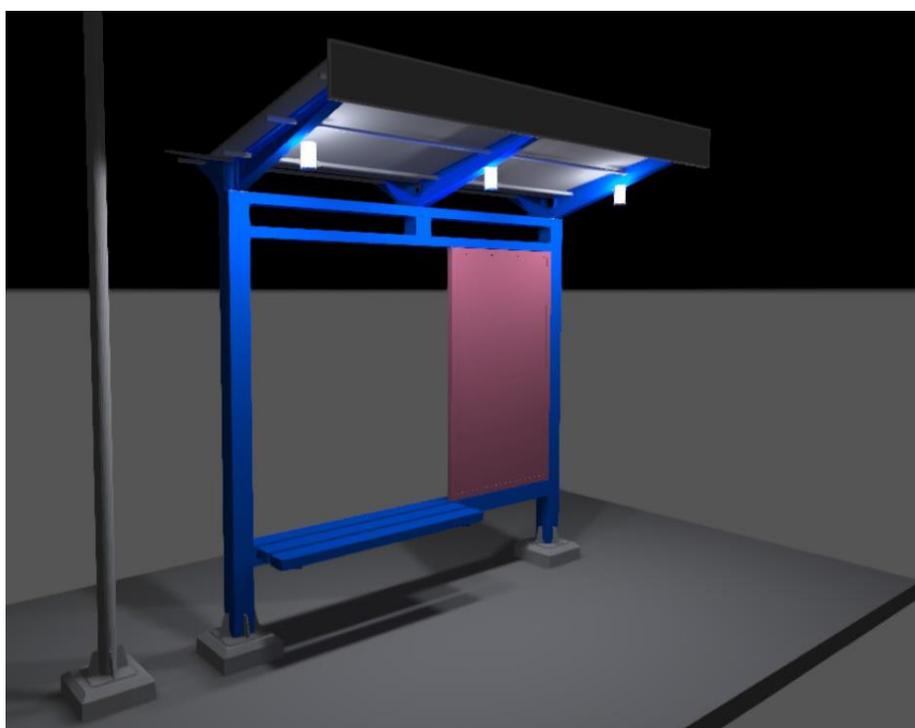


Figura 9. Simulación de sistema lumínico con DIALUX

#### 4.3. SELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIAS.

Las lámparas Philips Vestel Elektronik A.S. 20228692 LED BULB 10W 5000K 1xLED BULB 10W 5000K son de tipo LED's de una potencia de 10 W, flujo luminoso de 850 – 950 lm y una vida útil de 40000 h, como se muestra en las figuras que se incluyen en el Anexo 3. Catalogo 4.



Figura 10. LED BULB 10W 5000K Philips. Anexo 2

#### 4.4. CURVA FOTOMÉTRICA.

Las lámparas Philips Vestel Elektronik A.S. 20228692 LED BULB 10W 5000K 1xLED BULB 10W 5000K poseen una buena distribución lumínica en componente directa y como se puede observar en el diagrama fotométrico la distribución del flujo luminoso.

<sup>18</sup> Imagen tomada de <http://www.mea.philips.com>

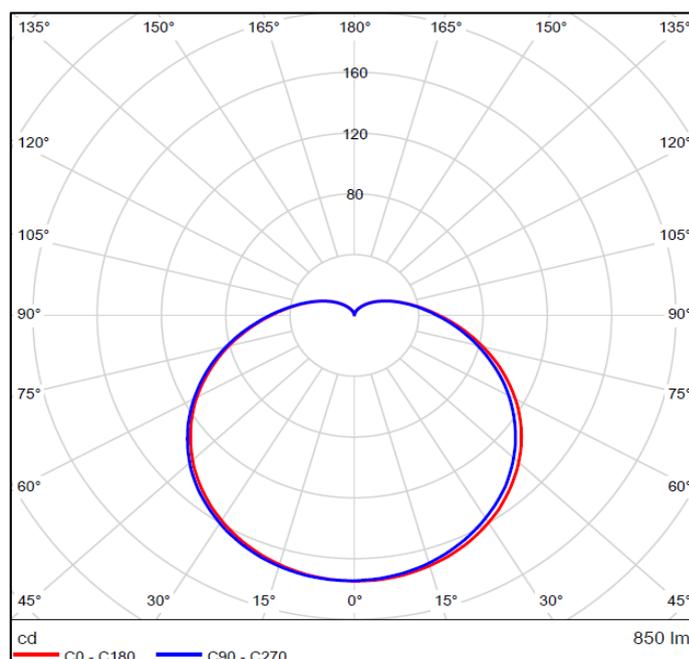


Figura 11. Fotometría Emitancia luminosa / Polar LDC Anexo 2

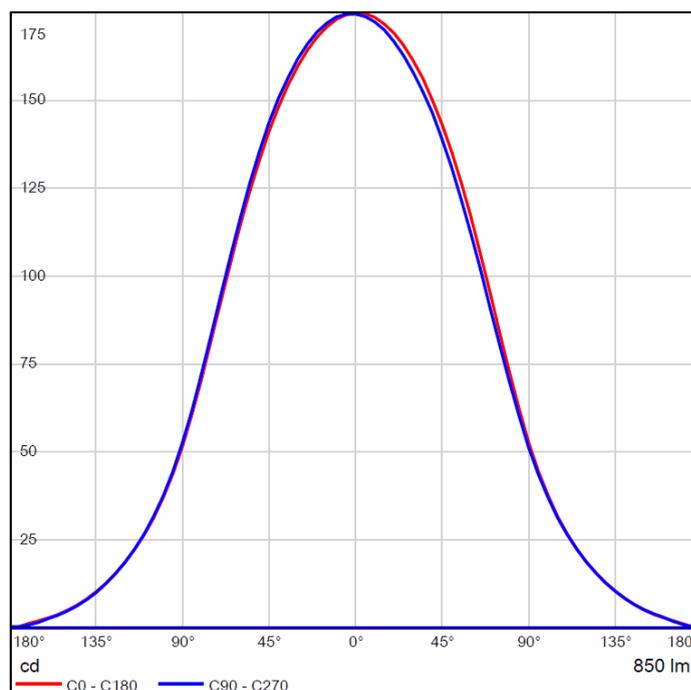


Figura 12. Fotometría Emitancia luminosa / Lineal LDC Anexo 4

Existen en el mercado una gran variedad de lámparas LED, por su grado de eficiencia lumínica estas luminarias pueden variar mucho en su precio, presentación y disponibilidad a la hora de adquirirlas.

#### 4.5. ELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIAS.

Varios son los parámetros y consideraciones que se deben tomar en consideración para la justificación y posterior utilización de un determinado tipo y/o modelo de luminarias LED.

El uso de estas luminarias con lleva el conocimiento de sus diferentes longitudes de onda y potencial que debe ser aplicar a cada uno de los chips que conforman una luminaria y obtener un determinado color de luz.

Tabla 2. Características de los diodos LED. (Mesa, pág. 13)

Color	Longitud de onda [nm]	Potencial [V]
Rojo	621-624	1.8-2.2
Anaranjado	590-610	2.1-2.2
Amarillo	584-588	2.1-2.4
Verde	520-525	2-3.5
Azul	460-475	3.6-3.8
Blanco	Todo el espectro	3,6

La tensión adecuada para manejar este tipo de cargas de corriente continua puede establecerse de la tabla 3, la cual muestra los niveles de tensión más adecuados en función de la potencia de consumo.

Tabla 3. Tensión nominal del sistema en función de la Potencia. (Castejon & Santamaria, pág. 132)

Potencia [W]	Tensión nominal [V]
$P \leq 800$	12
$800 < P < 1600$	24
$1600 < P < 3200$	48
$P > 3200$	128

El límite de corriente que establece el cociente de la potencia de 800 W para la tensión aplicada de 12 V establece por Ley de Ohm una  $I_n$  de 66.66 A, muy superior a los valores nominales que se pueden llegar a tener en la presente tesis.

Otro punto a tomar en cuenta es la selección del color de la luz más adecuado para lograr una buena iluminación sobre las superficies. Al tratarse de una estructura ubicada en la acera de la vía pública, está influenciada por la iluminación del alumbrado vial de la ciudad, que generalmente se ubican de 8 a 12 m. de altura con lámparas de vapor de sodio de alta presión o bombillas de haluros metálicos los cuales producen luz amarilla.



Figura 13. Contraste de iluminación LED de luz blanca con alumbrado público.

El objetivo de brindar iluminación bajo la marquesina de una parada de bus es dar comodidad a los transeúntes que se encuentran dentro de ella, a la vez que debe brindar comodidad para la observación y lectura de la publicidad e información existente.

La presencia de luz amarilla existente en los alrededores puede ser contrastada mediante la utilización de luminarias LED de color blanco (5000°K)

que permitan tener descanso visual y un adecuado nivel luminoso que facilite la lectura de la información existente.

Las luminarias led por su luz de color blanco establecen tres grupos de temperatura de color:

Luz Cálida (temperaturas de color entre 2800°K y 3500°K): Equivale a la luz que producían las bombillas incandescentes y los focos halógenos.

Luz Neutra (temperaturas de color entre 3800°K y 4500°K): Es la luz más natural y se la puede instalar en cualquier entorno que no requiera de un matiz específico.

Luz Fría (temperaturas de color de más de 5000°K): Equivale a la luz de un día muy soleado. Una de las ventajas de la luz fría es que a la misma intensidad aporta una mayor cantidad de lúmenes lo que genera una percepción mayor de luminosidad.

Por lo expuesto se ratifica a las luminarias LED de luz blanca fría como la mejor opción para el alumbrado de una parada de bus.

#### 4.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL AUTÓNOMO.

Según el tipo de instalación se presentan características y perfiles de consumos diversos, los diseños de instalaciones solares fotovoltaicas sin conexión a red son dependientes del perfil de consumo y los cuales se detallan a continuación.

#### 4.7. INGENIERÍA DEL SISTEMA DE FOTOVOLTAICO

Para la elaboración de la ingeniería, se estimó la demanda requerida, además de ello se proyectó la misma en el tiempo. Posteriormente se presentó la alternativa de dotación de energía eléctrica bajo parámetros técnicos, económicos y ambientales. Una vez seleccionada la alternativa, esta se debe desarrollar con mayor detalle técnico.

#### 4.8. DEMANDA DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Tabla 4. Determinación de la carga por refugio de parada Sistemas de iluminación 1

Nº	Equipo	Cantidad	Pot. (w)	Pot. (w)	t uso (h/día)	E diaria REQ (Wh/día)	I(Ah/día)
				Total			
1	Iluminación	3	10	30	6	180	2.50
2	Panel informativo	1	10	10	12	120	0.83
<b>Total</b>				<b>40</b>		<b>300</b>	<b>3,33</b>

#### 4.9. DETERMINACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

- **Compensación por pérdidas en la carga y descarga de la batería.**

Mediante la siguiente formula se calcula la compensación por las pérdidas en la carga y por las ocasionadas por la descarga de la batería.

$$E_{DiariaCOMP} = 1.25 \times E_{DiariaREQ} \quad (1)$$

Reemplazando con los valores de la determinación de la demanda en la formula anterior

$$E_{DiariaCOMP} = 1.25 \times E_{DiariaREQ} = 1.25 \times 300$$

$$E_{DiariaCOMP} = 375 \text{ Wh / dia}$$

- **Potencia diaria requerida.**

La potencia diaria requerida se calculara con la siguiente formula:

$$P_{DiariaREQ} = \frac{E_{DiariaREQ}}{\text{Horas} \cdot \text{sol}} \quad (2)$$

La radiación solar promedio anual es de: 6000 [Wh/m<sup>2</sup>-día], la radiación solar promedio mensual del mes más crítico (Junio) para la ciudad de El Alto es de: 5000 [Wh/m<sup>2</sup>-día]. Referencia: Mapa Solar de Bolivia, Universidad Mayor de San Simón, 2010.

Reemplazamos los valores calculados y adoptamos el numero horas de sol el valor de 5 horas.

$$P_{DiariaREQ} = \frac{E_{DiariaREQ}}{\text{Horas} \cdot \text{sol}} = \frac{375}{5}$$

$$P_{DiariaREQ} = 75 \text{ W}$$

- **Numero de paneles fotovoltaicos.**

Para el cálculo del número de paneles fotovoltaicos utilizamos la siguiente formula:

$$\#_{P.F.V.} = \frac{P_{DiariaREQ}}{P_{P.F.V.}} \quad (3)$$

Reemplazamos los valores en la formula anterior y calculamos el número de paneles fotovoltaicos que se van a utilizar

$$\#_{P.F.V.} = \frac{P_{DiariaREQ}}{P_{P.F.V.}} = \frac{75}{75}$$

$$\#_{P.F.V.} = 1 \quad \text{panel}$$

- **Determinación de la capacidad de acumulación.**

En este punto se hará el cálculo del número de baterías necesario para satisfacer la demanda, teniendo en cuenta diferentes factores que influyen en la continuidad del servicio de energía eléctrica a las demandas requeridas.

- **Capacidad de acumulación para los días de autonomía.**

La fórmula para la determinación de acumulación para los días de autonomía es la siguiente:

$$E_{Acumulacion} = E_{DiariaCOMP} \times dias \cdot de \cdot autonomia \quad (4)$$

Para el cálculo tomaremos como el número de días de autonomía el valor de 1 día reemplazamos en la fórmula:

$$E_{Acumulacion} = E_{DiariaCOMP} \times dias \cdot de \cdot autonomia = 375 \times 1$$

$$E_{Acumulacion} = 375 \quad Wh$$

- **Capacidad real de acumulación.**

La capacidad real de acumulación se calcula con la siguiente formula:

$$E_{REALAcumulacion} = \frac{E_{Acumulacion}}{P\%_{Descarga}} \quad (5)$$

En donde el valor del porcentaje de descarga para nuestro caso tomaremos un porcentaje del 75 %.

$$E_{REALAcumulacion} = \frac{E_{Acumulacion}}{P\%_{Descarga}} = \frac{375}{0.75}$$

$$E_{REALAcumulacion} = 500 \text{ Wh}$$

- **Capacidad requerida de acumulación (corrección por efecto de la temperatura).**

La capacidad requerida de acumulación mediante la corrección por efecto de la temperatura se lo calcula mediante la siguiente formula:

$$E_{REQAcumulacion} = E_{REALAcumulacion} \times f_{Corrección} \quad (6)$$

Para nuestro caso el factor de corrección por efecto de la temperatura es 1.04.

$$E_{REQAcumulacion} = E_{REALAcumulacion} \times f_{Corrección} = 500 \times 1.04$$

$$E_{REQAcumulacion} = 520 \text{ Wh}$$

- **Capacidad requerida de acumulación en amperios hora:**

La capacidad requerida para la instalación requerida se calculará con la siguiente formula:

$$Capacidad_{REQAh} = \frac{E_{REQAcumulacion}}{V_{trabajo}} \quad (7)$$

Reemplazamos en la formula con los valores obtenidos en la fórmula:

$$Capacidad_{REQAh} = \frac{E_{REQAcumulacion}}{V_{trabajo}} = \frac{520}{12}$$

$$Capacidad_{REQAh} = 43.33 \text{ Ah}$$

- **Numero de baterías.**

Con la capacidad obtenida en el punto anterior calculamos el número de baterías mediante la siguiente formula:

$$\#_{baterias} = \frac{Capacidad_{REQAh}}{Capacidad_{BateriasAh}} \quad (8)$$

Para nuestro caso utilizaremos baterías de 40 Ah de capacidad y mediante este dato podremos calcular el número de baterías requerida.

$$\#_{baterias} = \frac{Capacidad_{REQAh}}{Capacidad_{BateriasAh}} = \frac{43.33}{45}$$

$$\#_{baterias} = 0.96 \approx 1 \text{ bateria}$$

- **Determinación del número de reguladores de carga.**

En este punto se calculara el número de reguladores necesarios para la cantidad de paneles fotovoltaicos calculados anteriormente.

- **Numero de reguladores de carga.**

Para el cálculo del número de reguladores utilizaremos la siguiente formula:

$$\#_{Reguladores} = \#_{P.F.V.} \times I_{MaximaP.F.V.} \times \frac{1 + f_{seg}}{I_{maximaRegulador}} \quad (9)$$

Para nuestro análisis utilizaremos un regulador de corriente máxima de 10 amperios y para el panel fotovoltaico una corriente máxima de 3.43 amperios y con un factor de seguridad del 10%

$$\#_{Reguladores} = \#_{P.F.V.} \times I_{MaximaP.F.V.} \times \frac{1 + f_{seg}}{I_{maximaRegulador}} = 1 \times 3.43 \times \frac{1 + 0.1}{10}$$

$$\#_{Reguladores} = 0.4 \approx 1 \text{ reguladores}$$

#### **4.10. CONTROLADOR DE ILUMINACIÓN DE ACCIONAMIENTO SOLAR.**

El controlador de iluminación no solo realiza la regulación de los niveles de tensión del generador fotovoltaico mediante una modulación del ancho del pulso (PWM) de la señal, que puede ser aplicada directamente a una carga o al acumulador en el proceso de carga/descarga de este. También realiza la operación de control de las cargas utilizando una muy variada gama de modos de programación de encendido/apagado. El sistema de control autónomo está incluido dentro de las características de encendido y apagado que posee el controlador de iluminación de accionamiento solar.

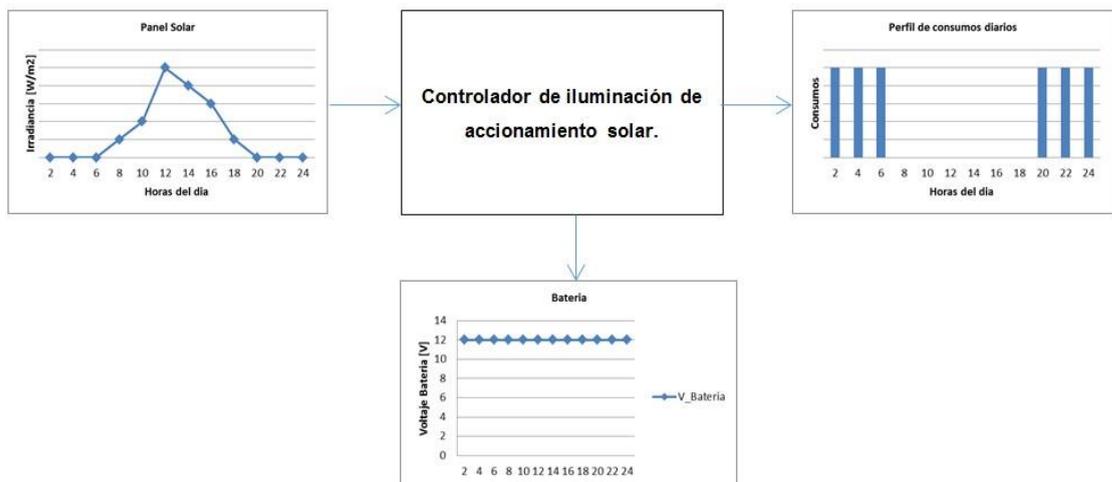


Figura 14. Sistema de control autónomo.

#### 4.11. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO

Es un sistema de ordenamiento, conjunto de piezas electrónicas conectadas de manera que constituyan un todo, componentes físicos relacionados de manera que formen una unidad completa para que puedan actuar como tal.

#### 4.12. CARACTERÍSTICAS DE LA TARJETA DE CONTROL

La tarjeta electrónica está diseñada y comandada por un microcontrolador, el cual procesa cada uno de los requerimientos de las cargas.

Para la detección de presencia automatización de la iluminación y panel informativo, el sistema utiliza un sensor de luz LDR de sensibilidad y un temporizador horario alcance para la instalación.

La tarjeta posee protección contra corto circuitos en las diferentes salidas de control de potencia para la iluminación y para el panel informativo.

#### 4.13. FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

El sistema tiene la capacidad de medir constantemente la iluminación del ambiente exterior y compararla con la iluminación establecida como límite la cual puede ser modificada; con esto, se logra controlar la iluminación, los cuales serán encendidos y apagados automáticamente para mantener la iluminación dentro del rango que se designe.

El sistema es capaz de reducir el consumo de energía eléctrica generado por un panel fotovoltaico y mantener encendida la iluminación y el panel informativo, con lo que automáticamente se encenderá y apagará la iluminación y el panel informativo en un determinado tiempo.

#### **4.14. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO**

La aplicación de este sistema automático basado en un microcontrolador que va a gobernar todo los procesos para el funcionamiento de la iluminación y el panel informativo, las luminarias estará implementado en una estructura metálica (caja de revisión) la cual, será instalada en la parte superior de los refugios parada de buses Wayna Bus, la misma que estará sometida a realizar el trabajo de detectar la información de iluminación del refugio previa programación del parámetro que se requiera para que se encienda la iluminación y paneles informativos, está equipada con un sensor de luz, los cuales se hallan ubicados en sitios estratégicos del refugio, para que tengan el mayor alcance de sensor al momento que haya movimiento, para que envíe las señales necesarias y enciendan las luminarias.

Para todo esto el microcontrolador debe tener en su interior el programa que haga que realice el trabajo descrito anteriormente; funciones que son ilimitadas debido a que, con el programa específico se pueden describir las funciones más avanzadas según los requerimientos en el lugar, tiempo, espacio que se quiera dar una visión más tecnológica.

#### **4.15. DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL**

Se detallan las condiciones y los elementos que han intervenido en el desarrollo del diseño de esta tesis.

Dicho circuito consistirá básicamente en una placa de circuito impreso, en cuya salida se encuentran la iluminación y el panel informativo LEDs controlados por un microcontrolador PIC.

- PIC 16f628
- Cristal 32.768KHz
- BlueTooth HC 05
- LDR
- Preset 100K
- MC 34063

#### **4.16. DISEÑO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN 5 V ALIMENTACIÓN DE LA TARJETA.**

Parámetros del diseño.

CI. MC34063A

$V_{in}=12[V]$

$V_{out}=5[V]$

$I_{out}=0.5[A]$

$$V_r = 0.03[\text{V}]$$

$$F = 20\text{K}[\text{Hz}]$$

$$\text{Corriente de pico máximo} = 1.5[\text{A}].$$

De la hoja de datos se obtiene las fórmulas de diseño para el reductor de voltaje (step-down).

$$\frac{t_{on}}{t_{off}} = \frac{v_{out} - v_f}{v_{in} - v_{sat} - v_{out}}$$

$$\frac{t_{on}}{t_{off}} = \frac{5 - 0.3}{12 - 0.3 - 5}$$

$$\frac{t_{on}}{t_{off}} = 0.70$$

$$t_{on} + t_{off} = \frac{1}{f}$$

$$t_{on} + t_{off} = \frac{1}{20000}$$

$$t_{on} + t_{off} = 50\mu$$

$$t_{off} = \frac{t_{on} + t_{off}}{\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1}$$

$$t_{off} = \frac{50\mu}{0.7 + 1}$$

$$t_{off} = 29.4\mu$$

$$t_{on} = (t_{on} + t_{off}) - t_{off}$$

$$t_{on} = 50\mu - 29.4\mu$$

$$t_{on} = 20.6\mu$$

$$C_t = 4 * 10^{-5} * t_{on}$$

$$C_t = 4 * 10^{-5} * 20.6\mu$$

$$C_t = 820\text{p}[F]$$

$$I_{pk} = 2 * I_{out}$$

$$I_{pk} = 2 * 0.5$$

$$I_{pk} = 1[\text{A}]$$

$$R_{sc} = \frac{0.3}{i_{max}}$$

$$R_{sc} = \frac{0.3}{1.5}$$

$$R_{sc} = 0.2[\Omega] ; \frac{1}{2}[W]$$

$$L_{min} = \frac{v_{in} - v_{sat} - v_{out}}{I_{pk}} * t_{on}$$

$$L_{min} = \frac{12 - 0.3 - 5}{1} * 20.6\mu$$

$$L_{min} = 138\mu[H]$$

$$C_o = \frac{I_{pk}(t_{on} + t_{of})}{8 * V_r}$$

$$C_o = \frac{1 * 50\mu}{8 * 0.03}$$

$$C_o = 208\mu[F] ; C_o = 220\mu[F]$$

$$V_o = 1.25 \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$R_2 = 300K[\Omega] ; R_1 = 100K[\Omega]$$

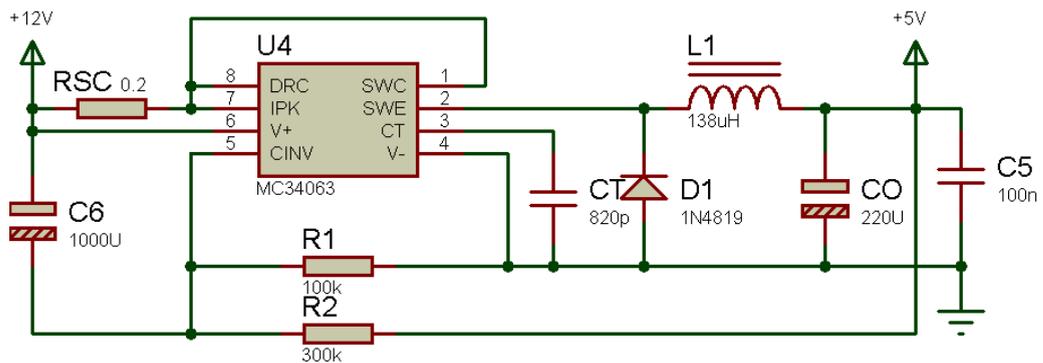


Figura 15. Conversión de alimentación de 12 V a 5 V DC.

#### 4.17. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F628.

```
#include "main.h"
/*****
#INT_TIMER1
void interrupt_timer1()
{
    bit_set(tmr1h,7);
    if(++tiempo.segundos>=60)
    {
        tiempo.segundos=0;
        if(++tiempo.minutos>=60)
        {
            tiempo.minutos=0;
            if(++tiempo.horas>=24)
            {
                tiempo.horas=0;
            }
        }
    }
}
bandera_timer=1;
}
*****/
```

```

#INT_RDA
void inetrrupcion_rx()
{
    static unsigned int8 n;
    if((buffer[n++]=fgetc(blueetooth))=='\r')
    {
        buffer[--n]=NULL;
        n=0;
        bandera_puerto_serie=1;
    }
}
/*****/
void lectura_de_entradas()
{
    fprintf(blueetooth,"Hora %02u:%02u:%02u\r\n",tiempo.horas,tiempo.minutos,tiempo.segundos);

    if(tiempo.horas==6)
        output_high(mensajes);
    if(tiempo.horas==9)
        output_low(mensajes);

    if(tiempo.horas==11)
        output_high(mensajes);
    if(tiempo.horas==14)
        output_low(mensajes);

    if(tiempo.horas==18)
    {
        output_high(mensajes);
        output_high(luz);
    }
    if(tiempo.horas==0)
    {
        output_low(mensajes);
        output_low(luz);
    }
}
/*****/
void lectura_de_trama()
{
    unsigned int8 n=0;
    char buff_temp[3];
    signed int16 caracter_anterior;
    signed int16 caracter_actual;
    signed int16 i,j;
    char *p;

    if(p=strstr(buffer,"hora:"))
    {
        strncpy(buff_temp,p+5,2);
        buff_temp[2]='\0';
        tiempo.horas= atoi(buff_temp);

        strncpy(buff_temp,p+7,2);
        buff_temp[2]='\0';
        tiempo.minutos= atoi(buff_temp);

        strncpy(buff_temp,p+9,2);
        buff_temp[2]='\0';
        tiempo.segundos= atoi(buff_temp);
    }
    else if(p=strstr(buffer,"char inicio:"))
    {
        write_eeprom(0,*(p+12));
    }
    else if(p=strstr(buffer,"mensaje:"))
    {
        strcpy(buffer,p+8);
        output_low(p_3);
        delay_ms(1000);
        output_high(p_3);
    }
}

```

```

delay_ms(1000);
while((caracter_actual=buffer[n])!=NULL)
{
    caracter_anterior=read_eeprom(n++);
    if((i=caracter_actual-caracter_anterior)>=0)
    {
        for(j=0;j<i;j++)
        {
            output_low(p_1);
            delay_ms(200);
            output_high(p_1);
            delay_ms(200);
        }
    }
    else
    {
        for(j=i;j<0;j++)
        {
            output_low(p_2);
            delay_ms(200);
            output_high(p_2);
            delay_ms(200);
        }
    }
    output_low(p_3);
    delay_ms(200);
    output_high(p_3);
    delay_ms(200);
}
for(n=0;buffer[n]!=NULL;write_eeprom(n,buffer[n]),n++);
}
}
/*****
void main()
{
    setup_wdt(WDT_2304MS); //
    fprintf(blueetooth,"Iniciando\r\n");
    output_low(luz);
    output_low(mensajes);
    setup_timer_1(T1_EXTERNAL|T1_DIV_BY_1);
    set_timer1(32768);
    t1oscen=1;
    setup_vref(VREF_LOW|12); //vref=2.5v
    setup_comparator(A0_VR_A1_VR);
    enable_interrupts(INT_TIMER1);
    enable_interrupts(INT_RDA);
    enable_interrupts(GLOBAL);
    while(TRUE)
    {
        if(bandera_timer)
        {
            bandera_timer=0;
            lectura_de_entradas();
        }
        if(bandera_puerto_serie)
        {
            bandera_puerto_serie=0;
            lectura_de_trama();
        }
        restart_wdt();
    }
}
#include <16F628.h>
#device PASS_STRINGS=IN_RAM

#FUSES WDT //Watch Dog Timer
#FUSES PUT //Power Up Timer
#FUSES MCLR //Master Clear pin enabled
#FUSES BROWNOUT //Reset when brownout detected
#FUSES NOLVP //No low voltage prgming, B3(PIC16) or B5(PIC18) used for I/O
#FUSES CPD //Data EEPROM Code Protected

```

```

#FUSES PROTECT //Code protected from reads

#use delay(internal=4MHz,restart_wdt)
#use rs232(uart1,baud=9600,stream=bluetooth,restart_wdt)
/*****/
struct{
    unsigned int8 horas;
    unsigned int8 minutos;
    unsigned int8 segundos;
}tiempo={0,0,0};
/*****/
#bit t1oscen=GETENV("BIT:T1OSCEN")
#byte tmr1h=GETENV("SFR:TMR1H")
/*****/
#define mensajes pin_b5//pin de salida para activar el cartel
#define luz pin_b4//pin de salida para activar la luz
#define p_1 pin_a7 //pines de coneccion al los pulsadores del cartel
#define p_2 pin_a4 //
#define p_3 pin_b3 //
/*****/
#include <string.h> //libreria para el manejo de cadenas de texto
#include <ctype.h> //libreria para el trabajar con codio ascii
#include <stdlib.h> //libreria para la conversion de cadenas de texto a numeros
/*****/
static char buffer[40]; //tamaño del buffer para los mensajes 40
char bandera_timer=0; //bandera que señaniza el paso de 1 segundo
char bandera_puerto_serie=0; //bandera que señaliza ladena de texto recibida
#rom getenv("EEPROM_ADDRESS")={"AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA"}
/*****/

```

#### 4.18. ESQUEMA SISTEMA DE CONTROL DE LAS CARGAS.

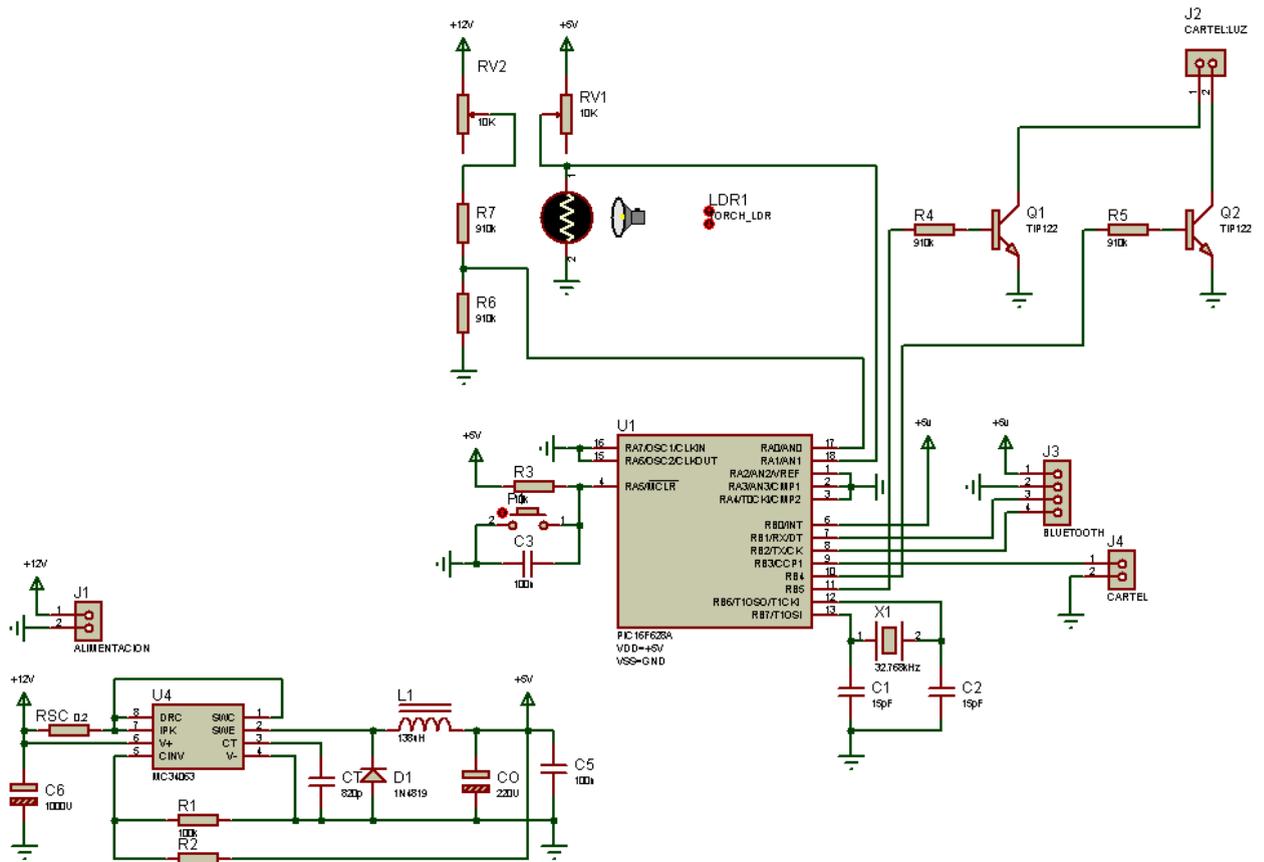


Figura 16. Circuito de control autónomo Tarjeta PIC 16F628.

#### 4.19. EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

La evaluación del sistema se realizó utilizando las mediciones observadas y capturadas para el control de las luminarias y panel informativo para la eficiencia de energía eléctrica.

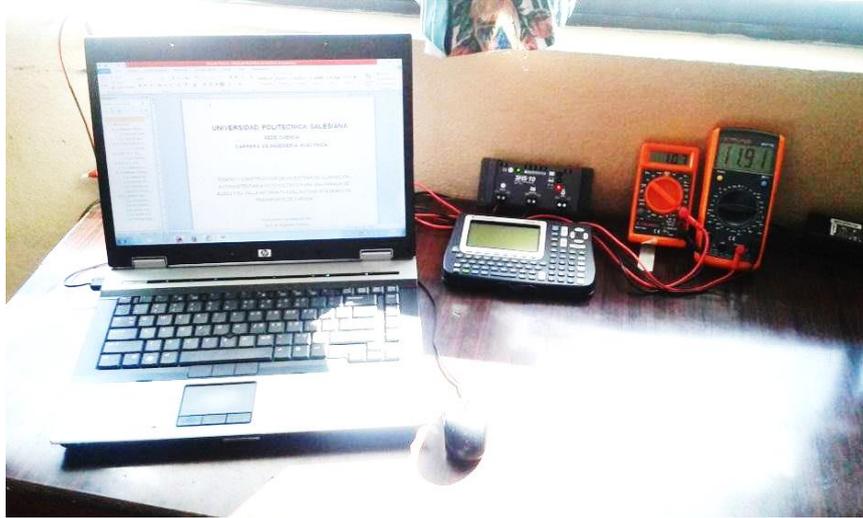


Figura 17. Medición de voltaje y corriente generado por el panel solar.

La generación de energía eléctrica es realizada por el sistema fotovoltaico y los consumos son controlados a través de una tarjeta de control PIC, a través de sus entradas analógicas se tomó referencias de niveles de tensión y corriente del panel.

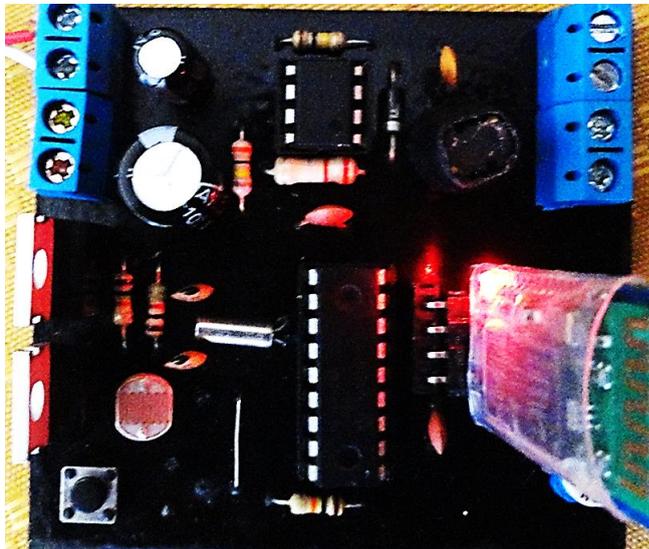


Figura 18. Tarjeta de adquisición de datos circuito de control PIC 16F628.

Los niveles de tensión que manejan las entradas analógicas del sistema de control gobernados por el PIC son de +5 Vcc, motivo por el cual se procede a realizar un circuito divisor de tensión para obtener una entrada del circuito generador acorde al nivel de tensión.

El balance de los sistemas eléctricos 1 y 2 compuesta por todo el material, mano de obra, equipo maquinaria, herramientas, utilidades, impuestos a la transacción y gastos generales.

Se puede apreciar la diferencia de los sistemas eléctricos que existe entre los refugios.

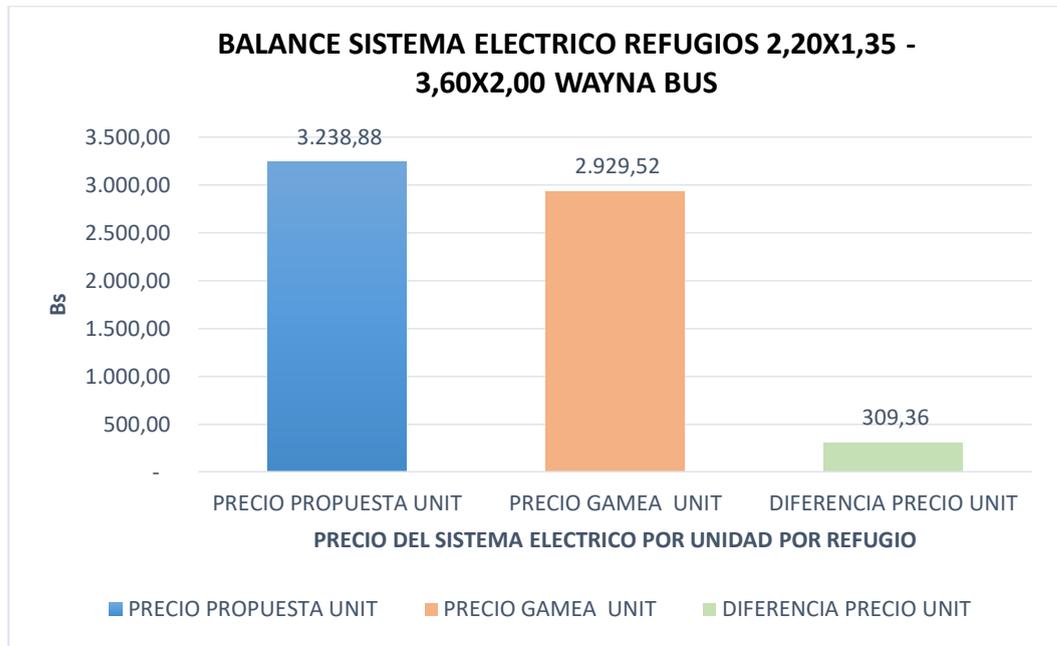


Figura 19. Balance del sistema eléctrico 1 de la propuesta y del GAMEA.

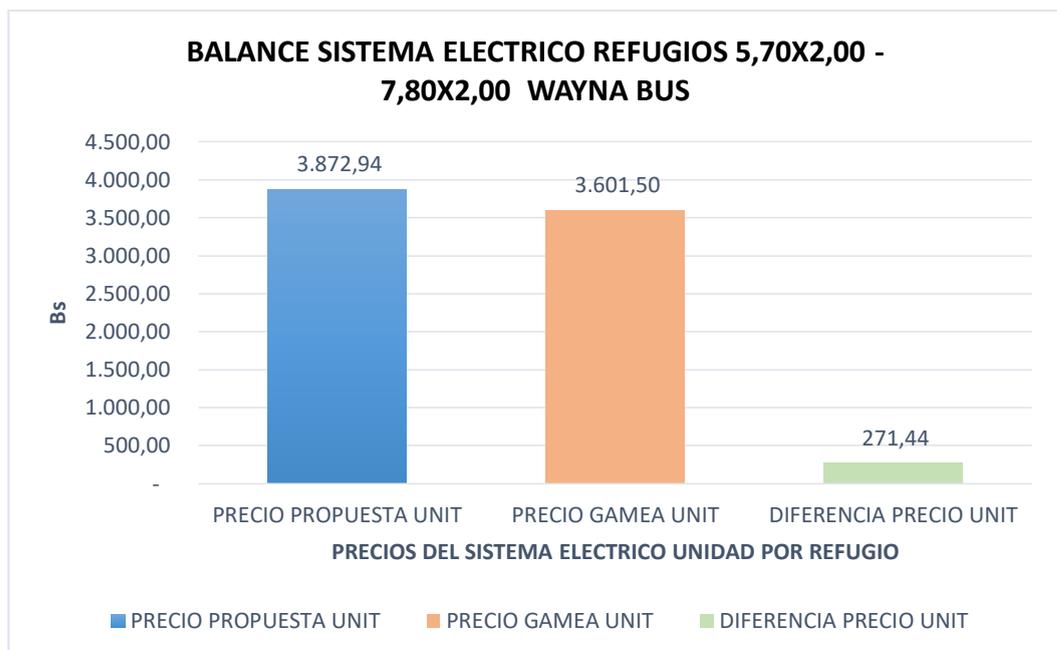


Figura 20. Balance del sistema eléctrico 2 de la propuesta y del GAMEA.

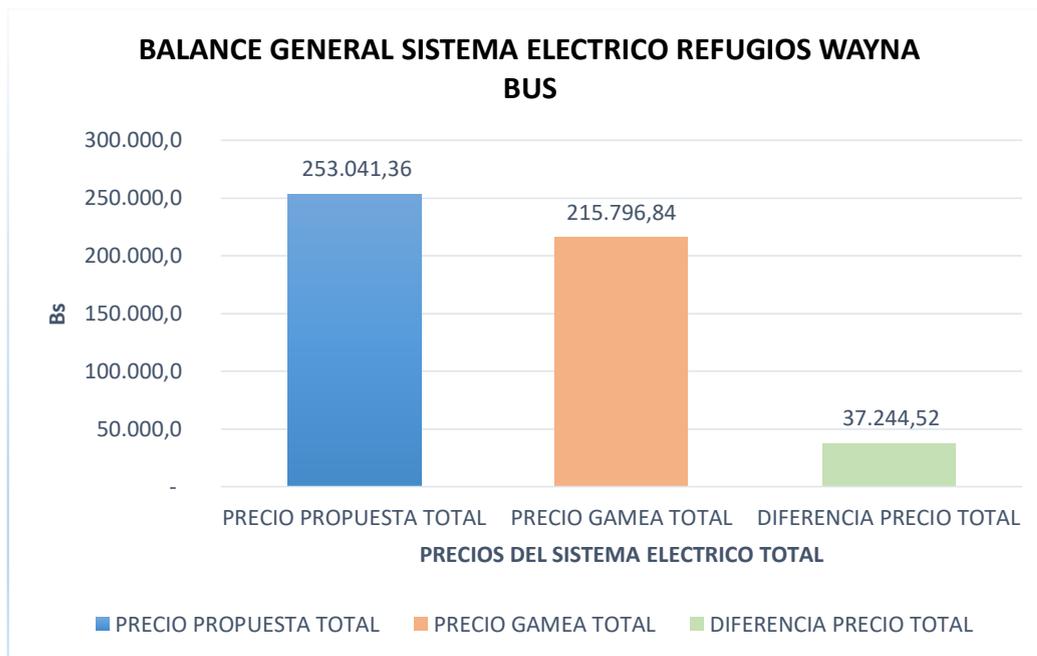


Figura 21. Balance del sistema eléctrico total de la propuesta y del GAMEA.

Un estimado mensual del consumo de energía eléctrica se aprecia claramente la reducción de energía eléctrica. Haciendo uso del Anexo 1 incluido al final de este trabajo se tiene una estimación de consumos de energía eléctrica para el mes con más baja radiación solar.

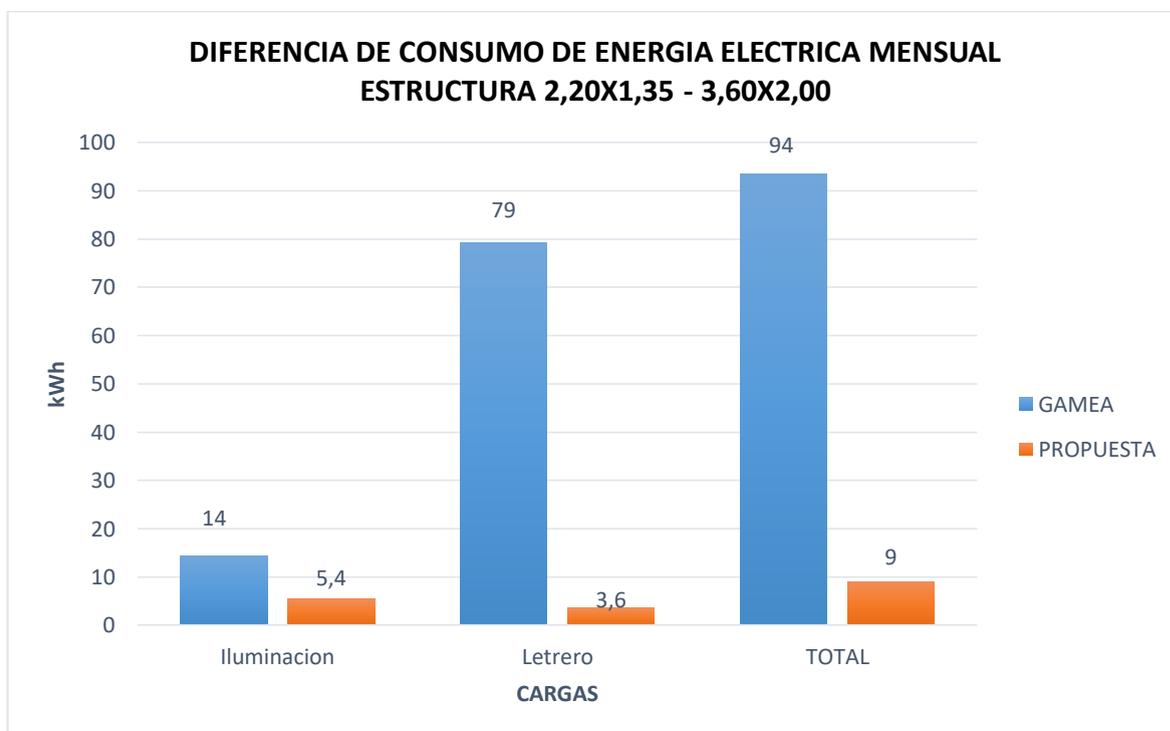


Figura 22. Diferencia de consumo de energía sistema eléctrico 1 de la propuesta y GAMEA

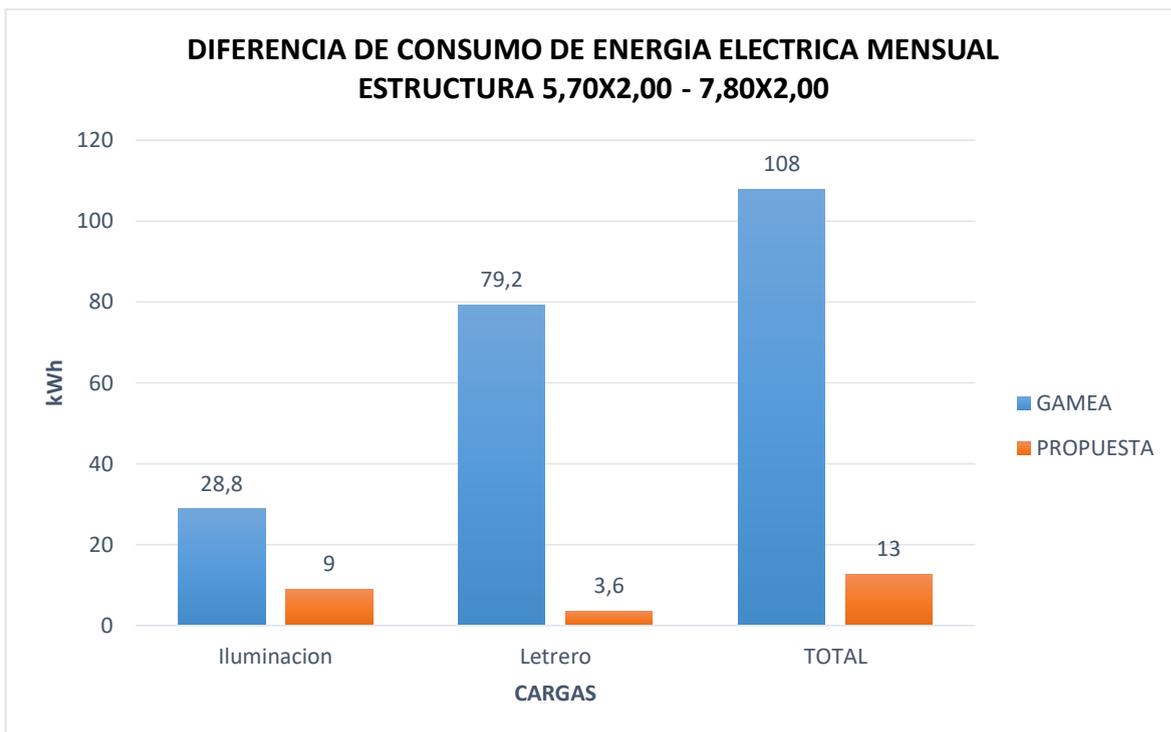


Figura 23. Diferencia de consumo de energía sistema eléctrico 2 de la propuesta y GAMEA.

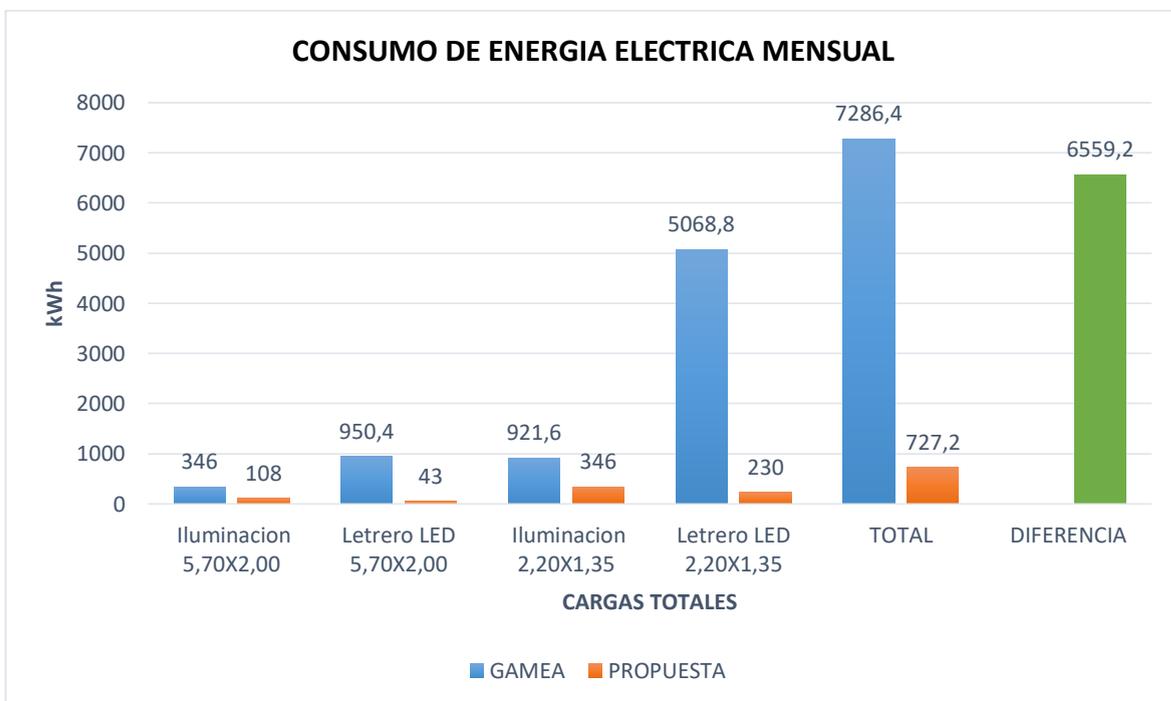


Figura 24. Diferencia de consumo de energía sistema eléctrico total de la propuesta y GAMEA.

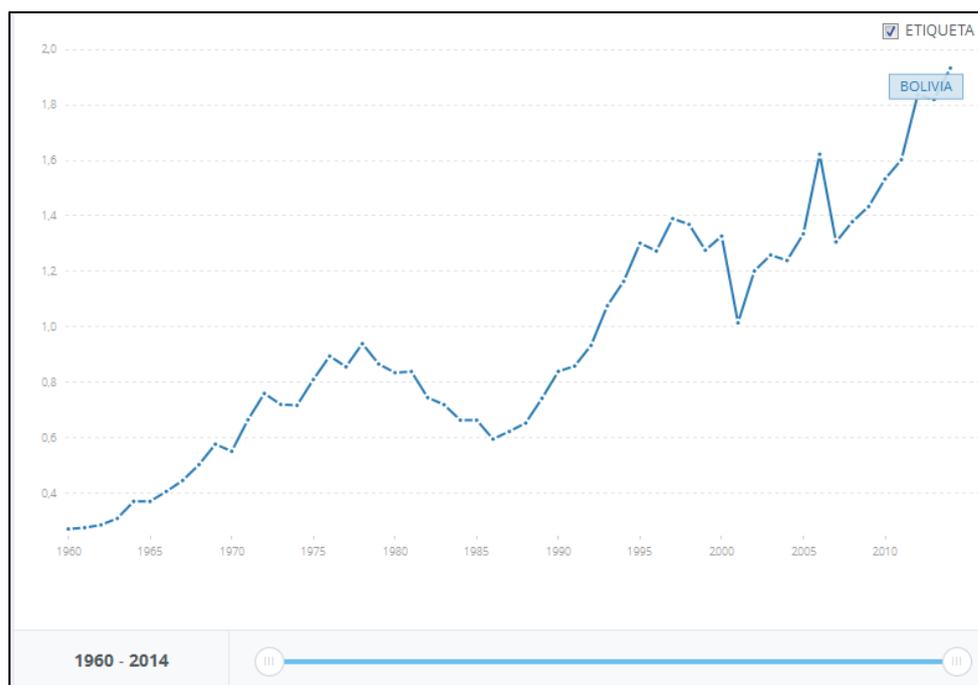


Figura 25. Emisiones de CO2 (Toneladas métricas per capita)

Fuente: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PP.GD.KD?end=2014&locations=BO&start=1992>

#### 4.20. SEGURIDAD ELÉCTRICA EN EL SISTEMA.

El funcionamiento de un sistema fotovoltaico supone la existencia de ciertas situaciones que pueden ser peligrosas para los operadores, consumidores o dañinas para los equipos. En términos generales, estas situaciones pueden ser analizadas con los conceptos y herramientas de uso común en la ingeniería eléctrica. No obstante la tecnología fotovoltaica merece un análisis especial desde el punto de vista de seguridad eléctrica.

- **Protección de los Equipos.**

A continuación, se detallan los elementos de protección necesarios en instalaciones de corriente continua:

**Fusible:** El cortocircuito es un punto de trabajo no peligroso para el generador fotovoltaico, como medio de protección se recomienda incluir fusibles en cada conector activo. Por otra parte, el portafusible sirve como elemento de seccionamiento, facilitando las tareas de mantenimiento.

Para evitar cortocircuitos ocasionados por eventuales pérdidas de aislamiento en cables, es recomendable la conducción separada del positivo y del negativo.

En instalaciones fotovoltaicas suele emplearse la relación  $I_n \geq 1,25 I_{SC}$  para evitar paradas innecesarias, siendo  $I_{SC}$  la corriente de cortocircuito de la rama asociada al fusible en cuestión.

Termomagnéticos: El rango de la tensión de operación está definido por la tensión en el punto de máxima potencia y tensión de circuito abierto del generador fotovoltaico.

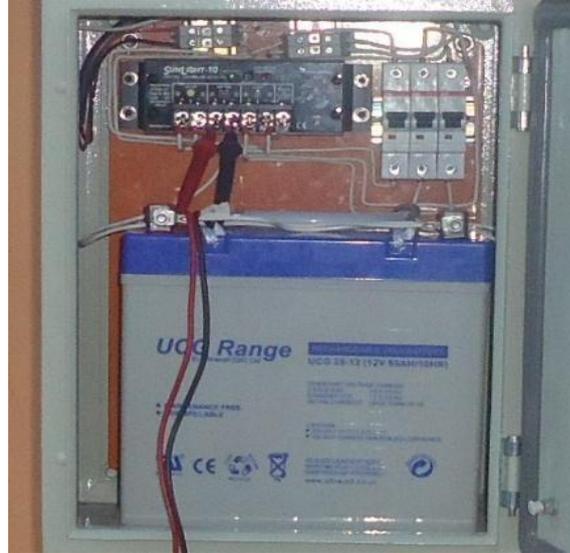


Figura 26. Disposición de Elementos de Protección.

En la figura 26 se muestra un ejemplo de una caja de protecciones situada a la salida de un generador fotovoltaico. Incluye un conjunto de interruptores termomagnéticos en cada rama en el polo positivo de cada tramo. (Perpiñan, 2014)

#### **4.21. TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS.**

Los costos incurridos en el diseño y ejecución del sistema se detallan a continuación, con el objetivo de hacer las proyecciones del retorno de la inversión.

Para el análisis eficiencia es necesario conocer las pérdidas existentes de energía y sus respectivos costos.

El costo de la inversión inicial se detalla a continuación, con un costo por operación y mantenimiento estimado de 5% del valor de la inversión inicial.

Tabla 5. Costo del proyecto Sistema eléctrico 2 Estructuras 5.70x2.00 y 7.80x2.00

ESTRUCTURAS 5,70X2,00 - 7,80X2,00								
ÍTEM	Descripción	Unid.	Cantidad Contratada (C)	Precio Unitario ( Numeral )	Precio Total ( Contratado )	PRECIO PROPUESTA UNIT ( Replanteo )	PRECIO ACTUAL UNIT	DIFERENCIA PRECIO UNIT
1	LETRERO LUMINOSO LED	Pza.	1	604,21	604,21	604,21		
3	SISTEMA FOTOVOLTAICO 2	Glb.	1	2.405,70	2.405,70	2.405,70		
4	CABLE DE COBRE AWG Nº14	m.	5	18,85	94,26	94,26		
5	TABLERO DEL MICROCONTROLADOR PIC Y BATERIA	Pza.	1	653,21	653,21	653,21		
6	DISYUNTOR TERMOMAGNETICO DE 15 (A)	Pza.	1	59,12	59,12	59,12		
7	DUCTOS DE 3/4"	m.	1	19,63	19,63	19,63		
8	CODOS DE 3/4"	Pza.	1	18,45	18,45	18,45		
9	ACCESORIOS	Glb.	1	18,36	18,36	18,36		
<b>PRECIO TOTAL (Numeral)</b>					<b>3.872,94</b>	<b>3.872,94</b>	3.601,50	<b>271,44</b>

Tabla 6. Costo del Proyecto Sistema eléctrico 1 Estructuras 2.20x1.35 y 3.60x2.20

ESTRUCTURAS 2,20X1,35 - 3,60X2,00								
ÍTEM	Descripción	Unid.	Cantidad Contratada (C)	Precio Unitario ( Numeral )	Precio Total ( Contratado )	PRECIO PROPUESTA UNIT ( Replanteo )	PRECIO ACTUAL UNIT	DIFERENCIA PRECIO UNIT
1	LETRERO LUMINOSO LED	Pza.	1	604,21	604,21	604,21		
2	SISTEMA FOTOVOLTAICO 1	Glb.	1	1.771,64	1.771,64	1.771,64		
4	CABLE DE COBRE AWG Nº14	m.	5	18,85	94,26	94,26		
5	TABLERO DEL MICROCONTROLADOR PIC Y BATERIA	Pza.	1	653,21	653,21	653,21		
6	DISYUNTOR TERMOMAGNETICO DE 15 (A)	Pza.	1	59,12	59,12	59,12		
7	DUCTOS DE 3/4"	m.	1	19,63	19,63	19,63		
8	CODOS DE 3/4"	Pza.	1	18,45	18,45	18,45		
9	ACCESORIOS	Glb.	1	18,36	18,36	18,36		
<b>PRECIO TOTAL (Numeral)</b>					<b>3.238,88</b>	<b>3.238,88</b>	2.929,52	<b>309,36</b>

Tabla 7. Cargo por Energía facturado del GAMEA y Costo evitado de la propuesta de tesis

GENERAL G - PD - BT			dic-16	oct-19	ESTRUCTURAS 5,70X2,00 - 7,80X2,00:		ESTRUCTURA 2,20X1,35 - 3,60X2,00:	
					TDP 230 V 2f,2h	TDP 12 V DC 2h	TDP 230 V 2f,2h	TDP 12 V DC 2h
Consumo total kWh					108	13	94	9
CARGO MINIMO (Bs/mes) hasta 30 kWh			30,069	32,271	32,271	32,271	32,271	32,271
CARGO POR ENERGIA (Bs/kWh)								
	31	100 kWh	0,839	0,9	62,1		57,24	
	101	200 kWh	1,004	1,077	8,616			
	201	y mas kWh	1,049	1,126				
Importe facturado por consumo Bs					103	32,271	90	32,271
						219%		177%
Costo del proyecto								
Inversion					3.601	3.873	2.930	3.239
						8%		11%
Costo de mantenimiento anual (2,2%)					3.601	3.873	2.930	3.239
					79	77	64	71
Ingresos Anuales					1.236	387	1.074	387

Aplicando el análisis del flujo neto de efectivo se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 8. Flujo neto de Efectivo por tipo de sistema 1 y 2.

ESTRUCTURAS 2,20X1,35 - 3,60X2,00:					ESTRUCTURAS 5,70X2,00 - 7,80X2,00:				
Año de operación	Costo Evitado	Inversión del proyecto		Flujo neto de efectivo	Año de operación	Costo Evitado	Inversión del proyecto		Flujo neto de efectivo
		Egresos Totales	Costos Fijos				Egresos Totales	Costos Fijos	
0	0	0	3.239		0	0	0	3.873	
1	376	71		2.934	1	376	77		3.575
2	376	71		2.630	2	376	77		3.276
3	376	71		2.325	3	376	77		2.977
4	376	71		2.020	4	376	77		2.678
5	376	71		1.715	5	376	77		2.380
6	376	71		1.411	6	376	77		2.081
7	376	71		1.106	7	376	77		1.782
8	376	71		801	8	376	77		1.483
9	376	71		496	9	376	77		1.185
10	376	71		192	10	376	77		886
11	376	71		- 113	11	376	77		587
12	376	71		- 418	12	376	77		288
13	376	71		- 723	13	376	77		- 10
14	376	71		- 1.027	14	376	77		- 309
15	376	71		- 1.332	15	376	77		- 608

En las condiciones actuales el proyecto del sistema fotovoltaico es viable.

#### 4.22. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO.

El análisis costo/beneficio de la propuesta presentada en esta tesis no es netamente financiera sino económica, pues las externalidades positivas de su implementación son superiores al costo inicial elevado, que por el avance tecnológico en sistemas fotovoltaicos es cada vez menor. Tales externalidades son el ahorro en el combustible, en emisiones de tn CO<sub>2</sub>/ año como se muestra en la tabla N° 9.

Tabla 9. Consumo de tn CO<sub>2</sub> / kWh producido con gas natural.

	ESTRUCTURA 2,20X1,35 - 3,60X2,00:		ESTRUCTURAS 5,70X2,00 - 7,80X2,00:	
	TDP 230 V 2f,2h	TDP 12 V DC 2h	TDP 230 V 2f,2h	TDP 12 V DC 2h
Consumo total en kWh	94	9	108	13
Emisiones de kg CO <sub>2</sub> / mes	60,93	5,86	70,31	8,20
Emisiones de tn CO <sub>2</sub> / año	0,73	0,07	0,84	0,10
	Sistema GAMEA		Sistema Propuesto	
total de tn CO <sub>2</sub> / año	63		7	
% de tn CO <sub>2</sub> / año	100		11	

El VAN y TIR, es una técnica muy útil en la toma de decisión para el estudio de viabilidad de proyectos, determinando la conveniencia de la implementación de éste proyecto en términos monetarios.

El análisis se lo realizara para un periodo de 15 años, con una tasa de descuento del 3%.

Tabla 10. Datos para cálculo de VAN y TIR.

DATOS	VALORES
Numero de periodos	15
Tipo de periodo	Anual
Tasa de descuento (i)	2.35%

Con este valor se puede calcular el valor actual neto (VAN), para los datos del flujo neto de efectivo que se maneja durante un periodo de tiempo de 15 años, ya que estos representan los años de vida útil de un panel solar.

Tabla 11. Calculo manual y mediante Excel del VAN y TIR.

### Cálculo de TIR y VAN

<b>Nombre del proyecto:</b>	ESTRUCTURAS 5,70X2,00 - 7,80X2,00:	ESTRUCTURAS 2,20X1,35 - 3,60X2,00:
<b>TNA de inversión alternativa</b>	<b>5,00%</b>	
<b>Cantidad de Años</b>	<b>15</b>	

AÑOS	FLUJO DE FONDOS	FLUJO DE FONDOS
0	<b>-\$ 46.476,00</b>	<b>-\$ 207.296,00</b>
1	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
2	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
3	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
4	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
5	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
6	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
7	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
8	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
9	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
10	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
11	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
12	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
13	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
14	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00
15	\$ 3.720,00	\$ 20.224,00

ESTRUCTURAS 5,70X2,00 - 7,80X2,00:		ESTRUCTURAS 2,20X1,35 - 3,60X2,00:	
TIR	2,38%	TIR	5,19%
VAN	(\$7.863,67)	VAN	\$2.622,20

Decisión de realizar los proyectos versus no hacerlos - comparación de TIR vs TNA de mercado:

- Me conviene invertir en el sistema 1 ESTRUCTURAS 2,20X1,35 - 3,60X2,00: Dado que me da un rendimiento de 5,19% y el mercado de 5%
- No me conviene invertir en el sistema 2 ESTRUCTURAS 5,70X2,00 - 7,80X2,00: Conviene invertir en el mercado.

VAN (valor actualizado neto), permite calcular el valor actual de la inversión de flujos de caja futuras producidos por una inversión.

Condiciones en la toma de decisiones:

- $VAN > 0$ ; la inversión produce ganancias sobre la rentabilidad exigida, el proyecto se acepta.
- $VAN < 0$ ; la inversión no produce ganancias sobre la rentabilidad exigida, el proyecto no se acepta.
- $VAN = 0$ ; La inversión no produce ninguna ganancias ni pérdida alguna, dependerá del proyectista en aceptar o rechazar el proyecto.

TIR (tasa interna de rentabilidad), esta es el promedio geométrico del rendimiento futuro esperado de la inversión, representando el costo de oportunidad en el proyecto.

Condiciones en la toma de decisiones:

- Si el  $TIR > r$ ; La razón del proyecto tiene una rentabilidad mayor de la rentabilidad mínima requerida el proyecto se acepta.
- Si el  $TIR < r$ ; La razón del proyecto tiene una rentabilidad menor de la rentabilidad mínima requerida, el proyecto no se acepta.
- $R B/C$  (razón beneficio/costo), es el punto de equilibrio para fijar el

La implementación del proyecto iluminación utilizando un panel solar, según los indicadores no es beneficioso ni rentable, por sus altos costos en la implementación y su baja rentabilidad. (Pinos, 2015)

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **5.1. CONCLUSIONES.**

- Se logró implementar un sistema de control de encendido/apagado automático mediante un microcontrolador PIC 16F628, sensor LDR, bluetooth de las lámparas y panel informativo en los refugios de las paradas de buses Wayna Bus que reconoce los niveles de iluminación y las cargas controlados por horario.
- Con el sistema de encendido/apagado y las tecnologías planteadas se redujo el consumo de energía eléctrica en los refugios de las paradas de buses del Wayna Bus en las estructuras 7,80 x 2, 00 de 108 kWh a 13 kWh y en las estructuras 5,70 x 2, 00 de 94 kWh a 9 kWh mensuales.
- El sistema fotovoltaico empleado en la tesis es totalmente autónomo y garantiza la generación de energía necesaria para la carga propuesta en el lapso de tiempo determinado bajo condiciones de normal funcionamiento, también su modelo y forma es totalmente adaptable a cualquier infraestructura similar para la que fue diseñada, lo cual nos permitió aliviar el uso de las energías convencionales.
- Se logró alcanzar una cierta independencia, consiguiendo además, disminuir los niveles de contaminación CO<sub>2</sub> del sistema existente de 63 tn CO<sub>2</sub>/año a 0 tn CO<sub>2</sub>/año por el sistema propuesto al dejar de utilizar en parte combustibles fósiles, para satisfacer la demanda de energía.
- La etiqueta de eficiencia energética de la lámparas LED de tipo A, es una medida que ayudo en el proceso de elección de la lámpara Philips Vestel Elektronik A.S. 20228692 LED BULB 10W 5000K, mostrando los beneficios que se obtienen con equipos eficientes.
- El computo luminotécnico realizado, brinda un adecuado nivel de iluminación al refugio de una estación de una parada de buses del sistema integrado de transporte una iluminación uniforme, porque las luminarias están distribuidas en forma simétrica en cada refugio de la parada de buses Wayna Bus, asimismo los datos del cómputo luminotécnico obtenidos permiten diseñar los circuitos de iluminación.

- La iluminación que se obtuvo fue previamente analizada con el propósito de obtener un prototipo del proyecto que se pueda ajustar a las estaciones en cualquier punto de la ciudad.
- Las revisiones periódicas y mantenimiento al sistema de generación fotovoltaico muestran una influencia muy elevada de polvo sobre el panel, en vista de esto se concluye que el mantenimiento de toda instalación solar debe ser periódica para evitar disminución en la generación de energía de este y con esto obtener los niveles de generación para el cual fue proyectado.
- La tecnología LED aún tiene costos elevados, la inversión inicial de todo sistema fotovoltaico es elevado lo que no permite un retorno de la inversión dentro de la vida útil de un panel que esta entre 15 y 20 años.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

- La implementación de sistemas de seguimiento solar son necesarios para aprovechar la máxima generación que puede brindar un panel, este punto se refiere a la obtención de la máxima potencia de generación a pesar de que estas tecnologías involucran un aumento en el costo del sistema.
- Para el mantenimiento, se tendría que hacer semestralmente con una inspección visual del generador y hacer una limpieza mensual si es necesario.
- Para usos futuros se recomienda el equipamiento de sistemas de seguridad, ya sean cámaras o terminales de intrusión para evitar pérdida de equipos, vandalismo o seguridad de usuarios. Para lo cual se determinará si la carga a incrementar antes de su implementación para conocer si es necesario o no el rediseño del equipo.
- Hacer conciencia en las diferentes instituciones públicas y privadas del uso racional de consumo de energía para reducir las emisiones de CO2 mediante nuevas tecnologías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Ministerio de Hidrocarburos y Energía, (2014), Plan para el desarrollo de las energías alternativas 2025.
- Bolivia, (2009). Constitución Política del Estado, texto aprobado en el referéndum constituyente
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad, (2016), Anuario estadístico
- IBNORCA NB 795, (1997), Ensayos en condiciones reales para la caracterización de módulos fotovoltaicos (módulos de silicio policristalino y monocristalino, módulos de potencia de 20 W a 200 W).
- IBNORCA NB 948, (1998), Ensayos para la medición de la capacidad y eficiencia de almacenamiento en acumuladores eléctricos plomo-ácido para usos fotovoltaicos
- IBNORCA NB 1056, (2008), Instalación de sistemas fotovoltaicos hasta 5 kWp de potencia y hasta 48 V de tensión nominal - Requisitos (Segunda revisión)
- IBNORCA NB 81001, (2008), Reguladores o controladores de carga para sistemas fotovoltaicos - Requisitos (Primera revisión)
- IBNORCA NB 81003, (2008), Luminarias para sistemas fotovoltaicos - Requisitos (Primera revisión)
- IEC 61215 (mono y poli cristalinos)
- Carrasco, M. (2012). Iluminación fotovoltaica en paraderos para mejorar la accesibilidad al transporte público. Washington: Clean Air Institute.
- Castejon, A., & Santamaria, G. (2012). Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Madrid: Editex.
- Diaz, T., & Carmona, G. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, SL. Energy Market Authority. (n.d.). Hand Book for Solar Photovoltaic Systems.
- Organización de las Naciones Unidas. (2010, 04 23). Protocolo de Kioto. Retrieved 02 03, 2015, from UNFCCC: [http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/application/pdf/](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/)

- Pareja, M. (2010). Energía solar fotovoltaica: Calculo de una instalación aislada. México: Marcombo.
- Sustentable. (2008). Definición de Sustentable. Retrieved 01 29, 2015, from Definición: <http://definicion.de/sustentable/>
- Valentin, J. L. (2012). Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Navarra: Donostiarra.
- Westinghouse Electric Corporation. (2000). Manual del alumbrado. Madrid: Inversiones Editoriales Dossat

# **ANEXOS.**

# **ANEXO 1**

# **RESULTADOS.**

BALANCE GENERAL DE LA OBRA										
REFUGIOS WAYNA BUS										
ESTRUCTURAS TOTAL										
ÍTEM	Descripción	Unid.	Cantidad Contratada (C)	Precio Unitario (Numeral)	Precio Total (Contratado)	Precio Propuesta Total (Replanteo)	Precio Actual Total	Diferencia Precio Total		
1	LETRERO LUMINOSO LED	Pza.	76	604,21	45.919,69	45.919,69				
2	SISTEMA FOTOVOLTAICO 1	Glb.	64	1.771,64	113.384,90	113.384,90				
3	SISTEMA FOTOVOLTAICO 2	Glb.	12	2.405,70	28.868,36	28.868,36				
4	CABLE DE COBRE AWG Nº14	m.	400	18,85	7.540,67	7.540,67				
5	TABlero DEL MICROCONTROLADOR PIC Y BATERIA	Pza.	76	653,21	49.644,31	49.644,31				
6	DISYUNTOR TERMOMAGNETICO DE 15 (A)	Pza.	76	59,12	4.493,00	4.493,00				
7	DUCTOS DE 3/4"	Barra	20	19,63	392,66	392,66				
8	CODOS DE 3/4"	Pza.	76	18,45	1.402,14	1.402,14				
9	ACCESORIOS	Glb.	76	18,36	1.395,63	1.395,63				
<b>PRECIO TOTAL (Numeral)</b>					<b>253.041,36</b>	<b>253.041,36</b>	215.796,84	<b>37.244,52</b>		

ESTRUCTURA	TIPO	CANTIDAD	SISTEMAS DE ILUMINACION	LETRERO 40 W	PANTALLA LED 220 W	POTENCIA TIPO ESTRUCTURA (W)	t1 USO h/diat	t2 USO h/diat	CONSUMO KWh
VERDE	2,20X1,35	39	1	2	1	11700	12	6	3650
ROJO	3,60X2,00	25	1	2	1	7500	12	6	2340
MORADO	5,70X2,00	9	2	4	1	3420	12	6	972
CELESTE	7,80X2,00	3	2	4	1	1140	12	6	324
<b>TOTAL</b>		<b>76</b>				<b>23760</b>			<b>7286</b>

ESTRUCTURA	TIPO	CANTIDAD	SISTEMAS DE ILUMINACION	LAMPARA 10W	LETRERO DE 10 W	POTENCIA TIPO ESTRUCTURA (W)	t1 USO h/diat	t2 USO h/diat	CONSUMO KWh
VERDE	2,20X1,35	39	1	3	1	1560	12	6	351
ROJO	3,60X2,00	25	1	3	1	1000	12	6	225
MORADO	5,70X2,00	9	2	5	1	540	12	6	113
CELESTE	7,80X2,00	3	2	5	1	180	12	6	38
<b>TOTAL</b>		<b>76</b>				<b>3280</b>			<b>727,2</b>

CONSUMO DE MENSUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL TOTAL

<b>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURAS 5,70X2,00 - 7,80X2,00: TDP 230 V 2f,2h,5C</b>								
Co	DESCRIPCIÓN	PUNTOS EN W			TOTAL	POT(W)	TIEMPO DE USO	CONSUMO MENSUAL
	ACTUAL	10	40	220	PUNTOS	FASE 1	h/dia	KWh
1	Iluminacion 5,70X2,00		4		12	1920	6	346
2	Letrero LED 5,70X2,00			1	12	2640	12	950,4
3	Iluminacion 2,20X1,35		2		64	5120	6	921,6
4	Letrero LED 2,20X1,35			1	64	14080	12	5068,8
	<b>TOTAL</b>					<b>23760</b>		<b>7286,4</b>

CONSUMO MENSUAL POR TIPO DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL POR ESTRUCTURA

<b>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURAS 5,70X2,00 - 7,80X2,00: TDP 230 V 2f,2h,5C</b>								
Co	DESCRIPCIÓN	PUNTOS EN W			0	POT(W)	TIEMPO DE USO	CONSUMO MENSUAL
	ACTUAL	10	40	220	PUNTOS	FASE 1	h/dia	KWh
1	Iluminacion		4		4	160	6	28,8
2	Letrero			1	1	220	12	79,2
	<b>TOTAL</b>					<b>380</b>		<b>108</b>
PI(W) =					FD= 1.00			
PD(W) =								
ALIMENTADOR: 2 N° 12 AWG, Cu TW; DUCTO d = 1" PVC								

<b>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURA 2,20X1,35 - 3,60X2,00: TDP 230 V 2f,2h,50H</b>								
Co	DESCRIPCIÓN	PUNTOS EN W			TOTAL	POT(W)	TIEMPO DE USO	CONSUMO MENSUAL
	ACTUAL	10	40	220	PUNTOS	FASE 1	h/dia	KWh
1	Iluminacion		2		2	80	6	14
2	Letrero			1	1	220	12	79
	<b>TOTAL</b>					<b>300</b>		<b>94</b>



DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO 1

SISTEMA FOTOVOLTAICO 1									
N	EQUIPO	CANTIDAD	POT(W)	POT(W)	t uso	E diaria REQ	I(Ah/día)	E diaria compensada	P diaria REQ
				TOTAL	(h/día)	(Wh/día)		(Wh/día)	
1	ILUMINACIÓN LED	3	10	30	6	180	2,50	225	45
2	PANEL INFO LED	1	10	10	12	120	0,83	150	30
<b>TOTAL</b>				<b>40</b>		<b>300</b>	<b>3,33</b>	<b>375</b>	<b>75</b>

Nº PANELES	E acumulacion	E REAL acum	E REQ acumu	CAPACID req	Nº BATERIAS
0,60	225	300,00	312,00	26,00	0,58
0,40	150	200,00	208,00	17,33	0,39
<b>1,00</b>	<b>375</b>	<b>500,00</b>	<b>520,00</b>	<b>43,33</b>	<b>0,96</b>

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO 2

SISTEMA FOTOVOLTAICO 2									
N	EQUIPO	CANTIDAD	POT(W)	POT(W)	t uso	E diaria REQ	I(Ah/día)	E diaria compensada	P diaria REQ
				TOTAL	(h/día)	(Wh/día)		(Wh/día)	
1	ILUMINACIÓN LED	5	10	50	6	300	4,17	375	75
2	PANEL INFO LED	1	10	10	12	120	0,83	150	30
<b>TOTAL</b>				<b>60</b>		<b>420</b>	<b>5,00</b>	<b>525</b>	<b>105</b>

Nº PANELES	E acumulacion	E REAL acum	E REQ acumu	CAPACID req	Nº BATERIAS
0,75	375	500,00	520,00	43,33	0,72
0,30	150	200,00	208,00	17,33	0,29
<b>1,05</b>	<b>525</b>	<b>700,00</b>	<b>728,00</b>	<b>60,67</b>	<b>1,01</b>

## Emisiones de CO2 (kg por US\$ del PIB de 2010)



Fuente: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PP.GD.KD?end=2014&locations=BO>

## Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)

Country	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Bolivia	1,33533094	1,62190674	1,30616895	1,37896562	1,43354506	1,53287064	1,60202932	1,83546906	1,81899738	1,9324195



Fuente: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PP.GD.KD?end=2014&locations=BO&start=1992>

Emissiones de CO2 (kg por PPA: paridad del poder adquisitivo del PIB de 2011)

Country	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Bolivia	0,28442059	0,33535188	0,26267897	0,26563872	0,27160566	0,28347279	0,28615288	0,31684624	0,29865183	0,30552921



Fuente: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PP.GD.KD?end=2014&locations=BO&start=1992>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PARADA DE BUSES WAYNA BUS

Actividad: 1 - PROV. E INSTALACION PANEL INFORMATIVO LED

Unitario: PZA

Cantidad: 76

Moneda: Bolivianos Tipo de Cambio 6.96

Descripción	Und.	Cantidad	% Productivo		Precio	Precio	Costo
			Productivo	Improductivo	Productivo	Total	
<b>1.- MATERIAL</b>							
PANEL INFORMATIVO LED 0,25X1 M	PZA	1,00000				455,000	455,000
<b>TOTAL MATERIALES</b>							<b>455,000</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>							
ELECTRICISTA	HR.	0,30000				26,448	7,934
MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA						0,00%	0,000
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>							<b>7,934</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>							
		0,00000	0,00%		0,000	0,000	0,000
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						6,00%	0,476
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>							<b>0,476</b>
<b>4.- RECARGOS</b>							
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						71,18%	5,648
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						14,94%	1,185
<b>TOTAL RECARGOS</b>							<b>6,833</b>
<b>5.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>							
GASTOS GENERALES - % De 1+2+3						15,00%	69,512
GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3						0,00%	0,000
TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES						0,00%	0,000
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>							<b>69,512</b>
<b>6.- UTILIDAD</b>							
UTILIDAD - % DE 1+2+3						10,00%	46,341
<b>TOTAL UTILIDAD</b>							<b>46,341</b>
<b>7.- IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>							
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6						3,09%	18,110
<b>TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>							<b>18,110</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>							<b>604,206</b>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PARADA DE BUSES WAYNA BUS

Actividad: 2 - PROV. E INSTALACION DE SISTEMAS FOTO VOLTAICO 1

Unitario: PZA

Cantidad: 1.00

Moneda: Bolivianos Tipo de Cambio 6.96

Descripción	Und.	Cantidad	%		Precio	Precio	Costo
			Productiv.	Improductivo	Productiv.	Total	
<b>1.- MATERIALES</b>							
PANEL SOLAR 75 W	PZA	1,00000				494,000	494,000
BATERIA AGM 45 AH	PZA	1,00000				750,000	750,000
REGULADOR DE 10 A	PZA	1,00000				183,000	183,000
LAMPARAS DE 10 W LED	PZA	3,00000				65,000	195,000
<b>TOTAL MATERIALES</b>							<b>1,622,000</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>							
AYUDANTE	HR.	0,30000				10,440	3,132
MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA						0,00%	0,000
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>							<b>3,132</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>							
		0,00000	0,00%		0,000	0,000	0,000
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						6,00%	0,188
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>							<b>0,188</b>
<b>4.- RECARGOS</b>							
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						71,18%	2,229
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						14,94%	0,468
<b>TOTAL RECARGOS</b>							<b>2,697</b>
<b>5.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>							
GASTOS GENERALES - % De 1+2+3						15,00%	74,598
GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3						0,00%	0,000
TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES						0,00%	0,000
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>							<b>74,598</b>
<b>6.- UTILIDAD</b>							
UTILIDAD - % DE 1+2+3						10,00%	49,732
<b>TOTAL UTILIDAD</b>							<b>49,732</b>
<b>7.- IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>							
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6						3,09%	19,292
<b>TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>							<b>19,292</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>							<b>1,771,639</b>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PARADA DE BUSES WAYNA BUS

Actividad: 3 - PROV. E INSTALACION DE SISTEMAS FOTOVOLTAICO 2

Unitario: PZA

Cantidad: 1.00

Moneda: Bolivianos Tipo de Cambio 6.96

Descripción	Und.	Cantidad	%		Precio	Precio	Costo
			Productiv.	Improductivo	Productiv.	Total	
<b>1.- MATERIALES</b>							
PANEL SOLAR 100 W	PZA	1,00000				612,000	612,000
BATERIA AGM 60 AH	PZA	1,00000				1.102,000	1.102,000
REGULADOR DE 10 A	PZA	1,00000				183,000	183,000
LAMPARAS DE 10 W LED	PZA	5,00000				65,000	325,000
<b>TOTAL MATERIALES</b>							<b>2.222,000</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>							
AYUDANTE	HR.	0,30000				10,440	3,132
MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA						0,00%	0,000
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>							<b>3,132</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>							
		0,00000	0,00%	0,000	0,000	0,000	0,000
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						6,00%	0,188
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>							<b>0,188</b>
<b>4.- RECARGOS</b>							
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						71,18%	2,229
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						14,94%	0,468
<b>TOTAL RECARGOS</b>							<b>2,697</b>
<b>5.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>							
GASTOS GENERALES - % De 1+2+3						15,00%	92,298
GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3						0,00%	0,000
TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES						0,00%	0,000
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>							<b>92,298</b>
<b>6.- UTILIDAD</b>							
UTILIDAD - % DE 1+2+3						10,00%	61,532
<b>TOTAL UTILIDAD</b>							<b>61,532</b>
<b>7.- IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>							
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6						3,09%	23,850
<b>TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>							<b>23,850</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>							<b>2.405,697</b>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PARADA DE BUSES WAYNA BUS

Actividad: 4 - PROVEINST CABLE DE CU MONOPOLAR N° 14 AWG THW 7 HILOS

Unitario: ML

Cantidad: 500

Moneda: Bolivianos Tipo de Cambio 6.96

Descripción	Und.	Cantidad	%		Precio	Precio	Costo	
			Productiv.	Improductivo	Productiv.	Total		
<b>1.- MATERIALES</b>								
CABLE FLEX 70°C 750V 1X14AWG	ML	1,00000				1,726	1,726	
<b>TOTAL MATERIALES</b>							<b>1,726</b>	
<b>2.- MANO DE OBRA</b>								
AYUDANTE	HR.	0,20000				10,440	2,088	
ELECTRICISTA	HR.	0,20000				26,448	5,290	
MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA						0,00%	0,000	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>							<b>7,378</b>	
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>								
		0,00000	0,00%		0,000	0,000	0,000	
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						6,00%	0,443	
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>							<b>0,443</b>	
<b>4.- RECARGOS</b>								
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						71,18%	5,251	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						14,94%	1,102	
<b>TOTAL RECARGOS</b>							<b>6,353</b>	
<b>5.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>								
GASTOS GENERALES - % De 1+2+3						15,00%	1,432	
GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3						0,00%	0,000	
TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES						0,00%	0,000	
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>							<b>1,432</b>	
<b>6.- UTILIDAD</b>								
UTILIDAD - % DE 1+2+3						10,00%	0,955	
<b>TOTAL UTILIDAD</b>							<b>0,955</b>	
<b>7.- IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>								
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6						3,09%	0,565	
<b>TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>							<b>0,565</b>	
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>							<b>18,852</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PARADA DE BUSES WAYNA BUS

Actividad: 5 - PROVEINSTABLERO DE MICROCONTROLADOR Y BATERIA

Unitario: PZA

Cantidad: 76

Moneda: Bolivianos Tipo de Cambio 6.96

Descripción	Und.	Cantidad	%	Precio	Precio	Costo
			Productivo	Improductivo	Productivo	Total
<b>1.- MATERIALES</b>						
1 TABLERO DEL MICROCONTROLADOR	PZA	1,00000			250,000	250,000
2 PLACA DE MICROCONTROLADOR	PZA	1,00000			300,000	300,000
<b>TOTAL MATERIALES</b>						<b>550,000</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
AYUDANTE	HR.	0,20000			10,440	2,088
ELECTRICISTA	HR.	0,20000			26,448	5,290
MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA					0,00%	0,000
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>7,378</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
		0,00000	0,00%	0,000	0,000	0,000
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA					6,00%	0,443
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						<b>0,443</b>
<b>4.- RECARGOS</b>						
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA					71,18%	5,251
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA					14,94%	1,102
<b>TOTAL RECARGOS</b>						<b>6,353</b>
<b>5.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % De 1+2+3					15,00%	46,173
GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3					0,00%	0,000
TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES					0,00%	0,000
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						<b>46,173</b>
<b>6.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3					10,00%	30,782
<b>TOTAL UTILIDAD</b>						<b>30,782</b>
<b>7.- IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6					3,09%	12,086
<b>TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>						<b>12,086</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>						<b>653,215</b>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PARADA DE BUSES WAYNA BUS

Actividad: 6 - PROV. E INSTALACION DE TERMOMAGNETICO DE 1X15A

Unitario: PZA

Cantidad: 63

Moneda: Bolivianos Tipo de Cambio 6.96

Descripción	Und.	Cantidad	%		Precio	Precio	Costo
			Productiv.	Improductivo	Productiv.	Total	
<b>1.- MATERIALES</b>							
INT.TERMOMAG. 6/10KA ABB 1X15A DIN	PZA	1,00000				32,000	32,000
<b>TOTAL MATERIALES</b>							<b>32,000</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>							
ELECTRICISTA	HR.	0,30000				26,448	7,934
MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA						0,00%	0,000
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>							<b>7,934</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>							
		0,00000	0,00%		0,000	0,000	0,000
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						6,00%	0,476
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>							<b>0,476</b>
<b>4.- RECARGOS</b>							
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						71,18%	5,648
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						14,94%	1,185
<b>TOTAL RECARGOS</b>							<b>6,833</b>
<b>5.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>							
GASTOS GENERALES - % De 1+2+3						15,00%	6,062
GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3						0,00%	0,000
TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES						0,00%	0,000
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>							<b>6,062</b>
<b>6.- UTILIDAD</b>							
UTILIDAD - % DE 1+2+3						10,00%	4,041
<b>TOTAL UTILIDAD</b>							<b>4,041</b>
<b>7.- IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>							
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6						3,09%	1,772
<b>TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>							<b>1,772</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>							<b>59,118</b>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PARADA DE BUSES WAYNA BUS

Actividad: 7 - PROV. EINST. TUBO PVC 3/4"

Unitario: ML

Cantidad: 76

Moneda: Bolivianos Tipo de Cambio 6.96

Descripción	Und.	Cantidad	%		Precio	Precio	Costo	
			Productivo	Improductivo	Productivo	Total		
<b>1.- MATERIALES</b>								
TUBO PVC 3/4"	ML	1,00000				5,986	5,986	
<b>TOTAL MATERIALES</b>								<b>5,986</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>								
ELECTRICISTA	HR.	0,20000				26,448	5,290	
MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA						0,00%	0,000	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>								<b>5,290</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>								
		0,00000	0,00%		0,000	0,000	0,000	
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						6,00%	0,317	
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>								<b>0,317</b>
<b>4.- RECARGOS</b>								
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						71,18%	3,765	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						14,94%	0,790	
<b>TOTAL RECARGOS</b>								<b>4,555</b>
<b>5.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>								
GASTOS GENERALES - % De 1+2+3						15,00%	1,739	
GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3						0,00%	0,000	
TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES						0,00%	0,000	
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>								<b>1,739</b>
<b>6.- UTILIDAD</b>								
UTILIDAD - % DE 1+2+3						10,00%	1,159	
<b>TOTAL UTILIDAD</b>								<b>1,159</b>
<b>7.- IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>								
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6						3,09%	0,588	
<b>TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>								<b>0,588</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>								<b>19,633</b>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PARADA DE BUSES WAYNA BUS

Actividad: 8 - PROV. E INSTALACION DE CODO DE 90° PVC

Unitario: PZA

Cantidad: 76

Moneda: Bolivianos Tipo de Cambio 6.96

Descripción	Und.	Cantidad	%		Precio	Precio	Costo	
			Productivo	Improductivo	Productivo	Total		
<b>1.- MATERIALES</b>								
CODO PVC E-40 DE 4"	PZA	1,00000				8,839	8,839	
<b>TOTAL MATERIALES</b>								<b>8,839</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>								
AYUDANTE	HR.	0,30000				10,440	3,132	
MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA						0,00%	0,000	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>								<b>3,132</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>								
		0,00000	0,00%		0,000	0,000	0,000	
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						6,00%	0,188	
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>								<b>0,188</b>
<b>4.- RECARGOS</b>								
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						71,18%	2,229	
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA						14,94%	0,468	
<b>TOTAL RECARGOS</b>								<b>2,697</b>
<b>5.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>								
GASTOS GENERALES - % De 1+2+3						15,00%	1,824	
GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3						0,00%	0,000	
TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES						0,00%	0,000	
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>								<b>1,824</b>
<b>6.- UTILIDAD</b>								
UTILIDAD - % DE 1+2+3						10,00%	1,216	
<b>TOTAL UTILIDAD</b>								<b>1,216</b>
<b>7.- IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>								
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6						3,09%	0,553	
<b>TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>								<b>0,553</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>								<b>18,449</b>

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: PARADA DE BUSES WAYNA BUS

Actividad: 9- PROV. E INST. ACCESORIOS

Unitario: PZA

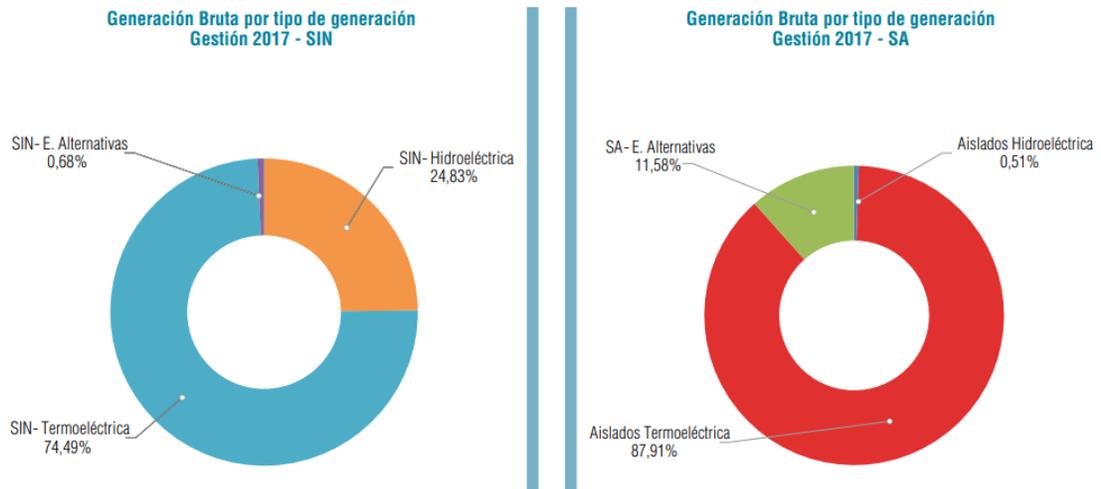
Cantidad: 76

Moneda: Bolivianos Tipo de Cambio 6.96

Descripción	Und.	Cantidad	%	Precio		Costo Total
				Productivo	Improductivo	
<b>1.- MATERIALES</b>						
ACCESORIOS	PZA	1,00000			5,000	5,000
<b>TOTAL MATERIALES</b>						<b>5,000</b>
<b>2.- MANO DE OBRA</b>						
ELECTRICISTA	HR.	0,20000			26,448	5,290
MANO DE OBRA INDIRECTA - % DE MANO DE OBRA DIRECTA					0,00%	0,000
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>5,290</b>
<b>3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						
		0,00000	0,00%	0,000	0,000	0,000
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA					6,00%	0,317
<b>TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>						<b>0,317</b>
<b>4.- RECARGOS</b>						
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA					71,18%	3,765
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % DEL TOTAL DE MANO DE OBRA					14,94%	0,790
<b>TOTAL RECARGOS</b>						<b>4,555</b>
<b>5.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						
GASTOS GENERALES - % De 1+2+3					15,00%	1,591
GASTOS FINANCIEROS - % DE 1+2+3					0,00%	0,000
TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMAC. - % DEL TOTAL DE MATERIALES					0,00%	0,000
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>						<b>1,591</b>
<b>6.- UTILIDAD</b>						
UTILIDAD - % DE 1+2+3					10,00%	1,061
<b>TOTAL UTILIDAD</b>						<b>1,061</b>
<b>7.- IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>						
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5+6					3,09%	0,550
<b>TOTAL IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES</b>						<b>0,550</b>
<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>						<b>18,364</b>

# **ANEXO 2 GRÁFICOS**

# GRAFICA Nº1 GENERACIÓN BRUTA DEL SIN Y SA

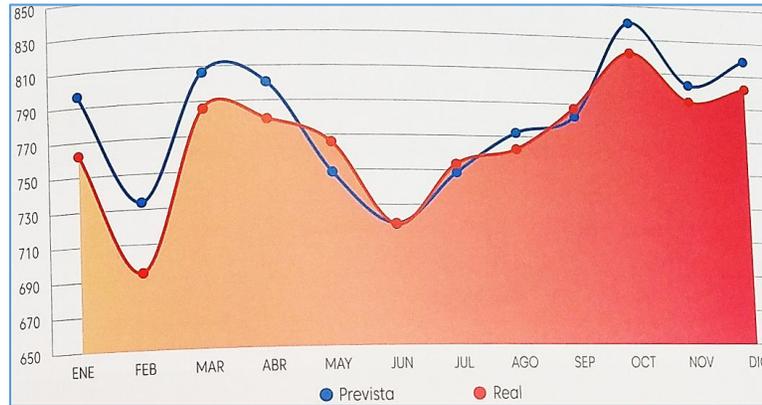


Fuente: Anuario AE 2017, pág. 24



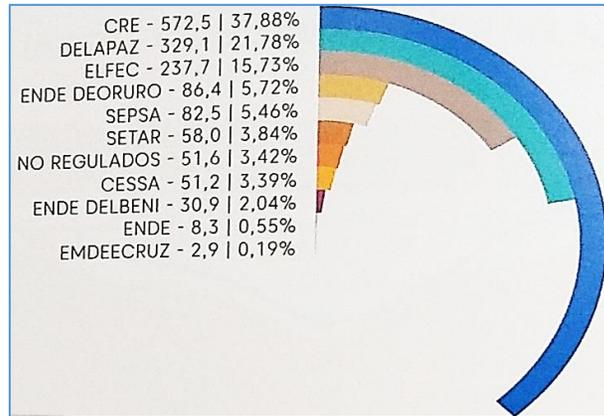
Fuente: Comité de despacho de carga 2018 CNDC, pág. 4

**GRAFICA N°2 PRODUCCION DE ENERGIA BRUTA Y REAL (GWh) - AÑO 2018**



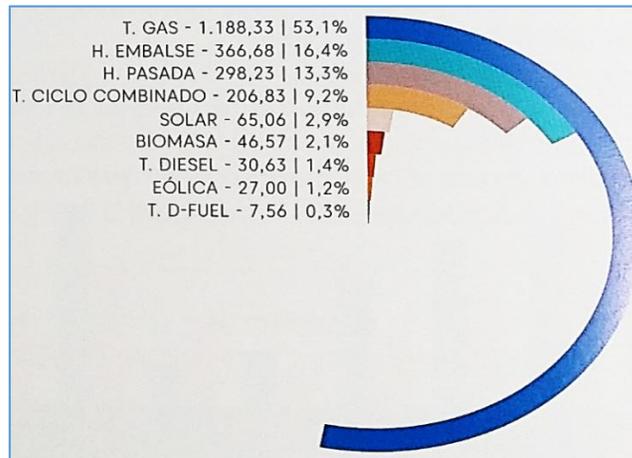
Fuente: Comité de despacho de carga 2018 CNDC, pág. 7

**GRAFICA N°3 PARTICIPACION DE LA DEMANDA MAXIMA DEL SIN (MW) -AÑO 2018**



Fuente: Comité de despacho de carga 2018 CNDC, pág. 8

**GRAFICA N°4 CAPACIDAD DE GENERACION POR TIPO DE CENTRAL (MW) -AÑO 2018**



Fuente: Comité de despacho de carga 2018 CNDC, pág. 10

### GRAFICA N°5 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA – (GWh)

Consumidores	Gestión		Variaciones %
	2018	2017	
CRE	3.193,0	3.163,5	0,9
EMDEECRUZ	9,0	2,8	222,0
CESSA	315,1	303,7	3,8
ELFEC	1.363,4	1.331,0	2,4
SEPSA	503,4	464,9	8,3
DELAPAZ	1.927,5	1.850,7	4,1
ENDE DEL BENI	163,0	155,5	4,8
ENDE DE ORURO	504,2	484,0	4,2
ENDE	57,4	56,2	2,1
SETAR	318,3	311,5	2,2
NO REGULADOS	467,4	490,1	4,6
<b>TOTAL</b>	<b>8.821,7</b>	<b>8.613,7</b>	<b>2,4</b>

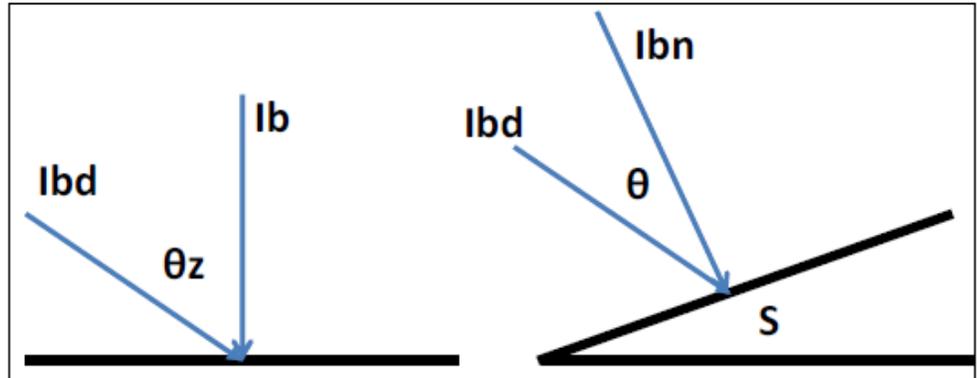
Fuente: Comité de despacho de carga 2018 CNDC, pág. 6

### GRAFICA N°6 POTENCIA DE PUNTA POR PERIODO ANUAL ELÉCTRICO– (MW)

Consumidores	Gestión		Variaciones %
	2018	2017	
CRE	572,5	554,1	3,3
EMDEECRUZ	2,9	0,5	506,9
CESSA	51,2	48,3	6,1
ELFEC	237,7	227,4	4,5
SEPSA	82,5	71,9	14,8
DELAPAZ	329,1	321,8	2,3
ENDE DEL BENI	30,9	29,8	3,7
ENDE DE ORURO	86,4	82,2	5,1
ENDE	8,3	8,0	3,9
SETAR	58,0	58,7	1,2
NO REGULADOS	51,6	54,0	4,4
<b>TOTAL</b>	<b>1.511,2</b>	<b>1.456,6</b>	<b>3,7</b>

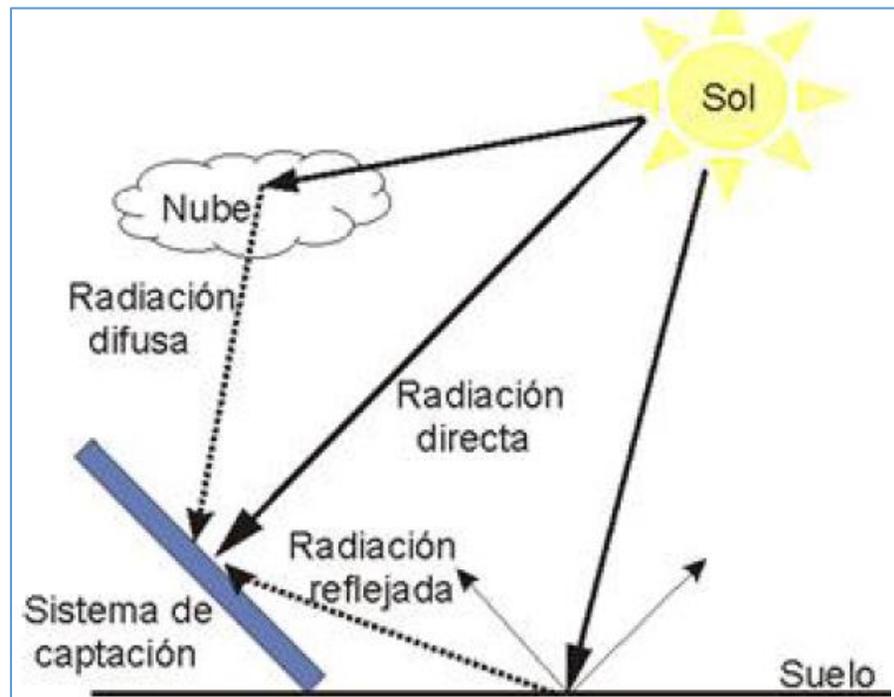
Fuente: Comité de despacho de carga 2018 CNDC, pág. 9

**GRAFICA N°7**



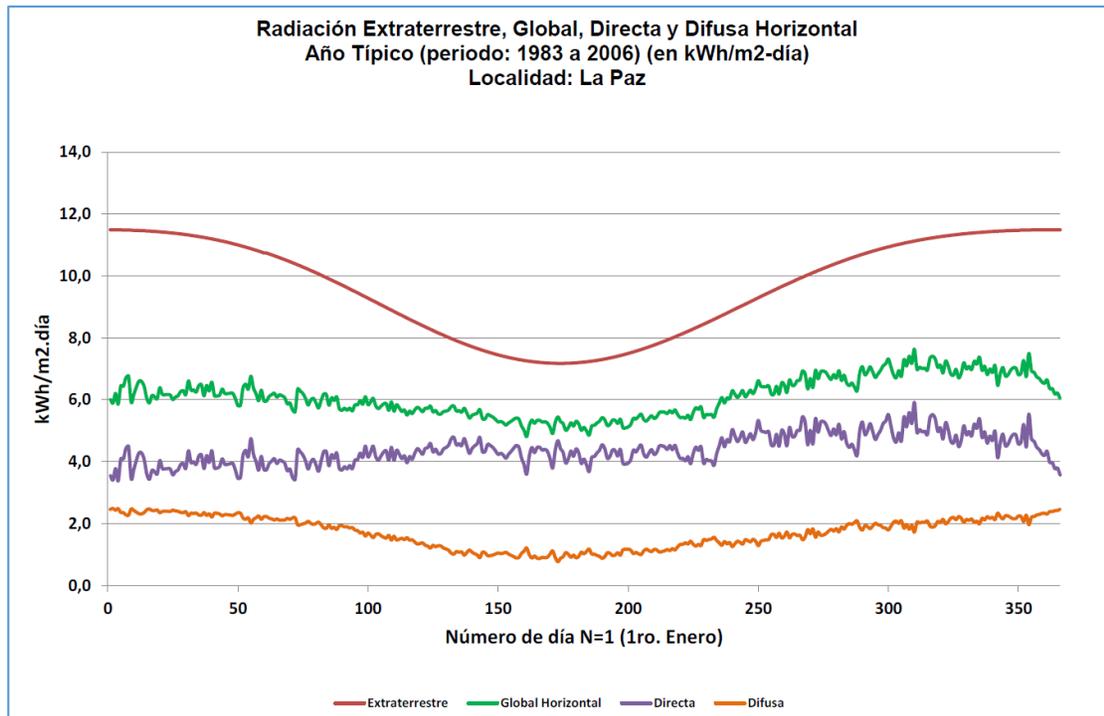
Fuente: Curso de energías alternativas Mgr. ENRIQUE BIRHUETT GARCIA 2014, pág. 9

**GRAFICA N°8**



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos61/sistema-hibrido-eolico-fotovoltaico/Image28031.jpg>

**GRAFICA N°9**



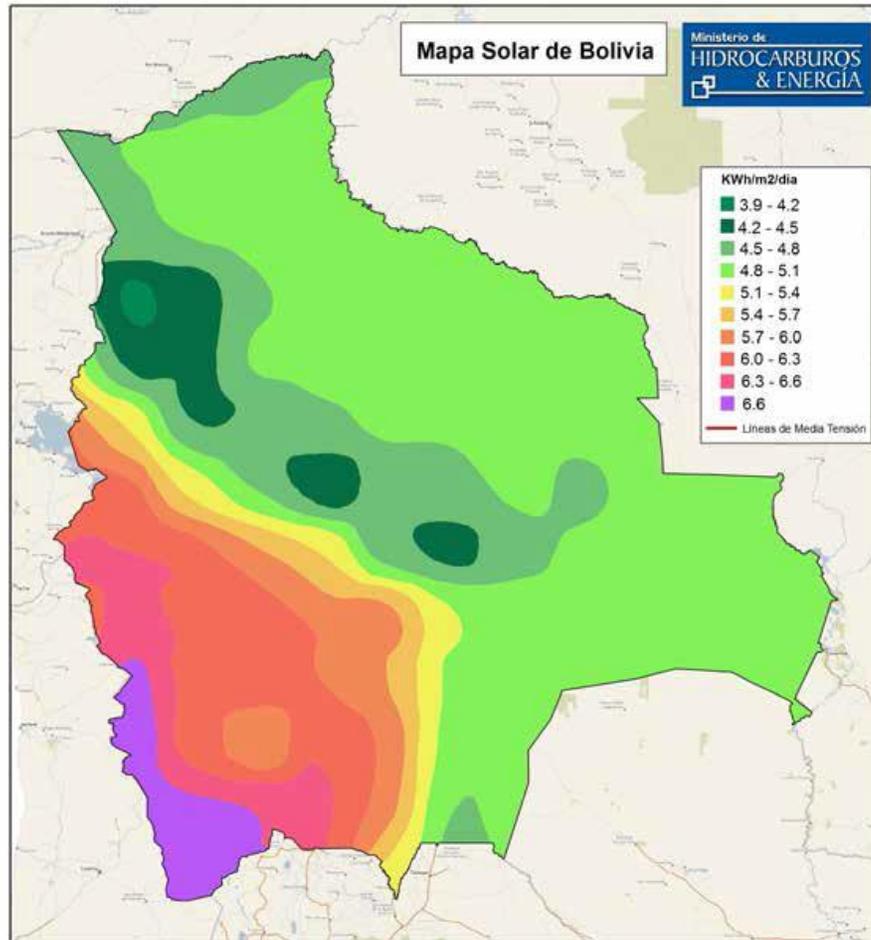
Fuente: Curso de energías alternativas Mgr. ENRIQUE BIRHUETT GARCIA 2014, pag 11

**GRAFICO Nº 10**



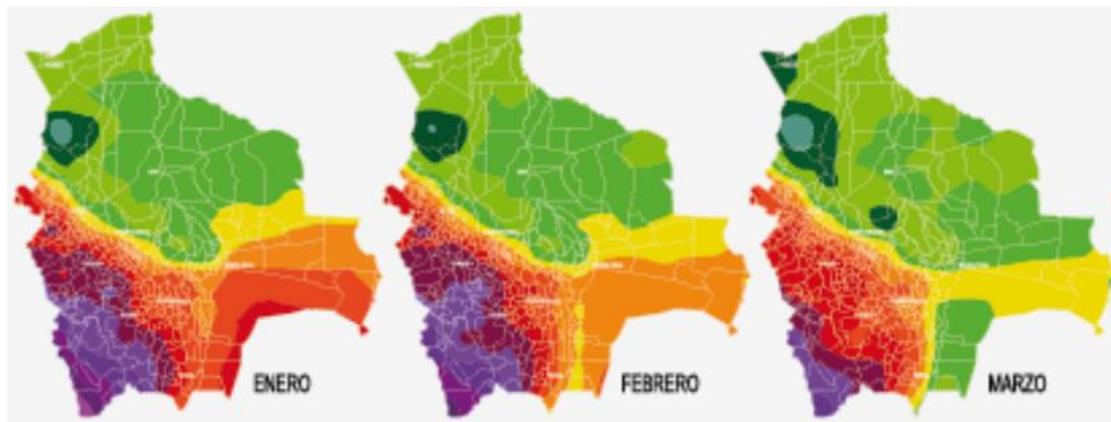
Fuente: <http://www.iie.org.mx/proyectofotovoltaico/preguntas.php#preg2>

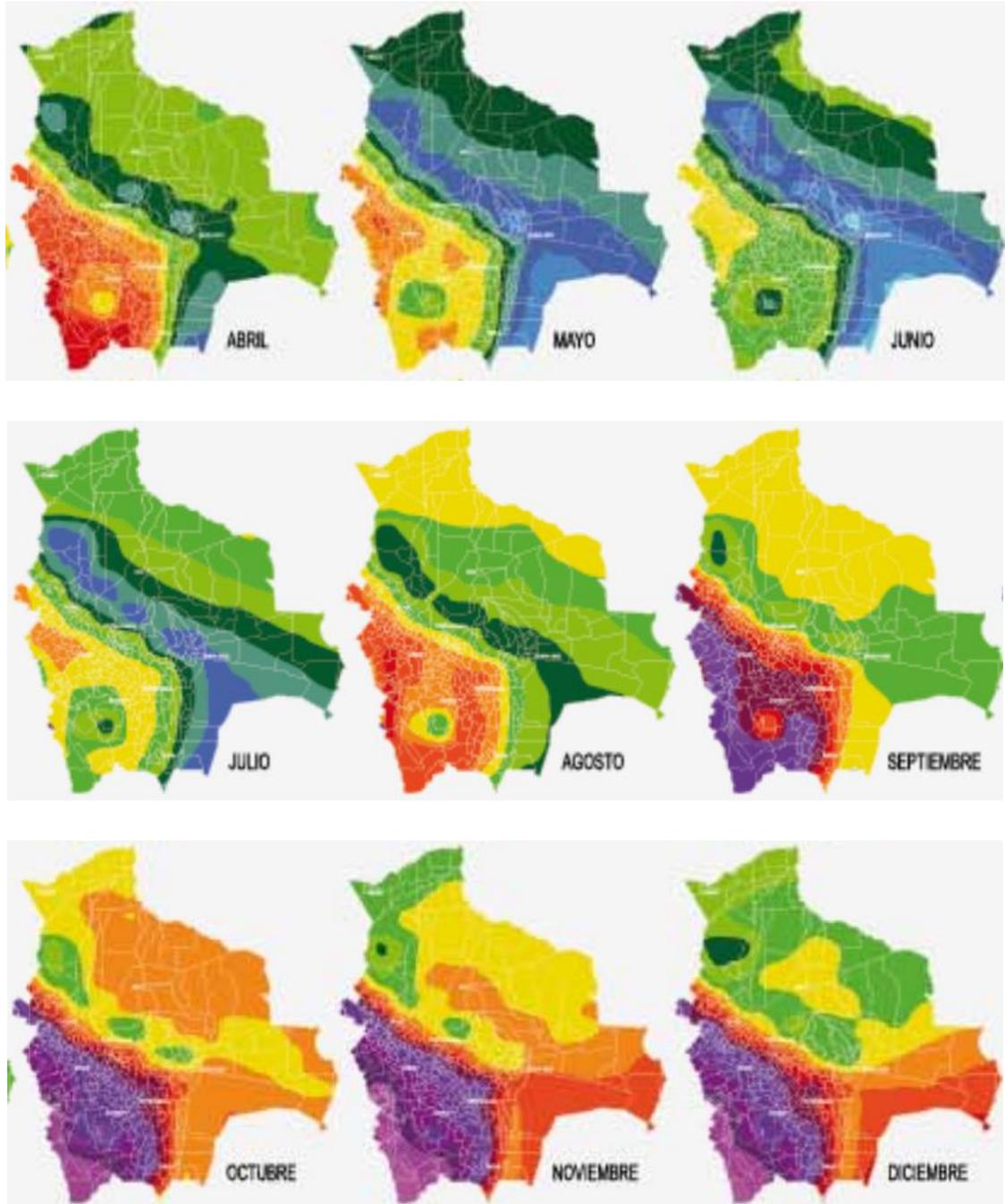
### GRAFICA Nº 11. POTENCIAL SOLAR



Fuente: Elaborado por el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, con base en datos de la Autoridad de Fiscalización Control Social de Electricidad

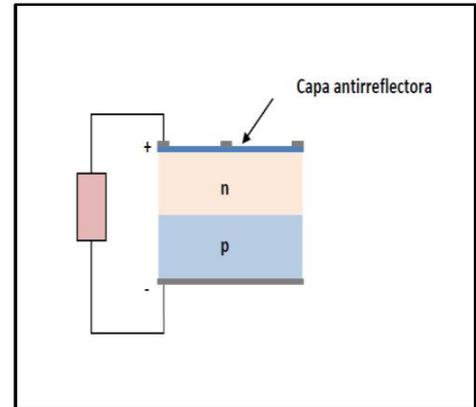
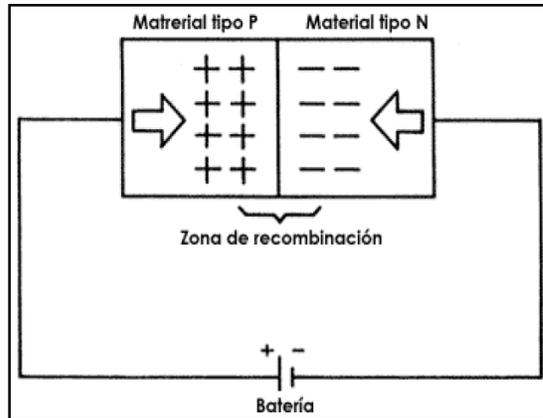
### GRAFICA Nº 12. MAPA DE RADIACIÓN SOLAR MEDIA MENSUAL BOLIVIA (KWH/ M<sup>2</sup>\*DIA)





Fuente: Proyecto de Energía Solar UMSS 2010, Elaborado editado y modificado por energética

### GRAFICA Nº 13.



FUENTE: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/105/htm/sec\\_7.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/105/htm/sec_7.htm)

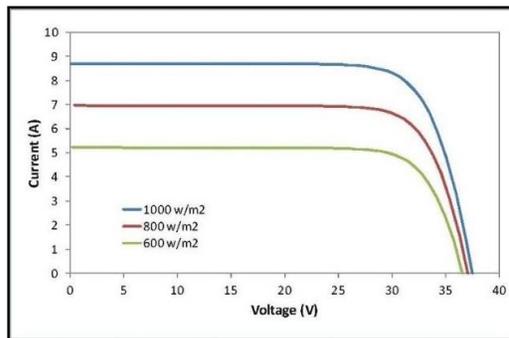


Figura Fa. Curvas I-V para distintos valores de la irradiación solar  
Temperatura constante de la célula (25° C)

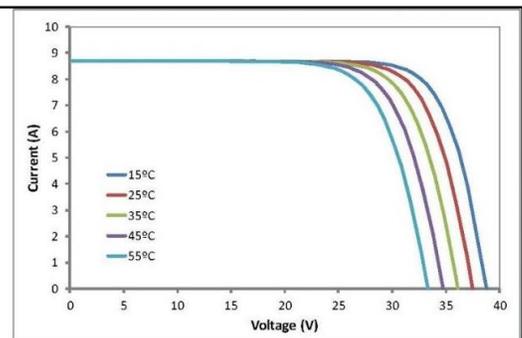


Figura Fb. Curvas I-V para distintas temperatura de la célula  
Valor de irradiación solar constante (1000 W/m²)

<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>

# **ANEXO 3 CATÁLOGOS**



## SOLAR MODULE – KM(P)60

<b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b>		
Model Number		KM(P)60
Maximum Power	Pmax(W)	60
Power Tolerance	%	±5%
Maximum Power Voltage	Vm(V)	17.56V
Maximum Power Current	Im(A)	3.43A
Open Circuit Voltage	Voc(V)	21.52V
Short Circuit Current	Isc(A)	3.68A
Maximum System Voltage	VDC	750V
Cell Efficiency	%	13.7
Module Efficiency	%	11.31
Cells per Module	Pcs	36
Cell Type		Polycrystalline silicon
Cell Size	mm	156 x 67
Temperature coefficient of Isc	%/°C	+0.05
Temperature coefficient of Voc	%/°C	-0.35
Temperature coefficient of power	%/°C	-0.47
NOCT (Nominal operating cell temperature)	°C	47 ± 2
Operating Temperature	°C	-40 ~ +85
<b>MECHANICAL CHARACTERISTICS</b>		
Dimensions	mm	690 x 680 x 35
Weight	Kg	5.8
Type of Junction Box		TUV certified, IP65
Cable Type, Diameter		Without
Connector		Without
Tempered Glass		3.2 mm, high transmission, low iron

**\*STC Conditions:** Radiation of 1000W/m<sup>2</sup>, AM1.5 spectrum, cell temperature of 25°C.

## CATALOGO N°2



WE MAKE SOLAR ENERGY MORE EFFICIENT AND SIMPLE!

**BrightSun**  
Power Corporation

### **BSP-75WSM** MONOCRYSTALLINE SOLAR MODULE



High module conversion efficiency (up to 17%), through superior manufacturing technology



Easy installation and handling for various applications



Entire module certified to withstand high wind loads (2400 Pa) and snow loads (5400 Pa)



ISO9001, OHSAS18001, ISO14001



**A BrightSun high-power residential solar module is an aesthetic addition to most roofs**

#### **ENGINEERING EXCELLENCE**

The perfect combination of high performance and design

#### **ADVANCED AESTHETICS**

Has an elegant appearance that blends beautifully with your home roof line

#### **DURABLE**

Provides long life and enhanced cell performance

#### **HIGH PERFORMANCE**

Uses advanced surface texturing to improve efficiency



BrightSun PV modules offer BTS-leading performance for a variety of applications

#### **Power your application**

When you choose BrightSun, you get more well-engineered products, you also get our proven reliability, outstanding customer service and the assurance of our 25-year limited warranty

# BSP-75WSM



## 75 Watt

### Electrical Characteristics

Cell Size(mm)	125×125mm
Cell Efficiency (%)	>17.0%
Type of Cell	Monocrystalline silicon
Cell Configuration	36(4x18)
Size of module (mm)	1070x540x35mm
Weight per piece (Kg)	8.2Kg
Maximum power (Wp)	75W
Maximum power voltage (V)	17.4V
Maximum power current (A)	4.31A
Open circuit voltage (V)	21.6V
Short circuit current (A)	4.74A
Tolerance of Pmax	0/+5%

### Standard Operating Conditions

Maximum system voltage (V)	1000V
Temperature coefficients of Isc (%)	(0.06±0.01) %/K
Temperature coefficients of Voc (%)	-(7±10) mV/K
Temperature coefficients of Pm (%)	-(0.5±0.05) %/K
NOCT (°C)	48±2°C
Temperature range	-40°C to +85°C
Surface maximum load capacity	60m/s (200kg/sq.m)
Series fuse rating	8A

### Other Characteristics

Junction box type	IP65 rated
Connectors and cables type	2.5mm <sup>2</sup>
Length of cables (mm)	650mm
Frame (material, corners, etc.)	Anodized aluminum alloy
Glass	High transmissivity low-iron 3.2 mm toughened glass
FF (%)	≥ 73.3%

### QUALIFICATIONS

IEC	IEC 61215	IEC 61730	RoHS
CE	EMC	RoHS	



10 years material and workmanship guarantee

95% power output guarantee for 5 years  
90% power output guarantee for 10 years  
80% power output guarantee for 25 years

BrightSun will not accept responsibility for damage caused to other equipment

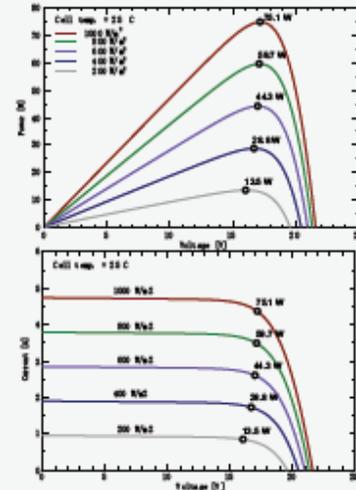
Contact BrightSun to receive our latest product information

5-year  
95% power output

10-year  
90% power output

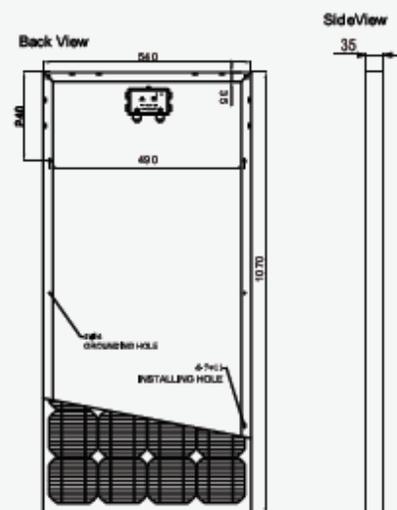
25-year  
80% power output

### Characteristics (Module I-V Graph 75W)



STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Module temperature 25°C, AM1.5 spectrum.

### Dimension





## **PWM Solar charge controller**

### **ViewStar AU series**



The VS-AU controller is a common positive PWM charge controller with built in LCD display and USB port. The multiple load control modes enable it can be widely used on solar home system, traffic signal, solar street light, solar garden lamp, etc.



#### **Models:**

- VS1024AU, 10A, 12/24V auto work
- VS2024AU, 20A, 12/24V auto work
- VS3024AU, 30A, 12/24V auto work
- VS4524AU, 45A, 12/24V auto work
- VS6024AU, 60A, 12/24V auto work
- VS3048AU, 30A, 12/24/36/48V auto work
- VS4548AU, 45A, 12/24/36/48V auto work
- VS6048AU, 60A, 12/24/36/48V auto work

#### **Features:**

- PWM charging
- Battery type selectable: Sealed, Gel, and Flooded
- Informative black light LCD display
- Double USB design, Max. output 2.4A
- Multiple load control modes
- Energy statistics function
- Full power working at temperature range from -25 to 55 °C
- Adopt high quality, high reliability components of ST,IR and Infineon
- UL and VDE certified Nickel plated copper terminals, to ensure safe and solid connection

# CATALOGO N° 4

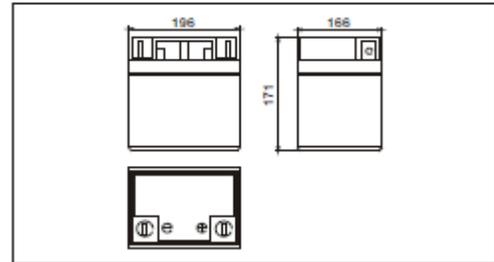


**SHENZHEN SUNNYWAY BATTERY TECH CO.,LTD.**

## SW12450(12V45AH)



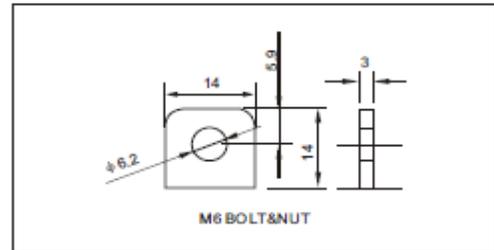
### Outer dimensions (mm)



### Specifications

Nominal Voltage		12V
Rated capacity (10hour rate)		45 Ah
Dimensions	Total Height	171 mm (6.73 inches)
	Height	171 mm (6.73 inches)
	Length	196 mm (7.70 inches)
	Width	166mm (6.54 inches)
Weight Approx		13.5 Kg (29.7 lbs)

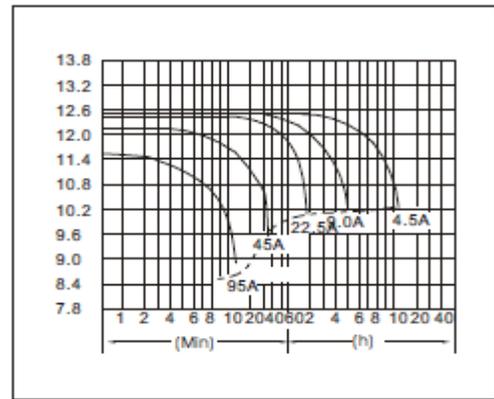
### Terminal Type (mm)



### Characteristics

Capacity 25°C(77°F)	20 hour rate(4.5A)	45.0 AH
	10 hour rate(7.2A)	42.0 AH
	1 hour rate(27.0A)	27.0 AH
	1.5 hour discharge to 10.5V	18.0 A
Internal Resistance	Full charged Battery at 25°C(77°F)	9 mΩ
Capacity affected by Temperature (10hour rate)	40°C(104°F)	102%
	25°C(77°F)	100%
	0°C(32°F)	85%
	-15°C(5°F)	65%
Self-Discharge at 25°C(77°F)	Capacity after 3 month storage	91%
	Capacity after 6 month storage	82%
	Capacity after 12 month storage	64%
Terminal	T9	
Charge (constant Voltage)	Cycle	Initial Charging Current less than 18 A Voltage 14.10-14.40V
	Float	Voltage 13.50-13.80V

### Discharge Curves 25°C(77°F)



Time		10min	30min	1h	2h	3h	4h	5h	8h	10h	20h
9.50V	A	95	51	27	16	11.6	9.0	7.4	5.2	4.7	2.55
	W	1054	550	313	182	134	104	86	61	55	29.5
10.20V	A	92	50	25.4	15.0	11.3	8.8	7.3	5.1	4.6	2.49
	W	1014	544	294	174	130	102	84	59	53	28.8
10.50V	A	88	48	25	14.7	11.0	8.6	7.2	5.1	4.5	2.46
	W	983	514	285	170	127	100	83	59	53	28.5
10.80V	A	82	46	24	14.3	10.7	8.5	7.0	5.0	4.4	2.43
	W	915	495	272	167	125	98	82	58	52	28.3
11.10V	A	75	42	22	14.0	10.4	8.2	6.8	4.8	4.28	2.31
	W	928	491	265	166	123	97	81	57	51	27.5



**MICROCHIP PIC16F627A/628A/648A**

**18-pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers  
with nanoWatt Technology**

**High-Performance RISC CPU:**

- Operating speeds from DC – 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single-word instructions:
  - All instructions single cycle except branches

**Special Microcontroller Features:**

- Internal and external oscillator options:
  - Precision internal 4 MHz oscillator factory calibrated to ±1%
  - Low-power internal 48 kHz oscillator
  - External Oscillator support for crystals and resonators
- Power-saving Sleep mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low-voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range (2.0-5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High-Endurance Flash/EEPROM cell:
  - 100,000 write Flash endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - 40 year data retention

**Low-Power Features:**

- Standby Current:
  - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 12 µA @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 120 µA @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
  - 1 µA @ 2.0V, typical
- Timer1 Oscillator Current:
  - 1.2 µA @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual-speed Internal Oscillator:
  - Run-time selectable between 4 MHz and 48 kHz
  - 4 µs wake-up from Sleep, 3.0V, typical

**Peripheral Features:**

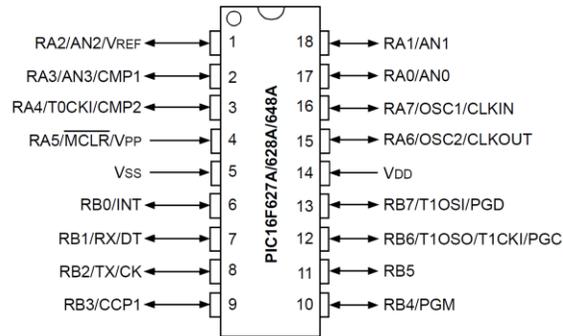
- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
  - Selectable internal or external reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module:
  - 16-bit Capture/Compare
  - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

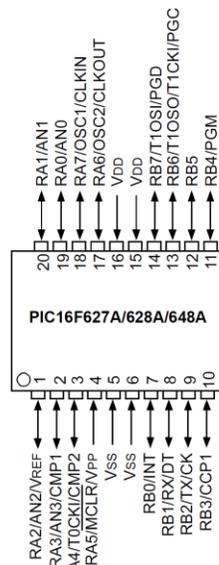
# PIC16F627A/628A/648A

## Pin Diagrams

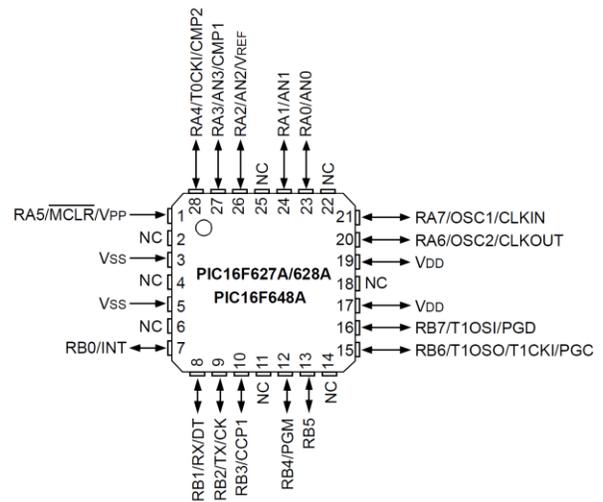
### PDIP, SOIC



### SSOP



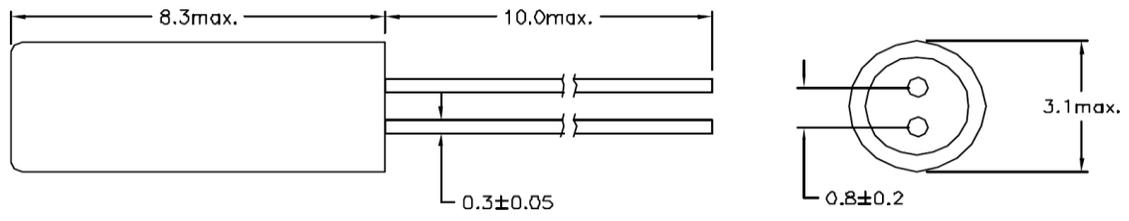
### 28-Pin QFN



CATALOGO Nº 6



REVISIONS			DGC. NO. SPC-F004 * Effective: 7/8/02 * DCP Nr 1398					
DCP #	REV	DESCRIPTION	DRAWN	DATE	CHECKD	DATE	APPRVD	DATE
2022	A	RELEASED	JN	3/10/09	JWM	3/10/09	JWM	3/10/09



ELECTRICAL PARAMETERS:

No.	DESCRIPTION	CONTENTS
1	Holder Type	JU308
2	Nominal Frequency	32.768 KHz
3	Frequency Tolerance (25°C± 2°C)	±20 ppm
3	Frequency Tolerance in Operating Temperature Range	±20 ppm
4	Turnover Temperature	25°C± 2°C
5	Parabolic Curve Constant	-0.034 ppm/ °C
6	Operating Temperature Range	-40°C +70 °C
7	Storage Temperature Range	-40°C +85 °C
8	Equivalent Series Resistance	25kΩ Max.
9	Load Capacitance	12.5 pF Typ.
10	Trend Capacitance	0.0035pF Typ.
11	Shunt Capacitance	1.50pF Typ.
12	Capacitance Ratio	460 Typ.
13	Insulation Resistance (DC 100V ± 15V)	500MΩ Min.
14	Aging (25°C± 3°C)	±2ppm Max.
15	Shock Resistance (Natural Drop 3 Rimes on Hard Wooden Board from Height 30cm)	±2ppm Max.
16	Drive Level	1i W Max.
17	Airproof	1×10 <sup>-2</sup> μPa.m <sup>3</sup> /s MAX.
18	Pb Free & RoHS Compliant	Yes

SPC-F004.DWG

TOLERANCES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, DIMENSIONS ARE FOR REFERENCE PURPOSES ONLY.	DRAWN BY:	DATE:	DRAWING TITLE:			
	Jason Nash	3/10/09	Crystal Resonator			
	CHECKED BY:	DATE:	SIZE	DWG. NO.	ELECTRONIC FILE	REV
	Jeff McVicker	3/10/09	A	MCRJ332768F1220HOW	56P2824.dwg	A
APPROVED BY:	DATE:	SCALE:	U.O.M.: Millimeters	SHEET: 1 OF 2		
Jeff McVicker	3/10/09	NTS				

ALL RIGHTS RESERVED. NO PORTION OF THIS PUBLICATION, WHETHER IN WHOLE OR IN PART CAN BE REPRODUCED WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN CONSENT OF SPC TECHNOLOGY. DISCLAIMER: ALL STATEMENTS AND TECHNICAL INFORMATION CONTAINED HEREIN ARE BASED UPON INFORMATION AND/OR TESTS WE BELIEVE TO BE ACCURATE AND RELIABLE. SINCE CONDITIONS OF USE ARE BEYOND OUR CONTROL, THE USER SHALL DETERMINE THE SUITABILITY OF THE PRODUCT FOR THE INTENDED USE AND ASSUME ALL RISK AND LIABILITY WHATSOEVER IN CONNECTION THEREWITH.

## CATALOGO Nº 7

### Multi-turn Cermet potentiometers

#### Bourns® 3296W, 3296X and 3296Y series- $\frac{3}{8}$ " square trimming potentiometer

##### Features

- Multi-turn/cermet/industrial/sealed
- 3 terminal styles
- Chevron seal design

##### Electrical characteristics

Standard resistance range:	10 ohms to 5 megohms
Resistance tolerance:	±10%
Absolute minimum resistance:	1% or 2Ω max. (whichever is greater)
Contact resistance variation:	1% or 3Ω max. (whichever is greater)
Adjustability	
Voltage:	±0.01%
Resistance:	±0.05%
Resolution:	Infinite
Insulation resistance:	500VDC 1,000 megohms minimum
Dielectric strength:	
Sea level:	900VAC
70,000 feet	350VAC
Effective travel:	25 turns nominal

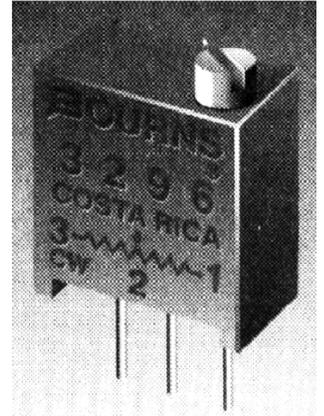
##### Environmental characteristics

Power rating (300 volts maximum)	
70°C	0.5 watt
125°C	0 watt
Temperature range:	-55°C to +150°C
Temperature coefficient:	±100ppm/°C
Seal test:	85°C Fluorinert*
Humidity (MIL-STD-202 method 103):	96 hours (2% ΔTR, 10MΩ IR)
Vibration:	20G (1% ΔTR; 1% ΔVR)
Shock:	100G (1% ΔTR; 1% ΔVR)
Load life:	1,000 hours 0.5 watt, @ 70°C (3% ΔTR; 3% or 3Ω, whichever is greater, CRV)
Rotational life:	200 cycles (4% ΔTR; 3% or 3Ω, whichever is greater, CRV)

##### Physical characteristics

Torque:	3.0 oz-in. maximum
Mechanical stops:	Wiper idles
Terminals:	Solderable pins
Weight:	0.03 oz.
Marking:	Manufacturers trademark, resistance code, wiring diagram, date code, manufacturers model number and style
Wiper:	Positioned at 50% nominal
Flammability:	UL 94V-0

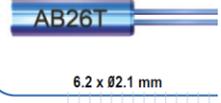
\* "Fluorinert" is a registered trademark of 3M Co.



# CATALOGO N° 8

## 32.768kHz WATCH CRYSTAL, 6.2 x 02.1MM CYLINDER PACKAGE

AB26T



### > FEATURES:

- Watch frequency
- 32.768kHz standard frequency

### > APPLICATIONS:

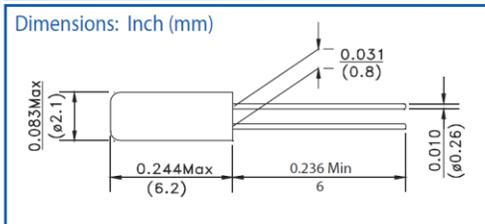
- Real time clock
- Measuring instruments
- Clock source for communication or A/V equipment

### > STANDARD SPECIFICATIONS:

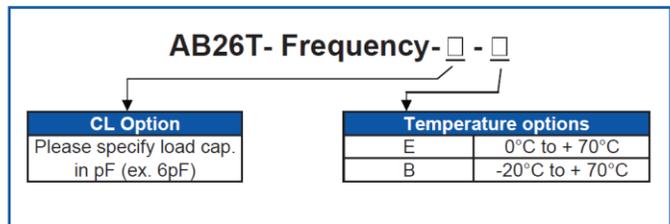
PARAMETERS	
ABRACON P/N:	AB26T Series
Standard frequency:	<b>32.768kHz</b>
Additional frequencies available*	32.000kHz, 36.000kHz, 38.000kHz, 38.400kHz, 40.000kHz, 60.000kHz, 65.536kHz, 76.800kHz, 96.000kHz, 100.000kHz
Frequency range:	30kHz to 200kHz
Operating temperature:	-10°C to + 60°C (see option)
Storage temperature:	-40°C to + 85°C
Turn-over temperature:	+25°C ± 5°C
Frequency tolerance:	± 20 ppm max. for 32.768kHz (see option) ± 30 ppm max. for 30kHz ~ 200kHz (not including 32.768kHz)
Temperature Coefficient:	-0.034 ± 0.006 ppm/ T <sup>2</sup>
Equivalent series resistance:	35 kΩ max. (32.768kHz) 35 kΩ ~ 50 kΩ max. (30kHz ~ 200kHz)
Shunt capacitance C0:	0.8pF to 1.7pF typ.
Load capacitance CL:	12.5 pF typ. (see option)
Motional capacitance C1:	1 ~ 4 fF typ.
Capacitance ratio:	425 ~ 800 typ.
Quality factor:	70,000 typ. (32.768kHz)
Drive level:	1.0 μW max.
Aging @ 25° C first year:	± 3 ppm max. (32.768kHz) and ± 5 ppm max. (others)
Insulation resistance:	500 Mohms min. at 100Vdc ± 15V

\* For additional frequencies please contact Abracon.

### > OUTLINE DRAWING:



### > OPTIONS & PART IDENTIFICATION: (Left blank if standard)



ABRACON IS  
ISO9001:2008  
CERTIFIED



Visit [www.abracon.com](http://www.abracon.com) for Terms & Conditions of Sale Revised: 06.29.10  
30332 Esperanza, Rancho Santa Margarita, California 92688  
tel 949-546-8000 | fax 949-546-8001 | [www.abracon.com](http://www.abracon.com)

**C-2795**

**FOTORRESISTENCIA LDR 4,3mm x Ø 5,1mm**

? Los nombres registrados y marcas que se citan son propiedad de sus respectivos titulares.



**DESCRIPCION GENERAL.**

Fotorresistencia o resistencia dependiente de la luz, consistente en una célula de Sulfuro de Cadmio, altamente estable, encapsulada con una resina epoxi transparente, resistente a la humedad. La respuesta espectral es similar a la del ojo humano. Su nivel de resistencia aumenta cuando el nivel de luz disminuye.

Aplicaciones: Control de contraste en televisores y monitores, control automático de la iluminación en habitaciones, juguetes y juegos electrónicos, controles industriales, interruptores crepusculares, boyas y balizas de encendido automático, auto-flash, etc...

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Modelo	Valores máximos		Características a 25°C (nota E)		Tiempos de respuesta a 10 lx (nota D)		Respuesta espectral (pico) (nm)		
	Tensión a 25°C (Vdc)	Potencia disipable (mW)	Resistencia (nota A) 10 lux (2856K) Min.(k $\Omega$ )	Max.(k $\Omega$ ) (M $\Omega$ )	? (nota C) 100-10 k (M $\Omega$ )	t. subida (ms)		t. bajada (ms)	
C-2795	150	90	50	140	20	0.9	60	25	570

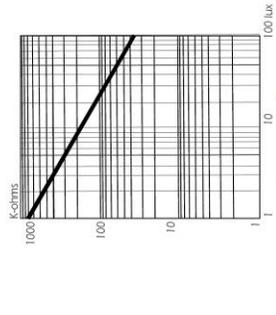
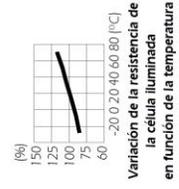
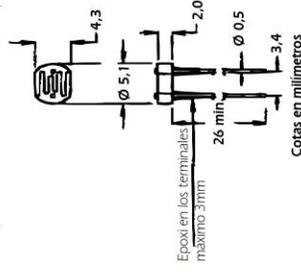
**Notas:** A) Medido con una fuente luminosa formada por una lámpara de tungsteno, trabajando a una temperatura de color de 2856K.  
 B) Medición electuada 10 segundos después de retirar una iluminación incidente de 10 lux.  
 C) Sensibilidad entre 10 y 100 lux, dada por:

$$? = \frac{\log(R100) - \log(R10)}{\log(E100) - \log(E10)}$$

donde R100, R10 son las resistencias a 100 y 10 lux respectivamente, y E100, E10 las iluminancias de 100 y 10 lx respectivamente.

D) Tiempo de subida es el tiempo necesario para alcanzar el 63% del nivel de saturación. Tiempo de bajada es el necesario para que la célula alcance el 37% desde el nivel saturación.

E) Todas las características están medidas con la célula LDR expuesta a la luz (100-500 lux) durante 1 o 2 horas.



Resistencia de la célula en función de la iluminancia

**CONSIDERACIONES.**

Este componente está destinado para su uso por parte de profesionales, o usuarios con un nivel técnico o conocimientos suficientes, que les permita desarrollar por sí mismos los proyectos o aplicaciones deseados. Por este motivo no se facilitará asistencia técnica sobre problemas de implementación del citado componente en las que sea empleado.

Para cualquier problema relativo al funcionamiento del producto (excluidos los problemas de aplicación), póngase en contacto con nuestro departamento técnico. **Fax 93 432 29 95. Correo electrónico: sat@fadisel.com. La documentación técnica de este producto responde a una transcripción de la proporcionada por el fabricante.**

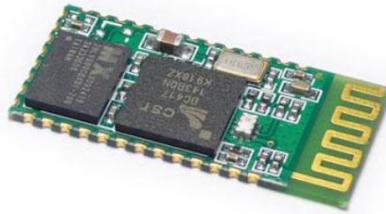
Los productos de la familia "Componentes" de Cepek disponen de 1 año de garantía a partir de la fecha de compra. Quedan excluidos el trato o manipulación incorrectos. Disponemos de más productos que pueden interesarle, visítenos en: [www.fadisel.com](http://www.fadisel.com) ó **SOLICITE GRATUITAMENTE nuestro catálogo.**

Rev. Full0041

## HC-05

### -Bluetooth to Serial Port Module

## Overview



HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup.

Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore 04-External single chip Bluetooth system with CMOS technology and with AFH(Adaptive Frequency Hopping Feature). It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

## Specifications

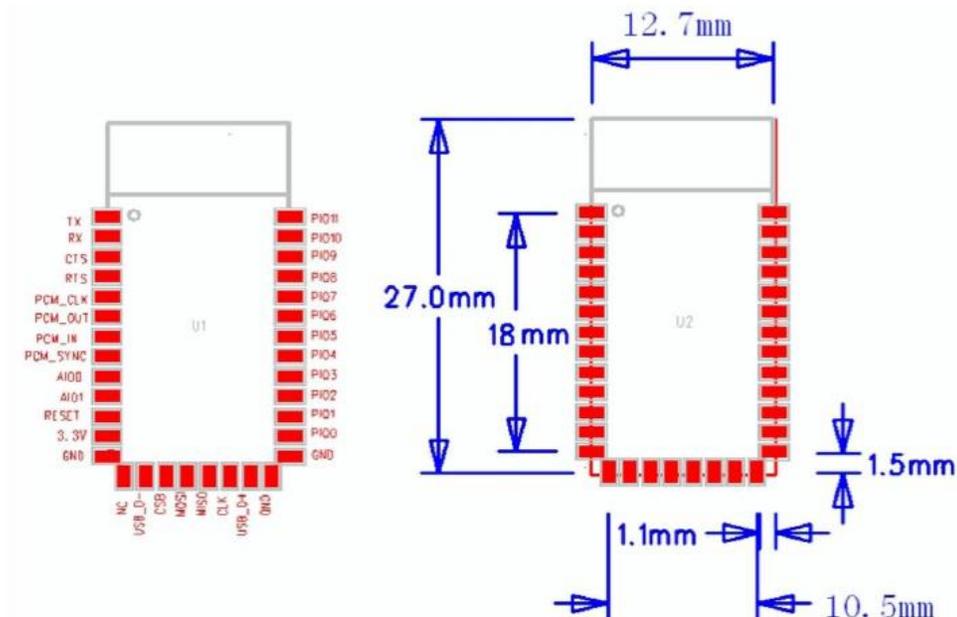
### Hardware features

- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power
- Low Power 1.8V Operation ,1.8 to 3.6V I/O
- PIO control
- UART interface with programmable baud rate
- With integrated antenna
- With edge connector

## Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has. Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.
- Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.
- Status instruction port PIO1: low-disconnected, high-connected;
- PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.
- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.
- Auto-pairing PINCODE:"0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

## Hardware



**ANEXO 4**  
**CÁLCULO**  
**LUMINOTÉCNICO**

## Vestel Elektronik A.S. 20228692 LED BULB 10W 5000K 1xLED BULB 10W 5000K

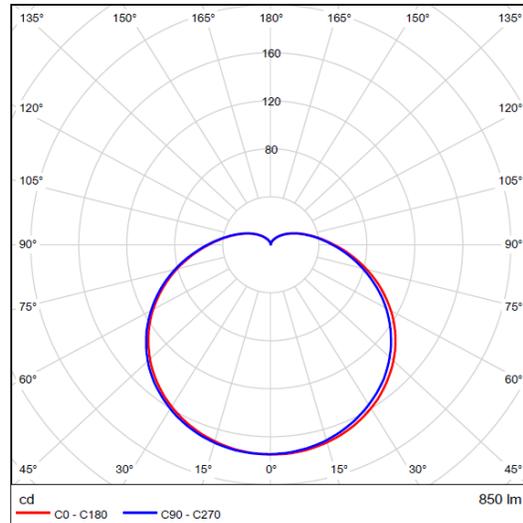


- Low maintenance cost due to long life time
- Perfect light distribution
- High color rendering (Ra > 80)
- DIM is optional

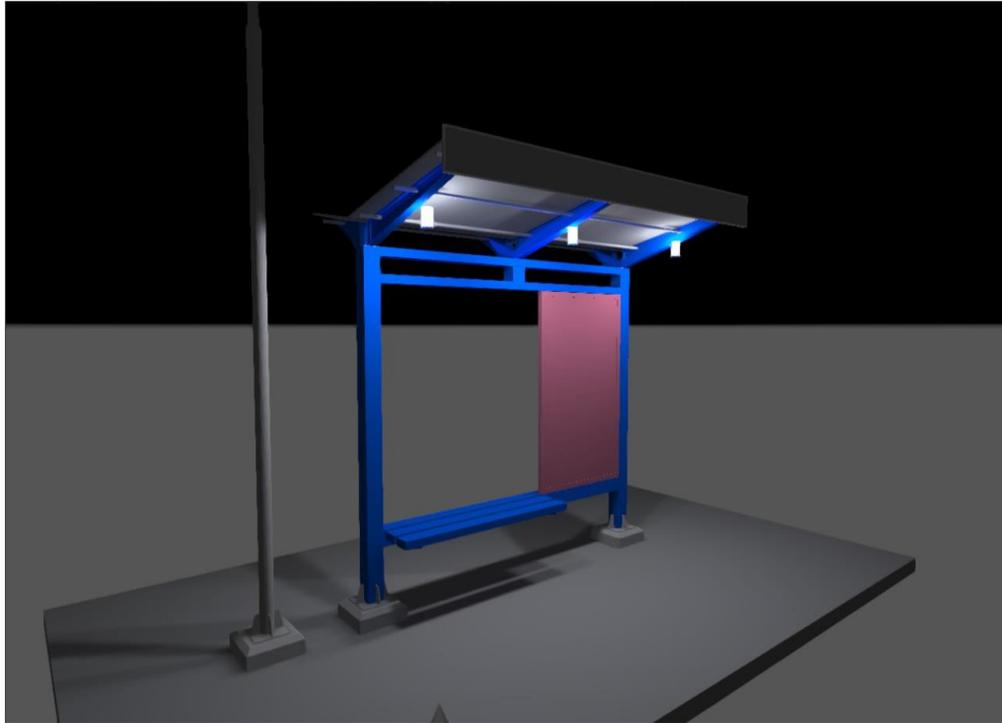
**Absolute photometry**  
Luminaire luminous flux: 850 lm  
Power: 10.0 W  
Luminous efficacy: 85.0 lm/W

**Colorimetric data**  
1xLED BULB 10W 5000K: CCT 5000 K, CRI 80

### Luminous emittance 1 / Polar LDC

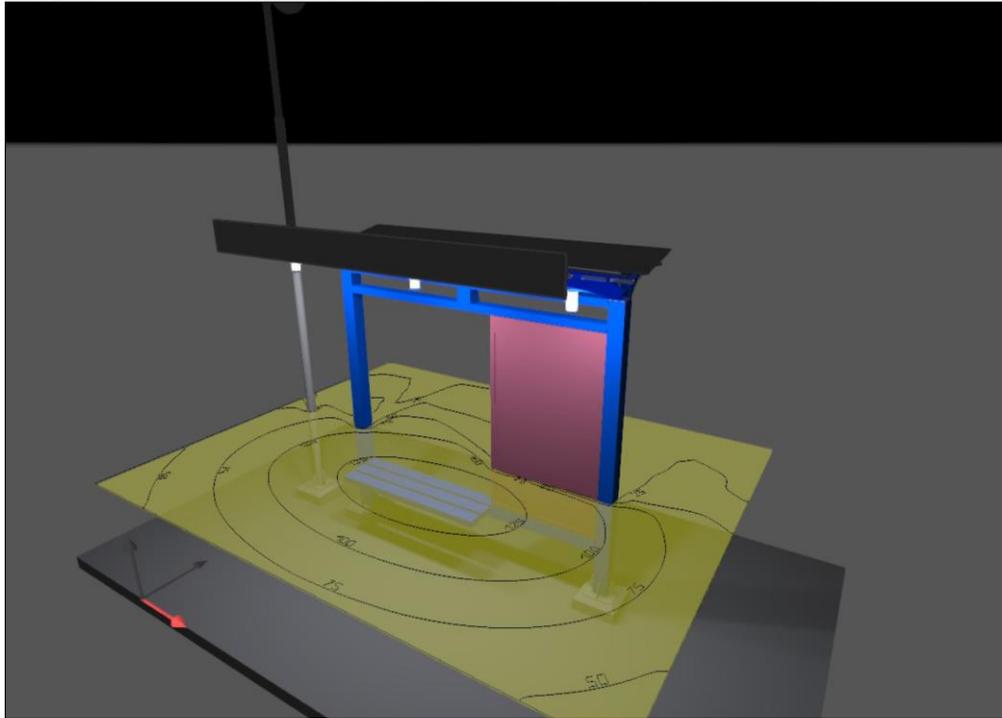


Site 1 (16)



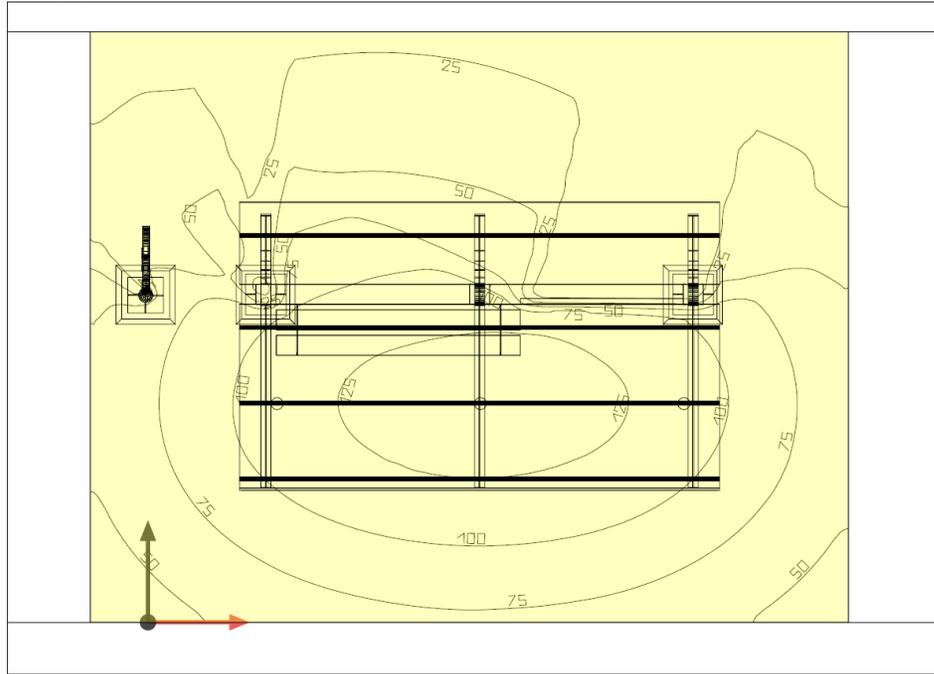
Área parada

Site 1 (15)



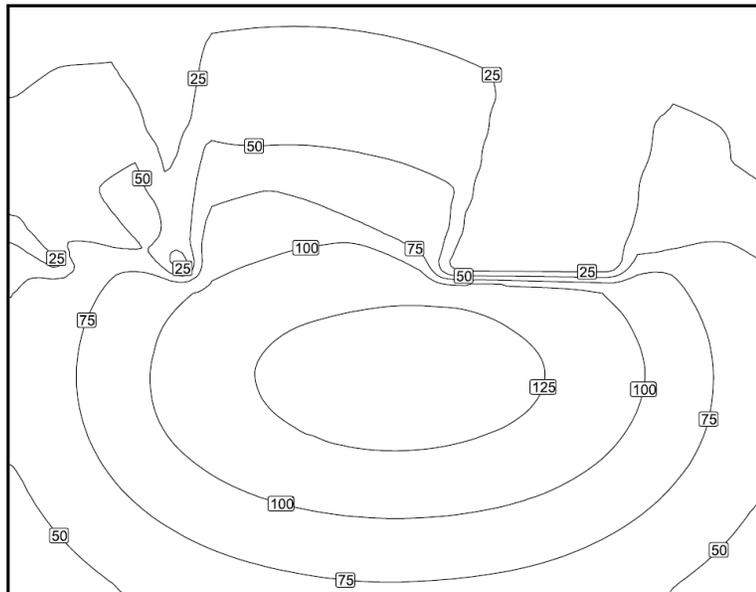
## Site 1

### Site 1 (14)



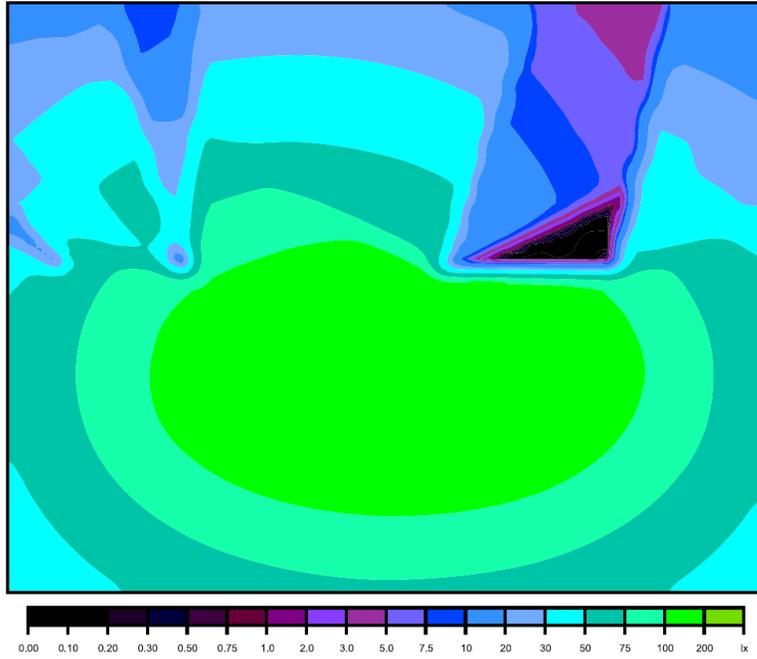
Scale: 1 : 25

### Isolines [lx]



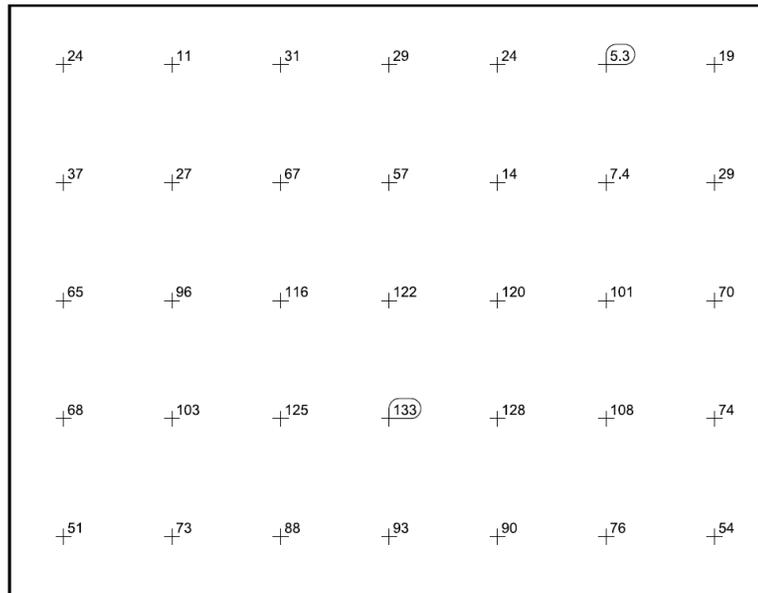
Scale: 1 : 25

False colors [lx]



Scale: 1 : 25

Value grid [lx]



Scale: 1 : 25

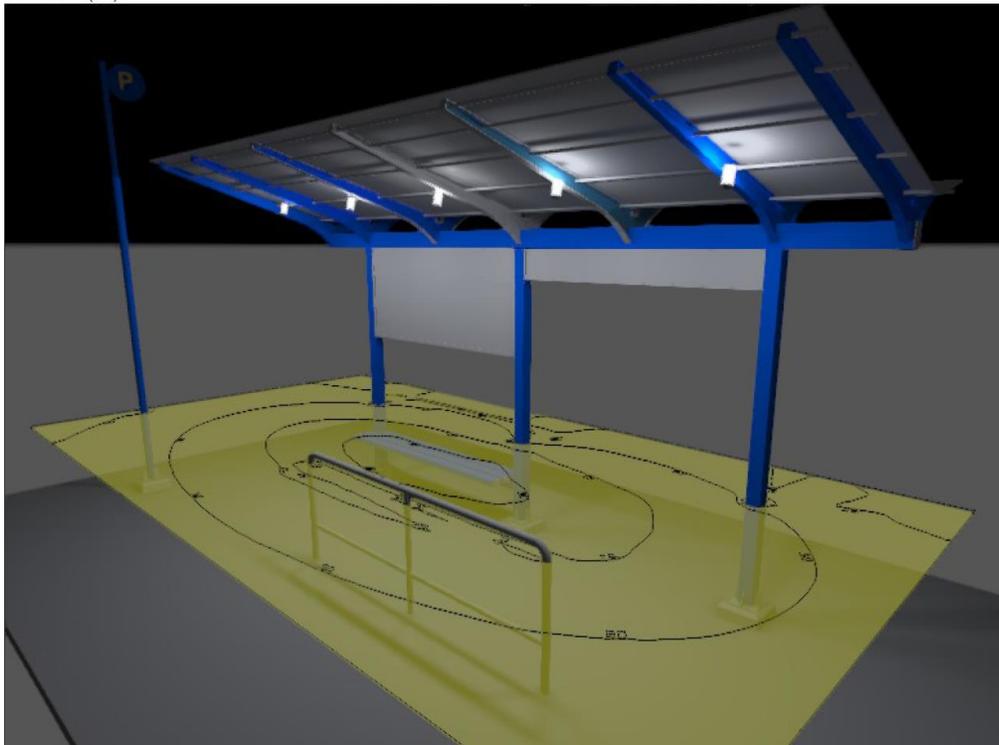
Hernan parada 2

15/11/2017

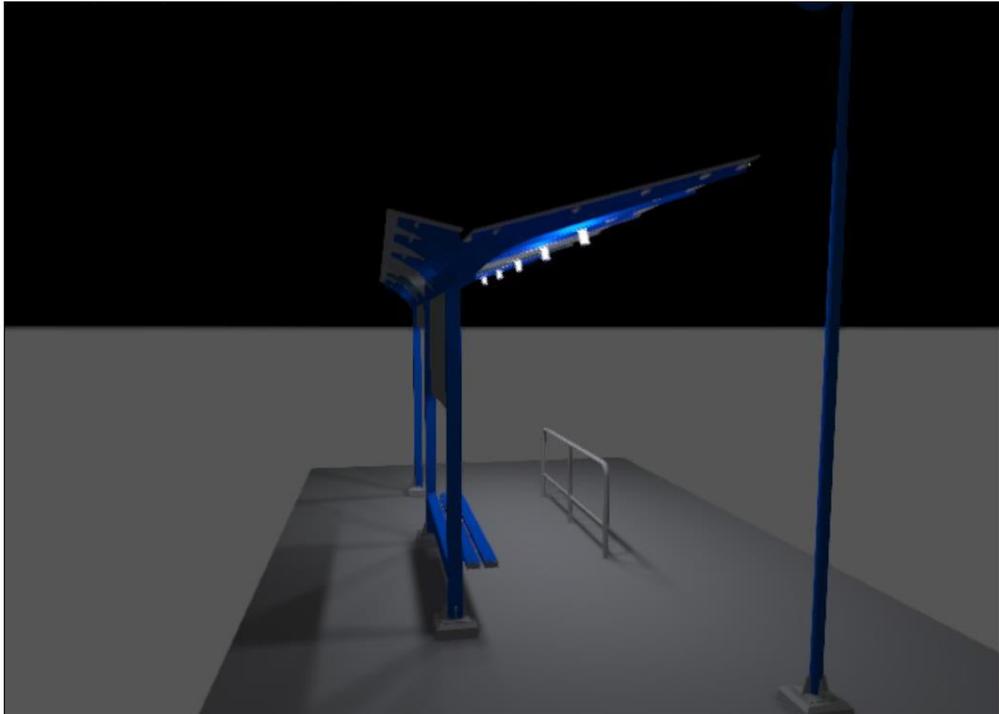
DIALux

Terreno 1 / Área parada / Vistas

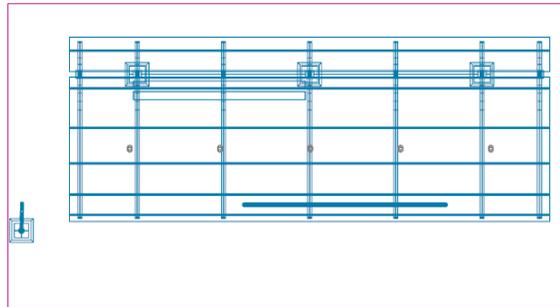
Terreno 1 (27)



Terreno 1 (24)



## Plano útil 2 / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)



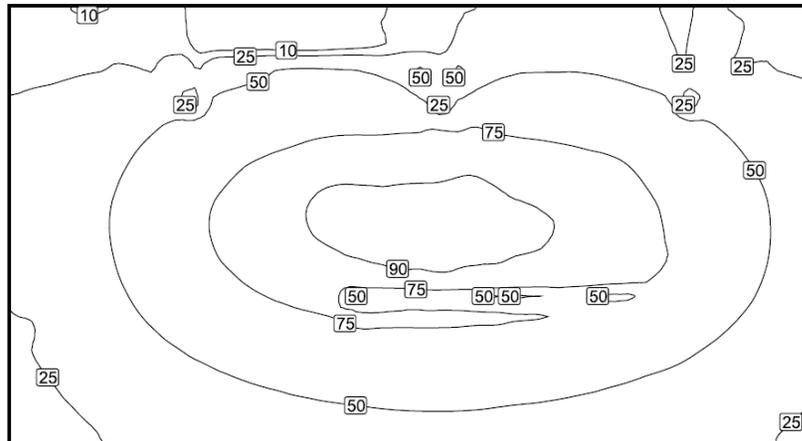
### Plano útil 2: Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) (Superficie)

Escena de luz: Escena de luz 1

Media: 52.3 lx (Nominal:  $\geq 50.0$  lx), Min: 0.15 lx, Max: 95.3 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00

Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

### Isolíneas [lx]



Escala: 1 : 50

