

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TEMA DE LA INVESTIGACIÓN

“Diseño electromecánico de paneles fotovoltaicos con un sistema de recolección de agua pluvial, en la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe, Goicoechea, San José, Costa Rica”

Trabajo final de graduación para optar por el grado de bachillerato en ingeniería electromecánica



AUTOR

Keily Monge Guzmán

TUTOR

Ing. José Gerardo Romero Meneses

Sede Aranjuez

Noviembre, Año 2018

Contenido

Dedicatoria y agradecimientos	14
Resumen Ejecutivo	15
CAPITULO I INTRODUCCION	16
Problema.....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
Justificación	18
Proyecciones	19
CAPITULO II	21
MARCO REFERENCIAL	21
Antecedentes.....	22
Energía Renovable.....	28
Funcionamiento	29
Horas solar pico	31
Tipos de Paneles	31
Estructura de un módulo fotovoltaico al corte.....	31
Módulos Fotovoltaicos	31
Características principales que definen un módulo FV	32
Conexión de los módulos	33

Modulo a	34
Modulo b.....	35
Modulo c	35
Utilización de los diferentes tipos de módulos fotovoltaicos	36
Orientación e inclinación.....	36
Tipos de conexión.....	36
Inversores Fotovoltaicos.....	38
Tipos de inversores	38
Principio de funcionamiento de un inversor PV	40
Normas.....	40
Cantidad de los módulos fotovoltaicos.....	45
Rendimiento.....	46
Sombras	46
Conductores en DC y AC	46
Sistema de recolección de Agua.....	47
¿Cómo funciona el sistema de Cosecha de Agua?	49
¿Qué se puede hacer con el agua llovida?	49
Beneficios de la recolección de agua.....	51
Calculo de la Demanda.....	52
Estimación de agua consumida.....	53

Promedio de precipitación mensual.....	54
Almacenamiento	55
Análisis Financiero	56
¿Qué es el VAN?	56
Cuando la tasa es elegida por el inversor	57
Aplicación del VAN	58
Ventajas del VAN.....	59
¿Qué es el TIR y cómo se usa?.....	59
CAPITULO III	61
MARCO	61
METODOLOGICO.....	61
Enfoque de la investigación.....	62
Método de la Investigación.....	62
Procesos para la recolección y análisis de datos.....	63
CAPITULO IV	66
ANALISIS.....	66
DE.....	66
RESULTADOS.....	66
Diagnostico	67
Niveles de brillo solar	70

Análisis del consumo energético en la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe	76
Consumo energético del 2016.....	76
Consumo energético del 2017.....	78
Selección del panel	81
Numero de Paneles a 400W sin el arreglo	82
Arreglo al 100% con panel de 400W	84
Arreglo de 80% con 400W	86
Panel de 325W	87
Arreglo del 100% con 325W	89
Arreglo de 80% con 325W	90
Panel de 300W sin arreglo	92
Arreglo al 100% con 300W	94
Arreglo de 80% con 300W	95
Consumo energético del 2018	97
Selección los soportes.....	99
Soporte para 400W al 100%	99
Soporte para 400W al 80%	100
Soporte para 325W al 100%	100
Soporte para 325W al 80%	101
Soporte para 300W al 100%	101

Soporte para 300W al 80%	102
Calculo de los inversores	102
Inversor al 100% con panel de 400W	103
Inversor al 80% con panel de 400W	103
Inversor con panel de 325W al 100%	104
Inversor para panel de 325W al 80%	105
Inversor para panel de 300W al 100%	105
Inversor para panel de 300W al 80%	106
Conductores en corriente directa DC.....	106
Conductores para panel de 400W	107
Conductores para panel de 325W	107
Conductores para panel de 300W	107
Conductor en corriente alterna AC.....	108
Conductores para inversor de 10000W	108
Conductores para inversor de 11400W	108
Protecciones de sobre tensión DC	109
Protecciones sobre tensión AC	109
Angulo de inclinación.....	109
Análisis Financiero	110
Primer caso al 100% con panel de 400W	110

Segundo caso al 80% con panel de 400W	113
Tercer caso al 100% con el panel de 325W	115
Cuarto caso al 80% con panel de 325W	118
Quinta caso al 100% con panel de 300W	121
Sexto caso al 80% con panel de 300W	124
Análisis de la precipitación (mm).....	127
CAPITULO V CONCLUSIONES	142
Y RECOMENDACIONES	142
Conclusiones.....	143
Recomendaciones	155
CAPITULO VI.....	156
PROPUESTA	156
Propuesta	157
REFERENCIAS	161
APÉNDICE	165
Apéndice A. Ficha técnica del panel de 400W	165
Apéndice B. Ficha técnica de los soportes	169
Apéndice C. Ficha Técnica del inversor de 10 kW	171
Apéndice D. Ficha técnica del inversor de 11.4kW	175
Apéndice E. Ficha técnica del panel de 325W	179

Apéndice F. Ficha técnica del panel de 300W	183
Apéndice G. Tanque tinaco tricapa DURMAN 2500 LTS/ 646 GLN	187
Apéndice H. Bitácoras de atención.....	189

Fórmulas

Fórmula N° 1. Factor de conversión de HSP	31
Fórmula N° 2. Tensión total de los paneles fotovoltaicos	39
Fórmula N° 3. Potencia del sistema.....	39
Fórmula N° 4. Calculo de paneles requeridos	45
Fórmula N° 5. Calculo de potencia generada y generación al mes	45
Fórmula N° 6. Corriente en un circuito DC.....	47
Fórmula N° 7. Corriente en un circuito AC.....	47
Fórmula N° 8. Demanda mensual en m ³ de agua.....	53
Fórmula N° 9. Precipitación promedio	54
Formula N° 10. Abastecimiento correspondiente al mes (m ³).....	55
Formula N° 11. Factor de conversión de galones a m ³	56
Formula N° 12. Factor de conversión de m ³ a litros	56
Formula N° 13. Valor Actual Neto	58
Formula N° 14. Factor de conversión de MJ/m ² a HSP.....	75

Figuras

Figura N° 1. Tipos de configuraciones posibles	34
---	----

Figura N° 2. Conexión de paneles fotovoltaicos en serie	37
Figura N° 3. Conexión de paneles fotovoltaicos en paralelo	37
Figura N° 4. Símbolo del inversor monofásico.....	38
Figura N° 5. Símbolo del inversor trifásico	38
Figura N° 6. Inversor para instalaciones fotovoltaicas	39
Figura N° 7. Ubicación satelital de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe	67
Figura N° 8. Elevación oeste y elevación este	68
Figura N° 9. Estructura existente para la captación del agua.....	69
Figura N° 10. Espacio para el diseño del sistema de recolección de agua pluvial, Zona izquierda a la Sacristía	69
Figura N° 11. Zona de implementación de paneles fotovoltaicos	70
Figura N° 12. Área de captación pluvial.....	130
Figura N° 13. Diagrama	158
Figura N° 14. Zona para la instalación del tanque	159
Figura N° 15. Área en planta para la instalación del tanque de almacenamiento	159
Figura N° 16. Representación gráfica del tanque de almacenamiento.....	160

Tablas

Tabla 1. Tarifas por concepto de acceso a la red de distribución, según empresa, para los generadores a pequeña escala para autoconsumo	41
Tabla 2. Cargo de interconexión por tipo de medidor.....	42
Tabla 3. Dimensiones y peso aproximado de los paneles fotovoltaicos	43
Tabla 4. Parámetros para sistemas de paneles solares.....	44

Tabla 5. Consumo de agua por actividad, por persona, por día y posibilidades de sustitución por agua de lluvia	52
Tabla 6. Coeficientes de esorrentía.....	54
Tabla 7. Radiación solar promedio mensual de los años 2016, 2017 y 2018	71
Tabla 8. Promedio en meses de radiación solar (MJ/m ²).....	72
Tabla 9. Brillo solar (HSP).....	75
Tabla 10. Consumo de Energía Eléctrica del 2016	77
Tabla 11. Consumo de energía eléctrica del 2017.....	79
Tabla 12. Energía generada por los 93 módulos fotovoltaicos en el 2017.....	83
Tabla 13. Energía generada por los 58 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017	85
Tabla 14. Energía generada por los 47 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017	87
Tabla 15. Energía generada por los 114 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017	89
Tabla 16. Energía generada por los 71 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017	90
Tabla 17. Energía generada por los 57 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017	91
Tabla 18. Energía generada por los 120 módulos fotovoltaicos en el 2017.....	93
Tabla 19. Energía generada por los 77 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017	95
Tabla 20. Energía generada por los 62 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017	96
Tabla 21. Consumo de energía eléctrica del 2018.....	98
Tabla 22. Análisis anual para los consumos energéticos para el primer caso.....	111
Tabla 23. Inversión a realizar	111
Tabla 24. VAN y TIR.....	112
Tabla 25. Análisis anual para los consumos energéticos para el segundo caso	114
Tabla 26. Inversión a realizar	114
Tabla 27. VAN y TIR.....	115

Tabla 28. Análisis anual para los consumos energéticos para el tercer caso	116
Tabla 29. Inversión a realizar	117
Tabla 30. VAN y TIR.....	118
Tabla 31. Análisis anual para los consumos energéticos para el cuarto caso	119
Tabla 32. Inversión a realizar	119
Tabla 33. VAN y TIR.....	120
Tabla 34. Análisis anual para los consumos energéticos para el quinto caso	122
Tabla 35. Inversión a realizar	122
Tabla 36. VAN y TIR.....	123
Tabla 37. Análisis anual para los consumos energéticos para el sexto caso	125
Tabla 38. Inversión a realizar	125
Tabla 39. VAN y TIR.....	126
Tabla 40. Precipitación total mensual de los años 2016, 2017 y 2018.....	128
Tabla 41. Consumo de agua del 2016	131
Tabla 42. Consumo de agua del 2017	132
Tabla 43. Consumo de agua del 2018	134
Tabla 44. Consumo de agua por el área de captación en el 2016.....	138
Tabla 45. Consumo de agua por el área de captación en el 2017.....	139
Tabla 46. Consumo de agua por el área de captación en el 2018.....	140

Gráficos

Gráfica N° 1. Promedio de brillo solar para los años 2016 y 2017.....	73
Gráfica N° 2. Promedio de brillo solar para los años 2016, 2017 y 2018.....	74

Gráfica N° 3. Brillo Solar para el año 2016 (HSP).....	77
Gráfica N° 4. Consumo energético de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe para el año 2016.....	78
Gráfica N° 5. Brillo Solar para el 2017 (HSP).....	80
Gráfica N° 6. Consumo energético de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe para el año 2017.....	80
Gráfica N° 7. Comparación de la Potencia Generada sin arreglo, con arreglo al 100% , al 80% para el panel de 400W y el consumo mensual de la Parroquia	87
Gráfica N° 8. Comparación de la Potencia Generada sin arreglo, con arreglo al 100%, al 80% para el panel de 325W y el consumo mensual de la Parroquia	92
Gráfica N° 9. Comparación de la Potencia Generada sin arreglo, con arreglo al 100%, al 80% para el panel de 300W y del consumo mensual de la Parroquia	96
Gráfica N° 10. Brillo Solar para el 2018 (HSP).....	98
Gráfica N° 11. Consumo energético de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe para el año 2018.....	99
Gráfica N° 12. Recuperación de la inversión.....	112
Gráfica N° 13. Recuperación de la inversión.....	115
Gráfica N° 14. Recuperación de la inversión.....	118
Gráfica N° 15. Recuperación de la inversión.....	121
Gráfica N° 16. Recuperación de la Inversión.....	124
Gráfica N° 17. Recuperación de la inversión.....	127
Gráfica N° 18. Comparación de la precipitación mensual.....	129
Gráfica N° 19. Comparación del consumo mensual con el consumo por área de captación 2016	138

Gráfica N° 20. Comparación del consumo mensual con el consumo por área de captación.....139

Gráfica N° 21. Comparación del consumo mensual con el consumo por área de captación.....141

Dedicatoria y agradecimientos

Primeramente agradezco a Dios el resultado de su ayuda en todas las situación que he podido afrontar poniéndome a prueba pero nunca dejándome sola, haciéndome crecer no solo en el ámbito académico también como ser humano.

A mis padres por haberme dado la oportunidad de estudiar y brindarme todo su apoyo para enfrentar las etapas de la vida con sus consejos valiosos que atesoro y siempre valorare, además de por su incondicional amor.

También le doy las gracias a todas aquellas persona que directa o indirectamente me ayudaron a llegar donde estoy ahora haciendo constatar la frase “Nadie llega a ninguna parte sin la ayuda de alguien más “.

Esta es una pequeña etapa culminada de mis estudios profesionales pero nunca se deja de aprender y seguiré explorando el camino que lleve a ser mejor cada día con esfuerzo para alcanzar el éxito.

Resumen Ejecutivo

En presente proyecto de graduación se empleara un análisis para determinar el diseño electromecánico de generación de electricidad mediante paneles fotovoltaicos y un sistema de recolección de agua para la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe. La institución requiere de un sistema que les ayude a bajar las facturaciones de agua y de electricidad.

A priori se realiza la investigación de sistemas fotovoltaicos y sistemas captadores para conocer que necesita cada sistema para un eficaz funcionamiento y dar una propuesta viable que se ajuste a las necesidades de la institución. También se indaga en datos climatológicos suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) tanto para precipitaciones (mm) como para datos de radiación solar (MJ/m^2).

Para lograr lo anterior se efectúan diversos escenarios para determinar la rentabilidad de cada uno de ellos y la inversión se debe hacer para una buena toma de decisiones. Se toman en cuenta las normas a seguir por parte del Código Eléctrico Nacional (NEC) en cuanto a lo que se refiere a conductores y protección del sistema. Este proyecto se sugiere conectado a red de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y en caso de no satisfacer la demanda generada por los módulos fotovoltaicos esta releva ese faltante de energía.

Aprovechando los recursos con los que cuenta la Parroquia como lo son techos altos de captación, canaletas y conductores se realizan los respectivos cálculos para colocar un tanque de abastecimiento examinando primero las condiciones que la institución precisa. El agua será utilizada para labores no potables.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Problema

¿Cuál es el diseño electromecánico de generación de electricidad mediante paneles fotovoltaicos y un sistema de recolección de agua para la Parroquia de Guadalupe ubicada en Goicoechea, San José Costa Rica?

Objetivo General

Diseñar un sistema electromecánico de generación de electricidad mediante paneles fotovoltaicos y un sistema de recolección de agua para Parroquia de Guadalupe ubicada en Goicoechea, San José Costa Rica.

Objetivos Específicos

- Reunir información actualizada de radiación solar (MJ/m^2) y de precipitaciones (mm) en la zona de estudio.
- Calcular las horas solares pico con los datos suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN).
- Examinar el comportamiento de los consumos energéticos y de las precipitaciones para los distintos años evaluados.
- Determinar el número de paneles mediante la medición de las cargas para cuantificar el flujo de energía necesario en la institución.
- Determinar la disponibilidad de espacio por m^2 que podrían ser utilizados en la Parroquia de Guadalupe para la implementación de los paneles solares y el sistema de recolección de agua.
- Definir el ahorro que se genera a partir de la instalación de los paneles fotovoltaicos para evaluar el consumo de energía que se gasta al mes.

- Proponer la forma de captar el agua fluvial por medio de los techos de la institución para un aprovechamiento del recurso en actividades cotidianas que no utilicen agua potable.
- Hacer un análisis financiero que evalúe la viabilidad económica.

Justificación

El estudio es hecho en la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe que está ubicada en Goicochea, dicha institución presenta altos consumo de kWh que se ven reflejados en la tarifa mensual donde anualmente se paga más de 3 millones de colones a la compañía distribuidora, dichos gastos resultan elevados para la Parroquia ya que el dinero sale de actividades que realice la iglesia o de la voluntad de las personas que asisten a misa y es importante bajar la consumo eléctrico publico generando un ahorro para la Parroquia.

Un sistema fotovoltaico requiere de una buena cantidad de inversión y en muchos casos la inversión no se recupera es por esto que se realiza un análisis más a fondo para determinar las necesidades de consumo de la Parroquia con 6 posibles propuestas utilizando 3 tipos diferentes de paneles fotovoltaicos para generar opciones y que al final haya una sola propuesta viable y que el encargado pueda tomar una decisión de instalar o no el sistema.

La captación de agua pluvial es una manera alternativa y sustentable de conseguir agua fácil y de cierto modo económico aprovechando estructuras ya existentes, esta debe ser captada, colectada y debe ser conducida a un almacenamiento para su respectivo uso en el futuro. También se hace un análisis para colocar un sistema de recolección de agua el cual resulta más barato puesto que ya la Parroquia cuenta con la estructura para la recolección y solo se requiere de un tanque de almacenamiento que se ajuste al espacio otorgado.

Proyecciones

Para alcanzar los objetivos de este proyecto, se realizarán diferentes actividades como lo son el estudio de los recibos de luz para definir cuanta energía se está usando actualmente en la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe y recopilación de datos del consumo de agua mediante el estudio de los recibos y hacer un adecuado análisis para elegir la opción correcta que se adapte a las necesidades de Parroquia.

Todo esto va ligado a un análisis financiero donde se pretende evaluar el precio de cada panel y la cantidad de paneles que se pretendan colocar teniendo en cuenta el espacio con el que cuenta la Parroquia para la adaptación y también valorar el precio de las tuberías y tanque que se necesiten para la recolección de agua pluvial en el sitio.

Se desea complementar con un sistema de recolección de agua llovida para un máximo aprovechamiento de los recursos naturales, elaborando un diseño para captar el agua y poder enviarla a los lugares donde no se requiera agua potable como lo son los baños o incluso para la limpieza del templo.

Se realizará una propuesta de un diseño electromecánico, que no incluye la instalación física del mismo y no se supervisará por parte de la estudiante a cargo de esta tesis. Este trabajo será otorgado al encargado de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe por si lo quiere usar como una referencia de los temas expresados en este proyecto.

Se entregará una memoria digital con todos los cálculos realizados para la toma de decisiones, junto con un análisis financiero que contemple ahorros, presupuestos ofertas de mercado de los materiales que requiera el proyecto para un diseño electromecánico de paneles

fotovoltaicos y un sistema de recolección de agua para lograr la disminución en las tarifas eléctricas y de agua.

Aunque el techo de la capilla sería ideal para la implementación de los paneles solares ya que por su altura no tiene alguna otra estructura cerca que pueda interferir con las horas luz, esta requiere de un equipo de seguridad para subir y explorar las condiciones reales en las que se encuentra el techo, sin embargo, se estudiara de la mejor manera para que el espacio a utilizar sea el mejor posible para obtener una buena eficiencia del sistema.

La demanda del agua dependerá de las necesidades que tenga la Parroquia y esto lleva a un determinado volumen de almacenamiento cabe destacar que el agua llovida se utilizaría para actividades donde no sea necesario consumir agua potable, por lo cual requiere de una inversión alta y presenta una restricción para los interesados.

Ambos sistemas tanto los paneles fotovoltaicos como el sistema de recolección de agua van a depender de las condiciones climáticas en la zona y del área de captación donde se implementarán dichos sistemas.

No se cuenta con las cotizaciones oficiales para los paneles fotovoltaicos y el tanque pero se utilizan páginas web de sitios oficiales, donde se presentan los precios en el mercado. Además en una auditoría se enviaron todos los recibos de electricidad y de agua por lo que al momento de ser suministrados para la realización algunos meses en los recibos de agua no se pudieron encontrar.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

Institución: Universidad de Costa Rica, Facultad de ingeniería para la escuela de ingeniería mecánica

Título: Propuesta técnica de desarrollo para el aprovechamiento solar en PH Belén

Autor: Natalia Alvarado Sanabria

Año: 2010

Esta investigación considera factores ambientales tales como el tiempo en que los paneles fotovoltaicos reciben la radiación del sol para el consumo en la institución. Otro factor es el económico ya que la Parroquia de Guadalupe quiere invertir en paneles para una futura disminución en la tarifa eléctrica; junto con esto es de gran importancia el factor teórico que ayuda a determinar las condiciones estructurales, geográficas, ambientales, etc.

La energía solar es un recurso renovable que provoca un significativo cambio en la actualidad debido a la demanda creciente de energía eléctrica en Costa Rica y frente al cambio climático. Para proponer una alternativa energética se debe hacer un diseño viable para la instalación en la Parroquia de Guadalupe.

Parte de la legislación vigente sobre energía en Costa Rica es promover un desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida, tomando en cuenta la eficiencia económica sin implicar las posibilidades de generación futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Cada vez son más los ciudadanos que apuestan por el aprovechamiento de fuentes de energía renovables, para ello se realizan investigaciones que faciliten la determinación del

potencial del recurso, ligado a las medidas socio ambiental y tecnológico disponible en el mercado con el objetivo de producir una mejor eficiencia económica.

La perspectiva ambiental se justifica por la baja producción de CO₂ en comparación con las plantas térmicas basadas en hidrocarburos. La implementación de paneles fotovoltaicos requiere de superficies amplias para la generación a grane escala, pero son capaces de combinarse con terrenos donde no se produzca un daño ambiental drástico o afecte la biodiversidad.

Institución: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electrónica.

Título: Diseño de un sistema alternativo de generación de energía renovable por medio de la utilización de colectores solares fotovoltaicos, Centro de producción Rio Macho

Autor: Jeffrey Coto Torres.

Año: 2012

Se muestra un sistema alternativo para la generación de energía renovable por medio de paneles fotovoltaicos. El uso de energías con fuentes hidroeléctricas y térmicas provocando por parte de la hidroeléctrica requiere la modificación de un gran espacio natural y con las plantas térmicas se da la contaminación por combustibles, por eso es importante el realizar campañas para la generación sostenible de energía.

También se habla de la posición geográfica de Costa Rica que permite una alta radiación solar la mayor parte del año. Se deben definir las cargas que se deben alimentar por medio de los paneles es así como se debe tomar en cuenta el diseño del proyecto para que el sistema proporcione la energía requerida de la carga, por otro lado, si no se cumple con el requerimiento el sistema debe conectarse a la red eléctrica nacional.

En dicho trabajo también se expone que la generación de energía eléctrica por medio de paneles solares no cuenta con un 100% de eficiencia y esto da una pérdida de energía generada por el mismo sistema.

Es por esta razón que se deben medir las cargas ya que no van a dar el mismo consumo todos los días y tener un aproximado para saber la energía requerida para la Parroquia de Guadalupe.

El funcionamiento para estos paneles se describe como la generación eléctrica de forma continua, tomando en cuenta la radiación solar que reciben los paneles, luego esa energía es transformada de solar a eléctrica, pero se debe realizar otra transformación de corriente continua a corriente alterna, esta última es la va a dar la energía que requieren las cargas y se lleva a cabo con el inversor. Si el consumo es mayor al del suministro del panel fotovoltaico entonces se tendrá que suministrar carga de la red, pero en menor cantidad.

Institución: Universidad Tecnológica de Mixteca

Título: Sistema de captación de aguas pluviales adaptable a casas de habitación

Autor: Ing. Saraí Francisca Guzmán Ruiz

Año: 2014

La lluvia es un factor que se toma en cuenta para un diseño que sea optimo tanto para el abastecimiento de agua mediante un sistema de recolección de agua incorporado a los paneles, así se da un mayor aprovechamiento de espacio.

El agua se requiere para realizar actividades de consumo diario y en un país tropical es un recurso que no se debería desaprovechar. Para un diseño óptimo se deben conocer las condiciones del lugar tanto climáticas como de infraestructura para la correcta captación de agua.

Este trabajo sirve de guía para un buen sistema de recolección también trae beneficios sobre la ecología ya que evita la saturación de agua en los suelos y la recarga de agua en las cañerías. Hay actividades de consumo diario que se exponen como el descargar el servicio sanitario, regar el jardín y la limpieza de instalaciones que se puede realizar sin necesidad de que el agua sea 100% potable lo que permite reducir la tarifa de consumo de agua.

El ahorro también va a depender la forma en que distribuya. Siempre va a existir una pérdida en el área de captación, en este caso el sistema a diseñar será en el techo de la institución reduciendo así el daño por materia orgánica.

Este trabajo será utilizado para tener una visión sobre los techos son construidos con láminas galvanizadas y en algunas partes tiene tejas, una de las condiciones principales es que el techo debe estar recubierto de un algún material impermeable para que el agua pueda escurrir al almacenamiento que va a depender de la captación de agua, este almacenamiento se debe limpiar de forma regular para evitar algún ente de contaminación que perjudique el consumo.

Institución: Universidad Nacional Autónoma de México

Título: Enotecnia para la captación y reciclaje y reciclaje de aguas pluviales en casa de interés social en Pachuca Hidalgo.

Autor: Álvaro Ávila Morales

Año: 2013

Para lograr un acceso del agua mediante un sistema de tuberías desde el techo hasta los sectores donde se requiera usar el agua. Este estudio se realiza en base de enotecnias que considera condiciones ambientales para dar soluciones autosuficientes para hacerle frente a los escasos o a los cortes de agua, es este caso también se contempla para disminución en gasto.

El agua llovida es considerada un desecho el cual la mayoría procura evita por posibles inundaciones sin tener en cuenta el gran potencial que podría significar el hecho de recolectar el agua mediante una correcta gestión. Es un modo de ahorrar utilizando un espacio con potencial que ahora solo puede tener una finalidad de proteger, como lo es el techo. Esta agua es drenada a través de conductos para poder ser almacenada y posteriormente utilizada en los sectores que se requieran.

Trata temas de los lugares donde el agua potable no es sustituible como por ejemplo la ducha que gasta un aproximado de 46 litros, pero el agua llovida podría sustituir otras zonas como lo es el tanque del inodoro que gasta un aproximado de 46 litros y otras zonas donde se puede aprovechar esta agua como lo es el riego y la limpieza.

Se debe tomar en cuenta que la escases de Costa Rica no es la misma condición que presenta México para obtener agua, para ello se proponen sistemas de captación de agua como una alternativa de abastecimiento económica y fáciles de construir. Especialmente con el techo donde un sistema de captación se hace por el método del escurrimiento y se almacena en tanques tipo cisternas.

Institución: Universidad Técnica Nacional

Título: Captación de agua de lluvia, usos y sistemas para aprovechar este recurso

Autor Corporativo: ECAG informa, revista online

Año: 2009

La captación va a depender del clima de cada zona para el caso de Costa Rica la época lluviosa inicia en el mes de abril o mayo para la vertiente del Pacífico y se extiende hasta octubre o noviembre y el periodo más escaso es durante septiembre y octubre.

También posee un cálculo del consumo de agua en un hogar en Costa Rica que va a ser de 250 litros por persona por día, estos datos son suministrados por el AyA, así mismo, posee estudios donde dice que el 85% de agua que una persona gasta por día podría ser sustituida por el agua de lluvia.

Se toma en cuenta el área de captación, los conductos, la infraestructura de almacenamiento y la filtración que deben tener estos sistemas. El almacenamiento también posee varios sistemas como lo son los tanques conectados a las canoas, los tanques subterráneos, etc. El consumo de agua potable se puede sustituir por agua pluvial pero no en todos los casos, para actividades como cocinar, beber o lavar platos es mejor utilizar agua potable y este consumo es aproximadamente de unos 30 litros por persona y por día.

Por consiguiente, hay factores que determinan la escogencia de alguno de los sistemas tomando en cuenta tamaños, modelos, costos y del capital que se tiene para realizar la inversión. Se dan recomendaciones como lo es el usar tanques cilíndricos y no cuadrados, ya que los tanques cilíndricos mantienen la presión del agua distribuida igualmente dentro del tanque, necesitan menos materiales porque tiene un área de superficie más pequeña que los cuadrados y son más fáciles de construir.

Energía Renovable

Aunque la historia de las células o celdas fotovoltaicas data de 1839, por el físico francés, Becquerel, y luego de ello, en el año 1905, Albert Einstein analizó y explicó el funcionamiento fotoeléctrico, es hasta en 1946 en Estados Unidos que la patente de la célula solar es inscrita, las primeras alcanzaban tan solo un 1% de eficiencia (Ramírez, s.f.).

La generación de energía solar es uno de los métodos más limpios de producción de energía, ya que se basa en la conversión de la captación de la radiación solar y su transformación en electricidad (fotovoltaica) o en calor (térmica). (Garciglia)

Según Rafael Salgado Garciglia los rayos solares son una fuente básica de energía inagotable, el 99.98% de la energía proviene del sol como energía radiante y equivale a $173,000 \times 10^{12}$ Watts unidad de medida de generación de energía. De esta energía, el 77% es reflejada o devuelta al exterior. Sólo el 23% es retenido en la tierra.

“Los paneles solares vienen siendo una alternativa tecnológica y ecológica para captar esta energía solar y transformarla en energía eléctrica, de una forma no contaminante”.

Las celdas fotovoltaicas son dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los rayos de luz inciden sobre ellos, generando energía eléctrica. Están formados por celdas hechas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios (Garciglia).

Estas celdas se colocan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado a las aplicaciones eléctricas; los paneles captan la energía solar transformándola directamente en eléctrica en forma de corriente continua, que se almacena en acumuladores, para

que pueda ser utilizada fuera de las horas de luz. Los módulos fotovoltaicos admiten tanto radiación directa como difusa, pudiendo generar energía eléctrica incluso en días nublados (Garciglia).

Hay distintos tipos de radiación solar:

- Radiación directa es posible solamente cuando el Sol es visible. Esta no sufre cambios en su dirección, es decir, que proviene directamente del Sol.
- Radiación difusa a diferencia de la anterior, esta se dispersa de su dirección original una vez que alcanza la superficie de la atmosfera y llega después de ser reflejada. En invierno encontramos a este tipo de radiación mucho mayor en porcentaje que en el resto del año.
- Radiación reflejada como su nombre indica, es el tipo de radiación que es reflejada por la superficie terrestre, la que proviene rebotada. Por este motivo, las superficies verticales serán las que más la recibirán, casi más de la mitad que las horizontales.
- Radiación global es el resultado de las tres radiaciones juntas.

(Vitae, 2017)

La radiación que reciben estos paneles solares en el planeta tiene relación con la ubicación geográfica, es decir, con la latitud, y, esta cantidad de radiación dependerá de la nubosidad de cada región donde se encuentre, así como de la época del año. (Ramírez, s.f.)

Funcionamiento

Como es sabido los módulos funcionan transformando la energía del Sol en energía eléctrica por medio del efecto fotovoltaico descubierto ya a principios del siglo pasado. No es sitio esta guía para una explicación exhaustiva de dicho efecto, pero sí que interesa conocer las

principales propiedades y comportamiento de los módulos. (Navarro Berrozpe, Mariñosa Rodriguez, Escosa Gonzales , & German Bes, 2015)

La radiación global total proveniente del Sol que llega al suelo está formado por una componente directa y una componente difusa. La componente directa es la que llega directamente del Sol y la componente difusa es la que proviene de toda la bóveda celeste debido a fenómenos de dispersión y no tiene ninguna orientación privilegiada por lo que no podría concentrarse mediante una lente (2015).

En la guía técnica para la utilización de la energía fotovoltaica la magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la Irradiancia que mide la energía por unidad de tiempo, es decir potencia, que incide sobre una superficie dada y se mide en W/m^2 Un módulo fotovoltaico, cuando es expuesto al sol, funciona como un generador de corriente cuyo valor es proporcional al valor de la Irradiancia incidente sobre él.

Conviene distinguirlo el término Irradiancia del de Irradiación que es la energía en un periodo de tiempo determinado sobre una superficie dada. Se obtiene como la integración de la Irradiancia en ese periodo y se mide en W/m^2 . En algunos textos se refieren al término Irradiación como Insolación. (Navarro Berrozpe, Mariñosa Rodriguez, Escosa Gonzales , & German Bes, 2015)

Se llama Vatio pico al valor nominal de la potencia que obtiene el fabricante de un módulo ante unas condiciones estándar, llamadas STC, de temperatura de la célula (25°), irradiancia $1.000W/m^2$ y valor de masa de aire 1.5.

Horas solar pico

La hora solar pico (HSP) es una unidad que mide la irradiación solar y se define como el tiempo en horas de una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m². Una hora solar pico equivale a 3,6 MJ/m² o, lo que es lo mismo, 1 kWh/m² (Sunfields, Solar panels and inverter supplier, s.f.); tal y como se muestra en la siguiente conversión:

$$1 \text{ HSP} = \frac{1000 \text{ W} \times 1 \text{ h}}{\text{m}^2} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ W}} \times 3.6 \text{ MJ/m}^2$$

Fórmula N° 1. Factor de conversión de HSP

Tipos de Paneles

A los sistemas de generación fotovoltaica formados por un determinado número de células fotovoltaicas se les denomina paneles o módulos fotovoltaicos. También se denomina panel fotovoltaico, a un conjunto de módulos que están fijados a una estructura metálica. (Viloria, Instalaciones Solares Fotovoltaicas, 2010)

Estructura de un módulo fotovoltaico al corte

El producto utilizado como encapsulante, deberá cumplir con los máximos requerimientos de seguridad contra ruptura, ofreciendo una resistencia de más de 20N/mm². Para la fabricación del módulo se juntan todas las capas y se realiza un cierre al vacío. Se rodea con un marco de aluminio o acero inoxidable. (Viloria, Instalaciones Solares Fotovoltaicas, 2010)

Módulos Fotovoltaicos

Se puede decir que básicamente hay una tecnología predominante, y que está basada en el silicio por ser más baratas. Dentro de esta se distinguen 2 tecnologías que son silicio cristalino y silicio amorfo. (Viloria, Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas, 2013)

Según Viloria dentro de las cristalinas se diferencian las células con silicio policristalino y monocristalino. Los 3 tipos de paneles (cristalino, policristalino y amorfo) son fácilmente diferenciables por su apariencia:

- Las células de silicio monocristalino provienen normalmente de lingotes cilíndricos cortados a rebanadas, por lo que tienen huecos en las esquinas.
- Las células de silicio policristalino son totalmente cuadradas.
- Los paneles con células de silicio amorfo físicamente son como cristales tintados con unas pequeñas líneas que lo cruzan.

Una de las ventajas de esta tecnología es su forma modular, lo que permite fabricar desde pequeños paneles, útiles para los techos de las casas o hasta grandes plantas fotovoltaicas que pueden generar gran cantidad de energía. Pero también es una tecnología limpia ya que es renovable e inagotable y no contamina, no emite CO₂ y los gastos de mantenimiento son mínimos. (Garciglia)

Características principales que definen un módulo FV

- Intensidad de corto circuito: Máxima intensidad que un módulo fotovoltaico puede suministrar, cuando está desconectado del resto de los elementos.
- Tensión a circuito abierto: Valor máximo de tensión que se mide en los extremos del módulo fotovoltaico, cuando está desconectado del resto de los elementos.
- Potencia máxima: Corresponde al valor máximo de potencia eléctrica que puede generar el dispositivo en condiciones nominales de funcionamiento.
- Intensidad a máxima potencia: Valor que indica la intensidad nominal del aparato y corresponde a la intensidad que entrega el módulo cuando trabaja a potencia máxima.

- Tensión a máxima potencia: Valor que indica la tensión nominal del aparato y corresponde a la tensión que se mide entre los polos del módulo, cuando trabaja a máxima potencia.
- Tensión máxima del sistema: Corresponde al valor máximo de tensión que puede soportar las células fotovoltaicas que forman el módulo FV.

(Viloria, Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas, 2013)

Según Garciglia los elementos principales de un panel solar son:

- Generador Solar, un conjunto de paneles fotovoltaicos que captan energía luminosa y la transforman en corriente continua a baja tensión
- Acumulador: Almacena la energía producida por el generador y transforma a través de un inversor la corriente continua en corriente alterna
- Regulador de carga, su función es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, puesto que los daños podrían ser irreversibles
- Inversor (opcional), se encarga de transformar la corriente continua producida por el campo fotovoltaico en corriente alterna, la cual alimentará directamente a los usuarios.

Conexión de los módulos

Módulos fotovoltaicos es la totalidad de los módulos fotovoltaicos de una instalación PV. La totalidad de los módulos fotovoltaicos puede conectarse de varias maneras, a uno o varios inversores (Balfour & Michael Shaw, 2011) y (Weiss, 2007) . Las tres principales configuraciones posibles se muestran a continuación:

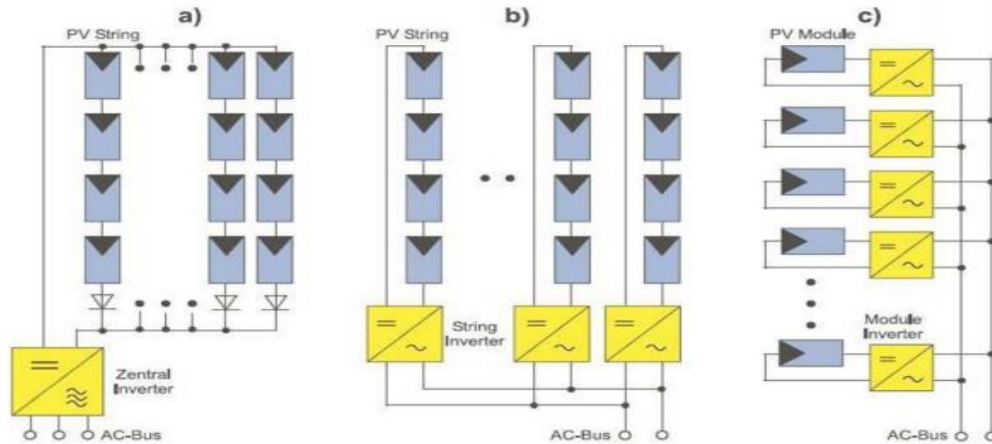


Figura N° 1. Tipos de configuraciones posibles

Modulo a

La totalidad del campo fotovoltaico está conectada a un inversor, que se llama el inversor centralizado. Esta configuración es el menos costoso, pero todos los módulos deben ser del mismo tipo, tienen la misma posición angular y la dirección, por la sencilla razón de que la corriente y el voltaje producido por cada cadena de módulos deben ser del mismo valor. Si no es así, hay una pérdida de producción. (Balfour & Michael Shaw, 2011)

Obviamente cada cadena debe tener el mismo número de módulos. La influencia de un tono en uno o más módulos fotovoltaicos puede ser bastante importante en la producción eléctrica, ya que los módulos de cada cadena están conectados en serie y va a cambiar el cambio de corriente o tensión en una cadena de módulos en paralelo con las otras cadenas. Otras desventajas incluyen que una avería del inversor provoca la interrupción completa del campo PV, es difícil localizar la avería de un solo módulo PV y la tensión de una cadena de módulos es a menudo alta, varios cientos de voltios en DC actual, que es peligroso para los organismos vivos (2011).

Modulo b

Para Balfour y Shaw la totalidad del campo fotovoltaico se divide en cadenas de módulos, cada uno conectado a un inversor. Todos los módulos del PV de la misma cadena deben ser del mismo tipo, tienen la misma posición angular y la dirección. Por otro lado, de una cadena a otra, el tipo y la posición de los módulos pueden ser diferentes. Por ejemplo, esto podría ser un sistema en diferentes cubiertas conectadas a un único bus principal.

La influencia de la sombra es menos importante que en la configuración a, como sombra sólo afectan a la cadena en que se instalan. Entre otras ventajas, un desglose de un inversor causa la interrupción completa de una cadena (pero no de todo el campo de PV) y la ruptura de un solo módulo fotovoltaico es más fácil de localizar. Sin embargo, el voltaje de una sola cadena de módulos sigue siendo a menudo altas, varios cientos de voltios en DC actual, que es peligroso para los organismos vivos (Balfour & Michael Shaw, 2011):

Modulo c

En esta configuración, cada módulo del PV está conectado a un inversor, dicho micro inversor en esta configuración. Aquí, todos los módulos pueden ser de diverso tipo y colocados diferentemente así, ya que son independientes. La ruptura de un inversor provoca la parada de sólo un módulo, por lo tanto, poca pérdida de producción. La influencia de la sombra es muy limitada, sólo a los módulos interesados. El alto costo es la principal desventaja de esta solución, pero ofrece las ventajas de la mayoría. (Balfour & Michael Shaw, 2011)

Utilización de los diferentes tipos de módulos fotovoltaicos

Existen 2 formas de aplicación que son: paneles para aplicaciones aisladas y paneles para su conexión a la red. La única diferencia entre ellos son las características eléctricas, en el caso de los módulos para instalaciones aisladas, suelen tener tensiones aptas para cargar baterías; estos módulos suelen ser más caros que los conectados a la red, puesto que las grandes líneas de producción de los fabricantes las ocupan con los módulos de conexión a la red, así como también por el tamaño. (Viloria, Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas, 2013)

Para José Viloria es por esta razón que se han desarrollado reguladores de carga solar que cargan baterías convencionales utilizando módulos de conexión a la red.

Orientación e inclinación

Para conseguir la máxima captación solar, los módulos fotovoltaicos se dispondrán en el lugar de implantación con una orientación e inclinación adecuada, si su instalación es fija. Esta demanda no puede ser cumplida totalmente, cuando la instalación se hace sobre fachadas (Viloria, Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas, 2013):

- Para la orientación se admitirán desviaciones de hasta $\pm 20^\circ$, respecto al Sur geográfico.
- Para la inclinación se admitirán desviaciones de hasta $\pm 10^\circ$, respecto a la latitud, esta para paneles con módulos fijos.

Tipos de conexión

Todos los módulos fotovoltaicos disponen de los polos positivo (+) y negativo (-) por la parte trasera para su conexión y cableado. Recordemos que, los paneles solares fotovoltaicos, están preparados para generar corriente continua, que se transformará en corriente alterna,

Las conexiones que se pueden realizar en una instalación fotovoltaica son dos: Conexionado en Serie o en Paralelo. Veamos con unos ejemplos cuáles son sus características:

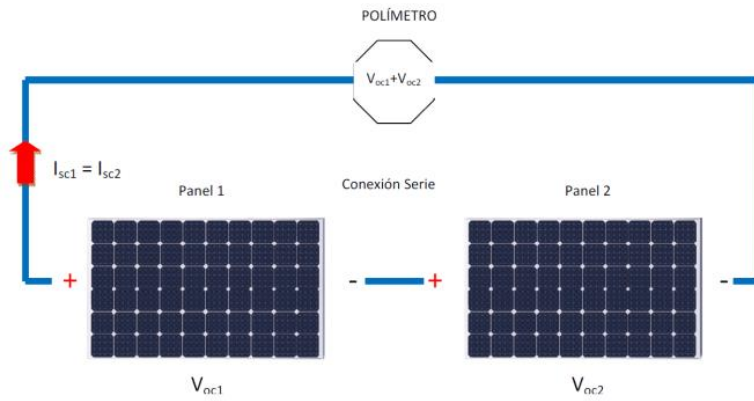


Figura N° 2. Conexión de paneles fotovoltaicos en serie

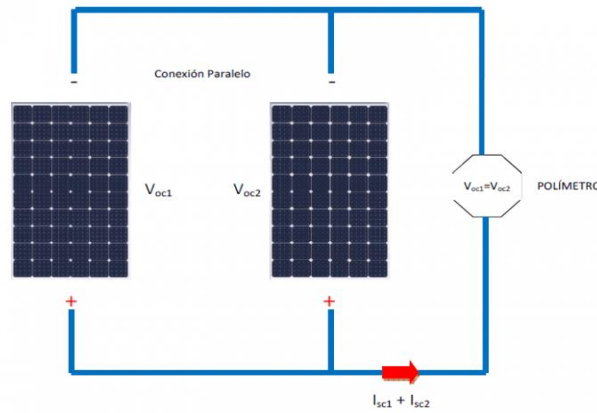


Figura N° 3. Conexión de paneles fotovoltaicos en paralelo

Como vemos en la imagen se ha conectado el polo negativo con del panel n°1 con el polo negativo del panel n°2, así como el positivo con el positivo.

Inversores Fotovoltaicos

C.C. a los inversores de AC utilizados por PV campo convertir electricidad de la C.C. que genera el campo PV a la CA, compatible en cuanto a el voltaje a y la frecuencia con la red (Weiss, 2007)

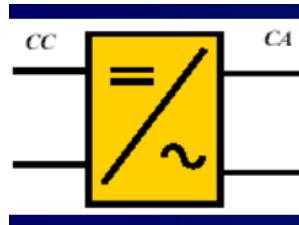


Figura N° 4. Símbolo del inversor monofásico

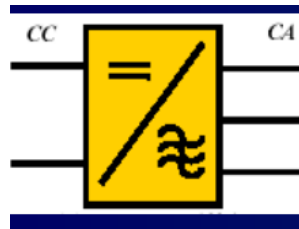


Figura N° 5. Símbolo del inversor trifásico

Tipos de inversores

Inversores para instalaciones fotovoltaicas se utilizan en proyectos de tamaño pequeño o medio. Son clasificados de algunos kWc hasta unos pocos cientos de kWc. El inversor puede conectarse a una o varias cadenas de módulos fotovoltaicos, dependiendo del modelo y el tamaño de la instalación. Su voltaje DC de entrada generalmente es clasificado para unos pocos cientos de voltios, mientras que la salida de la CA puede ser solo o trifásico. (Weiss, 2007)



Figura N° 6. Inversor para instalaciones fotovoltaicas

Según Weiss el micro inversor está conectado a uno o hasta unos pocos módulos PV. Estos inversores no son clasificados por más que algunos cientos vatios, mientras que su voltaje de entrada no suele ser superior a unas decenas de voltios. La salida AC es monofásico. Debido a la baja entrada de voltaje DC, estos inversores son interesantes debido a su seguridad y pueden ser utilizados por pequeños, medianos o incluso grandes campos fotovoltaicos.

Todo tipo de inversores tienen en común la búsqueda del punto de operación de capacidad máxima (MPPT-punto de energía máximo que sigue), una eficiencia de conversión de DC a AC de sobre 95% y desconexión automática si no se detectan voltaje AC de la red (estándar VDE01261-1) para evitar la electrocución de los trabajadores en casos de mantenimiento de la red (2017).

Para el cálculo del inversor se requiere de información como tensión máxima del panel y corriente máxima del panel como se expresa en las siguientes formulas.

$$VT \text{ panel} = \#paneles (Np) * \text{Voltaje maximo del panel } (Vmp)$$

Fórmula N° 2. Tensión total de los paneles fotovoltaicos

$$Potencia = VT \text{ panel} * \text{Corriente maxima}$$

Fórmula N° 3. Potencia del sistema

Principio de funcionamiento de un inversor PV

El propósito del inversor es convertir la salida eléctrica generada por el campo de PV para una salida de CA compatible con la red. Para ello, el sistema MPPT busca el punto de funcionamiento donde la potencia es máxima desde todos los puntos posibles de operación (voltaje de CC) en la salida del campo de PV (Weiss, 2007).

Entonces un segundo sistema electrónico, el convertidor convierte la tensión DC en AC, compatible en términos de magnitud y fase con la de la red. Eficiencia del inversor depende de qué tan bien pueden coincidir con el voltaje, frecuencia y fase de la red, como la porción de la energía inyectada a la red para la energía producida del campo PV determina las pérdidas eléctricas en el inversor (2007).

Para Weiss la electrónica del inversor PV también debe tener en cuenta las normas de seguridad, como la desconexión de la red en caso de ausencia temporal del voltaje de CA, o evitar la inserción de armónicos a la red que puede perturbar el funcionamiento de aparatos eléctricos sensibles. Parte de la retroalimentación del rendimiento de una instalación PV también puede estar seguro por el inversor, por grabación o a un servidor de reenvío la información del funcionamiento.

Normas

La Intendencia de Energía, de la Autoridad Reguladora, aprobó y las tarifas de acceso e interconexión a las redes de distribución, para que los generadores a pequeña escala puedan integrarse al Sistema Eléctrico Nacional (SNE). (ARESEP, 2017)

De acuerdo con la ley, para promover proyectos de generación de electricidad a pequeña escala para autoconsumo, se deben cumplir con dos condiciones: primero, la fijación de las tarifas que es responsabilidad de la ARESEP y segundo, que el interesado cuente con una autorización o título habilitante (concesión, licencia, permiso o registro) que corresponde otorgar al MINAE.

(ARESEP, 2017)

De esta manera, la ARESEP cumple con la definición de tarifas con base en el principio de servicio al costo, por lo cual ningún usuario tendrá que pagar o asumir costos que no le corresponden. Estas fijaciones se realizaron según lo establecido en las metodologías vigentes, aprobadas el 26 de febrero de 2015. La audiencia pública se realizó el pasado 1 de abril de 2015.

Tabla 1. Tarifas por concepto de acceso a la red de distribución, según empresa, para los generadores a pequeña escala para autoconsumo

FUENTE: ARESEP, 2017

Empresa	Tarifa de acceso c/kWh
ICE	28,44
CNFL	17,92
JASEC	14,68
ESPH	8,48
COOPELESCA	9,50
COOPEGUANACASTE	15,98
COOPESANTOS	27,13
COOPEALFARO	17,96

Los cargos por interconexión para generadores a pequeña escala para autoconsumo, que se paga por una única vez, son aplicables a todas las empresas distribuidoras según el tipo de medidor (ARESEP, 2017):

Tabla 2. Cargo de interconexión por tipo de medidor

FUENTE: ARESEP,2017

Tipo de Medidor	Cargo de Interconexión en colones
Medidor monofásico	48.687
Medidor trifásico sencillo	542.004
Medidor trifásico con registro	1.286.240

Según la ARESEP para los usuarios que requieran medidor monofásico con lectura remota, la empresa distribuidora podrá cobrar un monto adicional de hasta $\text{¢}335\,638$, dependiendo de las características y accesorios adicionales, siempre que sea técnicamente justificado y se incluya en el respectivo contrato.

Los paneles fotovoltaicos están fabricados conforme a las normas UNE-EN 61 215 para módulos de silicio cristalino y UNE-EN 61 649 para módulos fotovoltaicos de placa delgada. Un módulo fotovoltaico queda definido por su tensión, intensidad y potencia. La siguiente tabla es una dimensión aproximada de módulos fotovoltaicos en función de potencia del mismo panel. (Venegas).

Tabla 3. Dimensiones y peso aproximado de los paneles fotovoltaicos

FUENTE: Ministerio de Hacienda, Helio Fallas Venegas.

Potencia Wp	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Peso Kg
10	582	262	39	3.4
20	720	370	46	4.8
50	1.003	462	45	5.5
80	1.231	556	45	7.8
100	1.293	650	34	9.3
150	1.580	800	35	16.6

Según el Proyecto de inclusión de paneles solares en el reglamento a la ley del Ministerio de Hacienda, con fundamento en el artículo 140, incisos 3,18 y 146 de la constitución política; los artículos 25 y 27 inciso 1, de la Ley N°6227 del 2 de mayo de 1978, Ley General de la Administración Pública; el artículo 8, inciso f) de la Ley N°7092 del 21 de abril de 1988, Ley del Impuesto sobre la Renta y artículo 12 inciso h) del Decreto Ejecutivo N°18445-H del 9 de septiembre de 1988, denominado Reglamento a la Ley del Impuesto sobre la Renta.

V. Que la administración tributaria de Alajuela mediante Oficio N°ATA-086-2016 del 14 de enero del 2015, emitió el dictamen técnico requerido, el cual fue confirmado por la Subdirección de Valoraciones Administrativas y Tributarias, de la Dirección General de Tributación, mediante oficio N°SVA-009-2016 de la fecha del 17 de marzo del 2016, estableciendo los siguientes parámetros para el sistema de paneles solares. (Venegas)

Tabla 4. Parámetros para sistemas de paneles solares

FUENTE: Ministerio de Hacienda, Helio Fallas Venegas

Parámetros para paneles solares	
Vida útil ponderada	30 años
Depreciación	20 años
Depreciación anual	5 años

La normativa aparece en el Alcance N°25 del diario oficial bajo el título Normas Técnicas y Metodologías sobre la Generación Distribuida (expediente OT-238-2015). La generación de electricidad distribuida consiste en enlazar un sistema de producción propio (paneles solares, por ejemplo) a la red del servicio público, de forma que se sustituye parte de la energía que se tomaba de la red. Así, el consumidor producirá parte de la energía que consume, otra la tomará de la red. (Lara, 2016)

Con estas reglas, se establecen las condiciones de acceso e interconexión del productor-consumidor a la red eléctrica, así como la metodología para establecer las tarifas por el uso de esa red. Según la nueva metodología de ARESEP, lo que el generador pagará será solo por los kilovatios que tome de la red pública. Por ejemplo, si un usuario que puso paneles solares genera al mes 300 kilovatios-hora (kWh) y los consume todos, no será sujeto de cobro. Si produjo 300 kWh y los consumió, pero además demandó otros 200 kWh de la red pública, se le cobrará la tarifa regular por ese suministro (2016).

Cantidad de los módulos fotovoltaicos

La conversión de energía luminosa en energía eléctrica en un módulo determinado por la eficiencia de una célula solar (η) y se define en el porcentaje de potencia convertida en energía eléctrica de la luz solar total absorbida por un panel, cuando una célula solar está conectada a un circuito eléctrico. Y su valor se determina por la siguiente fórmula: (Viloria, Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas, 2013)

El cálculo para los paneles fotovoltaicos es:

$$\#Paneles = \frac{Ec}{Pp \times 0.9 \times Hs}$$

Fórmula N° 4. Calculo de paneles requeridos

Donde:

- E_c . Consumo de energía
- P_p . Potencia proporcionada por el panel
- H_s . Punto más crítico de horas sol
- 0.9. Perdidas después de la generación

La obtención de la potencia generada en los paneles fotovoltaicos y conocer la generación que da por mes, se realiza de la siguiente manera (2013):

Potencia generada por los paneles fotovoltaicos = # módulos \times potencia del panel

Generación al mes = Potencia generada \times días \times HSP

Fórmula N° 5. Calculo de potencia generada y generación al mes

Rendimiento

Los paneles más empleados son los monocristalinos y los policristalinos. La eficiencia de un panel monocristalino está en torno al 16%, la eficiencia de un panel policristalino está en torno al 14% y la eficiencia de un panel amorfo es en torno al 8%. (Viloria, Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas, 2013).

Sombras

Según José Viloria en toda instalación de modulas hay que evitar las sombras y de forma especial cuando se instalan sobre soportes y estructuras estando uno continuo del otro, es decir, en filas paralelas. El que una parte de panel este entre una sombra, puede significar que se comporten como receptores y consumen energía del resto, en lugar de producirla.

Por lo general se admite un máximo de 2% de la superficie total de la instalación pueda entrar en sombras (Viloria, Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas, 2013).

Actualmente son considerados un atractivo por las empresas, ya que sirven para uso industrial o residencial, debido a que estas celdas fotovoltaicas cuentan con un 25% de eficiencia energética. (Ramírez, s.f.)

Conductores en DC y AC

Según el código eléctrico nacional (NEC) 2008 para conductores en corriente directa (DC) se encuentra el dimensionamiento de los conductores y dispositivos de protección contra sobre corriente el cual dice “los conductores del circuito y los dispositivos de protección contra sobre corriente deben dimensionarse de modo que conduzcan como mínimo 125 por ciento de la corriente máxima calculada según la sección 690.8A. Se permitirá que la corriente nominal o el

ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobre corriente cumplan lo establecido en las secciones 240.4 B y C” todo esto se ubica en el artículo 690.8 B1.

$$I \text{ circuito DC} = I_{\text{max panel}} * 1,25$$

Fórmula N° 6. Corriente en un circuito DC

En el NEC 2008 artículo 690.10 B, dimensionamiento y protección dice que “los conductores entre el circuito de la salida del inversor y el medio de desconexión del edificio o estructura deben estar dimensionados con base en el valor nominal de salida del inversor. Estos conductores deben de protegerse contra sobre corrientes de acuerdo con el artículo 240. Dicha protección debe ubicarse en la salida del inversor”, sin embargo, no hay que olvidar el artículo 690.8 B1.

$$I \text{ Circuito AC} = I_{\text{max inversor}} * 1.25$$

Fórmula N° 7. Corriente en un circuito AC

En la tabla 310.16 de ampacidades permisibles con conductores aislados para tensiones nominales de 0 a 2000 volts y 60° C y 90° C.

(NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2008)

Sistema de recolección de Agua

“El agua es un recurso limitado del que muchas personas no tienen el privilegio de poseer, es una importante razón para ahorrar ese líquido tan valioso y aprovechar la gran riqueza hídrica. Realizar sistemas de captación de agua es una manera sostenible para usar el agua”.

Recoger el agua de lluvia supone utilizar el espacio de los tejados y cubiertas de un edificio para captar el agua que precipita desde el cielo. Esta agua será canalizada, filtrada y almacenada en un gran depósito o aljibe para su posterior uso cuando sea necesario. Los sistemas de captación de agua constan de los siguientes elementos (Sitiosolar.com portal de energías renovables, 2013):

- Área de captación: Consistente normalmente en el tejado y las cubiertas, así como de cualquier superficie impermeable.

El material en que se realicen o que de mínimo la cubra las cubiertas deben ser inocuas para el agua y no contener ningún impermeabilizante que pueda aportar sustancias tóxicas a la misma (Sitiosolar.com portal de energías renovables, 2013).

- Conductos de agua: Ya sea la propia inclinación del tejado y/o una serie de canalones o conductos que dirijan el agua captada al depósito. Deben de dimensionarse correctamente para evitar que se desborden y que se pueda desaprovecharse parte del agua.
- Filtros: deben de eliminar el polvo y las impurezas que porte el agua. Existen múltiples sistemas de filtrado que van desde la simple eliminación de las impurezas más gruesas hasta los sistemas que permiten la potabilización y el pleno uso del agua. También existen filtros que permiten desechar automáticamente los primeros litros de agua recolectados en cada lluvia para permitir un lavado de la superficie colectora que elimine las impurezas que pueda haber.
- Depósitos o aljibes: Son los espacios en los que queda almacenada el agua recolectada. Serán de diferentes tamaños en función del agua que se pueda y quiera almacenar. Las paredes del depósito deben de ser de materiales que permitan la correcta conservación del

agua. Tradicionalmente los aljibes se construían como un espacio enterrado delimitado por muros. En la actualidad existen también depósitos plásticos especialmente acondicionados para contener esta agua. (Tanques metálicos, depósitos plásticos etc....) que también pueden ir enterrados.

- **Sistemas de control:** Estos son sistemas opcionales que gestionan la alternancia de la utilización del agua de la reserva y de la red general. Es decir, cuando el agua de lluvia se acaba pasa automáticamente a suministrar agua de la red. En el momento que vuelve a llover y se recarga el depósito pasa de nuevo a emplear el agua de la red.

¿Cómo funciona el sistema de Cosecha de Agua?

Consiste en captar el agua de lluvia mediante las cubiertas de los edificios y canalizarla por medio de canoas y bajantes hacia un depósito de almacenamiento, ya sea superficial o subterráneo. Esta agua puede utilizarse en diferentes actividades que no requieran necesariamente agua potable. (Carmona Rizo, Madrigal Lopez, & Mora Rojas, 2018)

El agua pluvial, por su baja concentración de contaminantes, es utilizable para muchos usos domésticos, en los que se sustituye el agua potable. Como, por ejemplo, riego de jardines, lavado de autos, lavado de ropa y aceras y labores de limpieza en general (2018).

¿Qué se puede hacer con el agua llovida?

El agua de lluvia es esencialmente agua destilada. El agua de destilada es técnicamente potable e incluso algunos la consideran el agua mejor para beber. (Sitiosolar.com portal de energías renovables, 2013)

No obstante, no se recomienda utilizar el agua directamente captada de la lluvia para los usos en los que se requiere agua potable. Ello se debe a que la atmósfera contiene contaminantes

suspendidos que se precipitan con las gotas de lluvia a los que se puede sumar otros (orines y excrementos) que puede haber en las áreas de captación y que pueden tornar esta agua no potable (2013).

Tal como se recolecta el agua, si se le quitan las partículas suspendidas que puede llevar por medio de un filtro grueso, se puede emplear para muchas actividades en las que no se requiere agua potable. Así para los escusados (WC), para regar, para lavar los coches, para lavar la ropa es posible emplear este tipo de agua sin problema alguno (Carmona Rizo, Madrigal Lopez, & Mora Rojas, 2018).

Además, esta agua al no contener ninguna cal protegerá las tuberías y los conductos de las lavadoras alargando su vida útil. Algunas estimaciones indican que estos usos pueden suponer el 50% del agua que se emplea en una vivienda media urbana (2018).

Para lograr un uso selectivo de agua de lluvia para las actividades mencionadas en muchos casos se instalan dos redes de agua. Una conectada a la red general que cubra el consumo de agua potable (duchas, lavaplatos etc....) y otra de agua de lluvia que vaya hacia los escusados, lavadora, y grifos en el lavadero (2018).

Según Rizo, Madrigal y Rojas se recomienda jamás mezclar el agua de la red con el agua de la lluvia en ningún momento del trazado. De hecho, muchas normativas prohíben tajantemente la mezcla de las dos fuentes ya que existe la posibilidad de con ello contaminar el agua de la red general.

Existen por otro lado técnicas y procedimientos para potabilizar el agua de lluvia que permite un uso pleno de la misma. Se trata de su paso por distintos tipos de filtros, su esterilización y su cloración. Estos en general son más complejos y conviene tener un control

periódico de los mismos para asegurar la calidad de esta (Carmona Rizo, Madrigal Lopez, & Mora Rojas, 2018):

Beneficios de la recolección de agua

Supone un auto suministro gratuito de un tipo de agua de gran calidad que permite obtener una independencia parcial o incluso total de las redes de suministro público. Puede ayudar a aliviar de forma importante el exceso de la demanda de las redes de suministro público, contribuyendo a la mejor conservación de las reservas públicas para casos de escasez (Carmona Rizo, Madrigal Lopez, & Mora Rojas, 2018):

Supone un ahorro energético importante al no tener que emplear electricidad para bombear al menos una parte del agua que se va a usar desde las reservas a cada casa. El bombeo de agua para las zonas urbanas consume grandes cantidades de energía que se ahorrarían en caso de que parte del suministro fuera autónomo en cada casa. Puede suponer un alivio para la red de drenaje público al no verter a ella el agua que cae en los tejados (2018).

Puede ayudar a permitir la recuperación de los acuíferos subterráneos en las zonas urbanas en las que la obtención principal del agua provenga de ellos. Al emplearse el agua de la lluvia se deja de extraerla del subsuelo y con ello se permite su recuperación. Ayuda a sensibilizar y a establecer una relación directa con el entorno que nos rodea (2018).

Uno de los principales beneficios del sistema de cosecha de agua es la disminución del uso del agua potable en actividades cotidianas que no lo requieren. Además, de bajar los costos económicos, esta práctica contribuye en gran medida en la reducción del impacto ambiental y la huella hidrológica que generamos. (Carmona Rizo, Madrigal Lopez, & Mora Rojas, 2018)

Otra de las ventajas para Rizo, López y Rojas es que el proceso de recolección puede ser utilizado en todos los hogares ya que es muy fácil y económico, no hace falta tener un tanque, basta con colocar recipientes en nuestros techos y patios, y luego usar el agua recolectada en los servicios sanitarios, para regar el jardín o para lavar el automóvil.

Tabla 5. Consumo de agua por actividad, por persona, por día y posibilidades de sustitución por agua de lluvia

FUENTE: Revista ECAG, Universidad Técnica Nacional, 2009

Actividad	Consumo (Litro/persona/día)	Cantidad que puede sustituirse por agua de lluvia (litro/persona/día)
Aseo personal	67	67
Descarga de Sanitarios	59	59
Lavado de ropa	30	30
Cocina y beber	22	
Riego de jardines	15	15
Lavado de platos	7	
Total	200	171

(ECAG, 2009)

Calculo de la Demanda

La demanda se calcula a partir de la dotación por persona para atender sus necesidades mes a mes. (Ruíz, 2014)

$$D_i = \frac{N_u \times N_d \times D_{ot}}{1000}$$

Fórmula N° 8. Demanda mensual en m³ de agua

Donde:

- Nu. Número de usuarios que se benefician del sistema
- Nd. Número de días del mes analizado
- Dot. dotación (L/persona. Día)
- Di. Demanda mensual (m³)

Para Ruiz aunque esta fórmula es solamente calcular la cantidad de agua que se necesita al mes no necesariamente es la cantidad que se puede obtener ya que depende principalmente de la región y de la época del año. La cantidad de agua pluvial que se puede llegar a almacenar depende esencialmente del área de captación, el área efectiva de captación se obtiene de la proyección horizontal del techo.

Estimación de agua consumida

Según el AyA la estimación de agua consumida por persona por día, tanto para aplicaciones potables como para aplicaciones no potables:

- Lavando el vehículo o regando plantas: Por cada minuto que pasa con el tubo abierto consumirá 10 litros de agua.
- En servicio sanitario: Cada vez que jala la cadena se consumen en promedio 10 litros de agua.

Uso del servicio sanitario:

Normal: 2 usos / día / 1 persona (15% del consumo total mensual.)

Otros: Como higiene de la casa lavado de trapo pisos, lavado de automóvil, riego de plantas o zacate, etc. Estimado en 1.5 m³/mes (5.4% del consumo total mensual)

(Alcantarillados, 2010)

Tabla 6. Coeficientes de escorrentía

Fuente: AyA

Coeficiente de Escorrentía	
Calamina metálica	0.9
Tejas de arcilla	0.8-0.9
Madera	0.8-0.9
Paja	0.6-0.7

Promedio de precipitación mensual

El promedio se calcula a partir de los años evaluados (Ruíz, 2014).

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

Fórmula N° 9. Precipitación promedio

Donde:

n: Número de años evaluados

pi: valor de precipitación mensual del mes “i” (mm)

Ppi: precipitación promedio mensual del mes “i” de todos los años evaluados (mm)

El volumen del tanque de almacenamiento

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000}$$

Formula N° 10. Abastecimiento correspondiente al mes (m^3)

Donde:

Ppi: precipitación promedio mensual ($litro/m^2$)

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m^2)

Ai: Abastecimiento correspondiente al mes “i” (m^3)

Almacenamiento

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario, en especial durante el período de sequía. La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes (Ruíz, 2014):

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración
- De no más de 2 m de altura para minimizar las sobre presiones
- Con tapa para impedir el ingreso de polvo insectos y de la luz solar
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias

Los siguientes son factores de conversión de m³ a galones y a litros que se necesitan para saber la capacidad que debe tener el tanque.

$$1gal = 0.00379m^3$$

Formula N° 11. Factor de conversión de galones a m³

$$1m^3 = 1000 Litros$$

Formula N° 12. Factor de conversión de m³ a litros

Análisis Financiero

Dos términos muy usados en el mundo de las finanzas y la economía por su increíble funcionalidad a la hora de arrojar resultados sobre las empresas y saber si es viable la inversión en un determinado proyecto, conocidos como el VAN y el TIR. Estas dos herramientas pueden hacer que se gane mucho dinero. (Mateos, 2017)

El VAN y el TIR son dos tipos de herramientas financieras del mundo de las finanzas muy potentes y nos dan la posibilidad de evaluar la rentabilidad que nos pueden dar los diferentes proyectos de inversión. En muchos casos, la inversión en un proyecto no se da como inversión sino como la posibilidad de poner en marcha otro negocio debido a la rentabilidad (2017).

¿Qué es el VAN?

El VAN o Valor Actual Neto, se conoce a esta herramienta financiera como la diferencia entre el dinero que entra a la empresa y la cantidad que se invierte en un mismo producto para ver si realmente es un producto (o proyecto) que puede dar beneficios a la empresa. El VAN cuenta con una tasa de interés que se llama tasa de corte y es la que se usa para actualizarse constantemente.

Dicha tasa de corte, la da la persona que va a evaluar dicho proyecto y que se hace en conjunto con las personas que van a invertir (Mateos, 2017).

La tasa de corte del VAN puede ser:

- El interés que se tenga en el mercado. Lo que se hace es tomar una tasa de interés a largo plazo que se puede sacar fácilmente del mercado actual.
- La tasa en la rentabilidad de una empresa. El tipo de interés que se marque en ese momento dependerá de cómo se financie la inversión. Cuando se hace con capital que otra persona ha invertido, entonces la tasa de corte refleja el costo de capital ajeno. Cuando se hace con capital propio, este tiene un coste directo para la empresa, pero le da rentabilidad al accionista.

Cuando la tasa es elegida por el inversor

Normalmente se lleva a cabo con la rentabilidad mínima que el inversor pretende tener y siempre estará por debajo de la cantidad en la que vaya a efectuar la inversión. Si el inversionista quiere una tasa refleje el costo de oportunidad que, la persona deja de percibir dinero para invertir en un proyecto determinado (Mateos, 2017).

Por medio del VAN se puede saber si un proyecto es viable o no antes de comenzar a llevarlo a cabo y, además, dentro de las opciones de un mismo proyecto, nos permite saber cuál es el más rentable de todos o cual es la opción que más nos conviene. También nos ayuda mucho en los procesos de compra, ya que en caso de que queramos vender, esta opción nos ayuda mucho a saber cuáles es la cantidad de dinero real en la que tenemos que vender nuestra empresa o si ganamos más quedándonos con nuestro negocio (2017).

Aplicación del VAN

Para saber cómo se usa el VAN contamos con una fórmula que es:

$$\text{VAN} = \text{BNA} - \text{Inversión.}$$

Formula N° 13. Valor Actual Neto

El Van ya sabemos lo que es y el BNA es el beneficio neto actualizado o, dicho con otras palabras, el flujo de caja que tiene la empresa (Mateos, 2017).

Según Mateos este método se debe utilizar siempre con el beneficio neto actualizado y no con el beneficio neto proyectado de una empresa para que nuestras cuentas no fallen. Para saber cuál es el BNA debes hacer un descuento de TD o tasa de descuento. Esta es la tasa de rentabilidad mínima y se sabe de la siguiente manera.

Si la tasa resulta mayor que el BNA esto quiere decir que la tasa no se ha satisfecho y tenemos un VAN negativo. Si el BNA es igual a la inversión, esto quiere decir que se ha cumplido con la tasa, el VAN es igual a 0 (Mateos, 2017).

Cuando el BNA es mayor significa que se ha cumplido con la tasa y, además, se ha conseguido sacar una ganancia. Entonces, cuando se da el último caso, quiere decir que el proyecto es rentable y se puede seguir adelante con él. Cuando se da el caso en el que queda tablas el proyecto es rentable por que se incorpora la ganancia TD, pero hay que tener cuidado. Cuando se da el primer caso, el proyecto no es rentable y hay que buscar otras opciones. Se debe escoger el proyecto que de una mejor ganancia adicional (2017).

Ventajas del VAN

Una de las principales ventajas y la razón por la cual es uno de los métodos que más se usa es porque se homogeneizan los flujos de caja netos en el momento actual. El VAN es capaz de reducir a una sola unidad las cantidades de dinero generadas o que se van aportando (Mateos, 2017).

Además, se pueden introducir signos positivos y negativos en los cálculos de flujo que corresponden a las entradas y salidas de efectivo sin que el resultado final sea alterado. Esto no se puede hacer con el TIR en el cual el resultado si es muy diferente (2017).

Sin embargo, para Mateos el VAN tiene un punto débil y es que la tasa que se usa para descontar el dinero puede ser no del todo entendible o incluso discutible para muchas personas. Ahora, en lo que se refiere a homogeneizar la tasa de interés, es una de las mejores opciones con una fiabilidad muy alta.

¿Qué es el TIR y cómo se usa?

El TIR o la tasa interna de retorno, es la tasa de descuento que se tiene en un proyecto y que nos permite que el BNA sea como mínimo igual a la inversión. Cuando se habla del TIR se habla de la máxima TD que cualquier proyecto puede tener para que se pueda ver como apto (Mateos, 2017).

Para poder hallar el TIR de la forma correcta, los datos que se van a necesitar son el tamaño de la inversión y el flujo de caja neto proyectado. Siempre que se vaya a hallar el TIR, se debe usar la fórmula del VAN que te hemos dado en la parte superior. Pero reemplazando el nivel de Van por 0 para que nos pueda dar la tasa de descuento (2017).

A diferencia del VAN, cuando la tasa es muy alta, nos está diciendo que el proyecto no es rentable, si la tasa nos da menor, esto quiere decir que el proyecto es rentable. Mientras más baja sea la tasa, mucho más rentable es el proyecto (2017)

Aun así, volviendo a la más usada y la principal, se hace cuando en un determinado proyecto se han podido efectuar reembolsos o desembolsos que se van teniendo, no solo en un inicio sino durante la vida útil del mismo ya sea porque el proyecto ha ido teniendo pérdidas o se le han ido incluyendo nuevas inversiones (Mateos, 2017).

CAPITULO III

MARCO

METODOLOGICO

Enfoque de la investigación

El tipo de investigación descriptiva como su nombre lo dice no va mucho más allá del nivel descriptivo, dado que consiste en plantear lo más relevante de un hecho o situación concreta. De todas formas, la investigación descriptiva no consiste únicamente en acumular y procesar datos. El investigador debe definir su análisis y los procesos que este requerirá.

A grandes rasgos, las principales etapas por seguir en una investigación descriptiva son: examinar las características del asunto por investigar, definirlo y formular la hipótesis correspondiente; seleccionar la técnica adecuada para la recolección de datos y elegir las fuentes de consulta. La expresión de datos de ser dar de manera cuantitativa.

Método de la Investigación

En cuanto al tipo de investigación utilizada la metodología cuantitativa está basado en una investigación empírico-analista. Basa sus estudios en números estadísticos para dar respuesta a unas causas-efectos concretas. La investigación cuantitativa tiene como objetivo obtener respuestas de la población a preguntas específicas. La finalidad empresarial sería la toma de decisiones exactas y efectivas que ayuden a alcanzar aquello que estábamos persiguiendo.

El diseño de investigación donde la estrategia es la que adopta el investigador para responder al problema planteado y las que se utilizan son las siguiente:

- La metodología de investigación de campo, en este tipo de investigaciones se estudia una problemática a partir de la recolección y análisis de datos directos de la realidad, por lo que se utilizan criterios estadísticos para el procesamiento de la información recolectada.

Esta clase de investigación se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas, observaciones y de otros trabajos previos como tesis. En todo caso es importante realizar siempre la consulta documental con el fin de evitar una duplicidad de trabajos, puesto que se reconoce la existencia de investigaciones anteriores efectuadas sobre la misma materia y de las que se pueden usar sus conclusiones como insumos iniciales de la actual investigación.

- La investigación documental como parte esencial de un proceso de investigación científica, puede definirse como una estrategia en la que se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades teóricas y empíricas usando para ello diferentes tipos de documentos donde se indaga, interpreta, presenta datos e información sobre un tema determinado de cualquier ciencia, utilizando para ello, métodos e instrumentos que tiene como finalidad obtener resultados que pueden ser base para el desarrollo de la creación científica.

Procesos para la recolección y análisis de datos

Las técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos se darán a partir de la recolección de datos por medio de planos, recibos, datos de mercado, etc. Mediante las visitas de campo se hará la recolección de datos y se tomarán medidas del terreno para determinar el mejor lugar para la colocación de los paneles fotovoltaicos y el sistema de captación de agua.

Respecto al procedimiento metodológico, la investigación se desarrollará en cuatro etapas, con las cuales se busca el cumplimiento de los objetivos planteados, que corresponden a la puesta en operación de actividades, haciendo uso de distintas herramientas.

Etapas I: Planteamiento del problema

En esta etapa se expusieron: el problema, los objetivos, el alcance y las limitaciones de la investigación.

Etapas II: Investigación

Se hizo una búsqueda de información sobre sistemas fotovoltaicos y sistemas de recolección de agua, para determinar la energía que requiere la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe. Además, se estudió la normativa legal vigente en el país sobre generación de energía.

Etapas III. Desarrollo

Se estimó el consumo eléctrico de la Parroquia mediante un método experimental, con el fin de obtener los datos necesarios para escoger el sistema renovable más apto y poder realizar el análisis financiero de rentabilidad.

Etapas IV: Conclusión

Al finalizar todas las etapas se procedió a emitir las conclusiones del trabajo y a efectuar las correspondientes recomendaciones.

Etapas V: Propuesta

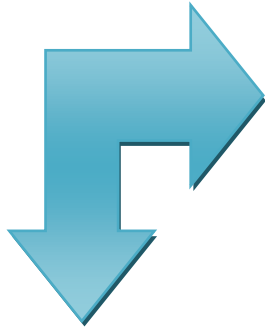
Con toda la información recolectada a lo largo de la investigación se realiza una propuesta como base de la toma de decisiones. La metodología del presente trabajo se puede resumir en el siguiente diagrama de flujo.

Inicio



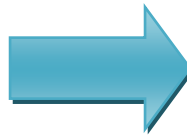
Definición del proyecto

1. Planteamiento del problema
2. Objetivos
3. Antecedentes
4. Limitaciones
5. Alcances
6. Investigación preliminar



Búsqueda de información

1. Lluvia de ideas
2. Búsqueda bibliográfica
3. Consulta al tutor
4. Estimación de consumo
5. Investigación de sistemas fotovoltaicos y sistemas de recolección
6. Consulta de fichas técnicas



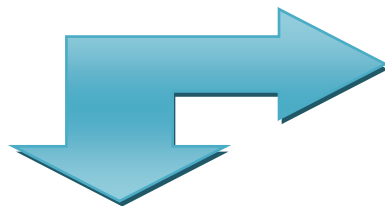
Construcción del proyecto

1. Obtención de medidas
2. Definición de los escenarios
3. Definición de las ecuaciones a utilizar
4. Desarrollo del cálculo para sistemas fotovoltaicos y sistemas de recolección de agua



Finalización del proyecto

1. Elaboración de análisis financiero
2. Tomas de decisiones
3. Conclusiones y recomendaciones
4. Propuesta
5. Recomendaciones del tutor



Defensa del proyecto de graduación

1. Presentación del proyecto final

CAPITULO IV

ANALISIS

DE

RESULTADOS

Diagnostico

La ubicación de la Parroquia es en Guadalupe de Goicoechea. La propuesta del diseño de los paneles fotovoltaicos y el sistema de recolección de agua, específicamente con las coordenadas $9^{\circ} 56' 48''$ N, $84^{\circ} 03' 08''$ O. Como se muestra en el siguiente mapa satelital.

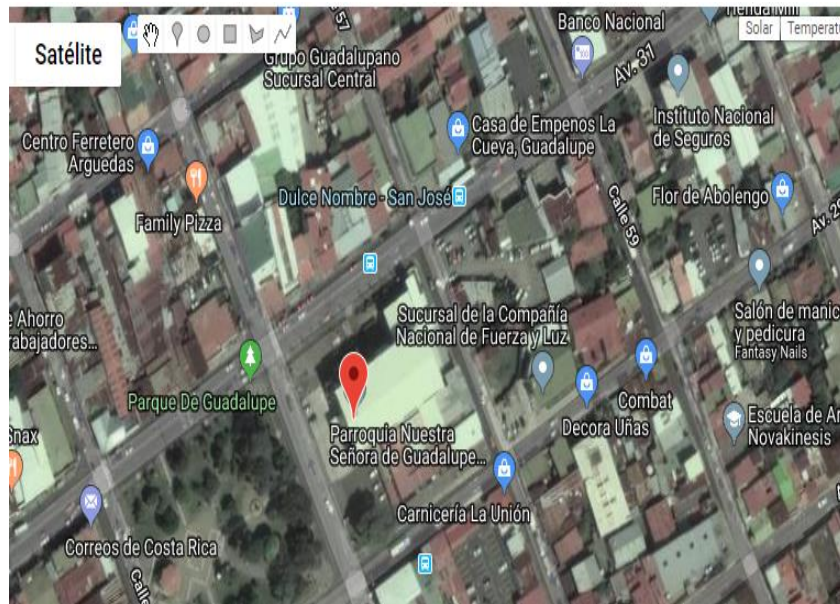


Figura N° 7. Ubicación satelital de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe

FUENTE. GOOGLE MAPS Y GOOGLE EARTH

La Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe presenta altos consumos de kW/h que superan los 30000kW/h al año lo que se traduce en una factura económica elevada rebasando los tres millones de colones por año ya que sus instalaciones están siempre funcionando es por esto por lo que se necesita realizar un estudio para saber cuánta energía eléctrica se requiere mes a mes.

Además, se quiere lograr una disminución de la tarifa eléctrica con la implementación de paneles fotovoltaicos, pero primero se debe hacer reporte donde se muestre la inversión que debe darse, los años en los cuales se recuperara dicha inversión y el ahorra que se podría dar.

La institución requiere un sistema de recolección de agua pluvial para aprovechar la altura de los techos y lograr una reducción en el recibo de Acueductos y Alcantarillados, pero para ello se debe analizar el costo que tendría en el mercado los materiales. Este tipo de sistema sería para las tareas donde no se requiera agua potable como el agua para los sanitarios, limpiar, regar los jardines, etc.

Se necesita de un informe donde se muestre la inversión inicial ya que se quiere que ambos sistemas ahorren dinero con el paso de tiempo, pero también se tiene que contemplar a cuando se va a finiquitar y recuperar todo el dinero que requiere el proyecto.

Para lograr lo anterior se entregará un diseño de los paneles fotovoltaicos donde se pretende trazar este proyecto en la elevación oeste frontal y la elevación este posterior, siendo el lugar más amplio y que podría tener mejor recepción del brillo solar; también se requiere de un estudio por meses de radiación en el lugar y considerar las horas luz. El sistema de recolección de agua se diseñará al costado izquierdo de la sacristía.

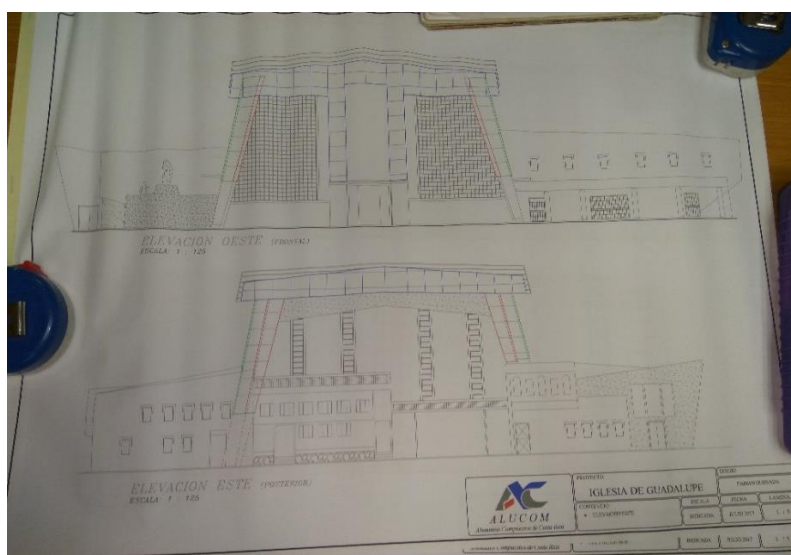


Figura N° 8. Elevación oeste y elevación este

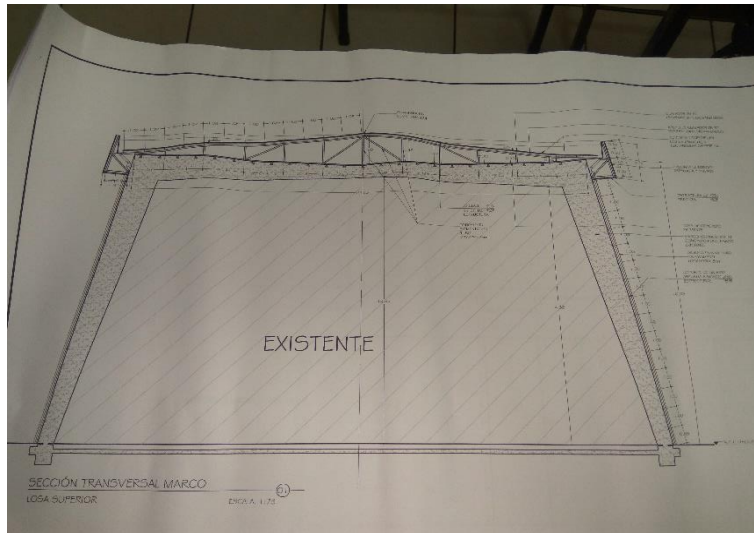


Figura N° 9. Estructura existente para la captación del agua

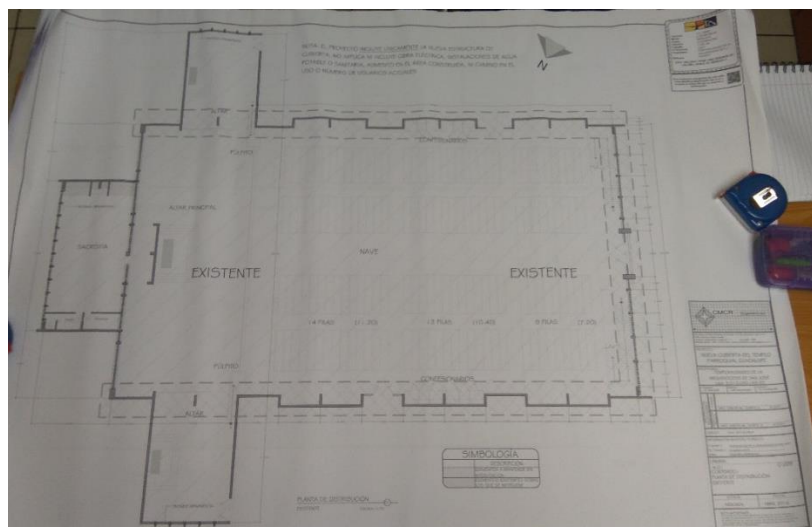


Figura N° 10. Espacio para el diseño del sistema de recolección de agua pluvial, Zona izquierda a la Sacristía



Figura N° 11. Zona de implementación de paneles fotovoltaicos

En la figura 11 se muestra la posible zona donde se podrían instalar los paneles solares, el sector A es el sitio idóneo ya que debido a su altura no cuenta con obstáculos que incluyan como otras edificaciones que afecten el sistema fotovoltaico. Con respecto al sistema de recolección de agua se aprovecharán las estructuras que posee el sector A.

Se espera conseguir un ahorro en las tarifas de energía eléctrica de agua con la propuesta de instalación de paneles fotovoltaicos y del sistema de recolección de agua; esto se establecerá en el siguiente capítulo que corresponde al desarrollo.

Niveles de brillo solar

En la tabla 7 correspondiente a brillo solar en Mega joule (MJ) presente en la zona, a la estación más cercana de la Parroquia es la que se encuentra en el CIGEFI de la UCR; la cual se

encuentra a 1.29 km en línea recta desde la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe. Los datos recolectados son realizados en un estudio por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) comprende a los años 2016, 2017 y 2018 este último hasta el mes de agosto.

Radiación Promedio Mensual (MJ/m ²)			
Año	2016	2017	2018
Enero	18.7	19.3	13.1
Febrero	20.2	22	19.3
Marzo	23.9	20.7	21.6
Abril	20.9	18.5	16.9
Mayo	16	14.7	17.5
Junio	14	13.4	13.3
Julio	14.3	13.2	12.8
Agosto	15.7	15.1	14.2
Septiembre	16.3	15.2	
Octubre	14.5	15.3	
Noviembre	12	14.2	
Diciembre	13.7	15.5	

Tabla 7. Radiación solar promedio mensual de los años 2016, 2017 y 2018

FUENTE. Instituto Meteorológico Nacional (IMN)

En la tabla 7 se puede apreciar que los niveles más altos de radiación solar (MJ/m²) se presenta en los meses de enero, febrero, marzo y abril. Como los índices recolectados en el año

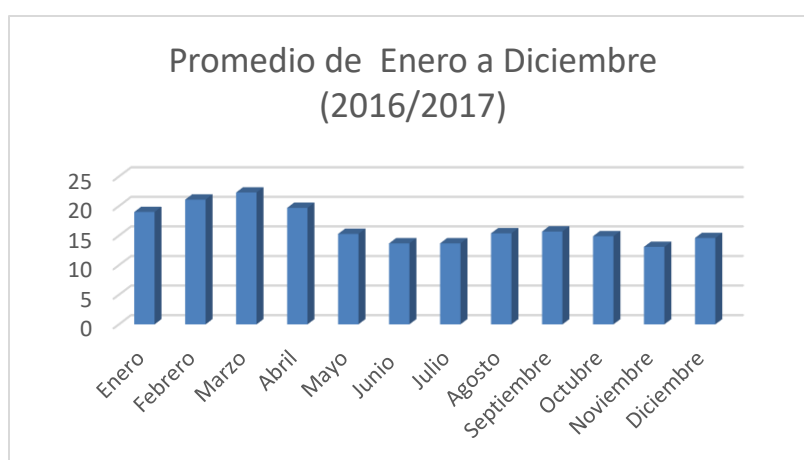
2018 solo llegan hasta agosto se procederá a realizar un análisis tomando los datos de los años 2016, 2017 y 2018 hasta donde sea posible, debido a que no será posible saber si en 4 meses restantes del año 2018 se presentaran otros valores, es por esta razón que se tomaran los datos de los años 2016 y 2017 a modo de un supuesto aproximado en los niveles.

Promedio de radiación solar (MJ/m ²)		
Mes	Promedio de Enero a Agosto (2016/ 2017/ 2018)	Promedio de Enero a Diciembre (2016/2017)
Enero	17.0	19
Febrero	20.5	21.1
Marzo	22.0	22.3
Abril	18.7	19.7
Mayo	16.0	15.3
Junio	13.5	13.7
Julio	13.4	13.7
Agosto	15	15.4
Septiembre		15.7
Octubre		14.9
Noviembre		13.1
Diciembre		14.6

Tabla 8. Promedio en meses de radiación solar (MJ/m²)

FUENTE. Propia

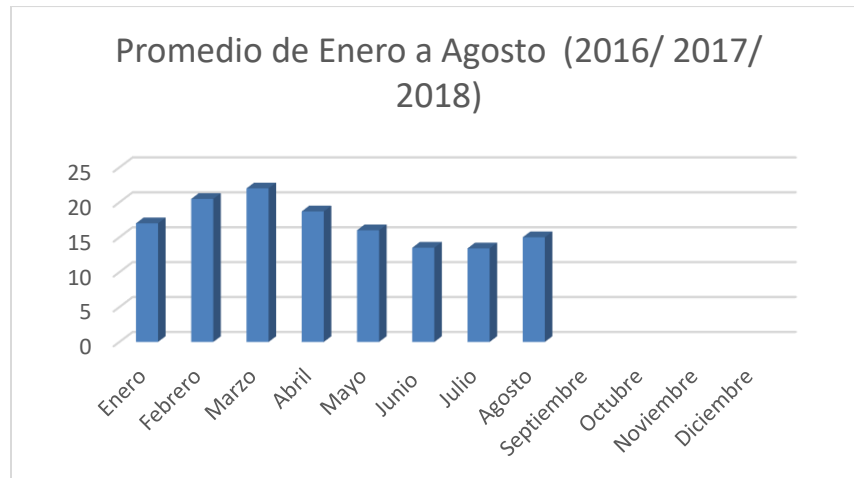
Se analizan 2 casos primero en la gráfica 1 se examinan los datos de los años 2016 y 2017 de enero a febrero y en la gráfica 2 se examinan los datos de los años 2016, 2017 y 2018 solo en los meses de enero a agosto, debido a que en el año 2018 solo se tienen datos de radiación hasta el mes de agosto solo se analizara en la gráfica 2 estos meses para obtener un promedio dejando fuera los meses de septiembre a diciembre.



Gráfica N° 1. Promedio de brillo solar para los años 2016 y 2017

FUENTE. Propia

Como se muestra en la gráfica 1 del promedio de brillo solar para los años 2016 y 2017, marzo se clasifica como el mes de brillo solar más alto donde llega a alcanzar un 22.3 MJ/m² y junio, julio y noviembre exponen las clasificaciones más bajas.



Gráfica N° 2. Promedio de brillo solar para los años 2016, 2017 y 2018

FUENTE. Propia

Según la gráfica 2 del promedio de brillo solar para los años 2016, 2017 y 2018 expresadas de enero hasta el mes de agosto se vuelve a repetir el mes del índice más alto como lo mostrado en la gráfica 1 donde marzo llega a un 22 MJ/m² y los niveles más bajos se presentan en los meses de junio y julio.

Para poder realizar los cálculos para los paneles fotovoltaicos se requiere un valor de hora pico solar (HSP) o bien brillo solar. Al aplicarse un factor de conversión **de la formula numero 1 como se muestra en el marco de referencia apartado 6.2** donde 1 HSP=3.6 MJ/m²; a los datos de la tabla 1. El cálculo se realizará tomando por ejemplo el nivel de radiación de enero del 2016 siendo 18.7 MJ/m² multiplicado por 1 HSP y dividiendo por 3.6 MJ/m² como se expresa en la siguiente ecuación:

$$18.7 \frac{MJ}{m^2} * \frac{1HSP}{3.6 \frac{MJ}{m^2}} = 5.19HSP$$

Formula N° 14. Factor de conversión de MJ/m² a HSP

Se sigue empleando la ecuación 1 para los datos de la tabla 1 para los 3 años dando como resultado los datos de la tabla 3 que corresponden al brillo solar presente en la zona ubicada a 1.29 km de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe.

Brillo solar zona de Guadalupe de Goicoechea (HSP)			
Año	2016	2017	2018
Enero	5.1	5.3	3.6
Febrero	5.6	6.1	5.3
Marzo	6.6	5.7	6
Abril	5.8	5.1	4.6
Mayo	4.4	4	4.8
Junio	3.8	3.6	3.6
Julio	3.9	3.7	3.5
Agosto	4.3	4.1	3.9
Septiembre	4.5	4.2	
Octubre	4	4.2	
Noviembre	3.3	3.9	
Diciembre	3.8	4.3	

Tabla 9. Brillo solar (HSP)

FUENTE. Propia

Análisis del consumo energético en la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe

En este próximo apartado se observará la metodología del cálculo ya que la cantidad de paneles fotovoltaicos va a depender del área que se tenga para montar los paneles. Para cada año se mostrarán los valores con 3 potencias de paneles que serán de 400W, 325W, 300W dando opciones para elaborar una propuesta que sea congruente con las necesidades de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe.

Consumo energético del 2016

La tabla 10 correspondiente al consumo de energía eléctrica para el año 2016 enseña que marzo es el mes donde se consume más energía con un valor de 3536 kWh, así mismo, marzo coincide con el mes donde está el valor más alto de brillo solar mostrado en la tabla 9 que llega a ser de 6.6 HSP.

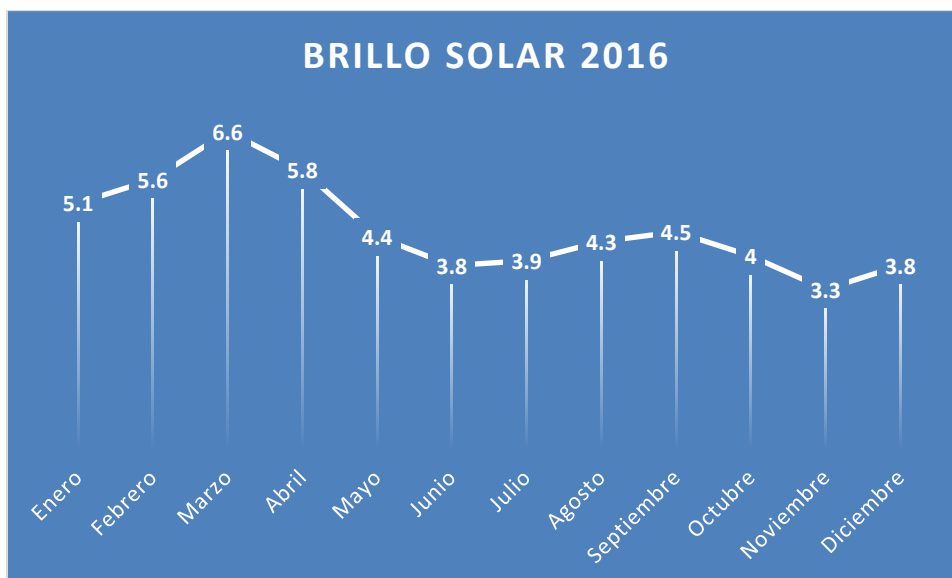
Se puede observar en la tabla 9 para el año 2016 el mes de menor brillo solar noviembre con 3.3 HSP y en la tabla 4 el mes con mayor consumo de electricidad es marzo con 3536kWh por lo tanto se procederá a realizar los cálculos con estas dos variables y así asegurar el consumo energético con el factor de brillo solar más bajo y el consumo público más alto.

Consumo de Energía Eléctrica 2016		
Mes	Consumo kWh	Costo en colones
Enero	3077	272,865.00
Febrero	2896	275,715.00
Marzo	3536	301,705.00
Abril	3243	322,620.00
Mayo	3464	353,255.00

Junio	3334	333,380.00
Julio	3464	353,115.00
Agosto	3136	311,045.00
Septiembre	3480	342,560.00
Octubre	3455	346,860.00
Noviembre	3471	341,935.00
Diciembre	3470	341,190.00
TOTAL	40026	3,896,245.00

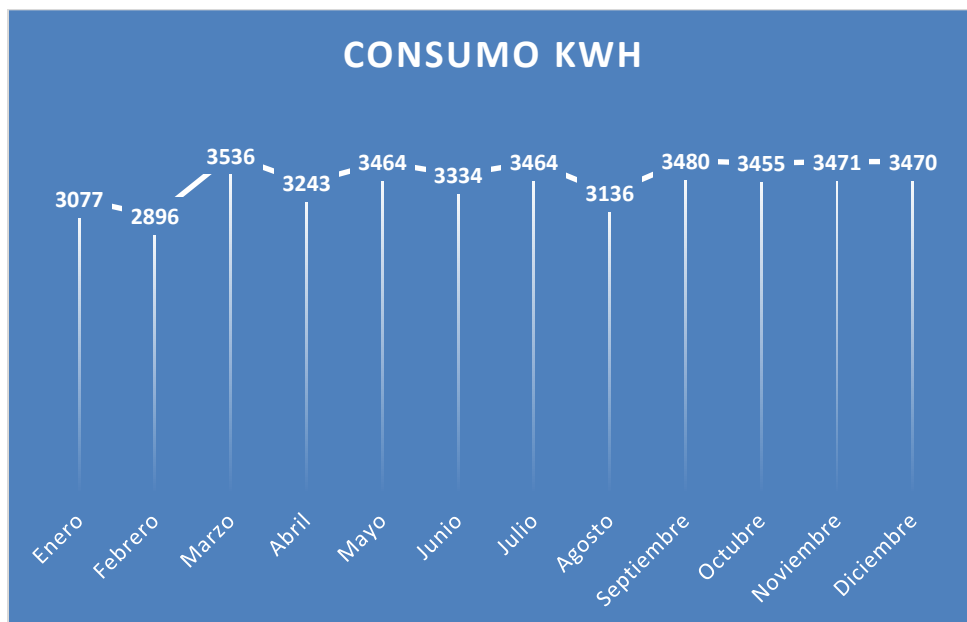
Tabla 10. Consumo de Energía Eléctrica del 2016

FUENTE. Facturación de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) suministrado por la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe



Gráfica N° 3. Brillo Solar para el año 2016 (HSP)

FUENTE. Propia



Gráfica N° 4. Consumo energético de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe para el año 2016

FUENTE. Propia

Consumo energético del 2017

La tabla 11 correspondiente al consumo de energía eléctrica para el año 2017 se puede observar que abril es el mes donde se consume más energía eléctrica con un valor de 3591 kWh, así mismo, sin embargo, es mes no coincide con el mes de mayor radiación solar correspondiente a febrero con un 6.1 HSP mostrado en la tabla 3.

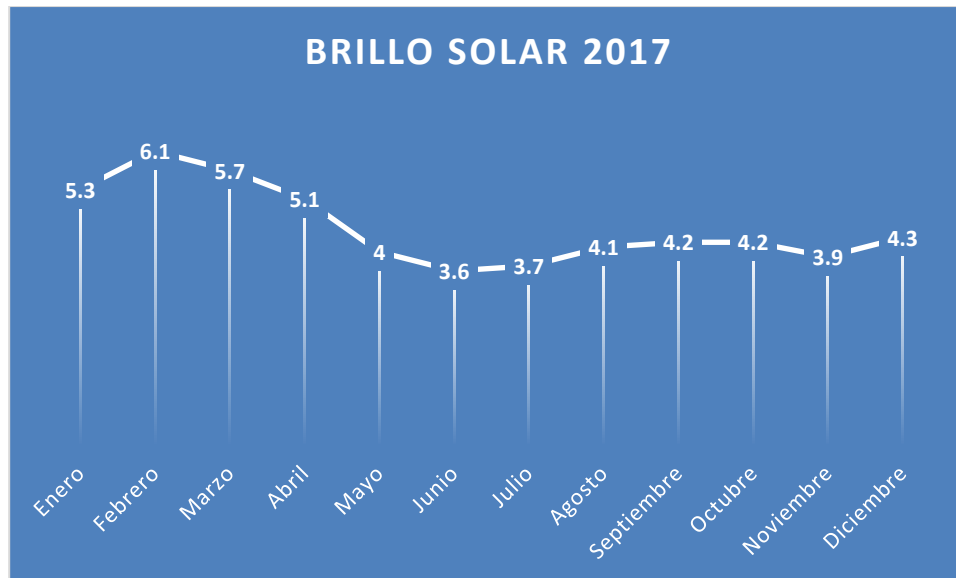
En la tabla 9 para el año 2017 se puede observar que el mes de menor brillo solar es julio con un 3.6 HSP y en la tabla 11 el mes con mayor consumo de electricidad es abril con 3591 kWh por lo tanto la estimación se hará con estos 2 meses así asegurar la demanda energética con el factor de brillo solar más bajo y el consumo eléctrico más alto.

Para el análisis financiero se tomarán solo los datos del 2017 ya que es el año más actualizado y completo.

Consumo de Energía Eléctrica 2017		
Mes	Consumo kWh	Costo en Colones
Enero	3540	308,635.00
Febrero	2055	242,305.00
Marzo	3105	264,690.00
Abril	3591	306,360.00
Mayo	3046	262,160.00
Junio	3270	280,135.00
Julio	3528	307,545.00
Agosto	3081	270,225.00
Septiembre	3486	306,460.00
Octubre	3163	275,370.00
Noviembre	3309	11,585.00
Diciembre	3427	348,730.00
TOTAL	38601	3,184,200.00

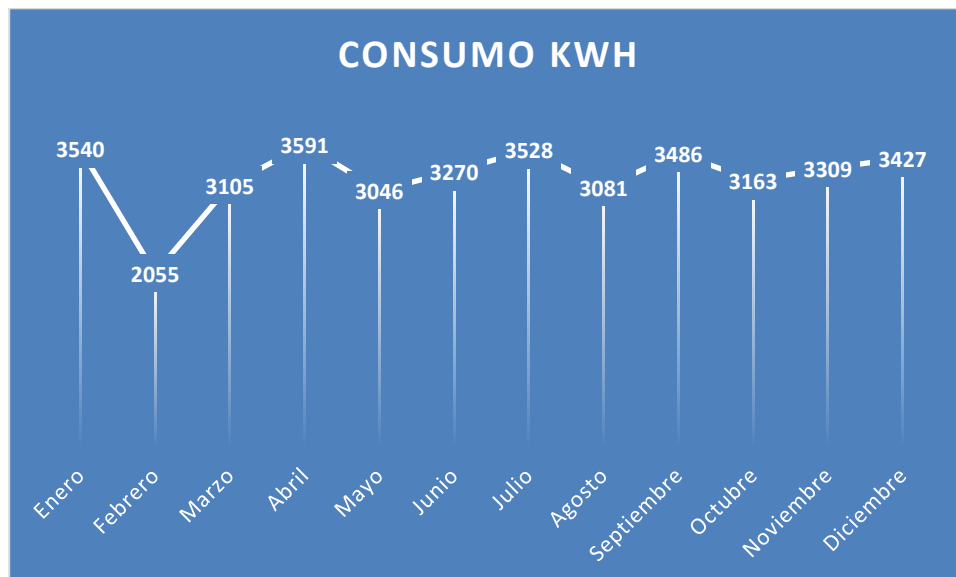
Tabla 11. Consumo de energía eléctrica del 2017

FUENTE. Facturación de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL)
suministrado por la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe



Gráfica N° 5. Brillo Solar para el 2017 (HSP)

FUENTE. Propia



Gráfica N° 6. Consumo energético de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe para el año

2017

FUENTE. Propia

Los siguientes cálculos se realizan con 3 diferentes potencias para paneles que son de 400W, 325W, 300W, y de igual manera se hará para conocer los arreglos al 100% y 80%.

Para cubrir la demanda energética los 3591 kWh tienen que abastecer los días del mes en este caso se dividen los 3591kWh entre los 30 días de abril por lo tanto la demanda por día es de 119.7 kWh/día.

$$Ced = \frac{3591 \text{ kWh/mes}}{30 \text{ días}} = 119.7 \text{ kWh al día}$$

Selección del panel

Los diseños que se presentaran son 3 tomando los datos del 2017. Todas las fichas técnicas de los paneles se pueden encontrar en la última sección llamada apéndice.

En primer lugar se escoge un panel de 400W, LG LG400N2W-A5 NeON 2 400W 72 células Mono SLV/WHT Panel Solar, por su tecnología cello la misma mejora la potencia y la confiabilidad, un panel diseño para tener un buen rendimiento en entornos reales con alta durabilidad. LG a diseñado su panel NeON 2 para mejorar significativamente su eficiencia de salida

En la segunda opción se contemplará un panel JA Solar JAP72S01-325/ SC 325W Poly SLV/ WHT Panel Solar 1500V por su diseño que reduce las series de las celda mejorando su confiabilidad y eficiencia de conversión con un alto rendimiento y una eficiencia del 17%, la superficie anti suciedad reduce la pérdida de energía por la suciedad y el polvo. También tiene un excelente rendimiento en entornos de baja luminosidad.

La tercera opción fue un panel de Canadian Solar de 300W 1000V/ 1500V BLK/BLK, CS6K 300MS, el cual se elige por presentar un alto rendimiento energético del sistema a baja irradiancia además de que mejora la producción de energía debido a los bajos coeficientes de temperatura.

Numero de Paneles a 400W sin el arreglo

Para el sobredimensionamiento del número de paneles fotovoltaicos se escoge un panel de 400 W. Usando la fórmula para calcular la cantidad de paneles mostrada en la sección de marco referencial , donde dice que:

$$\#Paneles = \frac{Ec}{Pp \times 0.9 \times Hs}$$

Donde:

- Ec. Consumo de energía
- Pp. Potencia proporcionada por el panel
- Hs. Punto más crítico de horas sol
- 0.9. Perdidas después de la generación

$$\#Paneles = \frac{119.7 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}}{0.400 \text{ kWp} \times 0.9 \times 3.6} \approx 93 \text{ modulos}$$

Para la obtención de la generación mensual del sistema se deben tomar los 93 módulos y multiplicar por la potencia pico nominal, además esta potencia se multiplica por la cantidad de días y por la cantidad de horas solares pico de cada mes.

$$\text{Potencia generada por los paneles fotovoltaicos} = 93 \text{ modulos} \times 400 \text{ W}$$

$$= 37200 \text{ W}$$

$$\text{Generacion al mes} = 37200 \text{ W} \times 30 \text{ días} \times 3.6 \text{ HSP} = 4017.6 \text{ kWh}$$

Todo este procedimiento se realiza para los otros meses del año y así llegar a una estimación de consumo anual, el cual se puede observar en la tabla 12.

93 módulos * 400 W = 37200W			
Mes	Días	Brillo solar (HSP)	Potencia Generada (kWh/mes)
Enero	31	5.3	6111.96
Febrero	28	6.1	6353.76
Marzo	31	5.7	6573.24
Abril	30	5.1	5691.6
Mayo	31	4	4612.8
Junio	30	3.6	4129.2
Julio	31	3.7	4151.52
Agosto	31	4.1	4728.12
Septiembre	30	4.2	4687.2
Octubre	31	4.2	4843.44
Noviembre	30	3.9	4352.4
Diciembre	31	4.3	4958.76
TOTAL			61194

Tabla 12. Energía generada por los 93 módulos fotovoltaicos en el 2017

FUENTE. Propia

Al finalizar el cálculo de la generación mensual con 93 módulos fotovoltaicos dando un total de 61194 kWh anual se compara con el consumo eléctrico del 2017 que es de 38601 kWh/año; lo cual origina un 58 % de energía generada por encima del consumo por medio de la red de servicios, por año.

En el año 2017 como se muestra en la tabla 12 la potencia generada es de 61194 kWh y como se puede observar en la tabla 11 la Parroquia cuenta con un consumo de 38601 kWh, para ello se realizará un cálculo que reducir la cantidad de paneles fotovoltaicos al 100% del consumo.

Arreglo al 100% con panel de 400W

Si se abastece un 100% para obtener la potencia generada por el arreglo se toman el consumo público de la Parroquia de 38601 kWh/año y se divide entre todos los días del año por mes y se incrementa con las horas solar pico pertenecientes a cada mes.

$$\frac{38601}{(31d \times 5.3HSP + 28d \times 6.1HSP + 31d \times 5.7HSP + 30d \times 5.1HSP + 31d \times 4HSP + 30d \times 3.6HSP + 31d \times 3.7HSP + 31d \times 4.1HSP + 30d \times 4.2HSP + 31d \times 4.2HSP + 30d \times 3.9HSP + 31d \times 4.3HSP)} = 22.98kWh$$
$$\approx 23 kWh$$

Para efectos del año 2017 se evalúan todos los meses y valorando nuevamente la potencia generada por los paneles fotovoltaicos al 100% de la demanda energética con un panel de 400W; la cantidad de paneles sería de 58.

$$\#nuevo\ de\ paneles = \frac{23000\ W}{400W} \approx 58\ nuevos\ modulos$$

Con ese nuevo arreglo se toman los 23 kWh para sacar la potencia generada por mes como se puede observar en la tabla 13.

58 nuevos modulo * 400W = 23000W					
Mes	Días	Brillo solar (HSP)	Potencia generada por los paneles (kWh)	Consumo Energético de la Parroquia	Potencia sobrante o faltante (kWh)
Enero	31	5.3	3778.9	3540	238.9
Febrero	28	6.1	4068.7	2055	2013.7
Marzo	31	5.7	4064.1	3105	959.1
Abril	30	5.1	3519	3591	-72
Mayo	31	4	2852	3046	-194
Junio	30	3.6	2553	3270	-717
Julio	31	3.7	2566.8	3528	-961.2
Agosto	31	4.1	2923.3	3081	-157.7
Septiembre	30	4.2	2898	3486	-588
Octubre	31	4.2	2994.6	3163	-168.4
Noviembre	30	3.9	2691	3309	-618
Diciembre	31	4.3	3065.9	3427	-361.1
TOTAL			37975.3	38601	-625.7

Tabla 13. Energía generada por los 58 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017

FUENTE. Propia

Arreglo de 80% con 400W

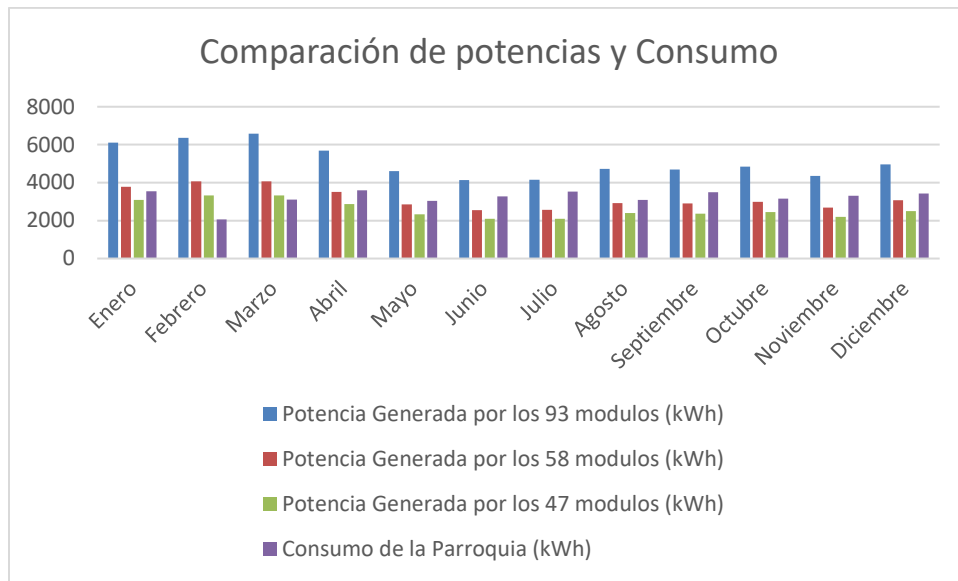
$$58 \text{ modulos} \times 80\% \approx 47 \text{ nuevos modulos}$$

$$47 \text{ nuevos modulos} \times 400W = 18800W$$

47 módulos* 400W = 18800W					
Mes	Días	Brillo solar (HSP)	Potencia generada por los paneles (kWh)	Consumo Energético de la Parroquia	Potencia sobrante o faltante (kWh)
Enero	31	5.3	3088.84	3540	-451.16
Febrero	28	6.1	3325.72	2055	1270.72
Marzo	31	5.7	3321.96	3105	216.96
Abril	30	5.1	2876.4	3591	-714.6
Mayo	31	4	2331.2	3046	-714.8
Junio	30	3.6	2086.8	3270	-1183.2
Julio	31	3.7	2098.08	3528	-1429.92
Agosto	31	4.1	2389.48	3081	-691.52
Septiembre	30	4.2	2368.8	3486	-1117.2
Octubre	31	4.2	2447.76	3163	-715.24
Noviembre	30	3.9	2199.6	3309	-1109.4
Diciembre	31	4.3	2506.04	3427	-920.96
TOTAL			31040.68	38601	-7560.32

Tabla 14. Energía generada por los 47 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017

FUENTE. Propia



Gráfica N° 7. Comparación de la Potencia Generada sin arreglo, con arreglo al 100% , al 80% para el panel de 400W y el consumo mensual de la Parroquia

FUENTE. Propia

Panel de 325W

Otra opción es un panel de 325W. Usando la fórmula mostrada en la sección de marco referencial para calcular la cantidad de módulos, y como se realizó anteriormente:

$$\#Paneles = \frac{119.7 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}}{0.325 \text{ kWp} \times 0.9 \times 3.6} \approx 114 \text{ modulos}$$

La obtención de la generación mensual del sistema se deben tomar los 114 módulos y multiplicar por la potencia pico nominal y se obtiene una la potencia total, además si esta potencia se multiplica por la cantidad de días y por la cantidad de horas solares pico de cada mes y por el rendimiento energético.

$$\text{Potencia generada por los paneles} = 114 \text{ modulos} \times 325 \text{ W} = 37050 \text{ W}$$

$$\text{Generacion al mes} = 37050 \text{ W} \times 30 \text{ días} \times 3.6 \text{ HSP} = 4001.4 \text{ kWh}$$

Todo este procedimiento se realiza para los otros meses del año y así llegar a una estimación de consumo anual, el cual se puede observar en la tabla 15.

114 módulos * 325W = 37050W			
Mes	Días	Brillo solar (HSP)	Potencia generada por los paneles (kWh)
Enero	31	5.3	6087.31
Febrero	28	6.1	6328.14
Marzo	31	5.7	6546.73
Abril	30	5.1	5668.65
Mayo	31	4	4594.2
Junio	30	3.6	4112.55
Julio	31	3.7	4134.78
Agosto	31	4.1	4709.05
Septiembre	30	4.2	4668.3

Octubre	31	4.2	4823.91
Noviembre	30	3.9	4334.85
Diciembre	31	4.3	4938.76
TOTAL			60947.23

Tabla 15. Energía generada por los 114 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017

FUENTE. Propia

Al finalizar el cálculo de la generación mensual con 111 módulos fotovoltaicos dando un total de 60947.23 kWh anual se compara con el consumo eléctrico del 2017 que es de 38601 kWh/año; lo cual origina un 57% de energía generada por encima del consumo de la red de servicio, por año.

Arreglo del 100% con 325W

Como la potencia generada con el arreglo no cambia debido a que se tratan los mismos valores, se parte de los 23 kWh.

$$\#nuevo\ de\ paneles = \frac{23000\ W}{325W} \approx 71\ nuevos\ modulos$$

$$71\ nuevos\ modulos \times 325W = 23075W$$

71 módulos * 325W = 23075					
Mes	Días	Brillo solar (HSP)	Potencia generada por los paneles (kWh)	Consumo Energético de la Parroquia	Potencia sobrante o faltante (kWh)

Enero	31	5.3	3791.22	3540	251.22
Febrero	28	6.1	4081.97	2055	2026.97
Marzo	31	5.7	4077.35	3105	972.35
Abril	30	5.1	3530.48	3591	-60.53
Mayo	31	4	2861.30	3046	-184.70
Junio	30	3.6	2561.33	3270	-708.68
Julio	31	3.7	2575.17	3528	-952.83
Agosto	31	4.1	2932.83	3081	-148.17
Septiembre	30	4.2	2907.45	3486	-578.55
Octubre	31	4.2	3004.37	3163	-158.64
Noviembre	30	3.9	2699.78	3309	-609.23
Diciembre	31	4.3	3075.90	3427	-351.10
TOTAL			38099.13	38601	-501.87

Tabla 16. Energía generada por los 71 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017

FUENTE. Propia

Arreglo de 80% con 325W

71 modulos × 80% ≈ 57 nuevos modulos

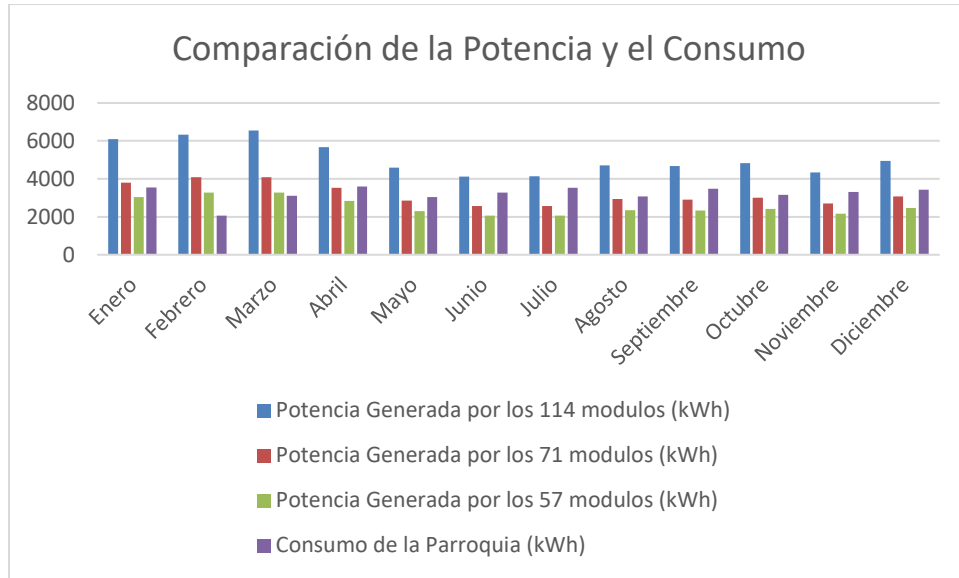
57nuevos modulos × 325W = 18525W

57 módulos * 325W = 18525W					
Mes	Días	Brillo	Potencia	Consumo	Potencia

		solar (HSP)	generada por los paneles (kWh)	Energético de la Parroquia	sobrante o faltante (kWh)
Enero	31	5.3	3043.66	3540	-496.34
Febrero	28	6.1	3277.07	2055	1222.07
Marzo	31	5.7	3273.37	3105	168.37
Abril	30	5.1	2834.33	3591	-756.68
Mayo	31	4	2297.10	3046	-748.90
Junio	30	3.6	2056.28	3270	-1213.73
Julio	31	3.7	2067.39	3528	-1460.61
Agosto	31	4.1	2354.53	3081	-726.47
Septiembre	30	4.2	2334.15	3486	-1151.85
Octubre	31	4.2	2411.96	3163	-751.05
Noviembre	30	3.9	2167.43	3309	-1141.58
Diciembre	31	4.3	2469.38	3427	-957.62
TOTAL			30586.63	38601	-8014.37

Tabla 17. Energía generada por los 57 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017

FUENTE. Propia



Gráfica N° 8. Comparación de la Potencia Generada sin arreglo, con arreglo al 100%, al 80% para el panel de 325W y el consumo mensual de la Parroquia

FUENTE. Propia

Panel de 300W sin arreglo

La siguiente elección es de 300W. Usando la fórmula mostrada en la sección de marco referencia para calcular la cantidad de paneles, y como se realizó anteriormente:

$$\#Paneles = \frac{119.7 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}}{0.300 \text{ kWp} \times 0.9 \times 3.6} \approx 124 \text{ modulos}$$

La obtención de la generación mensual del sistema se deben tomar los 124 módulos y multiplicar por la potencia pico nominal y se obtiene una la potencia total, además si esta potencia se multiplica por la cantidad de días y por la cantidad de horas solares pico de cada mes y por el rendimiento energético.

$$Potencia \text{ generada por los paneles} = 124 \text{ modulos} \times 300 \text{ W} = 37200 \text{ W}$$

$$\text{Generacion al mes} = 37200 \text{ W} \times 30 \text{ días} \times 3.6 \text{ HSP} = 4017.6 \text{ kWh}$$

124 módulos * 300 W = 37200W			
Mes	Días	Brillo solar (HSP)	Energía generada (kWh/mes)
Enero	31	5.3	6111.96
Febrero	28	6.1	6353.76
Marzo	31	5.7	6573.24
Abril	30	5.1	5691.6
Mayo	31	4	4612.8
Junio	30	3.6	4129.2
Julio	31	3.7	4151.52
Agosto	31	4.1	4728.12
Septiembre	30	4.2	4687.2
Octubre	31	4.2	4843.44
Noviembre	30	3.9	4352.4
Diciembre	31	4.3	4958.76
TOTAL			61194

Tabla 18. Energía generada por los 120 módulos fotovoltaicos en el 2017

FUENTE. Propia

De igual forma que se hizo para la potencia de 400W existe un 58% de energía generada del consumo de la red de servicios, por año. Ya que al multiplicar los 124 módulos por los 300W

generando una potencia de 37200W por lo tanto la energía generada va a ser la misma para los 400W que para los 300W.

Arreglo al 100% con 300W

Como la potencia generada con el arreglo no cambia debido a que se tratan los mismos valores, se parte de los 23 kWh.

$$\#nuevo\ de\ paneles = \frac{23000\ W}{300W} = 77$$

$$77\ nuevos\ modulos \times 300W = 23100W$$

77 módulos * 300W = 23100 W					
Mes	Días	Brillo solar (HSP)	Potencia generada por los paneles (kWh)	Consumo Energético de la Parroquia	Potencia sobrante o faltante (kWh)
Enero	31	5.3	3795.33	3540	255.33
Febrero	28	6.1	4086.39	2055	2031.39
Marzo	31	5.7	4081.77	3105	976.77
Abril	30	5.1	3534.30	3591	-56.70
Mayo	31	4	2864.40	3046	-181.60
Junio	30	3.6	2564.10	3270	-705.90
Julio	31	3.7	2577.96	3528	-950.04
Agosto	31	4.1	2936.01	3081	-144.99
Septiembre	30	4.2	2910.60	3486	-575.40

Octubre	31	4.2	3007.62	3163	-155.38
Noviembre	30	3.9	2702.70	3309	-606.30
Diciembre	31	4.3	3079.23	3427	-347.77
TOTAL			38140.41	38601	-460.59

Tabla 19. Energía generada por los 77 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017

FUENTE. Propia

Arreglo de 80% con 300W

77 modulos × 80% ≈ 62 nuevos modulos

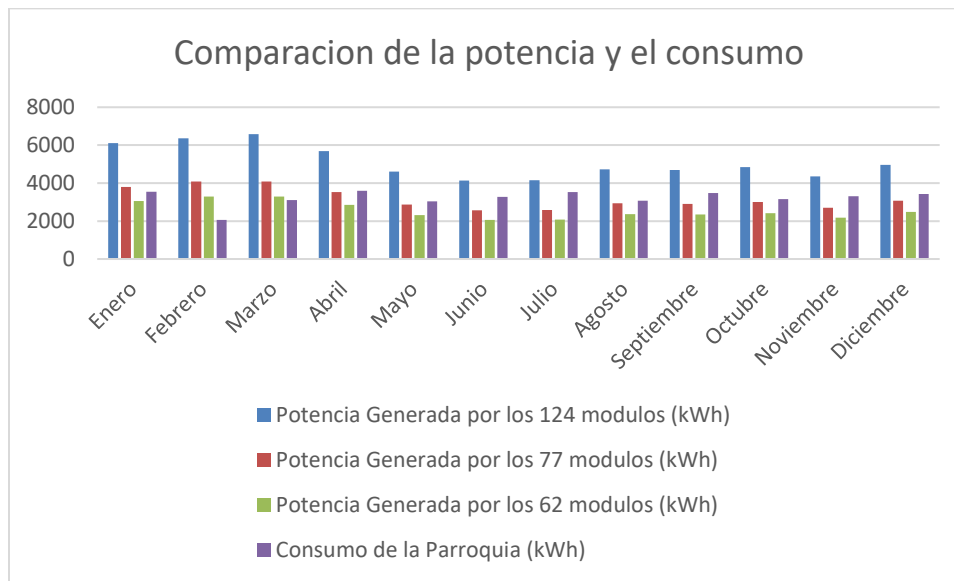
62 nuevos modulos × 300W = 18600W

62 módulos * 300W = 18600W					
Mes	Días	Brillo solar (HSP)	Potencia generada por los paneles (kWh)	Consumo Energético de la Parroquia	Potencia sobrante o faltante (kWh)
Enero	31	5.3	3055.98	3540	-484.02
Febrero	28	6.1	3290.34	2055	1235.34
Marzo	31	5.7	3286.62	3105	181.62
Abril	30	5.1	2845.80	3591	-745.20
Mayo	31	4	2306.40	3046	-739.60
Junio	30	3.6	2064.60	3270	-1205.40

Julio	31	3.7	2075.76	3528	-1452.24
Agosto	31	4.1	2364.06	3081	-716.94
Septiembre	30	4.2	2343.60	3486	-1142.40
Octubre	31	4.2	2421.72	3163	-741.28
Noviembre	30	3.9	2176.20	3309	-1132.80
Diciembre	31	4.3	2479.38	3427	-947.62
TOTAL			30710.46	38601	-7890.54

Tabla 20. Energía generada por los 62 nuevos módulos fotovoltaicos en el 2017

Fuente. Propia



Gráfica N° 9. Comparación de la Potencia Generada sin arreglo, con arreglo al 100%, al 80% para el panel de 300W y del consumo mensual de la Parroquia

FUENTE. Propia

Consumo energético del 2018

La tabla 21 correspondiente al consumo de energía eléctrica para el año 2018 solo contempla los meses de enero a agosto debido a que estos fueron los datos suministrados por la Parroquia más actuales. Se puede observar que febrero es el mes donde se consume más energía eléctrica con un valor de 3458 kWh, cabe resaltar que este mes tampoco concuerda con el nivel más alto de radiación solar que es de 6 HSP y corresponde a marzo como se puede observar en la tabla 3.

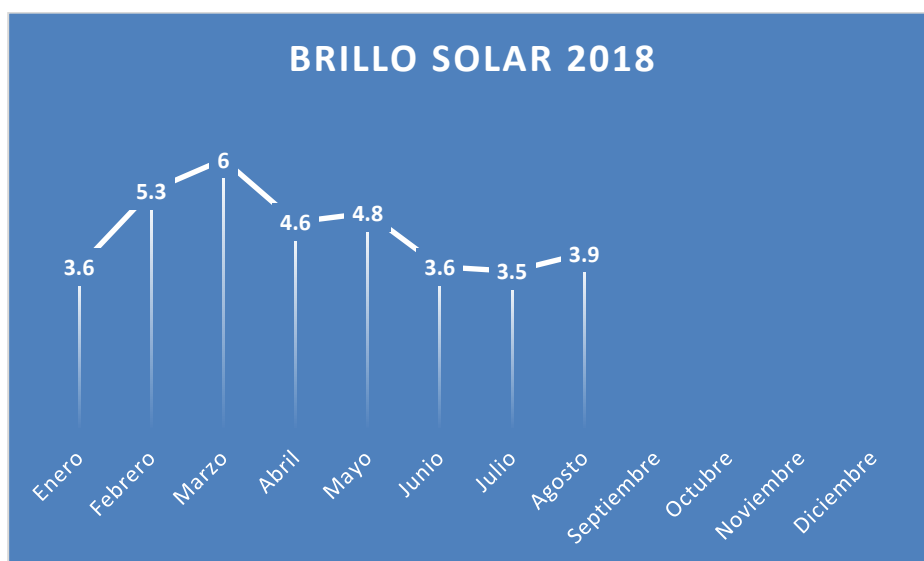
En la tabla 9 para el año 2018 se puede contemplar que el mes de menor brillo solar es julio con un 3.5 HSP siendo similar al del año 2017 por lo tanto el cálculo se hará con solo con este mes y así asegurar la demanda energética con el factor de brillo solar más bajo y el consumo eléctrico más alto.

Consumo de luz 2018 (Enero- Agosto)		
Mes	Consumo kW/h	Costo en Colones
Enero	3137	311,080.00
Febrero	3458	340,490.00
Marzo	3448	346,160.00
Abril	3138	307,575.00
Mayo	3121	304,705.00
Junio	3325	330,780.00
Julio	3176	315,980.00
Agosto	2968	300,395.00
TOTAL	25771	2,557,165.00

Tabla 21. Consumo de energía eléctrica del 2018

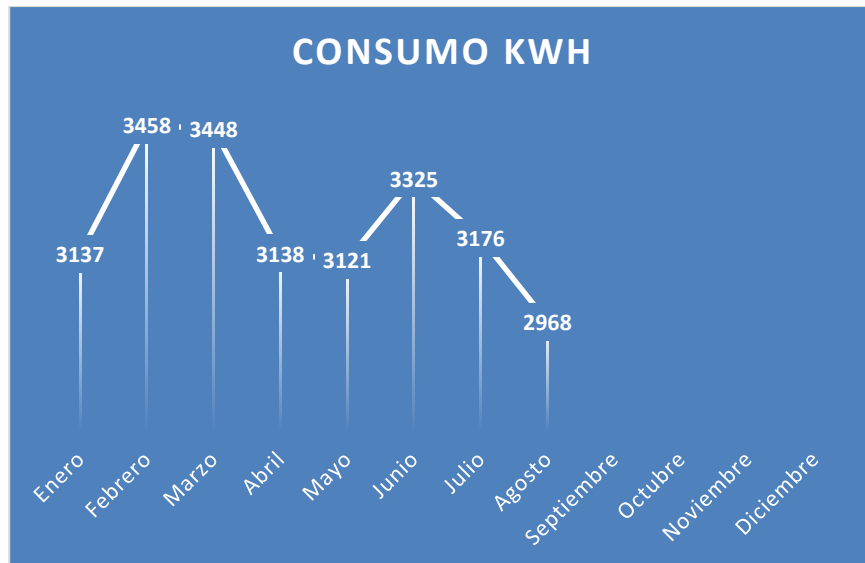
**FUENTE. Facturación de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL)
suministrado por la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe**

Para cubrir la demanda energética los 3458 kWh tienen que abastecer los días del mes en este caso se dividen los 3458kWh entre los 29 días de febrero por lo tanto la demanda por día es de 111.55 kWh.



Gráfica N° 10. Brillo Solar para el 2018 (HSP)

FUENTE. Propia



Gráfica N° 11. Consumo energético de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe para el año 2018

FUENTE. Propia

Selección los soportes

Para todos los diseños se elige un riel por su bajo valor económico en el mercado además de que fue diseñado para soportar cualquier condición climática, resistente a la oxidación, IRONRIDGE clear part number WR-1000-204A, black part XR-1000-204B, description XR 1000, Rail 204” (17ft), material 6000- series aluminium, peso 16.95lbs. Esto porque en el mercado es una de las opciones más económicas y por su diseño de aluminio es de alta calidad por su resistencia al oxido.

Soporte para 400W al 100%

$$\# \text{ de Soporte} = \frac{\# \text{ paneles } (N_p) * \text{ Longitud del Panel}}{\text{Largo del soporte}}$$

$$1 \text{ pulgada} = 0.08333333 \text{ ft}$$

$$29" * \frac{0.0833333ft}{1"} = 2.41667 ft$$

$$\# \text{ de Soporte} = \frac{58 \text{ paneles} * 2.41667 ft}{17ft} = 8.24 \approx 9$$

Como se necesitan soportes arriba y abajo la cantidad de 9 rieles se debe multiplicar por 2 y así conocer la cantidad total de rieles que se necesitaran.

$$\# \text{ Total de Soportes} = 9 \text{ soportes} * 2 = 18$$

Soporte para 400W al 80%

Se realizan los cálculos con la misma ficha técnica que el anterior debido a que es el mismo panel fotovoltaico, la única diferencia es que este análisis es al 80%.

$$\# \text{ de Soporte} = \frac{\# \text{ paneles } (N_p) * \text{ Longitud del Panel}}{\text{Largo del soporte}}$$

$$1 \text{ pulgada} = 0.0833333ft$$

$$29" * \frac{0.0833333ft}{1"} = 2.5 ft$$

$$\# \text{ de Soporte} = \frac{47 \text{ paneles} * 2.41667 ft}{17ft} = 6.68 \approx 7$$

$$\# \text{ Total de Soportes} = 7 \text{ soportes} * 2 = 14$$

Soporte para 325W al 100%

$$\# \text{ de Soporte} = \frac{\# \text{ paneles } (N_p) * \text{ Longitud del Panel}}{\text{Largo del soporte}}$$

$$1 \text{ pulgada} = 0.0833333ft$$

$$35" * \frac{0.0833333ft}{1"} = 2.91667 ft$$

$$\# de Soporte = \frac{71 \text{ paneles} * 2.91667 ft}{17ft} = 12.18 \approx 13$$

$$\# Total de Soportes = 13 \text{ soportes} * 2 = 26$$

Soporte para 325W al 80%

$$\# de Soporte = \frac{\#paneles (Np) * Longitud del Panel}{Largo del soporte}$$

$$1pulgada = 0.0833333ft$$

$$35" * \frac{0.0833333ft}{1"} = 2.91667 ft$$

$$\# de Soporte = \frac{57 \text{ paneles} * 2.91667 ft}{17ft} = 9.77 \approx 10$$

$$\# Total de Soportes = 10 \text{ soportes} * 2 = 20$$

Soporte para 300W al 100%

$$\# de Soporte = \frac{\#paneles (Np) * Longitud del Panel}{Largo del soporte}$$

$$1pulgada = 0.0833333ft$$

$$35" * \frac{0.0833333ft}{1"} = 2.91667 ft$$

$$\# de Soporte = \frac{77 \text{ paneles} * 2.91667 ft}{17ft} = 13.21 \approx 14$$

$$\# Total de Soportes = 14 \text{ soportes} * 2 = 28$$

Soporte para 300W al 80%

$$\# \text{ de Soporte} = \frac{\# \text{ paneles } (N_p) * \text{ Longitud del Panel}}{\text{Largo del soporte}}$$

$$1 \text{ pulgada} = 0.0833333 \text{ ft}$$

$$35" * \frac{0.0833333 \text{ ft}}{1"} = 2.91667 \text{ ft}$$

$$\# \text{ de Soporte} = \frac{62 \text{ paneles} * 2.91667 \text{ ft}}{17 \text{ ft}} = 10.63 \approx 11$$

$$\# \text{ Total de Soportes} = 11 \text{ soportes} * 2 = 22$$

Calculo de los inversores

Los datos específicos de ambos inversores se podrán encontrar en la última sección de este proyecto denominada apéndice.

Una de las opciones que se elige es este inversor de 10kW Solar Edge, ya que posee una eficiencia récord, tiene protección de fallas a arco integradas y apagado rápido, es extremadamente pequeño, alta fiabilidad sin condensadores electrolíticos y también tiene un monitoreo incorporado a nivel de modulo.

La siguiente elección es un inversor de 11.4kW Solar Edge al igual que el inversor anterior este también posee falla de protección integrada contra arco, cuenta con una eficiencia del 97.5% , es pequeño, este a diferencia del otro inversor tiene una conexión a internet a través de Ethernet o inalámbrica y contiene un interruptor de seguridad.

Inversor al 100% con panel de 400W

Para saber cuántos inversores se requieren para el arreglo se debe multiplicar la cantidad de paneles por la tensión máxima de cada módulo fotovoltaico, además para efectos del diseño se evaluará un inversor común, cabe destacar que la conexión de los módulos es en serie.

$$VT \text{ panel} = \# \text{paneles } (N_p) * \text{Voltaje maximo del pane } (V_{mp})$$

$$VT \text{ panel} = 58 \text{ paneles} * 40.6V = 2354.8 V$$

La potencia del sistema se obtiene de multiplicar en voltaje total del panel por la corriente máxima del panel expresado en la ficha técnica.

$$Potencia = 2354.8 V * 9.86A = 23218.32 W$$

Para saber la cantidad de sistemas que se ocupan se tomará el voltaje de los 58 paneles al 100% y se dividirá en el voltaje máximo del sistema.

$$\# \text{sistemas} = \frac{2354.8 V}{1500 V} = 1.56 \approx 2$$

Se necesitarán 3 inversores de 10000W, como son 2 sistemas entonces 2 inversores van a controlar 40 de los módulos y el otro inversor va a controlar los 18 módulos restantes.

Inversor al 80% con panel de 400W

Para este caso se usará un inversor SolarEdge 11.4kW 240VAC TL Inverter SE11400-US-U debido a que es más económico.

$$VT \text{ panel} = \# \text{paneles } (N_p) * \text{Voltaje maximo del pane } (V_{mp})$$

$$VT \text{ panel} = 47 \text{ paneles} * 40.6V = 1908.2 V$$

La potencia del sistema es la siguiente:

$$Potencia = 1908.2 V * 9.86A = 18814.85 W$$

$$\#sistemas = \frac{1908.2 V}{1500 V} = 1.27 \approx 2$$

En este caso se necesitan 2 inversores de 11400W cada uno para abastecer a los 2 sistemas, por ende, un inversor controlara 24 módulos y el otro los 23 módulos restantes.

Inversor con panel de 325W al 100%

Estos cálculos son realizados de la misma manera que se hizo con el panel de 400W y el arreglo tanto de 100% como del 80%. De igual forma para todos contempla una conexión en serie de los módulos. El cambio va a ser en la ficha técnica debido a que se trata de otro panel de diferente potencia.

$$VT \text{ panel} = \#paneles (Np) * Voltaje \text{ maximo del panel } (Vmp)$$

$$VT \text{ panel} = 71 \text{ paneles} * 37.89V = 2690.19 V$$

La potencia del sistema se obtiene de multiplicar en voltaje total del panel por la corriente máxima del panel expresado en la ficha técnica.

$$Potencia = 2690.19 V * 8.69A = 23377.75 W$$

$$\#sistemas = \frac{2690.19 V}{1500 V} = 1.79 \approx 2$$

Se necesitarán 3 inversores de 10000W como son 2 sistemas entonces 2 inversores van a controlar 48 de los módulos y el otro inversor va a controlar los 23 módulos restantes.

Inversor para panel de 325W al 80%

De la misma forma se realizan en que se realizaron los cálculos anteriores para el panel de 325W al 100%, se hará para el panel de 325W al 80%. Se utilizarán las mismas fichas técnicas.

$$VT \text{ panel} = \#paneles (Np) * \text{Voltaje maximo del panel (Vmp)}$$

$$VT \text{ panel} = 57 \text{ paneles} * 37.89V = 2159.73 V$$

$$Potencia = 2159.73 V * 8.69A = 18768.05 W$$

$$\#sistemas = \frac{2159.73 V}{1500 V} = 1.43 \approx 2$$

Se ocupará de 2 inversores de 11400W cada uno, por lo tanto 1 inversor controlará 29 módulos y el otro 28 módulo.

Inversor para panel de 300W al 100%

Estos cálculos son realizados de la misma manera que se hizo con el panel de 400W y 325W, tanto para el arreglo del 100% como del 80%. De igual forma para todos contempla una conexión en serie de los módulos. El cambio va a ser en la ficha técnica debido a que se trata de otro panel de diferente potencia.

$$VT \text{ panel} = \#paneles (Np) * \text{Voltaje maximo del panel (Vmp)}$$

$$VT \text{ panel} = 77 \text{ paneles} * 32.5V = 2502.5 V$$

La potencia del sistema se obtiene de multiplicar en voltaje total del panel por la corriente máxima del panel expresado en la ficha técnica.

$$Potencia = 2502.5 V * 9.24A = 23123.1 W$$

$$\#sistemas = \frac{2502.5 V}{1500 V} = 1.66 \approx 2$$

Se necesitarán 3 inversores de 10000W como son 2 sistemas entonces uno controlara 38 módulos y el otro controlara otros 39.

Inversor para panel de 300W al 80%

Se realizan los cálculos de la forma que para la opción anterior de 325W al 100%, lo único que cambia es la ficha técnica del inversor.

$$VT\ panel = \#paneles\ (Np) * Voltaje\ maximo\ del\ panel\ (Vmp)$$

$$VT\ panel = 62\ paneles * 32.5V = 2015\ V$$

La potencia del sistema se obtiene de multiplicar en voltaje total del panel por la corriente máxima del panel expresado en la ficha técnica.

$$Potencia = 2015\ V * 9.24A = 18618.6\ W$$

$$\#sistemas = \frac{2015\ V}{1500\ V} = 1.34 \approx 2$$

Se necesitarán 2 inversores de 11400W como son 2 sistemas entonces uno controlara 31 módulos y el otro con 31 módulos también.

Para los conductores y protecciones de contra sobre tensión se empleará en Código Eléctrico Nacional (NEC) 2008.

Conductores en corriente directa DC

Como se manejan los paneles fotovoltaicos en serie la corriente máxima va a ser igual en todo el circuito por ende la corriente de un solo panel será igual en el resto del circuito. Para el

módulo de 400W la corriente máxima es de 9.86A, para el panel de 325W la corriente máxima es de 8.69A y por último para el módulo de 300W la corriente máxima será de 9.24A todos estos valores se pueden constatar en las fichas técnicas.

En el NEC 2008 se encuentre el dimensionamiento de los conductores y dispositivos de protección contra sobre corriente el cual dice “los conductores del circuito y los dispositivos de protección contra sobre corriente deben dimensionarse de modo que conduzcan como mínimo 125 por ciento de la corriente máxima calculada según la sección 690.8A. Se permitirá que la corriente nominal o el ajuste de disparo de los dispositivos de protección contra sobre corriente cumplan lo establecido en las secciones 240.4 B y C” todo esto se ubica en el artículo 690.8 B1.

$$I_{\text{circuito DC}} = I_{\text{max panel}} * 1,25$$

Conductores para panel de 400W

$$I_{\text{circuito Dc}} = 9.86A * 1,25 = 12.32A$$

Conductores para panel de 325W

$$I_{\text{circuito Dc}} = 8.69A * 1,25 = 10.86A$$

Conductores para panel de 300W

$$I_{\text{circuito Dc}} = 9.24A * 1,25 = 11.55A$$

Según el NEC 2008 en la tabla 310.16 el calibre a utilizar es de 12 AWG THHN COBRE, porque soporta una ampacidad de 25 A.

Conductor en corriente alterna AC

En el NEC 2008 artículo 690.10 B, dimensionamiento y protección dice que “los conductores entre el circuito de la salida del inversor y el medio de desconexión del edificio o estructura deben estar dimensionados con base en el valor nominal de salida del inversor. Estos conductores deben de protegerse contra sobre corrientes de acuerdo con el artículo 240. Dicha protección debe ubicarse en la salida del inversor”, sin embargo, no hay que olvidar el artículo 690.8 B1.

Para efectos de este proyecto se utilizan 2 tipos de inversores ambos SolarEdge el primero se emplea para los cálculos al 100% este inversor es de 10000W y el segundo es de 11400W y se usa para los cálculos al 80%. Los valores de corriente máxima se encuentran en la ficha técnica para el primero es de 42 A y el segundo 47.5 A.

Conductores para inversor de 10000W

$$I \text{ Circuito AC} = I_{\text{max inversor}} * 1.25$$

$$I \text{ Circuito AC} = 42A * 1.25 = 52.5A$$

Conductores para inversor de 11400W

$$I \text{ Circuito AC} = I_{\text{max inversor}} * 1.25$$

$$I \text{ Circuito AC} = 47.5A * 1.25 = 59.37A$$

El NEC 2008 en su apartado de tabla 310.16 se escoge el calibre para los inversores en el caso del primer inversor de 10kW se elige 6 AWG THHN COBRE ya que este soporta 55 amperes y con respecto al segundo inversor de 11.4kW el calibre a utilizar es de 4 AWG THHN COBRE porque este soporta mayor ampacidad de 70 A.

Protecciones de sobre tensión DC

Según la descripción del inversor de 10kW tiene la protección de fallas de arco integrada y apagado rápido, Para el inversor de 11.4kW este tiene una protección integrada contra fallas de arco (tipo 1).

Protecciones sobre tensión AC

Para la protección en AC se utiliza el artículo 240.6 A, de fusibles e interruptores autónomos de disparo fijo; para ambos inversores se fija en un fusible de 60 A.

Angulo de inclinación

Si la instalación de los módulos se hace de manera fija se admitirán desviaciones hasta del 10° respecto a la latitud como se menciona en la sección de marco referencial en el apartado

$$Im = /\Phi/ + 10^\circ$$

Donde:

Im: Es la inclinación máxima en grados

Φ : Es la latitud del lugar de la instalación.

$$Im = /9^\circ/ + 10^\circ = 19^\circ \approx 20^\circ$$

El sol varia su ubicación según la estación del año es por esta razón que no siempre los módulos van a recibir la misma radiación por su orientación. La inclinación optima como se mostró anteriormente es de 20° hacia el sur debido a que Costa Rica se ubica en el hemisferio norte y es donde se contempla el sol hacia el sur durante mas días al año.

Por lo general existe una perdida en la generación estimada debido a ese Angulo de inclinación, por esto una de las formas de solucionarlo es añadir una cantidad de paneles al techo.

Análisis Financiero

En este apartado se analizan 6 casos con 3 tipos distintos de paneles fotovoltaicos. El primer análisis se realiza con un panel 400W, LG LG400N2W-A5 NeON 2 400W 72 células Mono SLV/WHT Panel Solar. Para el análisis financiero de los 6 casos se toma como precio del kWh a 122.17 colones tanto para subida como bajada.

Primer caso al 100% con panel de 400W

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Energía Consumida	3540	2055	3105	3591	3046	3270
Energía generada	3778.9	4068.7	4064.1	3519	2852	2553
Excedente o faltante	238.9	2013.7	959.1	-72	-194	-717
Energía almacenada	0	238.9	2013.7	959.1	0	0
Energía subida a la red	238.9	2013.7	959.1	-72	-194	-717
Energía generada bajada de la red	0	0	0	72	194	717
Energía requerida	0	0	0	72	194	717
Energía bajada de la red (CNFL)	0	117.061	986.713	469.959	0	0
Facturación de la Parroquia	₡ 308,635	₡ 242,305	₡ 264,690	₡ 306,360	₡ 262,160	₡ 280,135
Facturación con paneles y cargos fijos	₡ 17,007	₡ 11,934	₡ 15,186	₡ 25,978	₡ 38,673	₡ 103,463
Meses	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Consumida	3528	3081	3486	3163	3309	3427
Energía generada	2566.8	2923.3	2898	2994.6	2691	3065.9
Excedente o faltante	-961.2	-157.7	-588	-168.4	-618	-361.1
Energía almacenada	0	0	0	0	0	0
Energía subida a la red	-961.2	-157.7	-588	-168.4	-618	-361.1
Energía generada bajada de la red	961.2	157.7	588	168.4	618	361.1
Energía requerida	961.2	157.7	588	168.4	618	361.1
Energía bajada de la red (CNFL)	0	0	0	0	0	0
Facturación de la Parroquia	₡ 307,545	₡ 270,225	₡ 306,460	₡ 275,225	₡ 11,585	₡ 348,730

Facturación con paneles y cargos fijos	₺ 134,388	₺ 31,744	₺ 88,647	₺ 36,048	₺ 89,010	₺ 61,111
---	-----------	----------	----------	----------	----------	----------

Total	₺ 3,184,055
Total, con paneles	₺ 653,189
Ahorro anual con cargos fijos	₺ 2,530,866
Sobrante de energía	0

Tabla 22. Análisis anual para los consumos energéticos para el primer caso

FUENTE. Propia

Inversión			
Precio del dólar 600	Equipo	Costo	Inversión
	Paneles fotovoltaicos	\$421.97	₺ 14,684,556
	Ahorro anual con cargos	₺ 2,530,866	
	Cargo por interconexión	₺ 48,687	₺ 48,687
	Soporte	\$84.67	₺ 914,436
	Inversor	\$2,476.31	₺ 4,457,358
	Mantenimiento	₺ 4,021,007	₺ 4,021,007
	Total		₺ 24,126,044

Tabla 23. Inversión a realizar

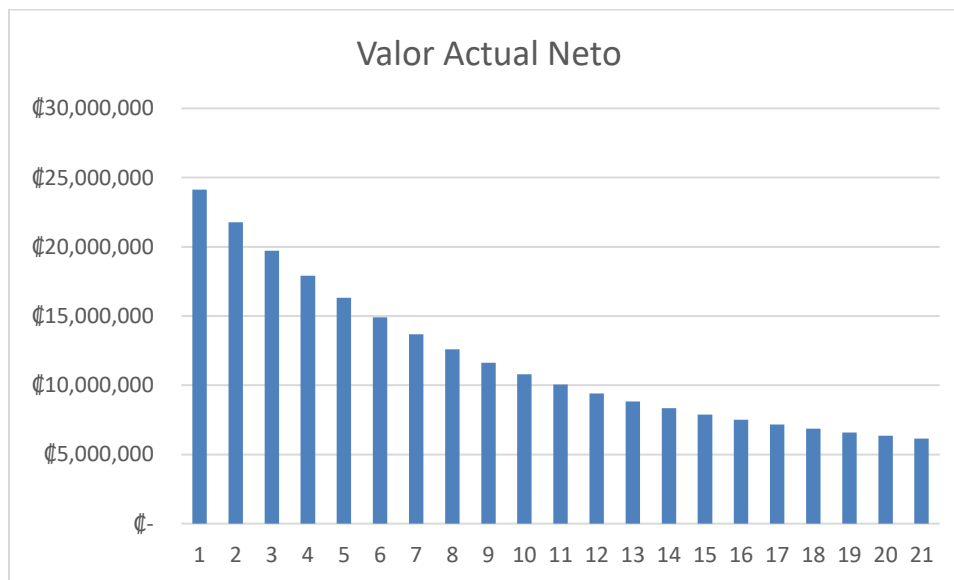
FUENTE. Propia

Año	Ahorro Neto	VAN
0	₺ (24,126,044)	₺ 24,126,044
1	₺ 2,530,866	₺ 21,782,650
2	₺ 2,404,323	₺ 19,721,331
3	₺ 2,284,107	₺ 17,908,133
4	₺ 2,169,901	₺ 16,313,191
5	₺ 2,061,406	₺ 14,910,233
6	₺ 1,958,336	₺ 13,676,149
7	₺ 1,860,419	₺ 12,590,612
8	₺ 1,767,398	₺ 11,635,742

9	₡ 1,679,028	₡ 10,795,810
10	₡ 1,595,077	₡ 10,056,981
11	₡ 1,515,323	₡ 9,407,085
12	₡ 1,439,557	₡ 8,835,417
13	₡ 1,367,579	₡ 8,332,561
14	₡ 1,299,200	₡ 7,890,234
15	₡ 1,234,240	₡ 7,501,150
16	₡ 1,172,528	₡ 7,158,900
17	₡ 1,113,902	₡ 6,857,847
18	₡ 1,058,207	₡ 6,593,032
19	₡ 1,005,296	₡ 6,360,093
20	₡ 955,031	₡ 6,155,193
	TIR	3.66%

Tabla 24. VAN y TIR

FUENTE. Propia



Gráfica N° 12. Recuperación de la inversión

FUENTE. Propia

Segundo caso al 80% con panel de 400W

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Energía Consumida	3540	2055	3105	3591	3046	3270
Energía generada	3088.84	3325.72	3321.72	2876.4	2331.2	2086.8
Excedente	-451.16	1270.72	216.96	-714.6	-714.8	-1183.2
Energía almacenada	0	0	1270.72	216.96	0	0
Energía subida a la red	-451.16	1270.72	216.96	-714.6	-714.8	-1183.2
Energía generada bajada de la red	451.16	0	0	715.6	714.8	1183.2
Energía requerida	451.16	0	0	715.6	714.8	1183.2
Energía bajada de la red (CNFL)	0	0	622.6528	106.3104	0	0
Facturación	₡ 308,635	₡ 242,305	₡ 264,690	₡ 306,360	₡ 262,160	₡ 280,135
Facturación con paneles y cargos fijos	₡ 72,125	₡ 11,934	₡ 15,186	₡ 104,607	₡ 102,299	₡ 160,419

Meses	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Consumida	3528	3081	3486	3163	3309	3427
Energía generada	2098.08	2389.48	2368.8	2447.76	2199.6	2506.04
Excedente	-	-691.52	-1117.2	-715.24	-1109.4	-920.96
Energía almacenada	0	0	0	0	0	0
Energía subida a la red	-	-691.52	-1117.2	-715.24	-1109.4	-920.96
Energía generada bajada de la red	1429.92	691.52	1117.2	715.24	1109.4	920.96
Energía requerida	1429.92	691.52	1117.2	715.24	1109.4	920.96
Energía bajada de la red (CNFL)	0	0	0	0	0	0
Facturación	₡ 307,545	₡ 270,225	₡ 306,460	₡ 275,225	₡ 11,585	₡ 348,730
Facturación con paneles y cargos fijos	₡ 191,651	₡ 96,961	₡ 153,299	₡ 102,856	₡ 149,044	₡ 129,509

Total	₡ 3,184,055
Total, con paneles	₡ 1,289,890
Ahorro anual con cargos fijos	₡ 1,894,165
Sobrante de energía	0

Tabla 25. Análisis anual para los consumos energéticos para el segundo caso

FUENTE. Propia

	Equipo	Costo	Inversión
Precio del dólar en colones 600	Paneles fotovoltaicos	\$421.97	₡ 11,899,554
	Ahorro anual con cargos	₡ 1,894,165	
	Cargo por interconexión	₡ 48,687	₡ 48,687
	Soporte	\$84.67	₡ 711,228
	Inversor	\$2,051.46	₡ 2,461,752
	Mantenimiento	₡ 3,024,244	₡ 3,024,244
	Total		₡ 18,145,465

Tabla 26. Inversión a realizar

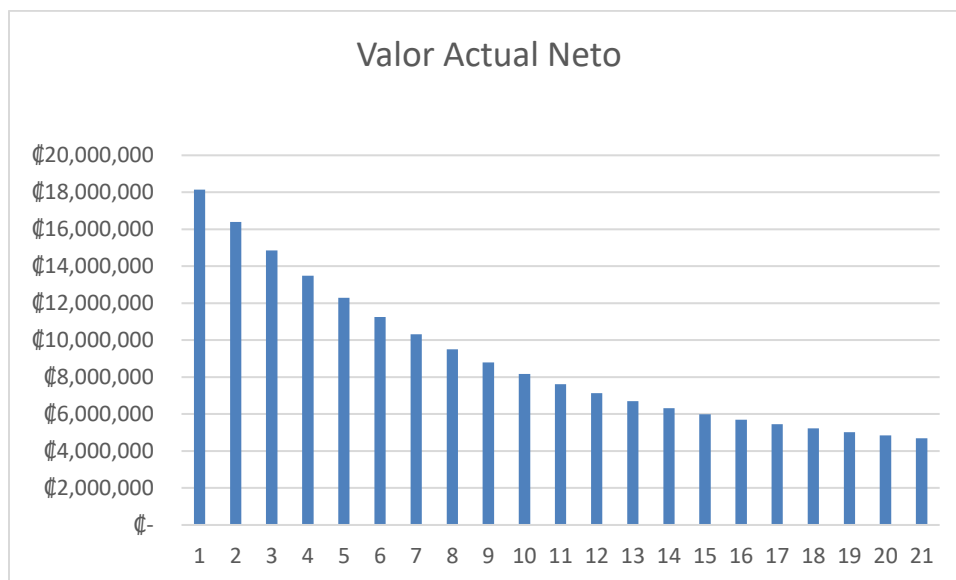
FUENTE. Propia

Año	Ahorro Neto	VAN
0	₡ (18,145,465)	₡ 18,145,465
1	₡ 1,894,165	₡ 16,391,609
2	₡ 1,799,457	₡ 14,848,865
3	₡ 1,709,484	₡ 13,491,821
4	₡ 1,624,010	₡ 12,298,126
5	₡ 1,542,809	₡ 11,248,116
6	₡ 1,465,669	₡ 10,324,496
7	₡ 1,392,385	₡ 9,512,053
8	₡ 1,322,766	₡ 8,797,403
9	₡ 1,256,628	₡ 8,168,777
10	₡ 1,193,796	₡ 7,615,818
11	₡ 1,134,106	₡ 7,129,419
12	₡ 1,077,401	₡ 6,701,568
13	₡ 1,023,531	₡ 6,325,218
14	₡ 972,355	₡ 5,994,169
15	₡ 923,737	₡ 5,702,969
16	₡ 877,550	₡ 5,446,820
17	₡ 833,672	₡ 5,221,505
18	₡ 791,989	₡ 5,023,310
19	₡ 752,389	₡ 4,848,973

20	₡ 714,770	₡ 4,695,620
	TIR	3.59%

Tabla 27. VAN y TIR

FUENTE. Propia



Gráfica N° 13. Recuperación de la inversión

FUENTE. Propia

La segunda opción fue un panel de 325W JA Solar JAP72S01-325/ SC 325W Poly SLV/ WHT Panel Solar 1500V.

Tercer caso al 100% con el panel de 325W

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Energía Consumida	3540	2055	3105	3591	3046	3270
Energía generada	3791.22	4081.97	4077.35	3530.48	2861.33	2561.33
Excedente o Faltante	251.22	2026.97	972.35	-60.53	-184.7	-708.68
Energía almacenada	0	251.22	2026.97	972.35	0	0
Energía subida a la red	251.22	2026.97	972.35	-60.53	-184.7	-708.68

Energía generada bajada de la red	0	0	0	60.53	184.7	708.68
Energía requerida	0	0	0	60.53	184.7	708.68
Energía bajada de la red (CNFL)	0	123.0978	993.2153	476.4515	0	0
Facturación	₺308,635	₺242,305	₺264,690	₺306,360	₺262,160	₺280,135
Facturación con paneles y cargos fijos	₺ 17,007	₺ 11,934	₺ 15,186	₺ 24,577	₺ 37,537	₺102,447

Meses	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Consumida	3528	3081	3486	3163	3309	3427
Energía generada	2575.17	2932.83	2907.45	3004.37	2699.78	3075.9
Excedente o Faltante	-952.83	-148.17	-578.55	-158.64	-609.23	-351.1
Energía almacenada	0	0	0	0	0	0
Energía subida a la red	-952.83	-148.17	-578.55	-158.64	-609.23	-351.1
Energía generada bajada de la red	952.83	148.17	578.55	158.64	609.23	351.1
Energía requerida	952.83	148.17	578.55	158.64	609.23	351.1
Energía bajada de la red (CNFL)	0	0	0	0	0	0
Facturación	₺ 307,545	₺ 270,225	₺ 306,460	₺ 275,225	₺ 11,585	₺ 348,730
Facturación con paneles y cargos fijos	₺ 133,365	₺ 30,580	₺ 87,492	₺ 34,856	₺ 87,938	₺ 59,890

Total	₺ 3,184,055
Total, con paneles	₺ 642,808
Ahorro anual con cargos fijos	₺ 2,541,247
Sobrante de energía	0

Tabla 28. Análisis anual para los consumos energéticos para el tercer caso

FUENTE. Propia

Inversión			
Precio del dólar 600 colones	Equipo	Costo	Inversión
	Paneles fotovoltaicos	\$182.00	₡ 7,753,200
	Ahorro anual con cargos	₡ 2,541,247	
	Cargo por interconexión	₡ 48,687	₡ 48,687
	Soporte	\$84.67	₡ 1,320,852
	Inversor	\$2,476.31	₡ 4,457,358
	Mantenimiento	₡ 2,716,019	₡ 2,716,019
	Total		₡ 16,296,116

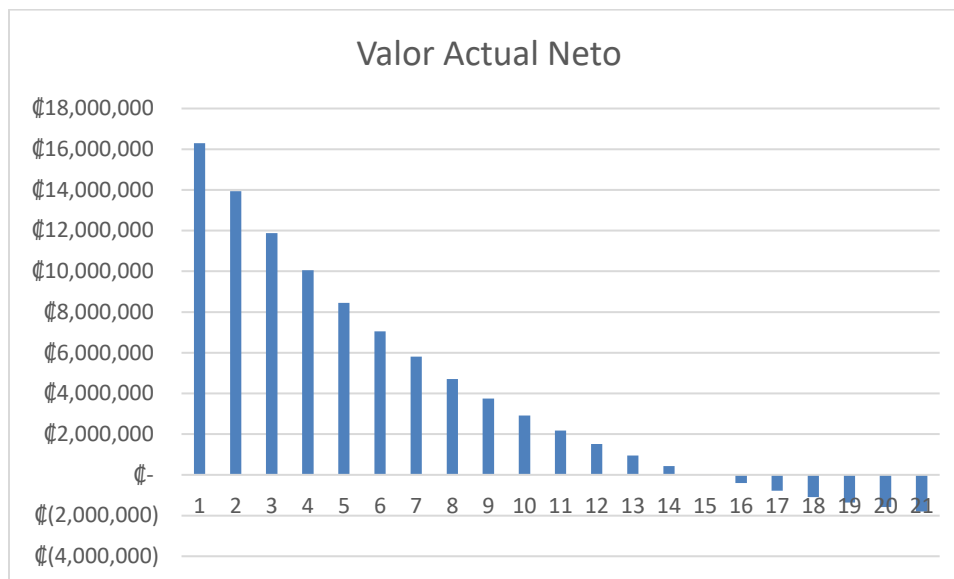
Tabla 29. Inversión a realizar

FUENTE. Propia

Año	Ahorro Neto	VAN
0	₡ (16,296,116)	₡ 16,296,116
1	₡ 2,541,247	₡ 13,943,110
2	₡ 2,414,184	₡ 11,873,336
3	₡ 2,293,475	₡ 10,052,701
4	₡ 2,178,801	₡ 8,451,217
5	₡ 2,069,861	₡ 7,042,504
6	₡ 1,966,368	₡ 5,803,359
7	₡ 1,868,050	₡ 4,713,370
8	₡ 1,774,647	₡ 3,754,583
9	₡ 1,685,915	₡ 2,911,206
10	₡ 1,601,619	₡ 2,169,346
11	₡ 1,521,538	₡ 1,516,784
12	₡ 1,445,461	₡ 942,772
13	₡ 1,373,188	₡ 437,853
14	₡ 1,304,529	₡ (6,288)
15	₡ 1,239,302	₡ (396,968)
16	₡ 1,177,337	₡ (787,648)
17	₡ 1,118,470	₡ (1,089,936)
18	₡ 1,062,547	₡ (1,355,837)
19	₡ 1,009,420	₡ (1,589,732)
20	₡ 958,949	₡ (1,795,472)
	TIR	9.72%

Tabla 30. VAN y TIR

FUENTE. Propia



Gráfica N° 14. Recuperación de la inversión

FUENTE. Propia

Cuarto caso al 80% con panel de 325W

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Energía Consumida	3540	2055	3105	3591	3046	3270
Energía generada	3043.66	3277.07	3273.37	2834.33	2297.1	2056.28
Excedente o Faltante	-496.34	1222.07	168.37	-756.68	-748.9	-1213.73
Energía almacenada	0	0	1222.07	168.37	0	0
Energía subida a la red	-496.34	1222.07	168.37	-756.68	-748.9	-1213.73
Energía generada bajada de la red	496.34	0	0	756.68	748.9	1213.73
Energía requerida	496.34	0	0	756.68	748.9	1213.73
Energía bajada de la red (CNFL)	0	0	598.8143	82.5013	0	0
Facturación	₪ 308,635	₪ 242,305	₪ 264,690	₪ 306,360	₪ 262,160	₪ 280,135
Facturación con paneles y cargos fijos	₪ 77,645	₪ 11,934	₪ 15,186	₪ 109,625	₪ 106,465	₪ 164,148

Meses	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Consumida	3528	3081	3486	3163	3309	3427
Energía generada	2067.39	2354.53	2334.15	2411.96	2167.43	2469.38
Excedente o Faltante	-1460.61	-726.47	-1151.85	-751.05	-1141.58	-957.62
Energía almacenada	0	0	0	0	0	0
Energía subida a la red	-1460.61	-726.47	-1151.85	-751.05	-1141.58	-957.62
Energía generada bajada de la red	1460.61	726.47	1151.85	751.05	1141.58	957.62
Energía requerida	1460.61	726.47	1151.85	751.05	1141.58	957.62
Energía bajada de la red (CNFL)	0	0	0	0	0	0
Facturación	₡ 307,545	₡ 270,225	₡ 306,460	₡ 275,225	₡ 11,585	₡ 348,730
Facturación con paneles y cargos fijos	₡ 195,401	₡ 101,231	₡ 157,532	₡ 107,231	₡ 152,975	₡ 133,988

Total	₡ 3,184,055
Total, con paneles	₡ 1,333,362
Ahorro anual con cargos fijos	₡ 1,850,693
Sobrante de energía	0

Tabla 31. Análisis anual para los consumos energéticos para el cuarto caso

FUENTE. Propia

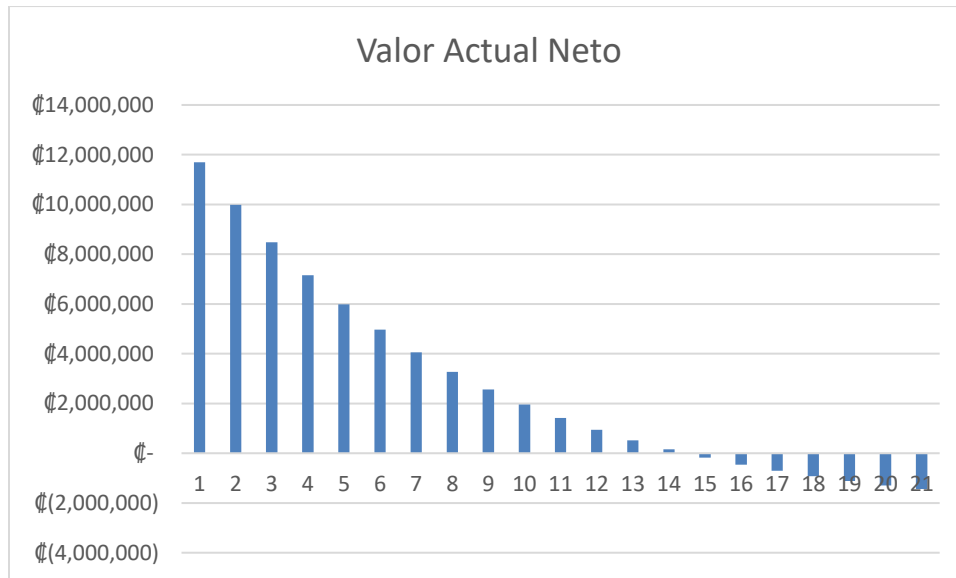
Inversión			
Precio del dólar en colones 600	Equipo	Costo	Inversión
	Paneles fotovoltaicos	\$182.00	₡ 6,224,400
	Ahorro anual con cargos	₡ 1,850,693	
	Cargo por interconexión	₡ 48,687	₡ 48,687
	Soporte	\$84.67	₡ 1,016,040
	Inversor	\$2,051.46	₡ 2,461,752
	Mantenimiento	₡ 1,950,176	₡ 1,950,176
	Total		₡ 11,701,055

Tabla 32. Inversión a realizar

FUENTE. Propia

Año	Ahorro Neto	VAN
0	₺ (11,701,055)	₺ 11,701,055
1	₺ 1,850,693	₺ 9,987,450
2	₺ 1,758,158	₺ 8,480,113
3	₺ 1,670,251	₺ 7,154,214
4	₺ 1,586,738	₺ 5,987,914
5	₺ 1,507,401	₺ 4,962,002
6	₺ 1,432,031	₺ 4,059,580
7	₺ 1,360,429	₺ 3,265,782
8	₺ 1,292,408	₺ 2,567,534
9	₺ 1,227,788	₺ 1,953,335
10	₺ 1,166,398	₺ 1,413,067
11	₺ 1,108,078	₺ 937,831
12	₺ 1,052,674	₺ 519,799
13	₺ 1,000,041	₺ 152,087
14	₺ 950,039	₺ (171,365)
15	₺ 902,537	₺ (455,882)
16	₺ 857,410	₺ (706,152)
17	₺ 814,539	₺ (926,296)
18	₺ 773,812	₺ (1,119,942)
19	₺ 735,122	₺ (1,290,279)
20	₺ 698,366	₺ (1,440,112)
	TIR	9.97%

Tabla 33. VAN y TIR**FUENTE. Propia**



Gráfica N° 15. Recuperación de la inversión

FUENTE. Propia

La tercera opción fue un panel de Canadian Solar de 300W 1000V/ 1500V BLK/BLK, CS6K 300MS.

Quinta caso al 100% con panel de 300W

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Energía Consumida	3540	2055	3105	3591	3046	3270
Energía generada	3795.33	4086.39	4081.77	3534.3	2864.4	2564.1
Excedente o Faltante	255.33	2031.39	976.77	-56.7	-181.6	-705.9
Energía almacenada	0	255.33	2031.39	976.77	0	0
Energía subida a la red	255.33	2031.39	976.77	-56.7	-181.6	-705.9
Energía generada bajada de la red	0	0	0	56.7	181.6	705.9
Energía requerida	0	0	0	56.7	181.6	705.9
Energía bajada de la red (CNFL)	0	125.1117	995.3811	478.6173	0	0
Facturación	₡ 308,635	₡ 242,305	₡ 264,690	₡ 306,360	₡ 262,160	₡ 280,135
Facturación con paneles y cargos fijos	₡ 17,007	₡ 11,934	₡ 15,186	₡ 24,109	₡ 37,158	₡ 102,107

Meses	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Consumida	3528	3081	3486	3163	3309	3427
Energía generada	2577.96	2936.01	2910.6	3007.62	2702.7	3079.23
Excedente o Faltante	-950.04	-144.99	-575.4	-155.38	-606.3	-347.77
Energía almacenada	0	0	0	0	0	0
Energía subida a la red	-950.04	-144.99	-575.4	-155.38	-606.3	-347.77
Energía generada bajada de la red	950.04	144.99	575.4	155.38	606.3	347.77
Energía requerida	950.04	144.99	575.4	155.38	606.3	347.77
Energía bajada de la red (CNFL)	0	0	0	0	0	0
Facturación	₡ 307,545	₡ 270,225	₡ 306,460	₡ 275,225	₡ 11,585	₡ 348,730
Facturación con paneles y cargos fijos	₡ 133,024	₡ 30,191	₡ 87,107	₡ 34,458	₡ 87,580	₡ 59,483

Total	₡ 3,184,055
Total, con paneles	₡ 639,345
Ahorro anual con cargos fijos	₡ 2,544,710
Sobrante de energía	0

Tabla 34. Análisis anual para los consumos energéticos para el quinto caso

FUENTE. Propia

Inversión			
Precio del dólar en colones 600	Equipo	Costo	Inversión
	Paneles fotovoltaicos	\$196.69	₡ 9,087,078
	Ahorro anual con cargos	₡ 2,544,710	
	Cargo por interconexión	₡ 48,687	₡ 48,687
	Soporte	\$84.67	₡ 1,422,456
	Inversor	\$2,476.31	₡ 4,457,358
	Mantenimiento	₡ 3,003,116	₡ 3,003,116
	Total		₡ 18,018,695

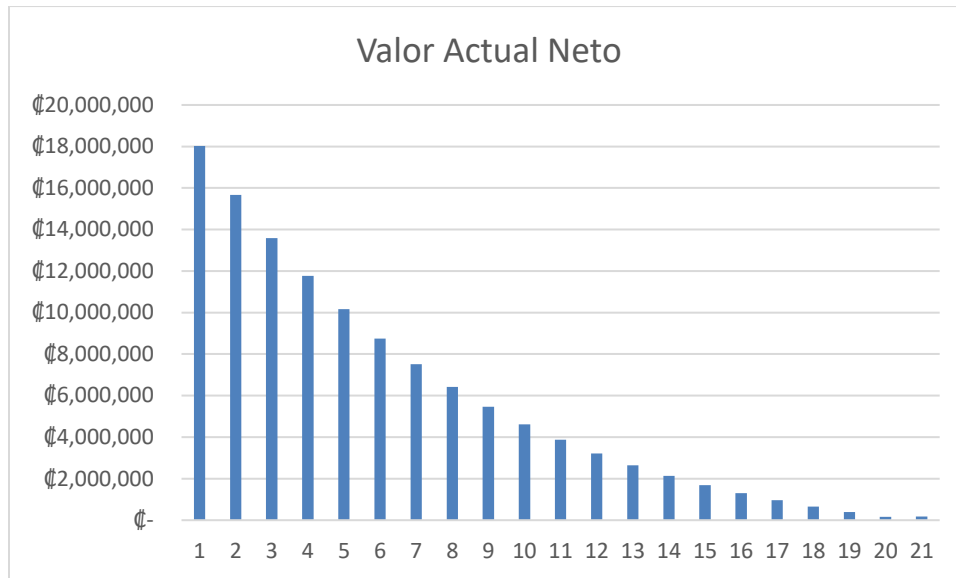
Tabla 35. Inversión a realizar

FUENTE. Propia

Año	Ahorro Neto	VAN
0	₡ (18,018,695)	₡ 18,018,695
1	₡ 2,544,710	₡ 15,662,482
2	₡ 2,417,475	₡ 13,589,887
3	₡ 2,296,601	₡ 11,766,771
4	₡ 2,181,771	₡ 10,163,104
5	₡ 2,072,682	₡ 8,752,471
6	₡ 1,969,048	₡ 7,511,636
7	₡ 1,870,596	₡ 6,420,162
8	₡ 1,777,066	₡ 5,460,068
9	₡ 1,688,213	₡ 4,615,541
10	₡ 1,603,802	₡ 3,872,671
11	₡ 1,523,612	₡ 3,219,220
12	₡ 1,447,431	₡ 2,644,425
13	₡ 1,375,060	₡ 2,138,818
14	₡ 1,306,307	₡ 1,694,071
15	₡ 1,240,992	₡ 1,302,859
16	₡ 1,178,942	₡ 958,737
17	₡ 1,119,995	₡ 656,037
18	₡ 1,063,995	₡ 389,773
19	₡ 1,010,795	₡ 155,560
20	₡ 960,256	₡ 183,752
	TIR	8.05%

Tabla 36. VAN y TIR

FUENTE. Propia



Gráfica N° 16. Recuperación de la Inversión

FUENTE. Propia

Sexto caso al 80% con panel de 300W

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Energía Consumida	3540	2055	3105	3591	3046	3270
Energía generada	3055.98	3290.34	3286.62	2845.8	2306.4	2064.6
Excedente o Faltante	-484.02	1235.34	181.62	-745.2	-739.6	-1205.4
Energía almacenada	0	0	1235.34	181.62	0	0
Energía subida a la red	-484.02	1235.34	181.62	-745.2	-739.6	-1205.4
Energía generada bajada de la red	484.02	0	0	745.2	739.6	1205.4
Energía requerida	484.02	0	0	745.2	739.6	1205.4
Energía bajada de la red (CNFL)	0	0	605.3166	88.9938	0	0
Facturación	₺ 308,635	₺ 242,305	₺ 264,690	₺ 306,360	₺ 262,160	₺ 280,135
Facturación con paneles y cargos fijos	₺ 76,140	₺ 11,934	₺ 15,186	₺ 108,223	₺ 105,329	₺ 163,131

Meses	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Consumida	3528	3081	3486	3163	3309	3427
Energía generada	2075.76	2364.06	2343.6	2421.72	2176.2	2479.38
Excedente o Faltante	-1452.24	-716.94	-1142.4	-741.28	-1132.8	-947.62
Energía almacenada	0	0	0	0	0	0
Energía subida a la red	-1452.24	-716.94	-1142.4	-741.28	-1132.8	-947.62
Energía generada bajada de la red	1452.24	716.94	1142.4	741.28	1132.8	947.62
Energía requerida	1452.24	716.94	1142.4	741.28	1132.8	947.62
Energía bajada de la red (CNFL)	0	0	0	0	0	0
Facturación	₡ 307,545	₡ 270,225	₡ 306,460	₡ 275,225	₡ 11,585	₡ 348,730
Facturación con paneles y cargos fijos	₡ 194,378	₡ 100,067	₡ 156,378	₡ 106,037	₡ 151,903	₡ 132,766

Total	₡ 3,184,055
Total, con paneles	₡ 1,321,471
Ahorro anual con cargos fijos	₡ 1,862,584
Sobrante de energía	0

Tabla 37. Análisis anual para los consumos energéticos para el sexto caso

FUENTE. Propia

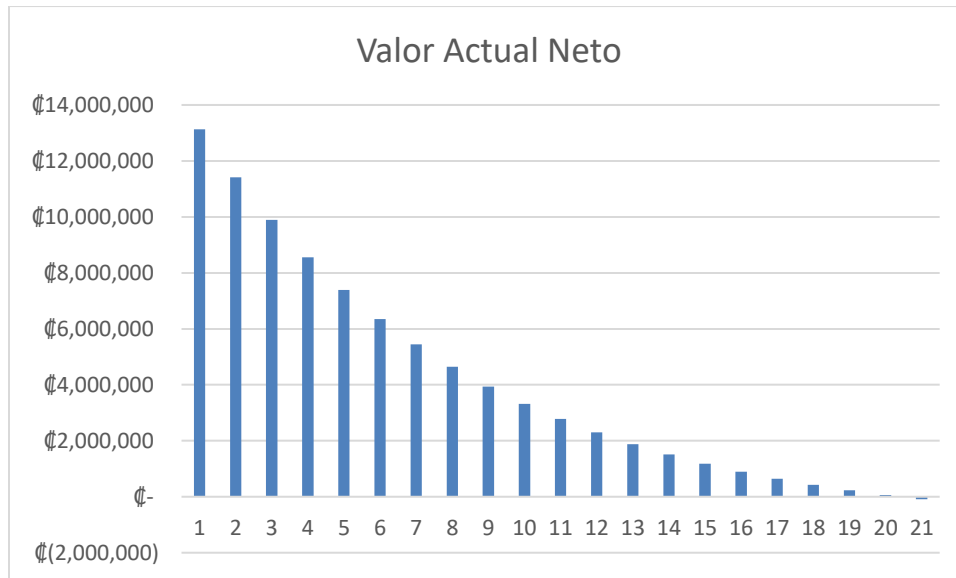
Inversión			
Precio del dólar en colones 600	Equipo	Costo	Inversión
	Paneles fotovoltaicos	\$196.69	₡ 7,316,868
	Ahorro anual con cargos	₡ 1,862,584	
	Cargo por interconexión	₡ 48,687	₡ 48,687
	Soporte	\$84.67	₡ 1,117,644
	Inversor	\$2,051.46	₡ 2,461,752
	Mantenimiento	₡ 2,188,990	₡ 2,188,990
	Total		₡ 13,133,941

Tabla 38. Inversión a realizar

FUENTE. Propia

Año	Ahorro Neto	VAN
0	₺ (13,133,941)	₺ 13,133,941
1	₺ 1,862,584	₺ 11,409,326
2	₺ 1,769,455	₺ 9,892,304
3	₺ 1,680,982	₺ 8,557,887
4	₺ 1,596,933	₺ 7,384,093
5	₺ 1,517,086	₺ 6,351,590
6	₺ 1,441,232	₺ 5,443,369
7	₺ 1,369,170	₺ 4,644,471
8	₺ 1,300,712	₺ 3,941,737
9	₺ 1,235,676	₺ 3,323,592
10	₺ 1,173,892	₺ 2,779,852
11	₺ 1,115,198	₺ 2,301,563
12	₺ 1,059,438	₺ 1,880,846
13	₺ 1,006,466	₺ 1,510,770
14	₺ 956,143	₺ 1,185,241
15	₺ 908,336	₺ 898,896
16	₺ 862,919	₺ 647,018
17	₺ 819,773	₺ 425,459
18	₺ 778,784	₺ 230,569
19	₺ 739,845	₺ 59,138
20	₺ 702,853	₺ (91,658)
	TIR	8.11%

Tabla 39. VAN y TIR**FUENTE. Propia**



Gráfica N° 17. Recuperación de la inversión

FUENTE. Propia

Antes de empezar el análisis de la precipitación se aclara que el uso del tanque de almacenamiento que será diseñado va a ser exclusivamente para riego.

Análisis de la precipitación (mm)

En la tabla 49 correspondiente a los datos de precipitación mensuales (mm) presente en la estación más cercana a la Parroquia es la que se encuentra en el CIGEFI de la UCR; la cual se encuentra a 1.29 km en línea recta desde la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe. Los datos recolectados son realizados por un estudio del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) comprende a los años 2016, 2017 y 2018 este último hasta el mes de agosto.

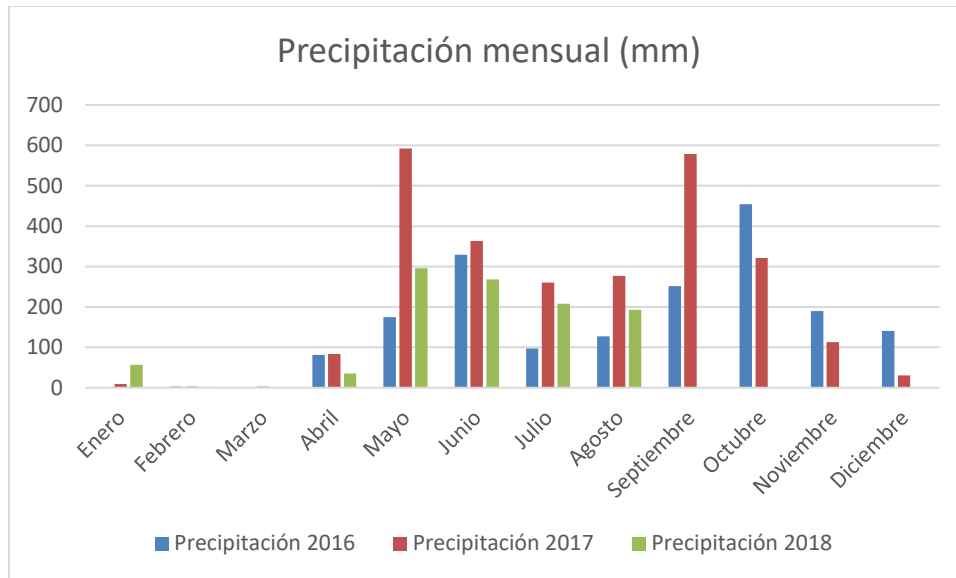
La producción de agua se relaciona con la cantidad de precipitación pluvial durante el año, dependiendo de la estación van a estar los suministros. El auto abastecimiento es una forma gratuita de obtener agua y así bajar la demanda del suministro público. Es por esto por lo que es

necesario contar con datos específicos donde se muestre la cantidad de lluvia por meses en el año como se muestra a continuación.

Precipitación mensual (mm)			
	2016	2017	2018
Enero	0.0	9.2	56.4
Febrero	2.6	3.0	2.2
Marzo	0.4	2.8	0
Abril	81	83.8	35.6
Mayo	174.4	592	296
Junio	329	363	268.2
Julio	97.3	260.4	207.8
Agosto	127.2	276.6	192.6
Septiembre	251.2	578.8	
Octubre	454	321.6	
Noviembre	189.4	112.6	
Diciembre	140.8	30.8	
TOTAL	1847.3	2634.6	1058.8

Tabla 40. Precipitación total mensual de los años 2016, 2017 y 2018

Fuente. Instituto Meteorológico Nacional (IMN)



Gráfica N° 18. Comparación de la precipitación mensual

FUENTE. Propia

El sistema para la recolección de agua se localizará en los jardines de la sacristía debido a que el encargado de Parroquia pidió ese punto en específico, ese espacio se contempla con un dimensionamiento de 2 metros 85 cm por 3 metros 34 cm.

La captación del agua se da dará por medio del techo principal de la institución, como se pretende recolectar el agua por medio de las canaletas ya existentes solo se tomará en cuenta la parte izquierda del techo de oeste a este, debido a que el tanque de almacenamiento debe ser colocado al este del edificio continuo al lado izquierdo de la sacristía.

En la siguiente figura se puede observar un dimensionamiento de la parte del techo que se va a necesitar para la captación del agua con un área de 89.43 m² y ángulo de inclinación se conoce como el coseno de α por lo tanto el ángulo es de 18.19°.

$$\text{Cos}\alpha = \frac{9.23}{9.69} = 0.95$$

$$\alpha = \csc(0.95) = 18.19$$

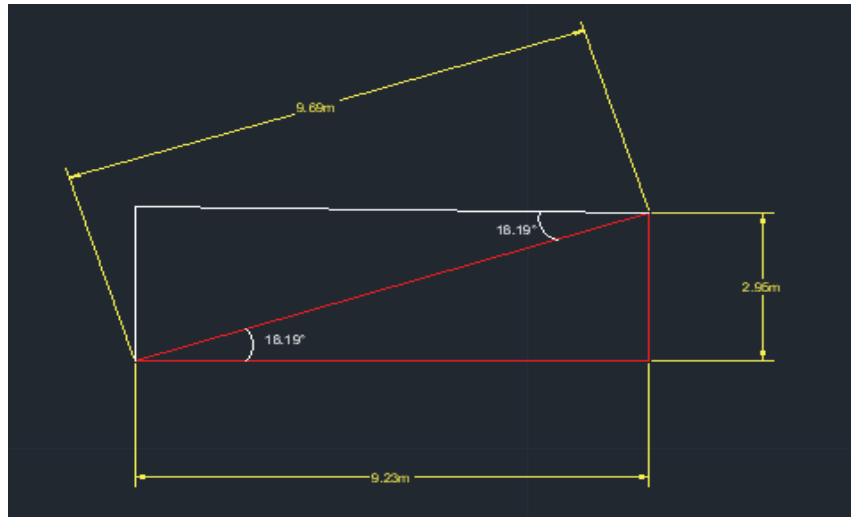


Figura N° 12. Área de captación pluvial

Fuente. AUTOCAD

El diseño para la captación de agua requiere de distintos componentes como lo son el volumen de almacenamiento, los conductores, entre otros. Como se mencionó anteriormente la captación será directamente del techo del sector principal este tendrá una inclinación para que el agua pueda escurrir hacia las canaletas de captación.

Consumo de Agua 2016

Los meses de enero, febrero y marzo no cuentan con consumo en m³ debido a que en los datos suministrados la Parroquia.

Consumo de agua 2016		
Mes	Consumo m3	Consumo de la Parroquia en Colones

Abril	199	158,070.00
Mayo	214	169,226.00
Junio	198	155,890.00
Julio	199	156,124.00
Agosto	130	104,031.00
Septiembre	177	147,693.00
Octubre	198	167,205.00
Noviembre	136	109,912.00
Diciembre	153	126,253.00
TOTAL	1604	1,294,404.00

Tabla 41. Consumo de agua del 2016

Fuente. Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (AyA)

Suministrado por la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe

Consumo de Agua 2017

Consumo de agua 2017		
Mes	Consumo m3	Consumo de la Parroquia en Colones
Enero	210	231,159.00
Febrero	160	180,836.00
Marzo	145	147,500.00

Abril	218	260,000.00
Mayo	205	228,084.00
Junio	174	218,848.00
Julio	234	258,980.00
Agosto	233	321,378.00
Septiembre	302	412,428.00
Octubre	324	501,273.00
Noviembre	366	700,463.00
Diciembre	436	845,707.00
TOTAL	3007	4,306,656.00

Tabla 42. Consumo de agua del 2017

Fuente. Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (AyA)

Suministrado por la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe

La demanda de agua se va a dar solo para riego, al “consumo de agua por actividad, por persona, por día y posibilidades de sustitución por agua de lluvia” proveniente de la revista ECAG de la Universidad Técnica Nacional; donde dice que el demanda de consumo para el riego de jardines es de 15 (litro/persona/día), siendo estas actividades las que aprovecharan el agua recolectada.

$$Di = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

Donde:

- Nu. Número de usuarios que se benefician del sistema
- Nd. Número de días del mes analizado
- Dot. dotación (L/persona/ Día)
- Di. Demanda mensual (m³)

Estimación de agua consumida para el riego de jardines en el 2017			
Mes	m3	5.4% del consumo mensual	Consumo en colones
Enero	210	11.34	12482.59
Febrero	160	8.64	9765.14
Marzo	145	7.83	7965.00
Abril	218	11.772	14040.00
Mayo	205	11.07	12316.54
Junio	174	9.396	11817.79
Julio	234	12.636	13984.92
Agosto	233	12.582	17354.41
Septiembre	302	16.308	22271.11
Octubre	324	17.496	27068.74
Noviembre	366	19.764	37825.00
Diciembre	436	23.544	45668.18
TOTAL	3007	162.378	232559,42

Tabla 43. Estimación de agua consumida para riego en el 2017

Fuente. Propia

Consumo de Agua 2018

Como se ha dicho anteriormente estos valores solo se entregaron hasta el mes de agosto para el año 2018.

Consumo de agua 2018		
Mes	Consumo m3	Consumo de la Parroquia en Colones
Enero	527	1,026,711.00
Febrero	385	441,761.00
Marzo	175	240,725.00
Abril	99	142,865.00
Mayo	242	228,301.00
Junio	318	340,232.00
Julio	196	238,253.00
Agosto	249	304,720.00
TOTAL	2191	2,963,568.00

Tabla 44. Consumo de agua del 2018

Fuente. Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (AyA)

Suministrado por la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe

Criterios de diseño para el tanque de almacenamiento

Para determinar el tamaño del tanque de almacenamiento se necesitan conocer datos de escorrentía como se expresa en el marco referencial, el componente del techo donde se va a dar la captación de agua corresponde a calamina metálica, es decir, tendrá un coeficiente de escorrentía de 0.9.

En la evaluación se tomarán en cuenta los datos de precipitación (mm) suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional de los ultimo 2 años y los primeros 8 meses del año 2018. Para conocer el promedio de precipitación mensual:

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

Donde:

n: Número de años evaluados

p_i : valor de precipitación mensual del mes “i” (mm)

P_{pi} : precipitación promedio mensual del mes “i” de todos los años evaluados (mm)

$$P_{pi} = \frac{\sum 153.94 + 219.55 + 132.35 (mm)}{15} = 33.72 mm$$

El volumen del tanque de almacenamiento se determinar con la fórmula 9 Como se puede observar en el marco referencial.

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000}$$

Donde:

Ppi: precipitación promedio mensual (litro/m²)

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m²)

Ai: Abastecimiento correspondiente al mes “i” (m³)

$$Ai = \frac{33.72 \times 0.9 \times 89}{1000} = 2.7m^3$$

Se analizan los datos anteriores se puede observar que el tanque de almacenamiento debe tener un volumen de 2.7m³. Las siguientes ecuaciones son conversiones de m³ a galones y a litros que se necesitan para saber la capacidad que debe tener el tanque.

$$1gal = 0.00379m^3$$

$$2.7m^3 \times \frac{1gal}{0.00379m^3} = 712.4 gal$$

$$1m^3 = 1000 Litros$$

$$2.7m^3 \times \frac{1000lts}{1m^3} = 2700 Litros$$

Se selecciona un tanque Tinaco Tricapa DURMAN 2500 LTS/649 GLN. Con un diámetro de 153 cm/ 60 pulgadas, una altura de 165cm/ 65 pulgadas. El precio en el mercado de este tanque es de 217,600 colones.

El consumo por captación de agua pluvial por mes se estima como

$$\text{Consumo por captacion LTS} = \text{Precipitacion mensual} \frac{lts}{m^2} * \text{Area de captacion } m^2$$

$$\text{Consumo por captacion (LTS)} = 2.6 \frac{\text{LTS}}{\text{m}^2} \times 89\text{m}^2 = 231.4 \text{ litros}$$

Utilizando el factor de conversión de litros a m³ para hacer una comparación junto con el consumo por meses y anual.

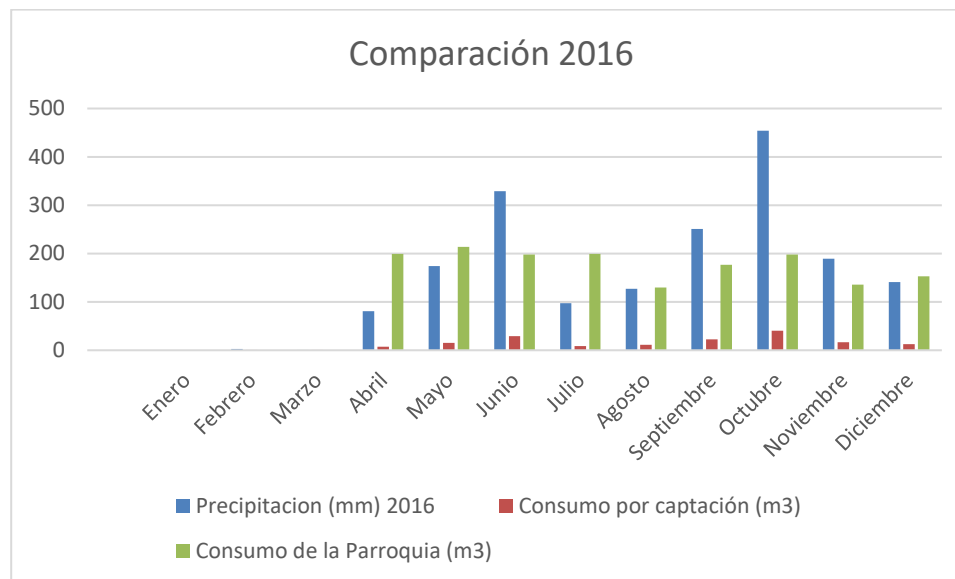
$$1\text{m}^3 = 1000 \text{ Litros}$$

$$231.4 \text{ Lts} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts}} = 0.2314 \text{ m}^3$$

Consumo de agua por área de captación m ³ 2016			
Mes	Precipitación (mm)	Consumo por captación (Litros)	Consumo por captación (m3)
Enero	0	0	0
Febrero	2.6	231.4	0.23
Marzo	0.4	35.6	0.03
Abril	81	7209	7.2
Mayo	174.4	15521.6	15.52
Junio	329	29281	29.28
Julio	97.3	8659.7	8.65
Agosto	127.2	11320.8	11.32
Septiembre	251.2	22356.8	22.35
Octubre	454	40406	40.4
Noviembre	189.4	16856.6	16.85
Diciembre	140.8	12531.2	12.53
TOTAL	1847.3	164409.7	164.4

Tabla 45. Consumo de agua por el área de captación en el 2016

FUENTE. Propia



Gráfica N° 19. Comparación del consumo mensual con el consumo por área de captación 2016

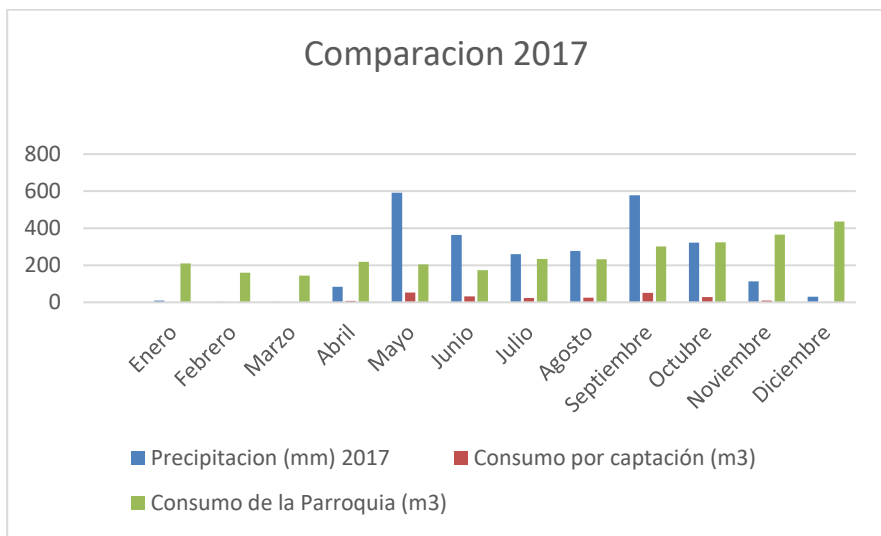
FUENTE. Propia

Consumo de agua por área de captación m ³ 2017			
Mes	Precipitación (mm)	Consumo por captación (Litros)	Consumo por captación (m3)
Enero	9.2	818.8	0.81
Febrero	3	267	0.26
Marzo	2.8	249.2	0.24
Abril	83.8	7458.2	7.45
Mayo	592	52688	52.68
Junio	363	32307	32.3

Julio	260.4	23175.6	23.17
Agosto	276.6	24617.4	24.61
Septiembre	578.8	51513.2	51.51
Octubre	321.6	28622.4	28.62
Noviembre	112.6	10021.4	10.02
Diciembre	30.8	2741.2	2.74
TOTAL	2634.6	234479.4	234.47

Tabla 46. Consumo de agua por el área de captación en el 2017

FUENTE. Propia



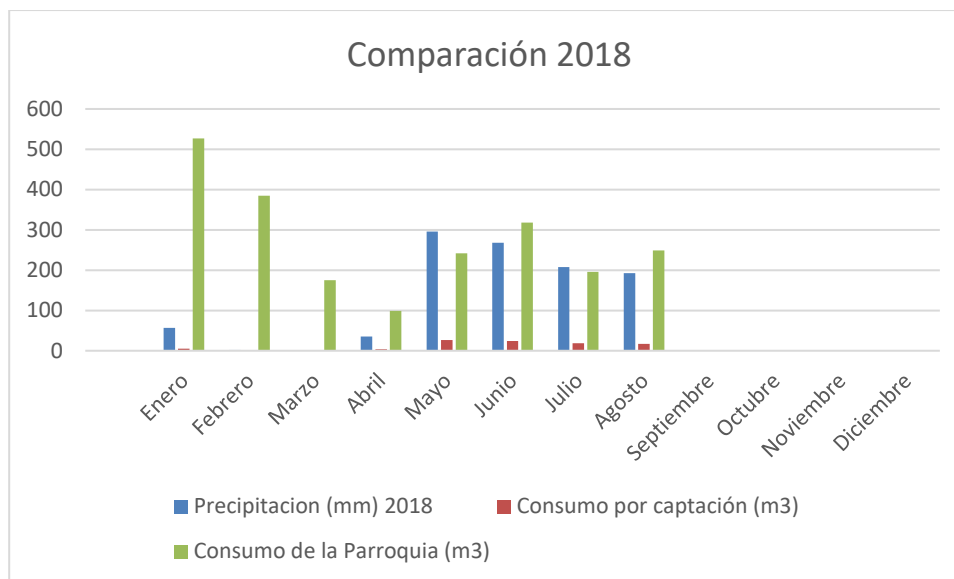
Gráfica N° 20. Comparación del consumo mensual con el consumo por área de captación

FUENTE. Propia

Consumo de agua por área de captación m ³ 2018			
Mes	Precipitación (mm)	Consumo por captación (Litros)	Consumo por captación (m3)
Enero	56.4	5019.6	5.01
Febrero	2.2	195.8	0.19
Marzo	0	0	0
Abril	35.6	3168.4	3.16
Mayo	296	26344	26.34
Junio	268.2	23869.8	23.86
Julio	207.8	18494.2	18.49
Agosto	192.6	17141.4	17.14
TOTAL	1058.8	94233.2	94.23

Tabla 47. Consumo de agua por el área de captación en el 2018

FUENTE. Propia



Gráfica N° 21. Comparación del consumo mensual con el consumo por área de captación

FUENTE. Propia

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Los datos que se suministraron por el Instituto Meteorológico Nacional fueron analizados de 2 maneras, la primera fue obteniendo un promedio de los 2 últimos años y este año 2018 hasta el mes de agosto y la segunda fue promediando los niveles de radiación solar del 2016 y 2017 porque de estos años si se tenían los datos completos (véase en la tabla 8, sección análisis de resultados).

En el grafico 1 que corresponde al promedio 2016-2017 se muestra que la radiación solar asciendo de enero a marzo y empieza a descender a partir de abril, luego sufre un ligero aumento en agosto, pero aun así no llega a igualar los primeros 3 meses. El Grafico 2 no difiere de esta información ya que presenta el mismo patrón, aunque se hayan dejado 4 meses por fuera, cabe destacar que estos análisis se realizaron en MJ/m^2 . Los valores en MJ/m^2 se pasan a horas solares pico HSP como se observa en la tabla numero 9 correspondiente a brillo solar.

El consumo en la factura eléctrica del año 2016 llega a los 3,896,245 colones superando un consumo anual de 40000kWh. Como se puede observar en los gráficos número 3 y numero 4 a fin de realizar una comparación entre el consumo energético y la radiación solar, hay una coincidencia entre el mes que más facturo y el mes con el índice más alto de HSP, sin embargo, en menor consumo eléctrico de 2896 kWh en el mes de febrero no encaja con el valor del grafico 3 que en este año sería de 3.3 HSP correspondiente a noviembre.

Se realizo el mismo análisis para el año 2017, en este hubo una variación importante ya que el índice de brillo solar más alto se presenta en el mes de febrero con un 6.1 HSP, pero a su vez en el consumo eléctrico febrero fue el mes donde se gastaron menos kWh ya que se consumió

tan solo 2055 kWh. Por otro lado, el grafico 5 coincide con la información del grafico 1 y 2, los niveles más altos se presentan en los primeros 3 meses.

En todos los casos para cubrir la demanda energética se toma el mes de mayor consumo en kWh junto con el mes de radiación solar más bajo con el objetivo de cubrir la demanda cuando las condiciones climáticas sean las peores. En el año 2017 se hizo un cálculo de cuantos seria la cantidad de módulos necesarios para un panel de 400W con el criterio anterior el número de paneles fotovoltaicos fue de 93 y estos por los 400W dieron una potencia generada de 37200W.

Se realiza el mismo procedimiento para los otros meses tomando como dicha potencia para la generación mensual mostrando en la tabla 12 que marzo es donde se da la mayor generación con 6553.76 kWh y dando una generación anual de 61194 kWh, permitiendo así un 58% de energía generada sobre el consumo de 38601 kWh/año.

Este arreglo al 100% con el panel de 400W se ejecuta para reducir la cantidad de paneles ya que en el análisis anterior la cantidad era de 93 módulos, lo cual es una cantidad muy elevada y repercute en el factor económico.

En este arreglo se consideran tanto el valor de consumo eléctrico anual como los índices de radiación por mes y la potencia generada al 100% es de 23kWh que entre los 400W del panel que se escogió la cantidad de módulos cae a 58, una diferencia de 35 módulos si no se empleara el arreglo.

En la tabla 13 se pueden mirar todos los resultados con la nueva cantidad de módulos junto con la potencia sobrante (+) y la faltante (-) ya que la generada baja al tratarse de menos paneles es por esto por lo que hay 9 meses en los que faltara potencia.

Se desarrolla un nuevo caso con el mismo panel de 400W, pero esta vez con un arreglo del 80% con un panel de 400W sobre los 58 módulos anteriores dando un nuevo resultado de paneles de 47 que al ser multiplicados por los 400W da una potencia de 18800W que como se muestra en la tabla 14 se realizaron los cálculos correspondientes.

En el grafico número 7 se hace una comparación de la potencia generada sin el arreglo que corresponde a los 93 paneles con la generada por los 58 y 47 módulos claramente se distingue que con el arreglo la potencia desciende considerablemente cuando se utilizan 58 y 47 paneles. Por esta razón es que con cualquiera de los 2 arreglos va a existir un faltante de energía ya que al bajar la generación (kWh) no se puede suplir la demanda que ya Parroquia posee.

En la tabla 13 son 9 meses los que se detectan con faltante, pero en el caso de la tabla 14 hay 10 meses donde va a existir un faltante.

Al tratarse de un panel de 325W de menor capacidad que el anterior de 400W la cantidad de módulos sin arreglo sube a 114, una diferencia de 21 paneles fotovoltaicos comparados con el dato precedente sin arreglo de 400W. Además, en este caso hay un 57% de energía generada por encima del consumo público anual, tan solo un 1% menos que en caso anterior.

El arreglo al 100% con un panel de 325 W, Como se trata de la evaluación del mismo año las ecuaciones no cambian y se maneja una potencia generada por el arreglo de 23kWh. El número de paneles se reduce 71 por los 325W van a hacer una potencia de 23075W. De igual forma que paso con el panel de 400W existe un faltante de potencia, pero esta vez el faltante es menor como se percibe en la tabla 16.

Este caso se realiza en base al arreglo de anterior al 100%, por ende, en 80% de 71 es aproximadamente 57 nuevos módulos que al ser multiplicados por los 325W dan una generación

de 18525W. En la tabla 17 se cumple el mismo patrón que los casos previos con una faltante de potencia.

En la gráfica 8 se muestra la comparación de las potencias generadas para el caso del panel de 325W, se repite que cada vez que la cantidad de módulos baja también lo hará la potencia generada en ellos producto de la multiplicación.

En otro caso el nuevo cálculo sin el arreglo es de 124 módulos que al multiplicarse por 300W da 37200W de igual forma que el panel de 400W sin el arreglo por eso la tabla 18 es igual a la tabla 12.

Aunque el caso de 300W sin arreglo es igual al de 400W no lo es para el nuevo arreglo donde se van a tener 77 nuevos módulos por los 300W van a generar 23100W, una diferencia de 47 paneles menos con solo aplicar un arreglo.

El 80% de los 77 es 62 nuevos paneles por los 300W van a dar como resultados 18600W. En el gráfico 9 se puede observar una comparación de la potencia generada como los casos anteriores y de misma forma cada vez que cae la cantidad de paneles la potencia baja y se experimenta un faltante.

Como ya se ha expuesto anteriormente los datos suministrados por la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe en el 2018 solo fueron de enero al mes de agosto. La facturación eléctrica en este año es de 2,557,165 colones con el consumo más bajo de 25771 kWh por tratarse de las condiciones anteriormente descritas. En los gráficos 10 el nivel de brillo solar más alto se presenta en marzo con 6HSP este no coincide con el mes de mayor consumo público que se da en febrero con 3458 kWh. De igual forma el mes de menor radiación solar es julio con 3.5HSP y el de menor consumo es mayo con 3121 kWh.

Para la selección del panel los datos analizados para la selección del panel y de los respectivos inversores se hace con base al año 2017 debido a que la diferencia de la potencia generada por el arreglo es de 1kWh, además de que presenta los resultados más actualizados y más completos para todo el año.

Cada panel tiene dimensiones distintas así que la cantidad de soportes que necesita dependerán de la longitud del módulo. Para el caso del panel de 400W este tiene una longitud de 29 pulgadas por la cantidad de paneles, los cuales son 58 módulos entre el largo del soporte (17ft) van a dar un aproximado de 9 pero se requieren soportes arriba y abajo así que deben ser 18 soportes. Como la cantidad de paneles baja a 47 el total de soportes a utilizar en esta opción de es 14.

La longitud que este panel presenta es de 35 pulgadas que al 100% se tienen 71 paneles y los como expresa en los cálculos realizados en el apartado. El total de rieles a utilizar es de 26. Al 80% se tenían 57 módulos así que la cantidad de soportes es de 20.

Al igual que el panel de 325W este módulo posee una longitud de 35 pulgadas con 77 paneles los soportes a utilizar son 28 y al 80% con 62 paneles la cantidad de soportes es de 22.

Aunque todo se maneja con las mismas fichas técnicas hay un cambio en la cantidad de inversores esto debido a que son menos paneles fotovoltaicos los que se toman en cuenta por tratarse no de un 100% sino de un 80%. Como la potencia del sistema cambia y es más baja ya no será necesario colocar 3 inversores como el caso al 100% de 10kW, para los de 80% solo serán necesarios 2 inversores de 11.4kW cada uno, lo cual se traduce a la información financiera como se verá más adelante. Además, se utilizan 2 sistemas para todos los casos.

Se realizaron 6 casos con 3 diferentes paneles fotovoltaicos, cada uno como se ha venido manejando a lo largo de este proyecto se cada panel se toma al 100% y al 80%. Todos los casos se determinaron en un periodo de 20 años y para este análisis solo se contemplan los datos del 2017.

Para el primer caso con un panel de 400W al 100%, este presenta un ahorro con cargaos fijos como lo son alumbrado público y bomberos de dos millones quinientos treinta mil ochocientos sesenta y seis colones, lo cual significa un 80%. La facturación normal de la Parroquia sin paneles es de tres millones ciento ochenta y cuatro mil cincuenta y cinco colones y el nuevo cargo con paneles para todo el año seria de seiscientos cincuenta y tres mil ciento ochenta y nueve colones.

La inversión que se podría realizar es bastante alta de más de veinticuatro millones esto debido a que el panel que se escoge es el más caro de todos con un precio por unidad de 421.97 dólares y para el primer caso se necesitarían 58 paneles esta inversión es la más elevada ya que supera los catorce millones. El cargo por interconexión es el mismo para todos de cuarenta y ocho mil seiscientos ochenta y siete colones.

Como se ha dicho anteriormente este sistema requiere de 18 soportes y cada soporte utilizado tiene un costo de ochenta y cuatro dolores haciendo de este rublo la segunda inversión más alta. A todo esto, se deben contemplar los cargos por el mantenimiento que son de un poco más de cuatro millones de colones. Cabe destacar que para efectos de cálculos para inversión se hacen con un precio de dólar de 600 colones.

Al final del periodo de 20 años el valor actual neto es de seis millones ciento cincuenta y cinco mil ciento noventa y tres colones, lo cual nos da una tasa interna de retorno del 3.66%. Esto

hace indicar que no es posible recuperar la inversión en 20 años ya el sistema es económicamente alto y los ahorros no alcanzan para este sistema, también se puede ver en el grafico 12 que la recuperación de la inversión no se podrá dar con el pasar de los años y por el contrario cae excesivamente.

Para el segundo caso con un panel de 400W al 80% en el análisis hay un ahorro de un millón ochocientos noventa y cuatro mil ciento sesenta y cinco colones lo que se traduce a un 60%, que se compara con el primer caso se presenta una caída de un poco más de seiscientos mil colones ya que la facturación total con paneles sube a un millón doscientos ochenta y nueve mil ochocientos noventa colones esto porque en este caso se trataba de 47 paneles y van a generar menos potencia que el caso anterior y todos esos montos se trasladan a la facturación con paneles.

La inversión específica de este caso es de dieciocho millones ciento cuarenta y cinco mil cuatrocientos sesenta y cinco colones, un declive de seis millones con respecto al caso anterior esto ya que estos valores son con 47 nuevos módulos y eso se puede ver que la inversión solo en paneles es de once millones ochocientos noventa y nueve mil quinientos cincuenta y cuatro colones que comparado con el primer caso hay un ahorro de casi tres millones de colones.

Se tendrán que utilizar 14 soportes y con los inversores se utilizan 2 que para todos los casos de 80% se cambia el inversor a uno de una potencia nominal de 11.4kW porque completa bien el sistema y es más económico que los que se tiene que usar para cuando se tenga el 100% de paneles. El cambio del inversor hace que sea más barato por cuatrocientos veinticuatro dólares, por ende, el mantenimiento también baja de cuatro a tres millones.

En la tabla 27 se observa que a 20 años el VAN es de cuatro millones seiscientos noventa y cinco mil seiscientos veinte colones con un retorno del 3.59%, más bajo que el primer caso,

aunque la inversión sea menor el valor presenta a lo largo de los 20 años no aumenta y la tasa de interés aproximada de los bancos es del 8% para proyectos eco ambientales. Lo mismo se puede apreciar en el grafico 13.

Si se coloca un nuevo panel de 325W al 100% se obtendrá un ahorro con cargos fijo de dos millones quinientos cuarenta y un mil doscientos cuarenta y siete colones que en porcentaje significaría un 80% con 71 paneles y el ahorro más alto comparado con los dos casos anteriores. El total en la facturación sería solo de diez mil colones menos que el primer caso dando un resultado de seiscientos cuarenta y dos mil ochocientos ocho colones.

La inversión en este caso cae considerablemente a un poco más de dieciséis millones, esto se debe a que se encontró un módulo más económico de ciento ochenta y dos dólares que por los 71 paneles que se deben colocar hace una inversión en este rublo de siete millones setecientos cincuenta y tres mil doscientos colones casi la mitad más barato que el primer caso y el mantenimiento también decrece a casi a dos millones como se aprecia en la tabla 29.

Para este caso la inversión si se recupera en el año 15 como se muestra en el grafico 14 y la tasa interna de retorno supera el 9.72%.

En el cuarto caso con un panel de 325W al 100% el ahorro anual es de un millón ochocientos cincuenta mil seiscientos noventa y tres colones (60%) parecido a lo que pasa con el caso 1 y 2. La inversión es menor porque se trata de 57 paneles fotovoltaicos, también la cantidad de soportes es de 20 que relacionado con el caso 3 son 6 unidades menos y con respecto al inversor se tendrán que utilizar dos pero con el más económico de dos mil cincuenta y un dolores cada uno y hasta este momento el mantenimiento más barato que llega casi a los 2 millones, el total de esta nueva inversión de once millones setecientos un mil cincuenta y cinco colones.

En el grafico 15 y en la tabla 33 se aprecia que la recuperación de este sistema se empieza a dar en el año 14 con un VAN al final de 20 años de un millón cuatrocientos cuarenta mil ciento doce colones y una tasa interna de retorno del 9.97%

En otro nuevo caso de toma un panel de 300W Canadian Solar, el ahorro que se da es de dos millones quinientos cuarenta y cuatro mil setecientos diez colones con 77 paneles siendo esta la mayor cantidad de módulos por tratarse de una potencia nominal de 300W y una facturación con paneles de seiscientos treinta y nueve mil trescientos cuarenta y cinco colones que comparado con los otros 2 paneles al 100% es cargo más bajo de todos.

La inversión en especifica es de dieciocho millones dieciocho mil seiscientos noventa y cinco colones casi lo mismo que para el segundo caso, esto porque la cantidad de paneles es la más alta y la selección de un nuevo panel con un costo por unidad de ciento noventa y seis dólares. También en este caso hay la mayor cantidad de soportes que llega a 28 unidades superando el millón de colones solo en rieles y el mantenimiento es de 3 millones de colones.

En la tabla 45 se puede percibir que a los 20 años del periodo el VAN llega a los ciento ochenta y tres mil colones, pero la inversión no se lo logra recuperar en este periodo con una tasa interna de retorno de 8.05%, se puede apreciar mejor en el grafico 16.

Para este sexto caso la inversión en paneles es de 62 por lo tanto el ahorro llega a un millón ochocientos sesenta y dos mil quinientos ochenta y cuatro colones un patrón similar al de los casos anteriores.

La inversión que maneja es de trece millones ciento treinta y tres mil novecientos cuarenta y un colones y se debe a que son menos paneles que el quinto caso y que los soportes que

requiere son 22, además se usan 2 inversores de 11.4kW siendo estos la opción más barata; con todos estos resultados de la tabla 47 el mantenimiento supera los dos millones de colones.

En la tabla 39 se muestra un VAN a los 20 años de noventa y un mil seis ciento cincuenta y ocho colones y justamente es este año es donde se empieza a recuperar la inversión con un TIR de 8.11%, sin embargo, no hay muchas ganancias ya que en el año 20 apenas se logra apreciar una recuperación muy baja que apenas daría para pagar la inversión total.

Los datos de precipitación también fueron brindados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) para los años 2016, 2017 y 2018 esto con el objetivo de analizar un promedio de cantidad de agua llovida y determinar el almacenamiento del tanque para actividades no potables como lo son el uso de servicio sanitario y riego o limpieza de la Parroquia.

En la tabla 40 así como en el grafico 18 hay una estimación de la precipitación anual en mm en los 3 años solicitados para el análisis. Se puede ver que en los 3 primero meses del año la cantidad de agua llovida es muy baja y coincide con el análisis que se realizó anteriormente de la radiación solar viéndose que en los meses de enero, febrero y marzo se presentaban los índices más altos de brillo solar (HSP).

La captación se hará por medio de los techos para aprovechar las estructuras de la institución. En mismo se ubicará en los jardines este de la sacristía como ya se ha mencionado en el análisis de resultados. El utilizara la mitad de techo que presenta un área de 89m² y un ángulo de inclinación de 18.19° como se puede observar en la figura ..

La construcción del techo es de planchas metálicas onduladas galvanizadas. La canaleta (canoas) que están en los bordes del techo servirán como conductores donde el agua para acumularse y escurrir para ser aprovechada, el material de las canoas es de PVC.

Para el 2016 no se cuentan con datos reales del consumo (m^3) de los primeros 3 meses del año. Por mes se pagan más de cien mil colones dando como consumo mensual un millón doscientos noventa y cuatro mil cuatrocientos colones.

Para el año 2017 si se cuentan con todos los consumos mensuales es por esto por lo que hay un gran aumento anual con respecto al 2016 donde fue de $1604 m^3$ y en el 2017 fue de $3007 m^3$, también se puede notar en la facturación que subió a cuatro millones trecientos seis mil seiscientos cincuenta y seis. Por mes se pagan más de ciento cuarenta y siete mil colones llegando a sumas por más de ochocientos mil mensuales.

Para el 2018 los consumos bajan puesto que solo se brindaron datos hasta el mes de agosto, aun así, este consumo es más alto comparado al del 2016, ya que anualmente es de $2191 m^3$ trasladándose a una factura de dos millones novecientos sesenta y tres mil quinientos sesenta y ocho colones.

Para determinar el tamaño que debía llevar el tanque de almacenamiento, con un promedio de la precipitación en esos 3 años siendo el más alto para el 2017 por todos los motivos anteriores, este cálculo se realiza entre 15 años que fue una de las recomendaciones para estimar la precipitación promedio en mm, dando como resultado 33.72 mm.

Todo este procedimiento para llegar al abastecimiento del tanque que como se muestra en el análisis de resultados se requieren los 33.72mm (litro/ m^2), además del coeficiente de escorrentía que como se mencionó el techo es de planchas metálicas onduladas así que se utiliza un coeficiente ya establecido de 0.9, adicionalmente a esto también se requiere el área de captación que va a ser de $89m^2$. Así el abastecimiento es de $2.7 m^3$ o 712.4 galones o 2700 litros.

Junto con un catálogo DURMAN se escoge el tanque de 2500 litros con un valor en el mercado de doscientos diecisiete mil seiscientos colones. Pero con la estructura para colocar el tanque a 6 metros de altura este valor de inversión será de 654,000 colones.

Se realiza un estimado del consumo por el área de captación para ellos los datos de precipitaciones en mm y del área en m^2 eso indispensables, recordando que $1mm = 1lts/m^2$ es por ello que el consumo por captación queda en de litros y se utiliza la conversión donde $1m^3 = 1000L$.

En las tabla 44 se puede observar el consumo tanto en litros como en m^3 por el área de captación que es de $89m^2$. También en el grafico 19 se aprecia la cantidad en litros/ m^2 de precipitaciones en la zona de estudio y se puede notar que el consumo en el área de captación es inferior y comparando ese consumo de $164.4m^3$ con el consumo total de la Parroquia por año de $1604 m^3$, la captación significaría un 10.2% para el año 2016, cabe destacar que en el consumo de la Parroquia no se pudieron encontrar los datos de los primeros 3 meses del año.

En la tabla 45 se hace exactamente el mismo procedimiento para conocer la captación de agua por m^3 dando un resultado anual de $234.47 m^3$ representando un 7.8% del consumo anual de la Parroquia que para el 2017 es de $3007 m^3$, de igual manera en el grafico 20 se puede ver una comparación de los valores de precipitación para el 2017, el consumo de la Parroquia y el consumo por captación siendo este último datos mensuales relativamente pequeños en relación con los otros dos márgenes.

Para el año 2018 solo son analizados hasta agosto dando un consumo por consumo por captación anual de $94.23 m^3$ sobre el consumo de la Parroquia de $2191 m^3$ solo significaría un 4.3

% y en el grafico 21 se aprecia que los datos de consumo mensuales de la Parroquia son mucho mayores que el de la captación esto se debe la cantidad de agua llovida por mes en la zona.

Recomendaciones

Lo recomendable es contratar a una empresa con experiencia en la industria fotovoltaica que den un buen servicio de mantenimiento, instalación y garantía, para un funcionamiento eficaz del sistema. Además, para asesorar con los trámites correspondientes.

Otra recomendación es programar mantenimientos en caso de que se decida instalar el sistema para evitar futuras averías y garantizar la vida útil de los paneles fotovoltaicos.

Se recomienda no usar la primera acumulacion de agua en el tanque debido a que con la primera precipitacion el techo suele tener desechos que se iran directamente al tanque, aunque esta agua no se vaya a utlizar para actividades potables siempre es bueno mantener limpio el tanque. Ademas se recomienda dar un mantenimiento de limpieza al tanque cuando se está en estación seca y conocer el estado en que se encuentra.

Se recomienda clocar el tanque a una altura de 6 metros para que el agua recolectada baje por gravedad y no sea necesario el uso de una bomba. Adicionalmente se recomienda poner una desviacion en la tuberia que baja desde el techo hasta el tanque en caso de que se rebalse el agua.

Por último, la toma de decisiones queda en manos de los encargados de la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe.

CAPITULO VI

PROPUESTA

Propuesta

Uno de los objetivos es evaluar la viabilidad económica que presenta el proyecto es por esto por lo que se hicieron 6 análisis con respecto a paneles fotovoltaicos y evaluar la opción más adecuada para la toma de decisiones en la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe. Se emplearon para el análisis 3 distintos paneles que son:

1. 400W LG LG400N2W- A5 (LG)
2. JA Solar JAP72S01-325 (JA Solar)
3. 300W 1000V/1500V BLK/BLK CS6K (Canadian Solar)

Las especificaciones técnicas se encuentran en el último apartado de apéndice. También fueron evaluados 2 tipos de inversores Solar Edge:

1. SolarEdge HD Wave 10kW Invertor SE 10000H-US000NNU2
2. Solar Edge 11.4kW Inverter SE11400A-US-U

A cada uno de los módulos fotovoltaicos se les hizo un arreglo del 100% y del 80%, como se presentó en el análisis de resultados de los 6 casos solo 2 fueron viables porque se demostró que se podía recuperar la inversión en un periodo de estudio de 20 años. Estos 2 casos fueron con el panel de 325W al 100% y 80% del arreglo, los casos 3 y 4.

Se propone un panel fotovoltaico JA Solar JAP72S01-325 (JA Solar) con un arreglo al 80%, este presentó la inversión más baja debido a que se trataba del módulo más económico por unidad además que se utilizan solo 2 inversores Solar Edge 11.4kW Inverter SE11400A-US-U que es otra opción para bajar la inversión, se tiene en cuenta que la tasa para proyectos eco ambientales es del 8%.

El retorno de la inversión se va a dar a partir del año 14 en un periodo de 20 años ya que la tasa interna de retorno es la más alta es de 9.97%

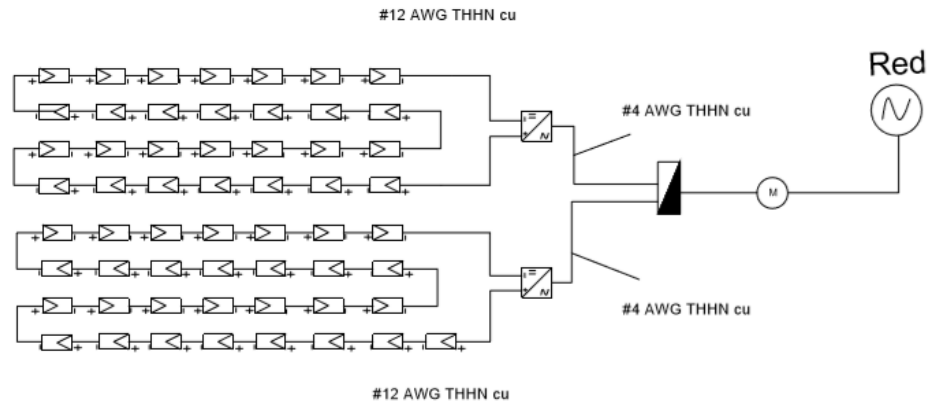


Figura N° 13. Diagrama

FUENTE. AUTOCAD

Para el sistema de recolección de agua se propone un tanque Tinaco Tricapa DURMAN 2500LTS/649 GLN para llegar a este tanque se analizan los datos de precipitación otorgados por Instituto Meteorológico Nacional IMN para obtener un promedio pluvial en mm, el área de captación y el coeficiente de escorrentía que tiene el techo. Este tiene un valor en el mercado de aproximadamente 217,600 colones pero se tiene en cuenta la otra estructura así que este valor ascenderá a 654,000 colones.

El tanque deberá colocarse a un altura de 6 metros para que el agua recolectada baje por gravedad por medio de una tubería que ira directamente a los jardines para ser regados.

No será necesario la puesta de estructura extra de captación de agua debido a que se utilizará la estructura con que cuenta la Parroquia Nuestra Señora de Guadalupe.



Figura N° 14. Zona para la instalación del tanque

FUENTE. Propia

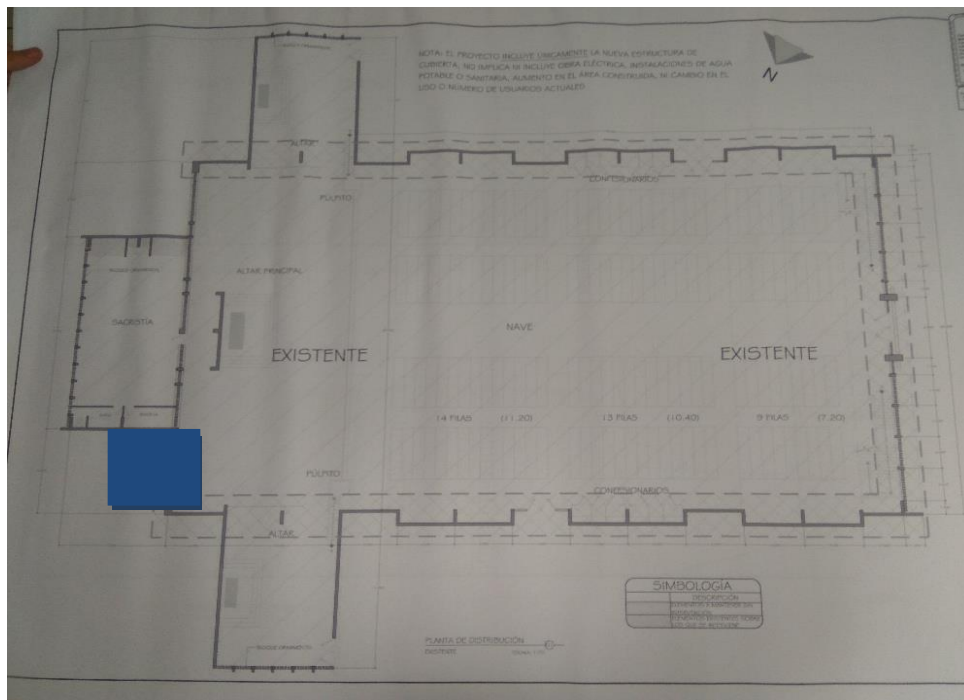


Figura N° 15. Área en planta para la instalación del tanque de almacenamiento

FUENTE. Propia

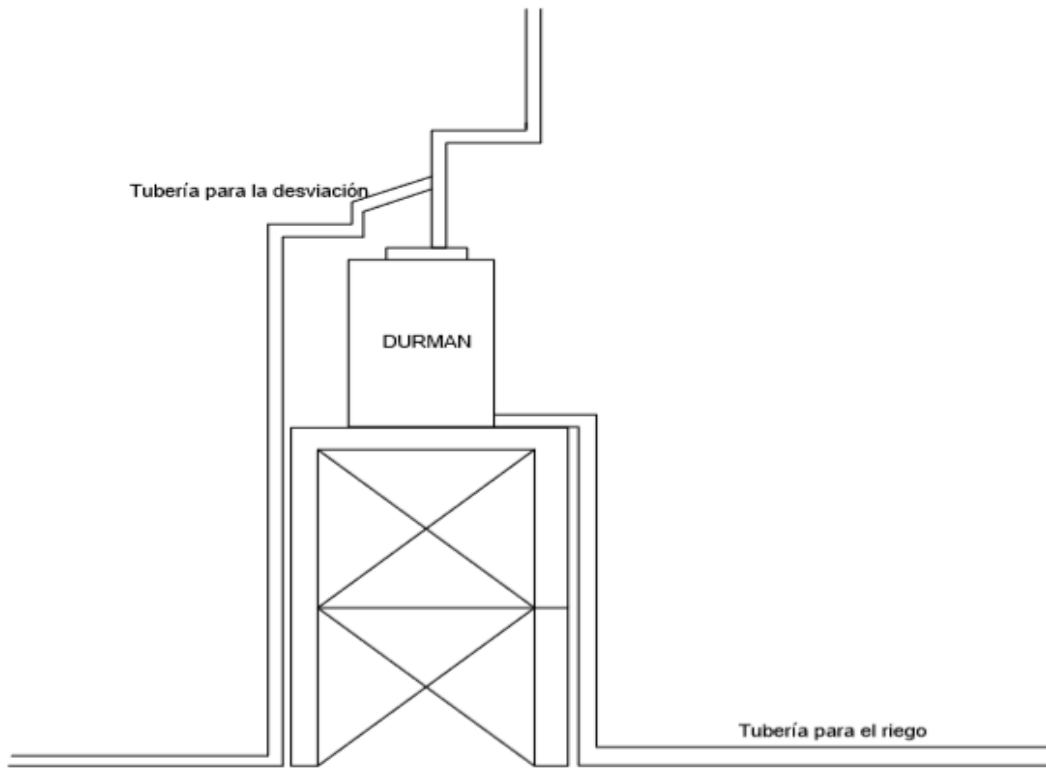


Figura N° 16. Representación gráfica del tanque de almacenamiento

FUENTE. Propia

REFERENCIAS

- Alcantarillados, I. C. (18 de mayo de 2010). *aya*. Obtenido de aya: <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Estimaci%C3%B3n%20de%20consumo%20de%20agua%20potable%20en%20una%20casa.pdf>
- ARESEP. (2017). *ARESEP Autoridad Reguladora de los Servicios Publicos* . Obtenido de ARESEP Autoridad Reguladora de los Servicios Publicos : <https://aresep.go.cr>
- Balfour, J., & Michael Shaw. (2011). *Advanced Photovoltaic System Design*. (J. a. Publishers, Ed.) Recuperado el 22 de Agosto de 2018, de Advanced Photovoltaic System Design: http://www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/es09/Chapter_9_ES.pdf
- Carmona Rizo, T., Madrigal Lopez, R., & Mora Rojas, J. (2018). *Universidad de Costa Rica*. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2017/07/04/agua-de-lluvia-es-aprovechada-por-estudiantes-del-programa-de-residencias-estudiantiles.html>
- ECAG. (2009). Captación de agua de lluvia, usos y sistemas para aprovechar este recurso. *ECAG informa*. Recuperado el 2018 de Junio de 24, de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr>
- Garciglia, R. S. (s.f.). Paneles Solares generadores de energía eléctrica. *Saber Más*. Recuperado el 12 de Junio de 2018, de <https://saberamas.umich.mx>
- Lara, J. F. (23 de Febrero de 2016). ARESEP aprueba reglas para la generacion electrica en casas y empresas. *La Nación*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <https://www.nacion.com>

Mateos, S. M. (16 de Mayo de 2017). *Economía Finanzas*. Recuperado el 23 de Junio de 2018, de Economía Finanzas: <https://www.economiafinanzas.com/>

Morales, A. Á. (2013). *Tesis ecotecnia para la captacion y reciclaje de aguas pluviales*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de Tesis ecotecnia para la captacion y reciclaje de aguas pluviales: <http://132.248.9.195/ptd2014/enero/0707391/0707391.pdf>

Navarro Berrozpe, J., Mariñosa Rodriguez, R., Escosa Gonzales , J., & German Bes, L. (Febrero de 2015). *Guia tecnica para la utilizacion de la energia solar fotovoltaica en instalaciones de abastecimiento de agua potable*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de Guia tecnica para la utilizacion de la energia solar fotovoltaica en instalaciones de abastecimiento de agua potable: https://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Organismos/InstitutoAragonesAgua/Documentos/Areas_Tematicas/02_Abastecimiento_Agua_Potable/FotovoltaicaIAA.pdf

NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2008. (s.f.).

Ramírez, Y. (s.f.). *Construir, America Central y el Caribe*. (Construir, Editor) Recuperado el 14 de Junio de 2018, de Construir, America Central y el Caribe: <https://revistaconstruir.com/cuales-son-los-beneficios-de-los-paneles-solares/>

Ruíz, S. F. (2014). *Tesis de sistema de captacion de aguas pluviales adaptable a casa de habitacion*. Obtenido de Tesis de sistema de captacion de aguas pluviales adaptable a casa de habitacion: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/12492.pdf

Sanabria, N. A. (2010). *Sistema de bibliotecas, Documentacion e Información*. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de Sistema de bibliotecas, Documentacion e Información: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/1744>

Sitiosolar.com portal de energías renovables. (2013). Recuperado el 14 de Junio de 2018, de Sitiosolar.com portal de energías renovables: <http://www.sitiosolar.com>

Sunfields. (s.f.). *Solar panels and inverter supplier*. Obtenido de Solar panels and inverter supplier: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-radiacion-geometria-recorrido-optico-irradiancia-y-hsp/>

Sunfields. (s.f.). *Solar panels and inverter supplier* . Obtenido de Solar panels and inverter supplier : <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-radiacion-geometria-recorrido-optico-irradiancia-y-hsp/>

Torres, J. C. (22 de Junio de 2010). *Tesis para el Instituto Tecnológico de Costa Rica, grado licenciatura*. Recuperado el 15 de Junio de 2018, de Tesis para el Instituto Tecnológico de Costa Rica, grado licenciatura: <https://repositoriotec.tec.ac.cr>

Venegas, H. F. (s.f.). *Ministerio de Hacienda*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de Ministerio de Hacienda.

Viloria, J. R. (2010). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Paraninfo.

Viloria, J. R. (2013). *Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas*. Paraninfo. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <https://books.google.co.cr>

Vitae. (22 de Marzo de 2017). Recuperado el 14 de Junio de 2018, de Vitae: <https://www.enpazconelsol.com>

Weiss, J. (2007). *Photovoltaics Design and Installation Manual* . Obtenido de Photovoltaics

Design and Installation Manual :

http://www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/es09/Chapter_9_ES.pdf

APÉNDICE

Apéndice A. Ficha técnica del panel de 400W

LG LG400N2W-A5 NeON 2 400W 72 células Mono SLV / WHT Panel Solar



CS parte #: cs-302219
Mfr. Parte #: LG400N2W-A5
Fabricante: [LG Solar](#)
Categoría: [Paneles solares](#)

Min Qty: 4
Tamaño del paquete: 1
Precio unitario: \$ 421.97
Precio Ext.: \$ 1,687.88
\$/ W: \$ 1.055

CANTIDAD: 4 +

[Añadir a pedido](#)

[Enviar pedido](#)

[Obtener cotización de envío](#)

[Solicite ahora los precios del distribuidor](#)

descripción

Panel solar mono de LG NeON 2 400W 72 Cell

Nota: Disponible exclusivamente para proyectos comerciales

El nuevo módulo de LG, LG NeON 2, adopta la tecnología Cello. La tecnología de cello reemplaza a 3 barras colectoras con 12 cables finos para mejorar la potencia y la confiabilidad. LG NeON® 2 demuestra los esfuerzos de LG por aumentar los valores de los clientes más allá de la eficiencia. Cuenta con garantía mejorada, durabilidad, rendimiento en entornos reales y diseño estético adecuado para techos.

La degradación anual del NeON 2 ha caído de -0.6 / año a -0.55% / año. Incluso después de 25 años, la celda garantiza un 1,2% más de salida que los módulos LG NeON 2 anteriores. En comparación con los modelos anteriores, el LG NeON 2 ha sido diseñado para mejorar significativamente su eficiencia de salida, lo que lo hace eficiente incluso en espacios limitados. LG NeON 2 ha sido diseñado teniendo en cuenta la estética; Cables más delgados que aparecen todos negros a distancia. El producto puede ayudar a aumentar el valor de una propiedad con su diseño moderno. Con su nuevo diseño de marco reforzado, LG ha extendido la garantía del LG NeON 2 por 2 años adicionales. Además, LG NeON 2 puede soportar una carga frontal de hasta 5400 Pa, y una carga trasera de hasta 4300 Pa. LG NeON 2 ahora se desempeña mejor en días soleados gracias a su coeficiente de temperatura mejorado. La parte trasera de la celda utilizada en LG NeON 2 contribuirá a la generación, al igual que la parte delantera; El haz de luz reflejado desde la parte posterior del módulo se reabsorbe para generar una gran cantidad de energía adicional.

datos y componentes mecánicos

Módulo de Tecnología: Mono

Dimensiones: 79.69 × 40.31 × 1.57 in

Peso: 47.84 libras

Celdas Por Módulo: 72

Material del marco del módulo: Aluminio claro

Módulo de grosor del marco: 40mm

Material de la lámina posterior del módulo: Blanco

Conector de módulo: MC4

Cables de salida del módulo: Cable fotovoltaico

características eléctricas

Módulo Watts STC: 400 vatios

Módulo Watts PTC: 368.40 vatios

Voltaje máximo de potencia (Vmpp): 40.60 voltios

Corriente de potencia máxima (Impp): 9.86 amperios

Voltaje de circuito abierto (Voc): 49.30 voltios

Corriente de cortocircuito (Isc): 10.47 amperios

Voltaje máximo del sistema: 1500.00 voltios

Clasificación del fusible de la serie: 20 amperios

Eficiencia del módulo: 19.30%

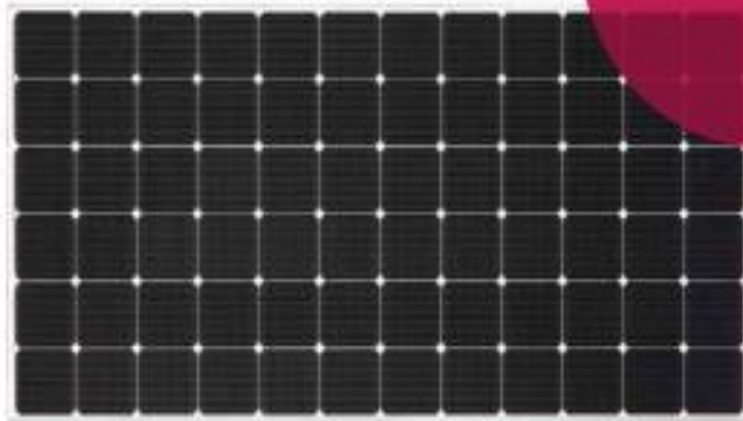
Coefficiente de temperatura (Pmpp): -0.3600%

Coefficiente de temperatura (Voc): -0.2600%

Clasificación de Fuego (Tipo): 1



Innovation for
a Better Life



LG NeON² 72cell

LG400N2W-A5

72 cell

LG's new module, LG NeON², adopts Cello technology. Cello technology replaces 3 busbars with 12 thin wires to enhance power output and reliability. LG NeON² demonstrates LG's efforts to increase customer's value beyond efficiency. It features enhanced warranty, durability, performance under real environment, and aesthetic design suitable for roofs.



Enhanced Performance Warranty

LG NeON² has an enhanced performance warranty. The annual degradation has fallen from -0.6%/yr to -0.55%/yr. Even after 25 years, the cell guarantees 1.2% more output than the previous LG NeON² modules.



High Power Output

Compared with previous models, the LG NeON² has been designed to significantly enhance its output efficiency, thereby making it efficient even in limited space.



Aesthetic Roof

LG NeON² has been designed with aesthetics in mind, thinner wires that appear all black at a distance. The product may help increase the value of a property with its modern design.



Outstanding Durability

With its newly reinforced frame design, LG has extended the warranty of the LG NeON² for an additional 2 years. Additionally, LG NeON² can endure a front load up to 5400 Pa, and a rear load up to 4300 Pa.



Better Performance on a Sunny Day

LG NeON² now performs better on sunny days thanks to its improved temperature coefficient.

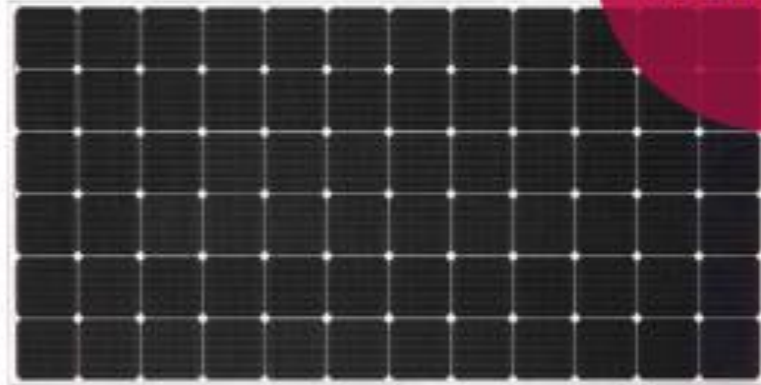


Double-Sided Cell Structure

The rear of the cell used in LG NeON² will contribute to generation, just like the front; the light beam reflected from the rear of the module is reabsorbed to generate a great amount of additional power.



Innovation for
a Better Life



LG NeON² 72cell

LG-R00N2W-A5

72 cell

LG's new module, LG NeON², adopts CellO technology. CellO technology replaces 3 busbars with 12 thin wires to enhance power output and reliability. LG NeON² demonstrates LG's efforts to increase customer's value beyond efficiency. It features enhanced warranty, durability, performance under real environment, and aesthetic design suitable for roofs.



Enhanced Performance Warranty

LG NeON² has an enhanced performance warranty. The annual degradation has fallen from -0.6%/yr to -0.55%/yr. Even after 25 years, the cell guarantees 1.25% more output than the previous LG NeON² modules.



High Power Output

Compared with previous models, the LG NeON² has been designed to significantly enhance its output efficiency, thereby making it efficient even in limited space.



Aesthetic Roof

LG NeON² has been designed with aesthetics in mind, thinner wires that appear all black at a distance. The product may help increase the value of a property with its modern design.



Outstanding Durability

With its newly reinforced frame design, LG has extended the warranty of the LG NeON² for an additional 2 years. Additionally, LG NeON² can endure a front load up to 5400 Pa, and a rear load up to 4300 Pa.



Better Performance on a Sunny Day

LG NeON² now performs better on sunny days thanks to its improved temperature coefficient.



Double-Sided Cell Structure

The rear of the cell used in LG NeON² will contribute to generation, just like the front; the light beam reflected from the rear of the module is reabsorbed to generate a great amount of additional power.

About LG Electronics

LG Electronics is a global player who has been committed to expanding its operations with the solar market. The company first embarked on a solar energy storage research program in 1985, supported by LG Group's vast experience in the semi-conductor, LCD, chemistry, and materials industries. In 2010, LG Solar successfully released its first Mono SP² series to the market, which is now available in 32 countries. The LG NeON² (previously known as Mono SP² NeON) and the LG NeON² won the "Innovator Award" in 2014 and 2015, which demonstrates LG Solar's lead, innovation and commitment to the industry.

Apéndice B. Ficha técnica de los soportes

IronRidge XR-1000-168A riel anodizado, 14 ', transparente, cantidad 1



CS parte #: cs-136196
Mfr. Parte #: XR-1000-168A
Fabricante: [IronRidge](#)
Categoría: [Estertería y montaje](#)

Min Qty: 1
Tamaño del paquete: 1
Precio unitario: \$ 84.67
Precio Ext.: \$ 84.67

CANTIDAD: 1 +

Añadir a pedido

Enviar pedido

Obtener cotización de envío

Solicite ahora los precios del distribuidor

descripción

IronRidge XR-1000-168A transparente anodizado 14 'Rail 1pc

La familia de rieles XR ofrece la resistencia de un riel curvo en tres tamaños específicos. Cada tamaño soporta cargas de diseño específicas, mientras minimiza los costos de material. Dependiendo de su ubicación, hay un carril XR para que coincida.

XR1000 es un peso pesado entre los rieles de montaje solar. Está diseñado para manejar climas extremos y abarca 12 pies o más para aplicaciones comerciales.

XR100 es el riel de montaje residencial definitivo. Es compatible con una amplia gama de condiciones de viento y nieve, al tiempo que maximiza la amplitud.

XR10 es un riel de montaje elegante y de bajo perfil, perfectamente adaptado a regiones sin nieve. Logra 6 vanos de un pie, al mismo tiempo que se mantiene ligero y económico.

especificaciones técnicas

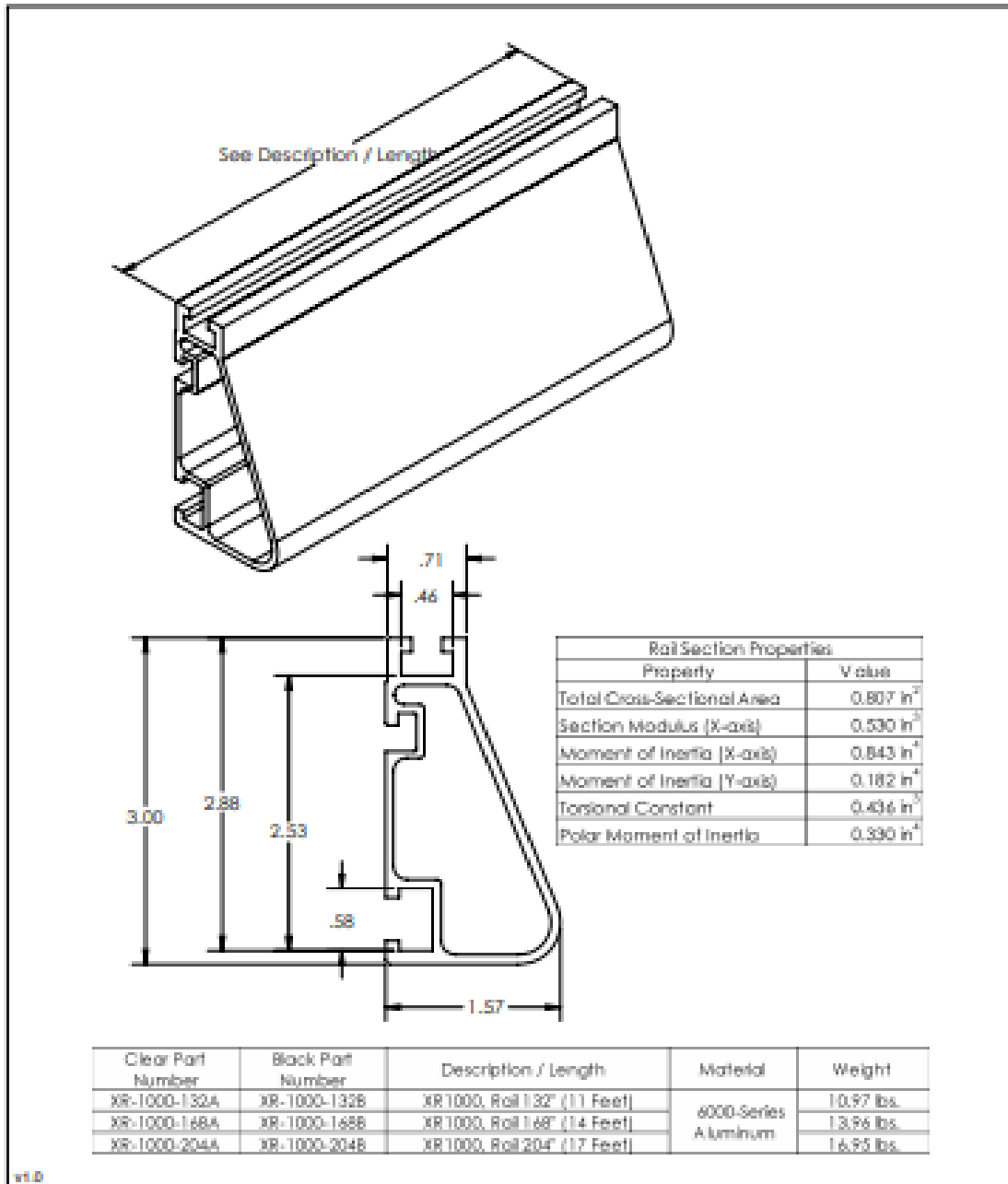
Material: Aluminio - Acabado Anodizado Claro

Tipo de producto: Carril

Solicitud: Techo inclinado - Basado en rieles



XR1000 Rail



Apéndice C. Ficha Técnica del inversor de 10 kW

SolarEdge HD Wave 10kW 240V TL Inversor SE10000H-US000NNU2



CS parte #: cs-302557
Mfr. Parte #: SE10000H-US000NNU2
Fabricante: [SolarEdge](#)
Categoría: [Inversores](#)

Min Qty: 1
Tamaño del paquete: 1
Precio unitario: \$ 2,476.31
Precio Ext.: \$ 2,476.31
\$/ W: \$ 0.248

CANTIDAD: 1 | +

[Añadir a pedido](#)

[Enviar pedido](#)

[Obtener cotización de envío](#)

[Solicite ahora los precios del distribuidor](#)

solaredge

descripción

SolarEdge HD Wave 10kW 240V TL Inversor SE10000H-US000NNU2

Instalación optimizada con tecnología HD-Wave

- Específicamente diseñado para trabajar con optimizadores de potencia.
- Eficiencia récord
- Inversor de voltaje fijo para cuerdas más largas.
- Protección de fallas de arco integrada y apagado rápido para NEC 2014 y 2017, según los artículos 690.11 y 690.12
- Certificación UL1741 SA, para el cumplimiento de la norma CPUC Rule 21
- Extremadamente pequeño
- Alta fiabilidad sin condensadores electrolíticos.
- Monitoreo incorporado a nivel de módulo
- Instalación exterior e interior
- Opcional: datos de grado de ingresos, ANSI C12.20 Clase 0.5 (0.5% de precisión)

información general

Categoría: Cuadrícula monofásica atada

Tipo: Inversor de cadena

Topología: Sin transformador

especificaciones eléctricas

Máxima eficiencia: 99.20%

Eficiencia CEC: 99.00%

Voltaje máximo de entrada de CC: 480.00 voltios

Corriente máxima de entrada de CC: 27.00 amperios

Tensiones de CA: 240 voltios

Frecuencias AC: 60 Hz

Salida continua de potencia de CA: 10000 vatios

Voltaje de funcionamiento mínimo: 264.00 voltios

Voltaje de funcionamiento máximo: 211.00 voltios

datos y componentes mecánicos

Calificaciones del recinto: NEMA 3R

Dimensiones: 5.59 × 14.57 × 11.02 in

Peso: 38.8 libras



Single Phase Inverters for North America

SE3000H-US / SE3800H-US / SE5000H-US /
SE6000H-US / SE7600H-US / SE10000H-US

INVERTERS



Optimized installation with HD-Wave technology

- Specifically designed to work with power optimizers
- Record-breaking efficiency
- Fixed voltage inverter for longer strings
- Integrated arc fault protection and rapid shutdown for NEC 2014 and 2017, per article 690.11 and 690.12
- UL1741 SA certified, for CPUC Rule 21 grid compliance
- Extremely small
- High reliability without any electrolytic capacitors
- Built-in module-level monitoring
- Outdoor and indoor installation
- Optional: Revenue grade data, ANSI C12.20 Class 0.5 (0.5% accuracy)



USA: CANADA: GERMANY: UK: ITALY: INDIA: CHINA: AUSTRALIA: JAPAN: SOUTH AFRICA: BRAZIL: FRANCE: BELGIUM: TURKEY: POLAND: RUSSIA: SOUTH AFRICA: HONG KONG: SINGAPORE: MALAYSIA: THAILAND: VIETNAM: PHILIPPINES: CHINA: REPUBLIC

www.solaredge.us



Single Phase Inverters for North America

SE3000H-US / SE3800H-US / SE5000H-US /
SE6000H-US / SE7600H-US / SE10000H-US

	SE3000H-US	SE3800H-US	SE5000H-US	SE6000H-US	SE7600H-US	SE10000H-US	
OUTPUT							
Rated AC Power Output	3000	3800	5000	6000	7600	10000	VA
Max. AC Power Output	3000	3800	5000	6000	7600	10000	VA
AC Output Voltage Min.-Nom.-Max. (211 - 240 - 264)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Vac
AC Frequency (Nominal)	59.3 - 60 - 60.5 ¹⁾						Hz
Maximum Continuous Output Current@240V	12.5	16	21	25	32	42	A
GFI Threshold	1						A
Utility Monitoring, Islanding Protection, Country Configurable Thresholds	Yes						
INPUT							
Maximum DC Power	4650	5900	7750	9300	11800	15500	W
Transformer-less, Ungrounded	Yes						
Maximum Input Voltage	480						Vdc
Nominal DC Input Voltage	380						Vdc
Maximum Input Current@240V	8.5	10.5	13.5	16.5	20	27	Adc
Max. Input Short Circuit Current	45						Adc
Reverse-Polarity Protection	Yes						
Ground-Fault Isolation Detection	600k Ω Sensitivity						
Maximum Inverter Efficiency	99.2						%
CDC Weighted Efficiency	99						%
Nighttime Power Consumption	< 2.5						W
ADDITIONAL FEATURES							
Supported Communication Interfaces	RS485, Ethernet, ZigBee (optional), Cellular (optional)						
Revenue Grade Data, ANSI C12.20	Optional ²⁾						
Rapid Shutdown - NEC 2014 and 2017 690.12	Automatic Rapid Shutdown upon AC Grid Disconnect						
STANDARD COMPLIANCE							
Safety	UL1741, UL1741 SA, UL1699B, CSA C22.2, Canadian AFCI according to T.I.L. M-07						
Grid Connection Standards	IEEE1547, Rule 21, Rule 14 (10)						
Emissions	FCC Part 15 Class B						
INSTALLATION SPECIFICATIONS							
AC Output Conduit Size / AWG Range	3/4" minimum / 20-4 AWG						
DC Input Conduit Size / # of Strings / AWG Range	3/4" minimum / 1-2 strings / 14-6 AWG					3/4" minimum / 1-3 strings / 14-6 AWG	
Dimensions with Safety Switch (HxWxD)	17.7 x 14.6 x 6.8 / 450 x 370 x 174					7.3 / 540 x 370 x 185	in / mm
Weight with Safety Switch	22 / 10	25.1 / 11.4	26.2 / 11.9	26.2 / 11.9	38.8 / 17.6		lb / kg
Noise	< 25			< 50			dBA
Cooling	Natural Convection			Natural convection			
Operating Temperature Range	-13 to +140 / -25 to +60 ³⁾ / -40 ⁴⁾ °C						
Protection Rating	NEMA 3R (Inverter with Safety Switch)						

¹⁾ For other regional settings, please contact SolarEdge support.

²⁾ Revenue grade inverter P/N: SE3000H-US000N02

³⁾ For power derating information refer to: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/temperature-derating-note-na.pdf>

⁴⁾ -40 version P/N: SE3000H-US000N02



© SolarEdge Technologies, Inc. All rights reserved. SOLAREDGE, the SolarEdge logo, OPTIMIZED BY SOLAREDGE are trademarks or registered trademarks of SolarEdge Technologies, Inc. All other trademarks mentioned herein are trademarks of their respective owners. Date: 03/2020, V00, 1793 NMM. Subject to change without notice.

Apéndice D. Ficha técnica del inversor de 11.4kW

SolarEdge 11.4kW 240VAC TL Inverter SE11400A-US-U



solaredge

CS parte #: cs-109323
Mfr. Parte #: SE11400A-US-U
Fabricante: SolarEdge
Categoría: Inversores
Min Qty: 1
Tamaño del paquete: 1
Precio unitario: \$ 2,051.46
Precio Ext.: \$ 2,051.46
\$/ W: \$ 0.180

CANTIDAD:

1

+

Añadir a pedido

Enviar pedido

Obtener cotización de envío

Solicite ahora los precios del distribuidor

descripción

SolarEdge 11.4kW TL 240 VAC Inversor sin transformador con AFCI SE11400A-US-U

La versión SolarEdge -U se envía con la desconexión de CA / CC integrada. La versión no U se envía con la desconexión que se instala por separado. Esta unidad cumple con NEC 2014 Rapid Shutdown.

La mejor opción para los sistemas habilitados para SolarEdge

- Protección integrada contra fallas de arco (Tipo 1) para cumplimiento con NEC 2011 690.11 (números de pieza que terminan en -U)
- Eficiencia superior (97.5% @ 240 Vac, CEC)
- Pequeño, ligero y fácil de instalar en el soporte provisto
- Monitoreo incorporado a nivel de módulo
- Conexión a internet a través de Ethernet o inalámbrica.
- Instalación exterior e interior
- Inversor de voltaje fijo, solo conversión CC / CA
- Interruptor de seguridad AC / DC preensamblado para una instalación más rápida

información general

Categoría: Cuadrícula monofásica atada

Tipo: Inversor de cadena

Topología: Sin transformador

especificaciones eléctricas

Máxima eficiencia: 98.00%

Eficiencia CEC: 97.50%

Entrada PV recomendada (STC): 14400 vatios

Voltaje máximo de entrada de CC: 500.00 voltios

Corriente máxima de entrada de CC: 35.00 amperios

Tensiones de CA: 240 voltios

Frecuencias AC: 60 Hz

Salida continua de potencia de CA: 11400 vatios

Canales de entrada positivos: 2

Canales de entrada negativos: 2

Frecuencias AC: 60 Hz

Salida continua de potencia de CA: 11400 vatios

Canales de entrada positivos: 2

Canales de entrada negativos: 2

datos y componentes mecánicos

Calificaciones del recinto: NEMA 3R

Dimensiones: 12.5 × 10.5 × 30.5 in

Peso: 88.4 libras



SolarEdge Single Phase Inverters For North America

SE3000A-US / SE3800A-US / SE5000A-US / SE6000A-US /
SE7600A-US / SE10000A-US / SE11400A-US



INVERTERS

The best choice for SolarEdge enabled systems

- Specifically designed to work with power optimizers
- Superior efficiency (98%)
- Integrated arc fault protection and rapid shutdown for NEC 2014 and 2017, per article 690.11 and 690.12
- UL1741 SA certified, for CPUC Rule 21 grid compliance
- Small, lightweight and easy to install outdoors or indoors on provided bracket
- Built-in module-level monitoring
- Internet connection through Ethernet or Wireless
- Fixed voltage inverter for longer strings
- Optional – revenue grade data, ANSI C12.1

USA - CANADA - GERMANY - ITALY - FRANCE - JAPAN - CHINA - AUSTRALIA - THE NETHERLANDS - UK - ISRAEL - TURKEY - SOUTH AFRICA - BULGARIA www.solaredge.us



Single Phase Inverters for North America

SE3000A-US / SE3800A-US / SE5000A-US / SE6000A-US /
SE7600A-US / SE10000A-US / SE11400A-US

	SE3000A-US	SE3800A-US	SE5000A-US	SE6000A-US	SE7600A-US	SE10000A-US	SE11400A-US	
OUTPUT								
Nominal AC Power Output	3000	3800	5000	6000	7600	9980 @ 208V 10000 @ 240V	11400	VA
Max. AC Power Output	3300	4150	5400 @ 208V 5450 @ 240V	6000	8350	10800 @ 208V 10950 @ 240V	12000	VA
AC Output Voltage Min.-Nom.-Max. ⁽¹⁾ 183 - 208 - 229 Vac	-	-	✓	-	-	✓	-	
AC Output Voltage Min.-Nom.-Max. ⁽¹⁾ 211 - 240 - 264 Vac	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
AC Frequency Min.-Nom.-Max. ⁽¹⁾				59.3 - 60 - 60.5				Hz
Max. Continuous Output Current	12.5	16	24 @ 208V 21 @ 240V	25	32	48 @ 208V 42 @ 240V	47.5	A
GFD Threshold				1				A
Utility Monitoring, Islanding Protection, Country Configurable Thresholds				Yes				Yes
INPUT								
Maximum DC Power (STC)	4050	5100	6750	8100	10250	13500	15350	W
Transformer-less, Ungrounded				Yes				
Max. Input Voltage				500				Vdc
Nom. DC Input Voltage				325 @ 208V / 350 @ 240V				Vdc
Max. Input Current ⁽²⁾	9.5	13	16.5 @ 208V 15.5 @ 240V	18	23	33 @ 208V 30.5 @ 240V	34.5	Adc
Max. Input Short Circuit Current				45				Adc
Reverse-Polarity Protection				Yes				
Ground-Fault Isolation Detection				600k Ω Sensitivity				
Maximum Inverter Efficiency	97.7	98.2	98.3	98.3	98	98	98	%
CEC Weighted Efficiency	97.5	98	97 @ 208V 98 @ 240V	97.5	97.5	97 @ 208V 97.5 @ 240V	97.5	%
Nighttime Power Consumption				< 2.5			< 4	W
ADDITIONAL FEATURES								
Supported Communication Interfaces	RS485, RS232, Ethernet, ZigBee (optional)							
Revenue Grade Data, ANSI C12.1	Optional ⁽³⁾							
Rapid Shutdown - NEC 2014 and 2017 690.12	Automatic Rapid Shutdown upon AC Grid Disconnect ⁽⁴⁾							
STANDARD COMPLIANCE								
Safety	UL1741, UL1741 SA, UL1699B, CSA C22.2, Canadian AFCI according to T.L.L. M-07							
Grid Connection Standards	IEEE1547, Rule 21, Rule 14 (M)							
Emissions	FCC part15 class B							
INSTALLATION SPECIFICATIONS								
AC output conduit size / AWG range	3/4" minimum / 16-6 AWG					3/4" minimum / 8-3 AWG		
DC input conduit size / # of strings / AWG range	3/4" minimum / 1-2 strings / 16-6 AWG					3/4" minimum / 1-3 strings / 14-6 AWG		
Dimensions with Safety Switch (HxWxD)	30.5 x 12.5 x 7.2 / 775 x 315 x 184					30.5 x 12.5 x 10.5 / 775 x 315 x 260		
Weight with Safety Switch	51.2 / 23.2					54.7 / 24.7		
Cooling	Natural Convection					Natural convection and internal fan (user replaceable)		Fans (user replaceable)
Noise	< 25					< 50		
Min.-Max. Operating Temperature Range	-13 to +140 / -25 to +60 (-40 to +60 version available ⁽⁵⁾)							
Protection Rating	NEMA 3R							

⁽¹⁾ For other regional settings please contact SolarEdge support.

⁽²⁾ A higher current source may be used; the inverter will limit its input current to the values stated.

⁽³⁾ Revenue grade inverter P/N: SExxxx-UGSDN/R2 (for 7600W inverter) SE7600A-UGSDN/R2.

⁽⁴⁾ -40 version P/N: SExxxx-UGSDN/R2L4 (for 7600W inverter) SE7600A-UGSDN/R2L4.

⁽⁵⁾ P/Ns SExxxx-UGSDNxx have Manual Rapid Shutdown for NEC 2014 compliance (NEC 2017 compliance with outdoor installation).



© SolarEdge Technologies, Inc. All rights reserved. SOLAREDGE, the SolarEdge logo, OPTIMIZED BY SOLAREDGE are trademarks or registered trademarks of SolarEdge Technologies, Inc. All other trademarks mentioned herein are trademarks of their respective owners. Date: 07/2017, V.00. Subject to change without notice.

Apéndice E. Ficha técnica del panel de 325W

JA Solar JAP72S01-325 / SC 325W Poly SLV / WHT Panel Solar 1500V



JASOLAR

CS parte #: cs-302039
Mfr. Parte #: JAP72S01-325 / SC
Fabricante: JA Solar
Categoría: Paneles solares

Min Qty: 27
Tamaño del paquete: 27
Precio unitario: \$ 182.00
Precio Ext.: \$ 4,914.00
\$/ W: \$ 0.560

CANTIDAD: 27 +

Añadir a pedido

Enviar pedido

Obtener cotización de envío

Solicite ahora los precios del distribuidor

datos y componentes mecánicos

Módulo de Tecnología: escuela politécnica

Dimensiones: 77.17 × 39.02 × 1.57 in

Peso: 50 libras

Celdas Por Módulo: 72

Material del marco del módulo: Aluminio claro

Módulo de grosor del marco: 40mm

Material de la lámina posterior del módulo: Blanco

Conector de módulo: Amfenol

Cables de salida del módulo: Cable fotovoltaico

características eléctricas

Módulo Watts STC: 325 vatios

Voltaje máximo de potencia (V_{mpp}): 37.39 voltios

Corriente de potencia máxima (I_{mpp}): 8.69 amperios

Voltaje de circuito abierto (V_{oc}): 46.38 voltios

Corriente de cortocircuito (I_{sc}): 9.17 amperios

Voltaje máximo del sistema: 1500.00 voltios

Clasificación del fusible de la serie: 20 amperios

Eficiencia del módulo: 16.73%

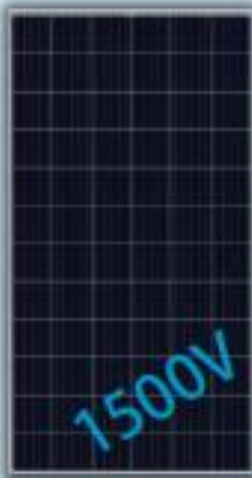
Coefficiente de temperatura (P_{mpp}): -0.4100%

Coefficiente de temperatura (V_{oc}): -0.3300%

Clasificación de Fuego (Tipo): 1

JAP72S01

310-330 1500V Cypress Series
MULTICRYSTALLINE SILICON SOLAR MODULE



JA Solar Holdings Co., Ltd.

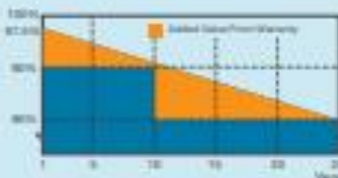
JA Solar Holdings Co., Ltd. is a world leading manufacturer of high-performance solar power products that convert sunlight into electricity for residential, commercial and utility-scale power generation. The company was founded in May 2005 and publicly listed on NASDAQ in February 2007. JA Solar has been the world's leading cell producer since 2010, and has firmly established itself as a tier 1 module supplier since 2012. Capitalizing on our strength in solar cell technology, we are committed to provide modules with unparalleled conversion efficiency, yield efficiency, and reliability to enable you to maximize your returns on PV projects. With its leading industry experience, continuous effort on R&D, customer-oriented service and solid financial status, JA Solar is your best choice of long-term trustworthy partner.

Address: Building No.8, Nuode Center, Automobile Museum East Road, Fengtai District, Beijing, China

Tel: +86 (10) 63611888
Fax: +86 (10) 63611999
Email: sales@jasolar.com market@jasolar.com

Superior Warranty

- 10-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



www.jasolar.com

Key Features



SBB design reduces cell series resistance and stress between cell interconnections to improve module reliability and conversion efficiency.



High output, up to 16.99% module conversion efficiency



Certified with 1500V DC IEC standard
50% more strings and fewer components enable lower BOS costs



Anti-soiling surface reduces power loss from dirt and dust



Outstanding performance in low-light irradiance environments



Excellent mechanical load resistance; Certified to withstand high wind load and heavy snow load



Strong salt and ammonia resistance certified by TÜV NORD

Reliable Quality

- Positive power tolerance: 0-+5W
- Modules binned by current to improve system performance
- Potential Induced Degradation (PID) Resistant in accordance to IEC 62804

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL1703, CEC Listed, MCS and CE
- ISO 9001: 2008: Quality management systems
- ISO 14001: 2004: Environmental management systems
- BS OHSAS 18001: 2007: Occupational health and safety management systems
- Environmental policy: The first solar company in China to complete Intertek's carbon footprint evaluation program and receive green leaf mark verification for our products



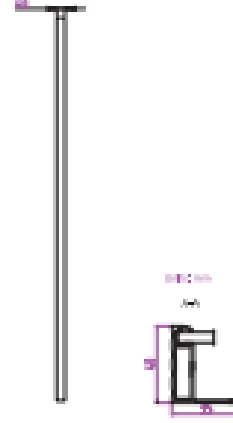
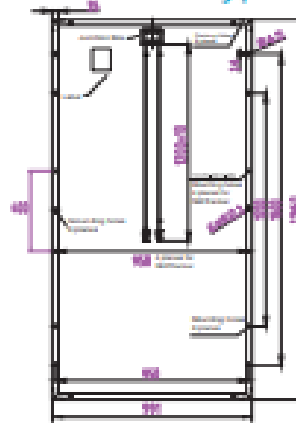
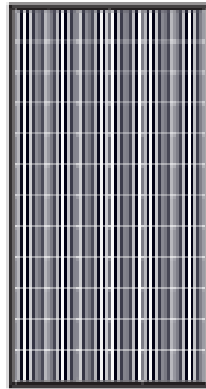
Specifications subject to technical changes and tests. JA Solar reserves the right of final interpretation.

JAP72S01 310-330/SC

1500V Cypress Series

JA SOLAR

MECHANICAL DIAGRAM



■ customized cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Poly 156.75x156.75mm
Weight	25.5kg±3%
Glass	3.2mm
Dimensions	1665±0.61x40mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (12AWG)
No. of Cells	72 (6x12)
Junction Box	IP67, 3 diodes
Connector	Amphenol UTK
Packaging Configuration	27 Per Pallet

OPERATING CONDITIONS

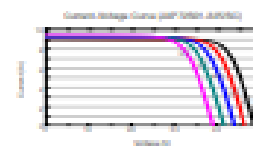
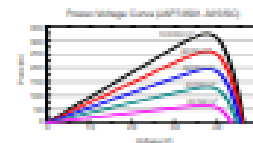
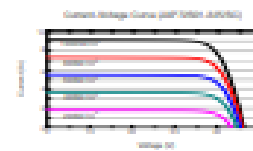
Maximum System Voltage	1500V DC (UL)
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(12 lbf/ft ²)
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(5 lbf/ft ²)
NOCT	45±3°C
Fire Performance	Type 1
Application Class	Class A

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAP72S01 -310/SC	JAP72S01 -315/SC	JAP72S01 -320/SC	JAP72S01 -325/SC	JAP72S01 -330/SC
Rated Maximum Power (P _{max}) [W]	310	315	320	325	330
Open Circuit Voltage (V _{oc}) [V]	45.54	45.85	46.12	46.38	46.60
Maximum Power Voltage (V _{mp}) [V]	36.89	37.09	37.26	37.39	37.65
Short Circuit Current (I _{sc}) [A]	8.93	9.01	9.09	9.17	9.28
Maximum Power Current (I _{mp}) [A]	8.40	8.49	8.58	8.69	8.77
Module Efficiency [%]	15.99	16.22	16.47	16.72	16.99
Power Tolerance	-0 ~ +5W				
Temperature Coefficient of I _{sc} (I _{sc})	+0.056%/°C				
Temperature Coefficient of V _{oc} (V _{oc})	-0.330%/°C				
Temperature Coefficient of P _{max} (P _{mp})	-0.410%/°C				

STC: Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM 1.5G

CHARACTERISTICS



ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAP72S01 -310/SC	JAP72S01 -315/SC	JAP72S01 -320/SC	JAP72S01 -325/SC	JAP72S01 -330/SC
Max Power (P _{max}) [W]	229	233	237	241	244
Open Circuit Voltage (V _{oc}) [V]	43.63	43.84	43.94	43.94	43.81
Max Power Voltage (V _{mp}) [V]	34.32	34.45	34.64	34.82	35.03
Short Circuit Current (I _{sc}) [A]	7.19	7.23	7.29	7.35	7.40
Max Power Current (I _{mp}) [A]	6.68	6.77	6.84	6.91	6.97

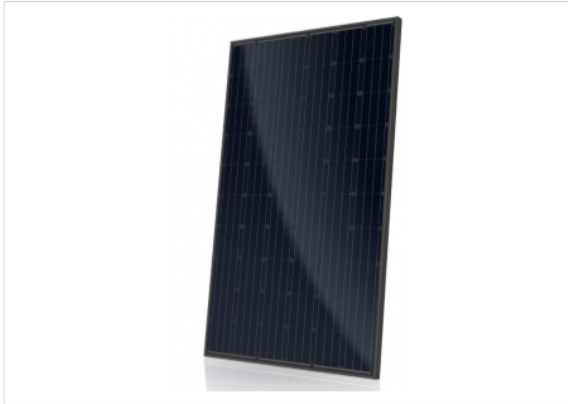
NOCT: Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM 1.5G

Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types. The New England installations static loading performances: front load measures 2400Pa while back load measures 1800Pa.

Global_EN_20170715A

Apéndice F. Ficha técnica del panel de 300W

Panel solar solar canadiense de 300 vatios y 60 vatios 1000 v / 1500 v BLK / BLK, CS6K-300MS



CS parte #: cs-302880
Mfr. Parte #: CS6K-300MS
Fabricante: Solar canadiense
Categoría: Paneles solares

Min Qty: 4
Tamaño del paquete: 1
Precio unitario: \$ 196.69
Precio Ext.: \$ 786.76
\$/ W: \$ 0.656

CANTIDAD: 4 +

Añadir a pedido

Enviar pedido

Obtener cotización de envío

Solicite ahora los precios del distribuidor

descripción

Canadian Solar 300W 60 Cell Mono 1000V / 1500V BLK / BLK Solar Panel, CS6K-300MS

Los robustos paneles All-Black de Canadian Solar con 60 celdas solares están específicamente diseñados para consumidores en el mercado residencial. Los paneles tienen un alto rendimiento energético del sistema a baja irradiancia y bajo NOCT. Los marcos mejorados aseguran la robustez de nuestros paneles para una carga de hasta 5400 Pa.

características:

- 9% más de potencia que los módulos convencionales.
- Excelente rendimiento con una baja irradiancia de hasta: 97.5%
- Mejora la producción de energía debido a los bajos coeficientes de temperatura.
- Caja de conexiones IP68 para resistencia a la intemperie a largo plazo
- Carga de nieve pesada hasta 6000 Pa, carga de viento hasta 4000 Pa

datos y componentes mecánicos

Módulo de Tecnología: Mono

Dimensiones: 65 x 39.1 x 1.38 en

Peso: 40.1 libras

Celdas Por Módulo: 60

Material del marco del módulo: Anodizado negro

Módulo de grosor del marco: 35mm

Material de la lámina posterior del módulo: Negro

Conector de módulo: T4

Cables de salida del módulo: Otro

características eléctricas

Módulo Watts STC: 300 vatios

Módulo Watts PTC: 222.00 vatios

Voltaje máximo de potencia (V_{mpp}): 32.50 voltios

Corriente de potencia máxima (I_{mpp}): 9.24 amperios

Voltaje de circuito abierto (V_{oc}): 39.70 voltios

Corriente de cortocircuito (I_{sc}): 9.83 amperios

Voltaje máximo del sistema: 1500.00 voltios

Clasificación del fusible de la serie: 15 amperios

Eficiencia del módulo: 18.33%

Coefficiente de temperatura (P_{mpp}): -0.3900%

Coefficiente de temperatura (V_{oc}): -0.2900%

Clasificación de Fuego (Tipo): 1



ALL-BLACK CS6K-290 | 295 | 300 MS

Canadian Solar's All-Black CS6K-MS modules enhance the aesthetics of our 5 bus bar mono modules while providing a higher energy output. All-Black CS6K-MS modules are equipped with Mono-PERC cells, a dark colored backsheet and a black frame.

KEY FEATURES

-  9 % more power than conventional modules
-  Excellent performance at low irradiance of up to: 97.5 %
-  Improved energy production due to low temperature coefficients
-  IP68 junction box for long-term weather endurance
-  Heavy snow load up to 6000 Pa, wind load up to 4000 Pa *

25
years
linear power output warranty

10
years
product warranty on materials and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE

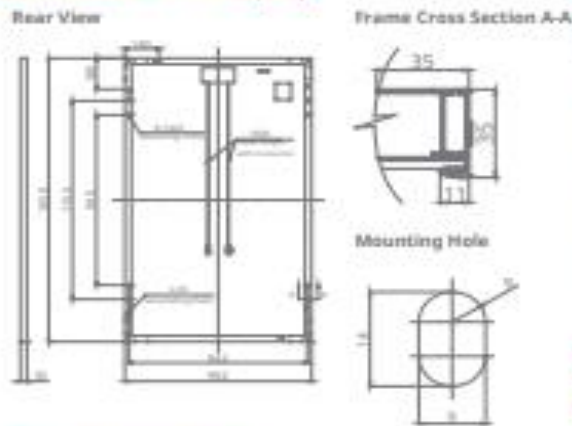


* If you need specific product certificates, and if module installations are to deviate from our guidance specified in our installation manual, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

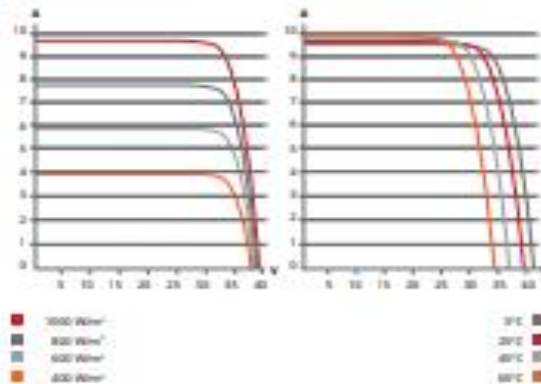
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 25 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. is one of the most bankable solar companies worldwide.

*For detail information, please refer to Installation Manual

ENGINEERING DRAWING (mm)



ALL-BLACK CS6K-295MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

All-Black CS6K	290MS	295MS	300MS
Nominal Max. Power (P _{max})	290 W	295 W	300 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	32.1 V	32.3 V	32.5 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	9.05 A	9.14 A	9.24 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	39.3 V	39.5 V	39.7 V
Short Circuit Current (I _{sc})	9.67 A	9.75 A	9.83 A
Module Efficiency	17.72 %	18.02 %	18.33 %
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1000 V (IEC/JUL) or 1500 V (IEC/JUL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	60 (6 × 10)
Dimensions	1650 × 992 × 35 mm (65.0 × 39.1 × 1.38 in)
Weight	18.2 kg (40.1 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 12 AWG (UL), 1000 mm (39.4 in)
Connectors	T4 series
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	840 pieces

ELECTRICAL DATA | NMOT*

All-Black CS6K	290MS	295MS	300MS
Nominal Max. Power (P _{max})	215 W	218 W	222 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	29.7 V	29.8 V	30.0 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	7.24 A	7.32 A	7.40 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	36.8 V	37.0 V	37.2 V
Short Circuit Current (I _{sc})	7.80 A	7.87 A	7.93 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.39 % / °C
Temperature Coefficient (V _{oc})	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	43 ± 3 °C

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Outstanding performance at low irradiance, with an average relative efficiency of 97.5 % from irradiances, between 200 W/m² and 1000 W/m² (AM 1.5, 25°C).

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

PARTNER SECTION



CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

Apéndice G. Tanque tinaco tricapa DURMAN 2500 LTS/ 646 GLN



Durman

- Fácil instalación y limpieza
- Recubrimiento antibacterial
- Capa aislante de rayos solares
- GRATIS Kit completo de accesorios
- Garantía de 35 años (bicapa) y 45 años (tricapa)-

Capacidad Litros/Galones	Características		
	Diámetro (cm / pulg)	Altura (cm / pulg)	Personas
450 / 119	84 / 33	108 / 42.5	2
750 / 198	97 / 38	131 / 51.5	4
1100 / 290	107 / 42	146 / 57.5	5
1700 / 450	136 / 53.5	155 / 61	8
2500 / 660	153 / 60	165 / 65	15
5000 / 1320	200 / 79	220 / 86.5	30
10000/2270	257/101	300/118	70

Características del Tricapa:

Capa exterior beige: Aumenta la duración del tanque, reduce la absorción de rayos UV y mantiene el agua más fresca aún.

Capa intermedia: Impide el paso de los rayos ultravioleta para evitar formaciones de microorganismos y bacterias perjudiciales para la salud.

Capa interior blanca: Aísla la temperatura ambiental excesiva, facilita la limpieza y evita la adherencia de impurezas a la pared del contenedor.

TINACO DURMAN TRICAPA

Capa exterior beige: aumenta la duración del tanque, reduce la absorción de rayos UV y mantiene el agua más fresca aún.

Capa intermedia: impide el paso de los rayos ultravioleta para evitar formaciones de microorganismos y bacterias perjudiciales para la salud.

Capa interior blanca: aísla la temperatura ambiental excesiva, facilita la limpieza y evita la adherencia de impurezas a la pared del contenedor.

Capacidad de Trabajo

2500 Litros = 649 Galones

Características

Diámetro: 154Cm

Altura: 168Cm

Código - i10008422-00

durman-i10008422-00

Chat en Vivo



Marlen Calderón Alvarado
Asesora de servicio

Marlen Calderón Alvarado 11:24
1100 litros ¢ 104 290 ivi

Marlen Calderón Alvarado 11:24
1950 litros ¢ 198 350 ivi

Marlen Calderón Alvarado 11:25
2 500 litros ¢ 217 600 ivi

Apéndice H. Bitácoras de atención

U.I.A. <small>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS</small>	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS Instructivo Modalidad Proyecto			Código DIPG-GU-04
Elaborado por: Departamento de Investigación	Aprobado por: Departamento de Investigación	Fecha de Emisión: 17/10/2017	Fecha de Aprobación: 21/11/2017	Versión 1

18

Apéndices

Apéndice A: Bitácora de atención al estudiante

Fecha: 17 / Agosto / 2018 Hora de inicio: 3:00 pm Hora de finalización: 5:00 pm

Lugar de la atención: VIA Nombre del tutor: Ing. José Romero Meneses

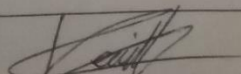
Nombre del estudiante: Kelly Monge Guzmán

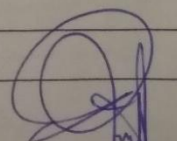
Objetivos de la sesión de trabajo


Mejorar la redacción de alcances y limitaciones

Acuerdos tomados

- Iniciar con el análisis de los recibos de luz y agua.
- Realizar la búsqueda de la radiación del lugar
- Definir las configuraciones de los paneles y los tipos de inversores


Firma del estudiante


Firma del tutor

 <small>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS</small>	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS Instructivo Modalidad Proyecto			Código DIPG-GU-04
	Elaborado por: Departamento de Investigación	Aprobado por: Departamento de Investigación	Fecha de Emisión: 17/10/2017	Fecha de Aprobación: 21/11/2017

18

Apéndices

Apéndice A: Bitácora de atención al estudiante

Fecha: 21/Septiembre/2018 Hora de inicio: 3:00pm Hora de finalización: 5:00pm

Lugar de la atención: VIA Nombre del tutor: Ing. José Romero Meneses

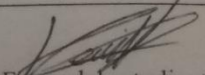
Nombre del estudiante: Keily Monge Guzmán

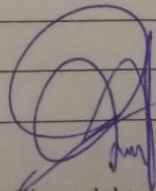
Objetivos de la sesión de trabajo


Agregar al marco referencial datos del código eléctrico nacional para conductores y protecciones.

Acuerdos tomados

- Definir los paneles que se utilizarán para los análisis y también los inversores.
- Observar fichas técnicas


Firma del estudiante


Firma del tutor

 <small>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS</small>	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS Instructivo Modalidad Proyecto			Código DIPG-GU-04
	Elaborado por: Departamento de Investigación	Aprobado por: Departamento de Investigación	Fecha de Emisión: 17/10/2017	Fecha de Aprobación: 21/11/2017

18

Apéndices

Apéndice A: Bitácora de atención al estudiante

Fecha: 12/Octubre/2018 Hora de inicio: 3:00pm Hora de finalización: 5:00pm

Lugar de la atención: VIA Nombre del tutor: Ing. José Romero Meneses

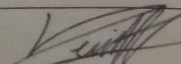
Nombre del estudiante: Keily Monge Guzmán

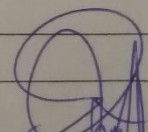
Objetivos de la sesión de trabajo


Comprobar las correcciones de los avances anteriores

Acuerdos tomados

Calcular ángulo de inclinación del techo de la Parroquia


Firma del estudiante


Firma del tutor

 <small>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS</small>	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS Instructivo Modalidad Proyecto		Código DIPG-GU-04
	Elaborado por: Departamento de Investigación	Aprobado por: Departamento de Investigación	Fecha de Emisión: 17/10/2017

18

Apéndices

Apéndice A: Bitácora de atención al estudiante

Fecha: 29 / Octubre / 2018 Hora de inicio: 3:00 pm Hora de finalización: 6:00 pm

Lugar de la atención: VIA Nombre del tutor: Ing. José Romero Meneses

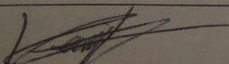
Nombre del estudiante: Keily Monge Guzmán

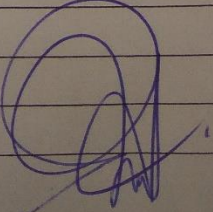
Objetivos de la sesión de trabajo

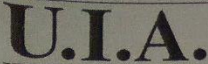
Revisar analisis de los consumos de la Parroquia

Acuerdos tomados

Agregar graficos de las tablas para una mejor comprensión por parte del lector.


Firma del estudiante


Firma del tutor

 <small>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS</small>	UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS Instructivo Modalidad Proyecto			Código DIPG-GU-04
	Elaborado por: Departamento de Investigación	Aprobado por: Departamento de Investigación	Fecha de Emisión: 17/10/2017	Fecha de Aprobación: 21/11/2017

18

Apéndices

Apéndice A: Bitácora de atención al estudiante

Fecha: 7 / Noviembre / 2018 Hora de inicio: 6:00pm Hora de finalización: 8:00pm

Lugar de la atención: VIA Nombre del tutor: Ing José Romero Meneses


Nombre del estudiante: Keily Monge Guzmán

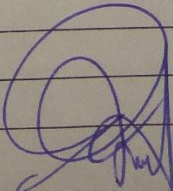
Objetivos de la sesión de trabajo

Revisar analisis financiero, conclusiones y propuesta

Acuerdos tomados

Calcular dtos adicionales para mejorar el sistema de recolección de agua


Firma del estudiante


Firma del tutor