

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO
FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL
CENTRO POBLADO SANTOS, DISTRITO
QUEROCOTILLO – CUTERVO.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor : Bach. Edwin Ivan Ramirez Sobrino.

Asesor : Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez.

JAÉN – PERÚ, JUNIO, 2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 26 de junio del año 2021, siendo las 17:00 horas, se reunieron de manera virtual los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Walter Linder Cabrera Torres

Secretario: Mg. Lenin Franchescoleth Núñez Pintado

Vocal: Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón, para evaluar la Sustentación del informe final:

() Trabajo de Investigación

(**X**) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS, DISTRITO QUEROCOTILLO – CUTERVO, presentado por el egresado: Edwin Ivan Ramirez Sobrino, de la Carrera Profesional de Ingeniería mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Mg. WALTER LINDER CABRERA TORRES
Presidente

Mg. LENIN FRANCHESCOLETH NÚÑEZ PINTADO
Secretario

Mg. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN
Vocal

ÍNDICE

ÍNDICE	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
I. INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes	2
1.1.1 Antecedentes Internacionales.....	2
1.1.2 Antecedentes Nacionales.....	2
1.2 Problema	3
1.3 Justificación.....	3
1.3.1 Técnica	3
1.3.2 Económica.....	3
1.3.3 Ambiental.....	3
1.3.4 Social.....	3
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1 Tipo de Investigación.....	5
3.2 Materiales.....	5
3.3 Metodología	6
3.4 Evaluación del recurso solar de la zona.	7
3.4.1 Ubicación del Centro Poblado.....	7
3.4.2 Ángulo de inclinación óptima	8
3.4.3 Irradiación diaria media	9
3.4.4 Carta Solar.....	11
3.5 Cálculo de la demanda de energía.....	11
3.5.1 Calificación eléctrica.....	12
3.5.2 Alumbrado de vías publicas	16
3.5.3 Cálculo de la demanda eléctrica.....	17
3.5.4 Cálculo del consumo medio diario.....	19
3.6 Dimensionamiento del sistema eléctrico fotovoltaico.....	20
3.6.1 Dimensionamiento del sistema de generación eléctrico fotovoltaico	20
3.6.1.2 Corriente del proyecto.....	20

3.6.1.3	Angulo y dirección del generador fotovoltaico	21
3.6.1.4	Cálculo del generador fotovoltaico	22
3.6.1.5	Cálculo del sistema de baterías	27
3.6.1.6	Cálculo del inversor de baterías	29
3.6.1.7	Cálculo del inversor	32
3.6.1.8	Cálculo de strings	34
3.6.1.9	Cálculo de Sección y selección de conductores	34
3.6.1.10	Sistema de protecciones.	39
3.6.2	Estructura soporte.....	40
3.6.1.11	Topología del sistema de generación.	41
3.6.1.12	Visualización en 3D del sistema de generación y cuarto de máquinas.	41
3.6.2	Dimensionamiento del sistema de distribución.....	44
3.6.2.1	Características del sistema de distribución.....	44
3.6.2.2	Distancias de seguridad.....	45
3.6.2.3	Cálculos eléctricos.....	45
3.6.2.4	Estimación de la cantidad de CO2 que se evitará en emitir al medio ambiente.....	55
3.7	Evaluación económica del proyecto.....	56
3.7.1	Presupuesto referencial	56
3.7.2	Evaluación económica.....	57
3.8	Visualización 3D del sistema de distribución	59
IV.	RESULTADOS.....	62
4.1	Recurso solar y ángulo óptimo	62
4.2	Resumen de equipos principales.	62
4.3	Generación de energía anual.	64
4.4	Flujo de efectivo acumulado.	64
4.5	Indicadores de viabilidad del proyecto.....	65
V.	DISCUSIONES	66
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
6.1	Conclusiones	68
6.2	Recomendaciones.....	69
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
	DEDICATORIA	74
	AGRADECIMIENTOS	75
	ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Coordenadas del centro poblado Santos	7
Tabla 2. Irradiación mensual de caserío Santos en PVGIS a 10°.....	10
Tabla 3. Calificación eléctrica por localidad tipo.....	12
Tabla 4. Calificación eléctrica C.P SANTOS	13
Tabla 5. Número de usuarios C.P SANTOS	15
Tabla 6. Tabla sectores de distribución típico.....	16
Tabla 7. Lámparas de alumbrado	17
Tabla 8. Demanda eléctrica total del C.P Santos	18
Tabla 9. Corriente del proyecto del C.P Santos.	21
Tabla 10. Características principales módulo FV ESPSC 370Wp.....	23
Tabla 11. Características Batería LGchem RESHU10H.....	28
Tabla 12. Parámetros para el cálculo de numero de baterías	28
Tabla 13. Voltaje de operación Batería – Inversor Batería	29
Tabla 14. Parámetros de la Carga Demandante	29
Tabla 15. Características principales de inversor de baterías SUNNY BOY STORAGE 6.0	30
Tabla 16. Parámetros Sistema de Generación.....	32
Tabla 17. Parámetros de la carga solicitada	32
Tabla 18. Parámetros principales del inversor SUNNY TRIPower CORE 1.....	33
Tabla 19. Conexiones sistema de generación.....	34
Tabla 20. Valores de coeficiente de conductividad del cobre	35
Tabla 21. Distancias mínimas del conductor a la superficie del terreno.	45
Tabla 22. Resistencia eléctrica del conductor autoportante CAAI 3x16 + 1x16/25.	46
Tabla 23. Reactancia inductiva de conductor autoportante CAAI 3x16 + 1x16/25.....	46
Tabla 24: Cálculo de caída de tensión para servicio particular	48
Tabla 25: Calculo de caída de tensión de alumbrado público.	50
Tabla 26. Balance de Cargas Especiales.	54
Tabla 27. Balance Cargas Servicio Particular.	54
Tabla 28. Balance General por Fase.....	54
Tabla 29. Resumen del presupuesto referencial de la central fotovoltaica.	56
Tabla 30. Resumen del presupuesto referencial de la red de distribución.	56
Tabla 31. Resumen del presupuesto referencial del proyecto	57
Tabla 32. Precio de energía ofertada para centrales fotovoltaicas	58
Tabla 33. Resultado del diseño de generadores fotovoltaicos.....	62
Tabla 34. Resultado del diseño del inversor.....	63
Tabla 35. Resultado del diseño del inversor de baterías.	63
Tabla 36. Indicadores de viabilidad del proyecto.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso utilizado en el proyecto.	6
Figura 2. Vista satelital del C.P Santos.	7
Figura 3. Mapa ubicación C.P Santos Elaboración propia. Datos centro de información espacial del MINEDU (2017)	8
Figura 4. Vista perfil de la inclinación aproximada del panel solar	9
Figura 5. Irradiación C.P Santos	10
Figura 6. Carta solar Cilíndrica C.P Santos Fuente. University of Oregon Solar Radiation Monitoring Laboratory	11
Figura 7. Croquis catastro C.P Santos	14
Figura 8. Croquis catastro C.P Santos.....	15
Figura 9. Carta solar C.P Santos Fuente. University of Oregon Solar Radiation Monitoring Laboratory.....	22
Figura 10. Distancia mínima entre módulos fotovoltaicos.....	26
Figura 11.Topología del sistema de generación	41
Figura 12. Vista frontal exterior del cuarto de máquinas	42
Figura 13: Vista lateral interior del cuarto de máquinas	42
Figura 14. Vista lateral izquierda interior del cuarto de máquinas.....	43
Figura 15. Vista isométrica inferior del interior del cuarto de máquinas	43
Figura 16. Vista lateral de los paneles solares	44
Figura 17. Diagrama de cargas del sub sistema de distribución.....	52
Figura 18.Diagrama unifilar de cargas de alumbrado público..	53
Figura 19. Tablero de control de baja tensión.	60
Figura 20. Vista aérea n°1 del sistema de distribución en baja tensión. Fuente. Elaboración propia	60
Figura 21. Vista aérea n°2 del sistema de distribución en baja tensión.....	61
Figura 22. Vista aérea n°3 del sistema de distribución en baja tensión.....	61
Figura 23. Generación de energía anual.....	64
Figura 24. Gráfica flujo acumulado.	65

RESUMEN

En el presente informe de tesis se realiza el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para el centro poblado Santos, ubicado en el departamento de Cajamarca, provincia de Cutervo, distrito de Querocotillo. Inicialmente se consultó en diversas fuentes; PVGIS, NASA y Metereonorm, obteniendo la mínima irradiación mensual de $3,68 \text{ kWh/m}^2$. Posteriormente se determinó el ángulo óptimo de operación de los paneles, resultando 10° de elevación y 0° azimut. Empleando la normativa DGE para el cálculo de demanda eléctrica, $400\text{W}/\text{lote}$, con demanda proyectada de $166,84\text{kWh}/\text{día}$. Posteriormente se obtuvo la cantidad de ciento sesenta módulos fotovoltaicos de 370Wp monocristalinos, distribuidos en cuatro paneles solares, un inversor de 75kWp , dieciocho baterías, seis inversores de baterías, obteniendo, una potencia instalada de $59,2 \text{ kWp}$. Para el sistema de distribución se consideró estructuras de 8m , conductor CAAI $3 \times 16 + 1 \times 16/25$, para abastecer una potencia de $14,84\text{kW}$, con voltaje de $220/380\text{VAC}$. Empleando DIREC CAD 2020, se realizó la distribución, obteniendo una caída de tensión de $4,64\%$. Con una tasa de costo/beneficio de $1,8$ y una inversión de $636\ 893,23$ soles, presenta un retorno de inversión de $11,43$ años. Evitando emisiones de $26\ 452,82\text{kg CO}^2/\text{año}$.

Palabras clave: Irradiación, inversor, caída de tensión, VAC, demanda eléctrica, módulo fotovoltaico

ABSTRACT

In this thesis report, the sizing of a photovoltaic system for the town of Santos, located in the department of Cajamarca, province of Cutervo, district of Querocotillo, is carried out. Initially, several sources were consulted; PVGIS, NASA and Metereonorm, obtaining the minimum monthly irradiation of $3,68 \text{ kWh/m}^2$. Subsequently, the optimum operating angle of the panels was determined, resulting in 10° elevation and 0° azimuth. Using the DGE regulations for the calculation of electric demand, 400W/lot , with a projected demand of $166,84\text{kWh/day}$. Subsequently, one hundred and sixty 370Wp monocrystalline photovoltaic modules were obtained, distributed in four solar panels, one 75kWp inverter, eighteen batteries, six battery inverters, obtaining an installed power of $59,2 \text{ kWp}$. For the distribution system, 8m structures were considered, CAAI $3 \times 16 + 1 \times 16/25$ conductor, to supply a power of $14,84\text{kW}$, with $220/380\text{VAC}$ voltage. Using DIRED CAD 2020, the distribution was carried out, obtaining a voltage drop of $4,64\%$. With a cost/benefit ratio of $1,8$ and an investment of $636,893.23$ soles, it presents a return on investment of $11,43$ years.

Avoiding emissions of $26\ 452,82\text{kgCO}_2/\text{year}$.

Key words: Irradiation, inverter, voltage drop, VAC, electrical demand, photovoltaic module.

I. INTRODUCCION

En Perú, la generación eléctrica se ha encontrado históricamente concentrada en fuertes hídricas convencionales. En el año 2000 esta fuente representaba el 87% del total de energía producida en territorio peruano, mientras que en 2013 su participación fue de 54%. A pesar de que este tipo de centrales genera un volumen de emisiones de dióxido de carbono (CO_2), en sus fases de construcción. Ante este contexto, el estado peruano ha estado brindando un impulso importante a las fuentes de RER, como la biomasa y biogás, las fuentes solares y mini hidráulicas. En 2008, mediante el Decreto Legislativo N° 1002, Ley de promoción de la inversión en Generación de electricidad con el uso de Energías Renovables, se estableció la promoción de este tipo de fuentes de energía para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente. (Osinergmin, 2017, pag 14)

El centro poblado Santos, ubicado en el distrito de Querocotillo, provincia de Cutervo, cuenta con módulos fotovoltaicos por vivienda para el abastecimiento de energía puntual de bajo consumo, para su iluminación en las viviendas, mas no cuentan con iluminación exterior, y la energía necesaria para utilizar equipos de corriente alterna de mayor consumo.

Con la finalidad de contribuir al desarrollo de la comunidad, esta investigación tiene como primordial objetivo el diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para la demanda eléctrica del centro poblado Santos, distrito Querocotillo – Cutervo, utilizando tecnologías actuales para su realización, sirviendo como apoyo en los futuros trabajos de investigación para los nuevos profesionales.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes Internacionales

Martinez y Bautista (2012), diseñaron una planta generadora solar fotovoltaica de 20MW, la generación estimada fue de 20 MW con picos de 26,7 MW, la cual esta diseñada para acoplarse al sistema internconectado nacional, para ello consta de un transformador elevador de 13,8 KV/15 KV .Considera como datos de sitio, latitud 27° , radiación mínima de sitio $773 W/m^2$, con una A.S.N.M de 1500m, de esta manera, concluyeron en la utilización de 89 600 módulos fotovoltaicos Jeiton Solar JT315SAC de 315 Wp , 25 string como topografía de distribución de cinco cajas string, cinco cajas combinadoras AX, dos cajas combinadoras GX, un tablero general, y un grupo de inversores, trece de 2 MW y uno 1 MW. Estas anotaciones y perspectivas de los autores, servirán como base e idea de la generación fotovoltaica.

1.1.2 Antecedentes Nacionales

Gamarra (2019) dimensionó un sistema híbrido eólico fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica del centro poblado Siete Techos ubicado en el distrito de Requichiclayo – Lambayeque” considera que la energía promedio diaria proyectada para el centro poblado es de 35308 KWh/día. Su máxima demanda es de 10440 KW, concluyó en la utilización de un aerogenerador ENAIR E70 PRO de 5kW, 30 paneles fotovoltaicos de la marca ERA SOLAR de 320 Wp, la potencia del generador fotovoltaico es de 9,6 kWp; 24 baterías ROLLS de 503 Ah, 3 controladores JNGE - 150A 24-240V y 2 inversores marca Must Solar de 6kW, conductores eléctricos para la red secundaria, 1x16/25 y 2x16/25. Tendiendo en cuenta las consideraciones del autor, servirá de ayuda para emplear los conocimientos adquiridos para la realización del proyecto de tesis.

Céspedes (2018) realizó un dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico para el caserío chorro blanco ubicado en el distrito de San Andrés de Cutervo provincia de cutervo departamento de Cajamarca” estima para cubrir la demanda energética de 25 viviendas, 01 local comunal, 01 institución educativa primaria, las siguientes características: con consumo diario de energía de 13,98 kWh/día, se obtuvo 32 paneles fotovoltaicos de 140 Wp de potencia cada uno, 20 baterías de acumuladores, 01 regulador de carga y 01 inversor. Dando una potencia instalada del sistema de captación de energía de 4,48 kWp.

Díaz (2018) presentó un dimensionamiento de una minicentral solar fotovoltaica aislada para el suministro de energía eléctrica al centro poblado guarrago ubicado en el distrito de Cócota, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca” concluye que para suministrar energía para 50 viviendas, 01 iglesia, 01 centro educativo de nivel primario y secundario y 01 local comunal, se necesita 66 paneles fotovoltaicos con una potencia de 190 Wp cada uno, 24 baterías de acumuladores, 03 reguladores de carga, 03 inversores obteniendo una potencia instalada de la captación de energía de 12,54 kWp. En consideración con el trabajo anterior es posible realizar un dimensionamiento apropiado para el caserío ya que se encuentran en la misma zona geográfica.

1.2 Problema

¿Con el dimensionamiento apropiado de un sistema eléctrico fotovoltaico se podría cubrir la demanda eléctrica del caserío Santos ubicado en el distrito de Querocotillo provincia de Cutervo?

1.3 Justificación

1.3.1 Técnica

En esta investigación se obtendrá los valores sobre los sistemas de generación y distribución de la energía fotovoltaica, así como también se analizará los parámetros eléctricos obtenidos, para realizar el dimensionamiento correcto del proyecto.

1.3.2 Económica

En esta investigación se evaluará la viabilidad del proyecto, así como los costos de inversión para optar por la implementación de energías no convencionales, tipo fotovoltaica.

1.3.3 Ambiental

A partir de esta investigación se conocerán los valores de contaminación por CO₂, que se podrían, evitar si se optaría por una generación fotovoltaica.

1.3.4 Social

Con esta investigación se motiva a tener un mejor estilo de vida; para así la planificar la utilización de dispositivos electrónicos, eléctricos, la cual faciliten las tareas en el trabajo, estudio y en el hogar.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Dimensionar un sistema eléctrico fotovoltaico para la demanda eléctrica del centro poblado Santos, distrito Querocotillo - Cutervo.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Evaluar el recurso solar en la zona del proyecto.
- ❖ Determinar la demanda de energía para el caserío Santos.
- ❖ Dimensionar el sistema eléctrico fotovoltaico para el centro poblado Santos.
- ❖ Evaluar económicamente el proyecto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es de tipo básica. La cual promueve los conocimientos sobre la energía fotovoltaica y su posible uso ante la problemática.

3.2 Materiales

- Para la recolección de datos de radiación solar, se utilizó como herramienta principal el software Solarius PV. Accediendo a esta plataforma mediante una suscripción mensual, la cual dispone de la fuente siguiente:
 - Base de datos de PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), servicio de ciencia y conocimiento de la Comisión Europea.
 - Base de datos, de la La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), de los estados unidos de america.
 - Base de datos de Metereonorm en su versión 7,1.
- Para la redacción de la investigación, se utilizó el software libre Apache Open Office Documento de Texto v4.1.7
- Como hoja de cálculo para las operaciones matemáticas de la investigación y gráficos se utilizó el software libre Apache Open Office Hoja de Cálculo v4.1.7
- Para la recolección de datos de posición, se utilizó un GPS modelo GPSMAP 64, marca Garmin.
- Para el diseño y cálculos eléctricos de la red de distribución se utilizó el software DIREDCAD 2020, de la empresa ABS INGENIEROS. Licencia temporal otorgada.

- Para la elaboración del presupuesto general se utilizó el software libre, Apache Open Office Hoja de Cálculo v4.1.7.
- Para la elaboración de mapa de referencia, se utilizó el software libre Qgis.
- Se utilizó como herramienta CAD, el software libre Solid Edge 2D Drafting.
- Para la visualización 3D se utilizó Twinmotion 2020, en su modo educación gratuito.

3.3 Metodología

Para la realización del proyecto denominado “Dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico para la demanda eléctrica del centro poblado santos, distrito Querocotillo – Cutervo”, se realizó el estudio mediante el siguiente método descrito.

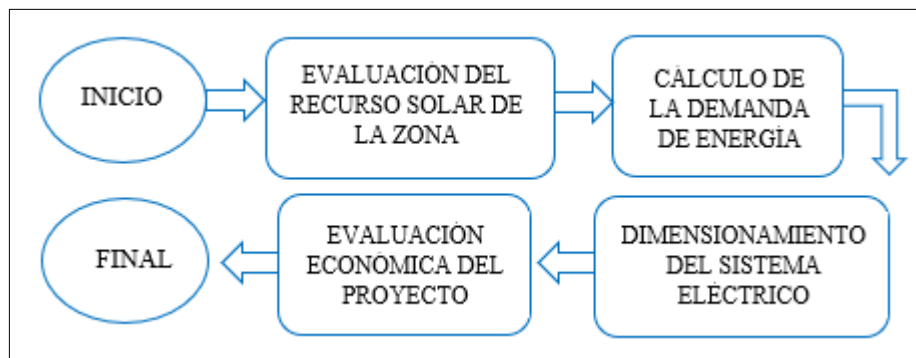


Figura 1: Proceso utilizado en el proyecto.

Fuente. Elaboración propia

La metodología a utilizar para el desarrollo del proyecto de investigación se establece en la figura 1.

3.4 Evaluación del recurso solar de la zona.

3.4.1 Ubicación del Centro Poblado.

El centro poblado Santos, se encuentra ubicado en el distrito de Querocotillo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. La tabla 1 muestra la descripción exacta en los dos sistemas de coordenadas del centro poblado Santos.

Tabla 1: Coordenadas del centro poblado Santos

Descripción	Valores
LATITUD	-6,125405°
LONGITUD	-79,130516°
ZONA UTM	17
COORDENADA ESTE	706883,00 m
COORDENADA NORTE	9322572,00 m
ELEVACION	1380 m

Fuente: Elaboración propia.

Para una mejor apreciación visual del lugar beneficiado de esta investigación, se presenta en la figura 2, la vista satelital del C.P Santos.

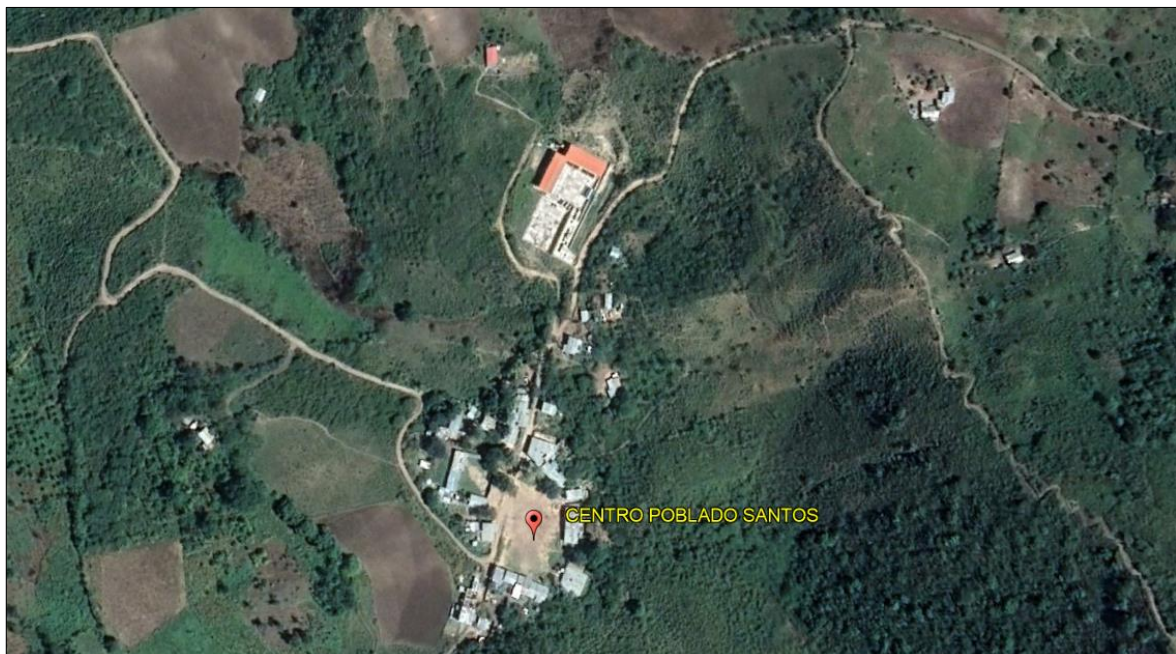


Figura 2. Vista satelital del C.P Santos.

Fuente. Google Earth

Asimismo, se presenta el mapa de ubicación como referencia geoespacial del C.P Santos; para una mejor ubicación en el territorio peruano.

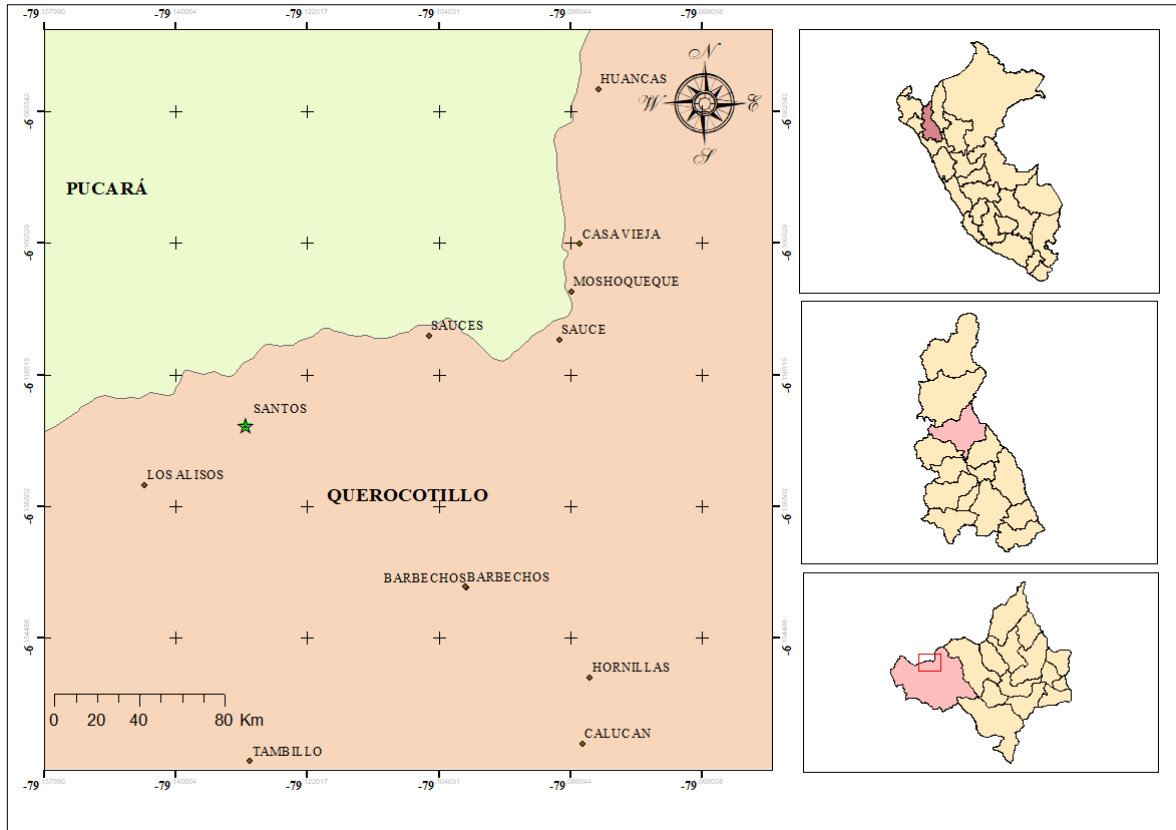


Figura 3. Mapa ubicación C.P Santos

Fuente. Elaboración propia. Datos centro de información espacial del MINEDU (2017)

En relación con el gráfico mostrado, observamos que los centros poblados aledaños en Querocortillo son: por suroeste, Los Alisos, por noreste, Saucés y por sureste Barbechos, siendo Pucará el distrito colindante más cercano.

3.4.2 Ángulo de inclinación óptima

Para obtener el ángulo de inclinación óptima en los paneles solares se utiliza una fórmula establecida en el análisis estadístico de la radiación solar anual sobre la superficie con distintas inclinaciones en distintos lugares de diferentes latitudes, lo cual está en función de la latitud (Perpiñán, 2015; Mejía, 2018). Considerando la latitud del C.P Santos, ubicado en $-6,124090$, la cual se determinó con la siguiente ecuación.

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |\varnothing|) \quad (1)$$

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |-6,124|)$$

$$\beta_{opt} = 7,92$$

Donde:

β_{opt} : Angulo óptimo de inclinación (°).

$|\varnothing|$: Latitud del lugar (°).

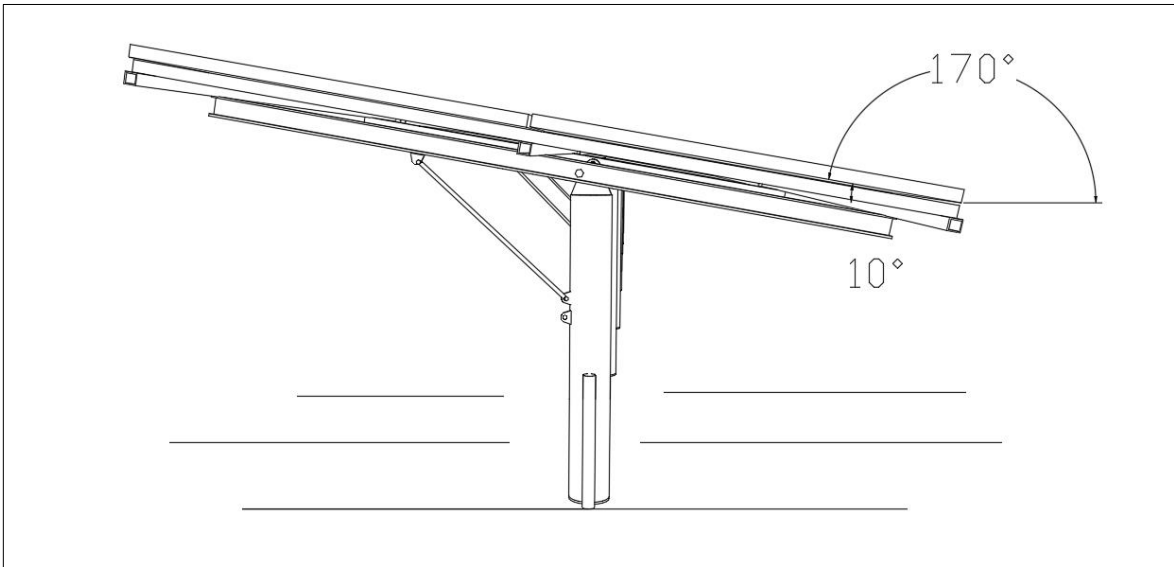


Figura 4. Vista perfil de la inclinación aproximada del panel solar.

Fuente. Elaboración propia.

Se describe por razones de mantenimiento y corresponder al cumplimiento de la norma RD 003-2007-EM/DGE, que establece un rango de valores de elevación, no menor a 10°, por este motivo se prevé establecer el ángulo de inclinación a 10°, la imagen representa la vista perfil del panel solar previsto para ser empleado en el proyecto de investigación.

3.4.3 Irradiación diaria media

Establecido las fuentes correspondientes de irradiación de la zona del proyecto, se procedió a la obtención de las mismas, posteriormente se estableció la menor entre dichas fuentes de irradiación mediante un gráfico (ver figura 5), como referencia para los cálculos posteriores.

a) Base de datos

Para la obtención de los datos de irradiación se procedió a la obtención de los datos por tres diferentes fuentes, para evaluar la zona del proyecto, de tal manera los datos obtenidos se describen en la tabla siguiente:

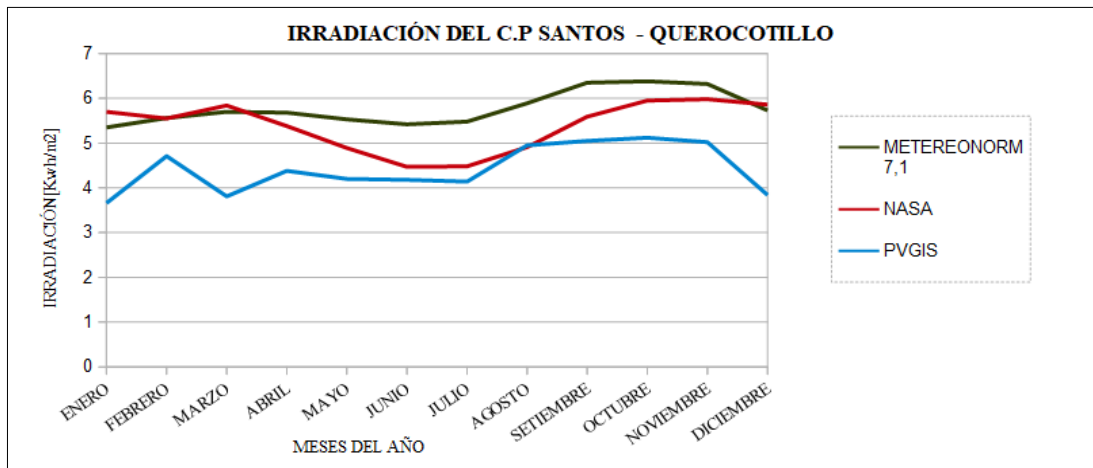
Tabla 2. Irradiación mensual de caserío Santos en PVGIS a 10°.

Mes	BASE DE DATOS		
	METEREONORM	NASA	PVGIS
Enero	5,35	5,70	3,68
Febrero	5,56	5,55	4,73
Marzo	5,70	5,84	3,83
Abril	5,68	5,38	4,41
Mayo	5,53	4,89	4,22
Junio	5,42	4,47	4,20
Julio	5,48	4,48	4,16
Agosto	5,89	4,91	4,97
Septiembre	6,35	5,59	5,07
Octubre	6,38	5,95	5,14
Noviembre	6,32	5,98	5,04
Diciembre	5,73	5,86	3,86

Fuente. Solarius Pv, Metereonorm 7,1, NASA

Utilizando esta base de datos, obtenemos que el valor mínimo mensual en base de datos PVGIS, en su mes enero, con un valor de 3,68 Kwh/m².

Figura 5. Irradiación C.P Santos



Fuente. Elaboración propia. Fuente. Solarius Pv, Metereonorm 7,1, NASA

Resaltando el valor mínimo de los valores otorgados por el software, obtenemos que la base de datos de PVGIS (Photovoltaic it Geographical Information System), nos muestra como valor mínimo en enero, siendo este de 3,68 Kwh/m².

3.4.4 Carta Solar

“Para obtener la altura solar de la zona se podrían aplicar las ecuaciones aproximadas, pero en este caso resulta más sencillo y rápido hacerlo mediante la carta solar cilíndrica” (Mejía, 2018, pág. 10).

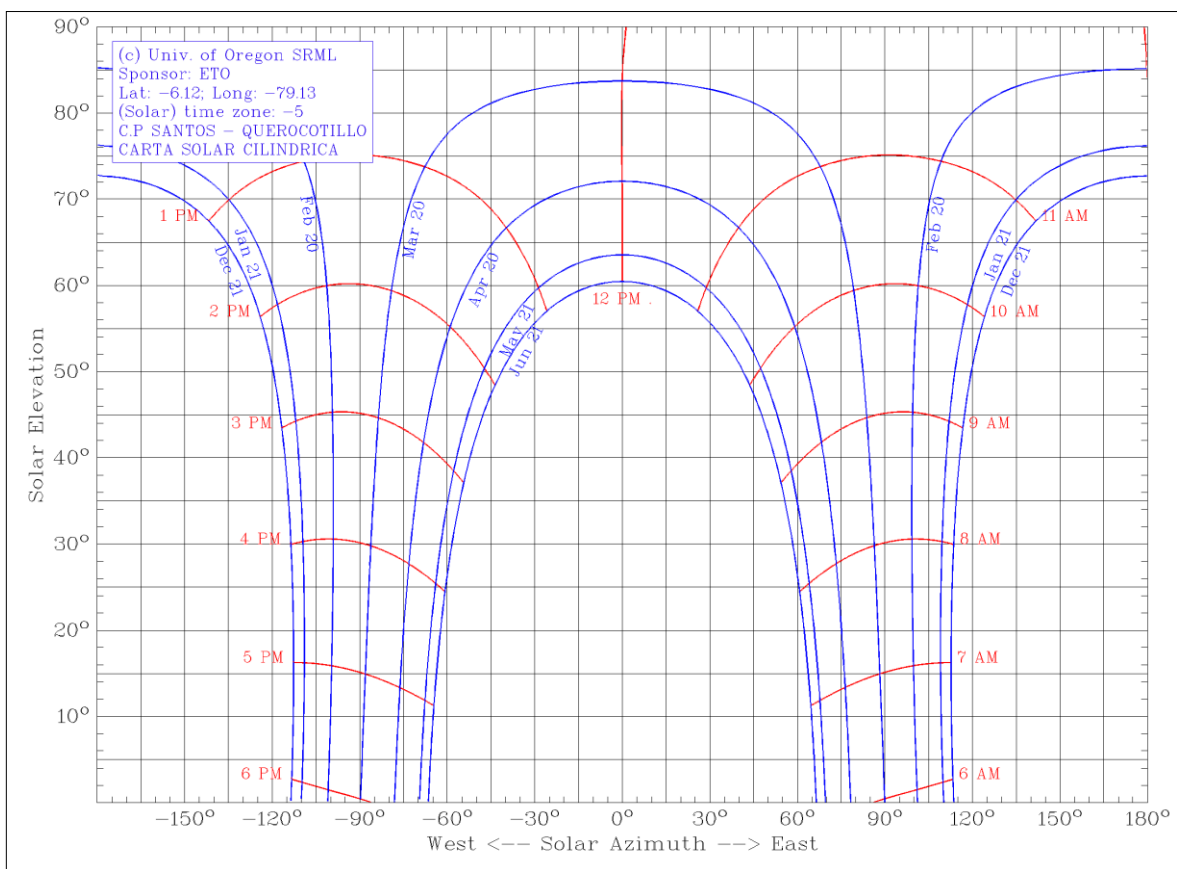


Figura 6. Carta solar Cilíndrica C.P Santos
 Fuente. University of Oregon Solar Radiation Monitoring Laboratory

3.5 Cálculo de la demanda de energía

Se calculó los diferentes parámetros de la demanda energética del C.P Santos, en ellos la calificación eléctrica obedeciendo al CNE según la DGE RD 015-2004-EM/DGE que establece diferentes potencias para infraestructuras rurales, así también el número de luminarias para el C.P y la potencia requerida del mismo.

3.5.1 Calificación eléctrica

La norma DGE RD 031-2003-EM/DGE, establece diferentes calificaciones eléctricas rurales dependiendo del tipo de zona rural, entre ellas como una calificación eléctrica de 400 W/lote, para aquellas viviendas de tipo 2, además de habilitar la consideración al proyectista para la asignación de la calificación eléctrica para las cargas especiales. En las siguientes tablas se establece la calificación eléctrica para el C.P Santos

Tabla 3.
Calificación eléctrica por localidad tipo

Tipo	Descripción	Calificación eléctrica
Localidad tipo I	Capitales de distrito o Centros Poblados Urbano Rurales que presentan configuración urbana definida.	600 W/lote
Localidad tipo II	Grupo de viviendas situadas en áreas rurales que no presentan aun configuración urbana o es incipiente.	400 W/lote

Fuente. DGE RD 031-2003-EM/DGE

El C.P Santos no pertenece a la capital del distrito de Querocotillo, también no cuenta con configuración urbana definida, por lo cual, su asignación corresponde a la localidad tipo II. Lo cual define una calificación eléctrica de 400 W/lote para las viviendas rurales. Según la norma DGE RD 031-2003-EM/DGE, establece que el consultor encargado del proyecto puede asignar la calificación eléctrica que considere aceptable. A continuación, se describirá la asignación designada de cargas especiales para este proyecto de investigación, así como las cargas domiciliarias en una sola tabla.

Tabla 4.
Calificación eléctrica C.P Santos

Tipo	Infraestructura	Calificación eléctrica	Unidad
Cargas domiciliarias	Vivienda	0,4	kW/lote
	Institución Educativo primario	1	kW/lote
Cargas especiales	Institución Educativo secundario	2	kW/lote
	Iglesia	1	kW/lote
	Posta médica	2	kW/lote
	Cementerio	0,5	kW/lote

Elaboración propia. Fuente. DGE RD 031-2003-EM/DGE

El C.P santos se encuentra conformado por treinta y seis viviendas rurales, las cuales conforman las cargas domiciliarias, una I.E primaria, una I.E secundaria, una posta médica, una iglesia y un cementerio, las cuales conforman las cargas especiales, en la figura se muestran el plano catastro del centro poblado.

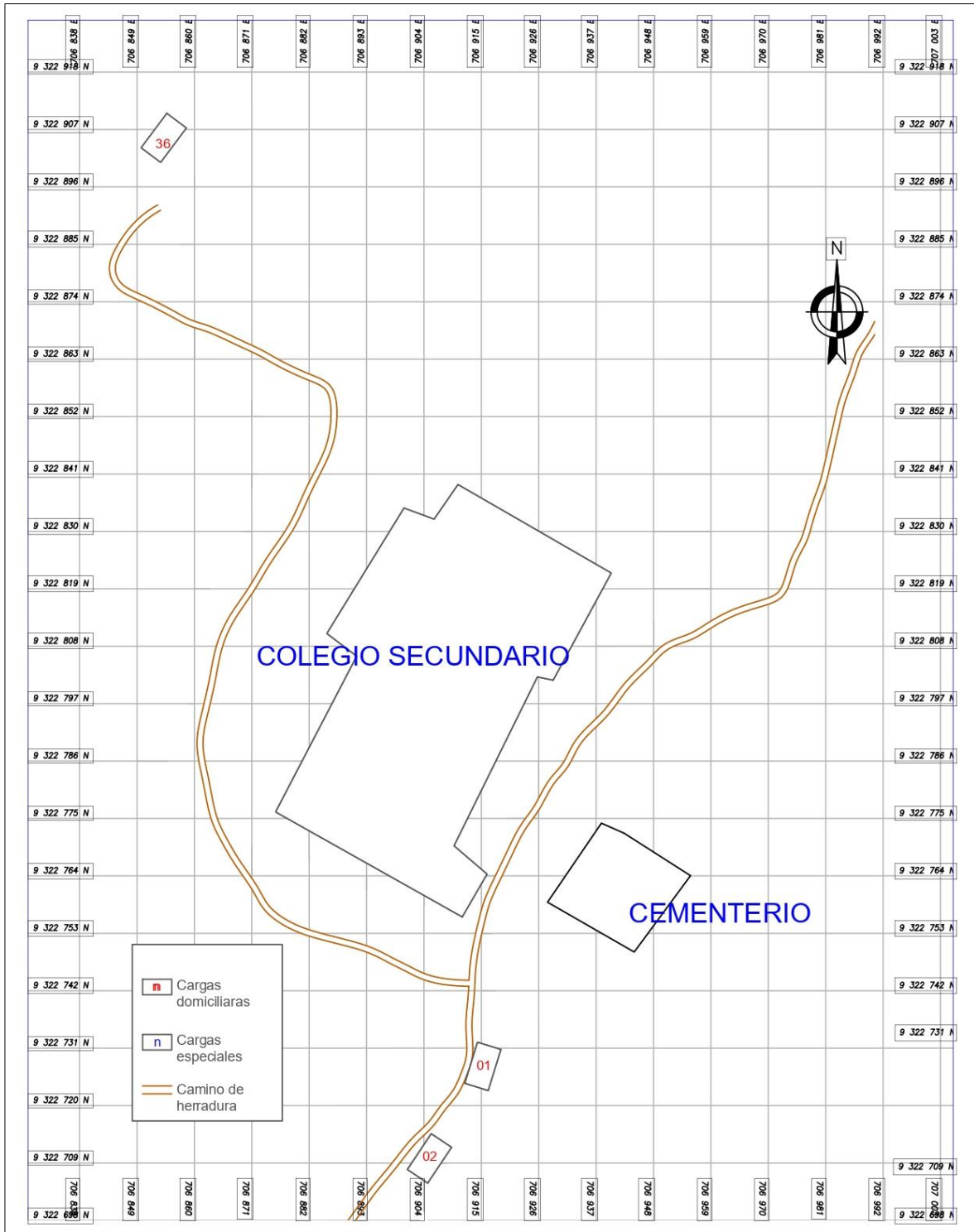


Figura 7. Croquis catastro C.P Santos
Fuente. Elaboración propia

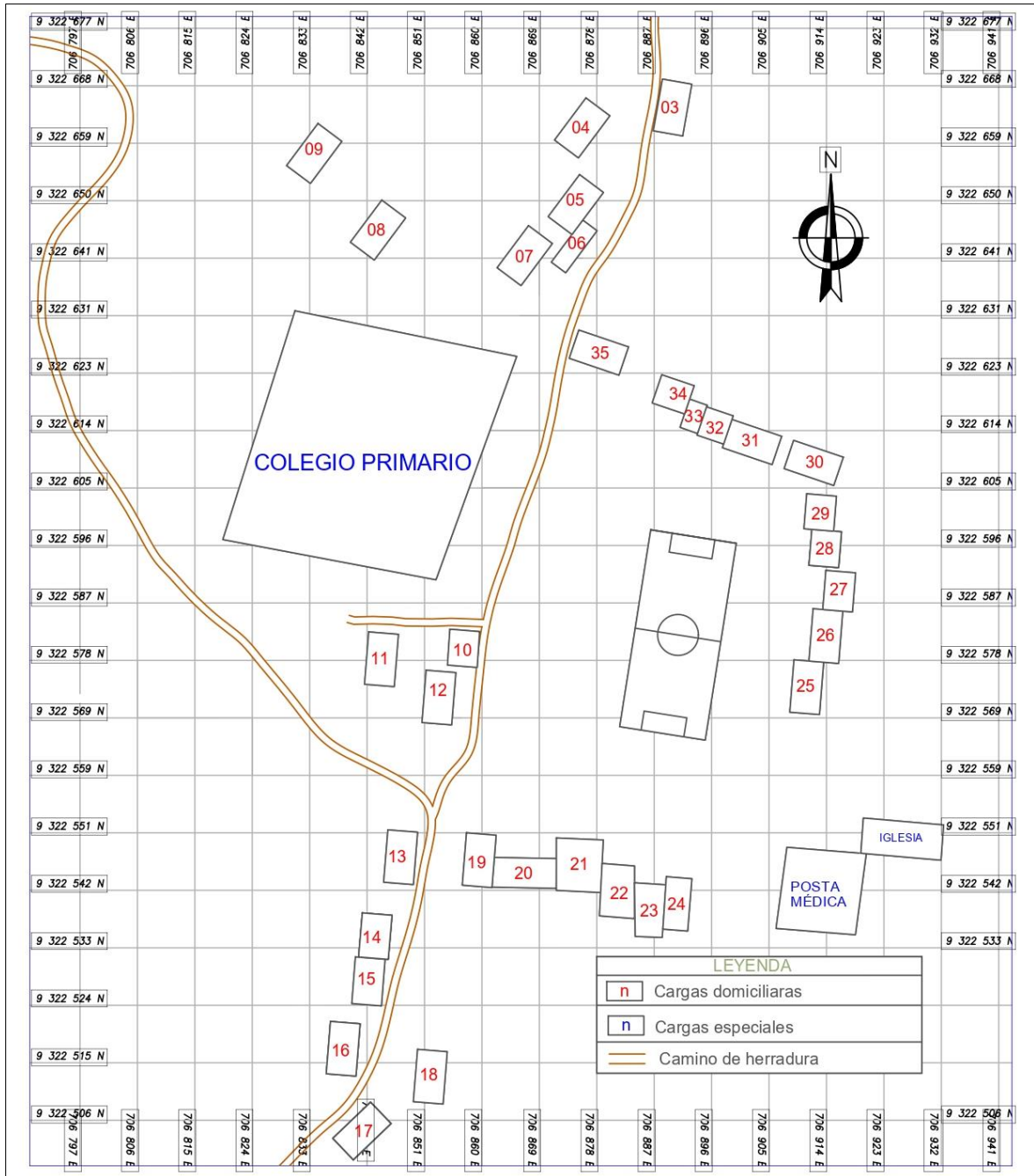


Figura 8. Croquis catastro C.P Santos
Fuente. Elaboración propia

Tabla 5.
Número de usuarios C.P Santos

Descripción	Valor
Domiciliaria	36
Especial	5
Número total de usuarios	41

Fuente. Elaboración propia

3.5.2 Alumbrado de vías publicas

Para el cálculo del número de luminarias requeridas para el C.P Santos, se utilizó como base la norma DGE 017-2003-EM/DGE “alumbrado de vías públicas en áreas rurales”.

a) Determinación del consumo de energía mensual por alumbrado público (CMAP)

Para efectuar el cálculo de determinó mediante la siguiente ecuación 2.

$$\begin{aligned} \text{CMAP} &= \text{KALP} \times \text{NU} \\ \text{CMAP} &= 6,3 \times 41 \\ \text{CMAP} &= 258,3 \text{ kWh} \end{aligned} \tag{2}$$

Donde:

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh.

KALP: Factor de AP en kWh/usuario-mes. Considero como sector de distribución típico 6 su KALP correspondiente es de 6,3

NU: Número de usuarios de la localidad

Tabla 6.
Tabla sectores de distribución típico

Sector de distribución	Descripción
Típico 1	Urbano de alta densidad
Típico 2	Urbano de media densidad
Típico 3	Urbano de baja densidad
Típico 4	Urbano Rural
Típico 5	Rural de media densidad
Típico 6	Rural de baja densidad

Elaboración propia. Fuente. RD 154-2012-EM/DGE

b) Cálculo del número de puntos de iluminación (PI)

Considerando el sector típico de distribución para el C.P SANTOS; de 6,3, la determinación del número de puntos de iluminación estará efectuada por la siguiente ecuación. El tipo de lámpara a emplear será de 60 Watts incluido pérdidas

Tabla 7.
Lámparas de alumbrado

Tipo de lámpara	Pot. Lámpara [W]	Pérdidas	Total
Vapor de sodio	50,00	10,00	60,00
Vapor de sodio	70,00	11,60	81,60
Vapor de sodio	150,00	18,60	168,60

Fuente. DGE 031-2003-EM/DGE

$$PI = \frac{CMAP \times 1000}{NHMAP \times PPL} \quad (3)$$

$$PI = \frac{258,3 \times 1000}{360 \times 60}$$

Donde: $PI = 11,96$

PI: Puntos de iluminación

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh

NHMAP: Número de horas mensuales del servicio de alumbrado público(hora/mes)

PPL: Potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado público en watts

Según la norma DGE 017-2003-EM/DGE, la cantidad de puntos de iluminación (PI) en el caso de decimal se debe redondear al entero inferior.

Por lo tanto, el número de luminarias es de 11

$$\therefore PI = 11$$

3.5.3 Cálculo de la demanda eléctrica

Para la estimación total de la demanda eléctrica, se ha considerado los datos anteriormente mencionados, tales como: calificación eléctrica, puntos de iluminación, potencia de lámparas, de acuerdo a las normativas; DGE 017-2003-EM/DGE, DGE 031-2003-EM/DGE; para la realización de la siguiente tabla.

Tabla 8.
Demanda eléctrica total del C.P Santos

Ítem	Descripción	Cantidad	Potencia [Watts]	Perdidas por distribución [3%]	Potencia Total [Watts]	F. S	Horas/ Día	Días/ semana	Wh/ Semana	Tensión de operación
1	Viviendas	36	400	12	14 832,00	0,5	16	7	830 592,00	220 VCA
2	Iglesia	1	500	15	515,00	1	4	2	14 420,00	220 VCA
3	Posta médica	1	2 000	60	2 060,00	1	8	5	82 400,00	200 VCA
4	Cementerio	1	500	15	515	1	16	2	16 480,00	220 VCA
5	I. E. Primaria	1	1 000,00	30	1030,00	1	8	7	57 680	220 VCA
6	I.E Secundaria	1	2 000,00	60	2060,00	1	8	7	115 360	220 VCA
7	Alumbrado publico	11	60	1,8	679,8	1	12	7	57 103,2	220VCA
Total, energía eléctrica por semana									1 163,74	kWh/sem
Total, energía eléctrica por día									166,248	kWh/día
Máxima demanda					14,28					kW

Fuente. Elaboración propia

*Datos obtenidos mediante encuesta

3.5.4 Cálculo del consumo medio diario

Para el cálculo del consumo medio diario, se tomará en cuenta las siguientes variables, el impacto por uso de inversor, impacto por eficiencias de conductores y baterías. Si el sistema dispusiera de cargas de corriente continua y cargas de corriente alterna se calcula tomando en cuenta el rendimiento del inversor en las cargas de alterna, ya que habrá pérdidas de eficiencia, el consumo medio diario se determina con la expresión (Mesa, Sanabria, y Pérez, 2016). A través de la siguiente ecuación se determinó el valor del consumo medio diario.

$$E_{dm} = \frac{E_{dm,CD} + \frac{E_{dm,CA}}{\eta_i}}{\eta_{bat} \times \eta_{cond}} \quad (4)$$

$$E_{dm} = \frac{0 + \frac{166\,248}{0,93}}{0,90 \times 0,97}$$

$$E_{dm} = 204\,766,51 \text{ Wh/día}$$

Donde:

E_{dm} : Es el consumo medio diario en (Wh).

$E_{dm,CD}$: Es el consumo medio diario en corriente directa kWh/día).

$E_{dm,CA}$: Es el consumo medio diario en corriente alterna (kWh/día)

η_i : Es la eficiencia del inversor.

η_{bat} : Es la eficiencia de la batería.

η_{cond} : Es la eficiencia de conductores.

Para la realización del cálculo se consideró los valores siguientes; tales como: eficiencia del inversor de 93%, eficiencia de las baterías a 90%, eficiencia del conductor del 97%, consumo medio diario en corriente alterna de 166 248. Obteniendo así un valor de 204 766,51 Wh/día.

3.6 Dimensionamiento del sistema eléctrico fotovoltaico

3.6.1 Dimensionamiento del sistema de generación eléctrico fotovoltaico

3.6.1.1 Carga corregida

Para la obtención del valor de carga corregida, se describe en la siguiente ecuación, según (Alonso Lorenzo, 2015), para la obtención de la corriente por día.

$$Q = \frac{E_{dm}}{V_{n,sg}} \quad (5)$$

$$Q = \frac{204\,766,51}{640}$$

$$Q = 319,95 \text{ Ah/día}$$

Donde:

E_{dm} = Consumo medio diario en (Wh).

Q : Carga corregida (Ah/día).

$V_{n,sg}$: Voltaje nominal del sistema de generación.

3.6.1.2 Corriente del proyecto

A partir del valor antes calculado, se calculó la corriente del proyecto con la siguiente ecuación, mediante los cálculos de (Alonso Lorenzo, 2015), para la obtención de la corriente requerida por el proyecto, será de:

$$I_{\text{proyecto}} = \frac{Q}{\text{HSD}_{\text{crit}}} \quad (6)$$

$$\therefore I_{\text{proyecto}} = \frac{319,95}{3,68}$$

$$I_{\text{proyecto}} = 86,94$$

Por consiguiente; optamos por el valor más bajo de Horas pico, con la finalidad de garantizar la producción en el mes menos productivo.

Donde:

$I_{proyecto}$: Corriente del proyecto (A).

Q : Carga corregida (Wh).

HSD_{crit} : Horas de sol diaria (h/día).

Tabla 9.
Corriente del proyecto del C.P Santos.

Mes	Carga corregida [Ah/ Día]	Horas pico [h/Día]	Corriente del proyecto [A]
Enero	319,95	3,68	86,94
Febrero	319,95	4,73	67,64
Marzo	319,95	3,83	83,54
Abril	319,95	4,43	72,55
Mayo	319,95	4,22	75,82
Junio	319,95	4,20	76,54
Julio	319,95	4,16	76,91
Agosto	319,95	4,97	64,38
Septiembre	319,95	5,07	63,11
Octubre	319,95	5,14	62,28
Noviembre	319,95	5,04	63,49
Diciembre	319,95	3,86	82,89

Fuente. Elaboración propia Datos. Solarius PV

3.6.1.3 Angulo y dirección del generador fotovoltaico

a) Carta solar

A partir de esta grafica podemos ubicar el azimut y la elevación, para distintas épocas del año. Adicionalmente sirve de guía para establecer la orientación de los paneles solares, observando que las coordenadas pertenecen al hemisferio sur, la ventana solar posee una mayor presencia en el norte, a partir de esta consideración; los paneles solares estarán ubicados en dirección al norte o 0° azimut.

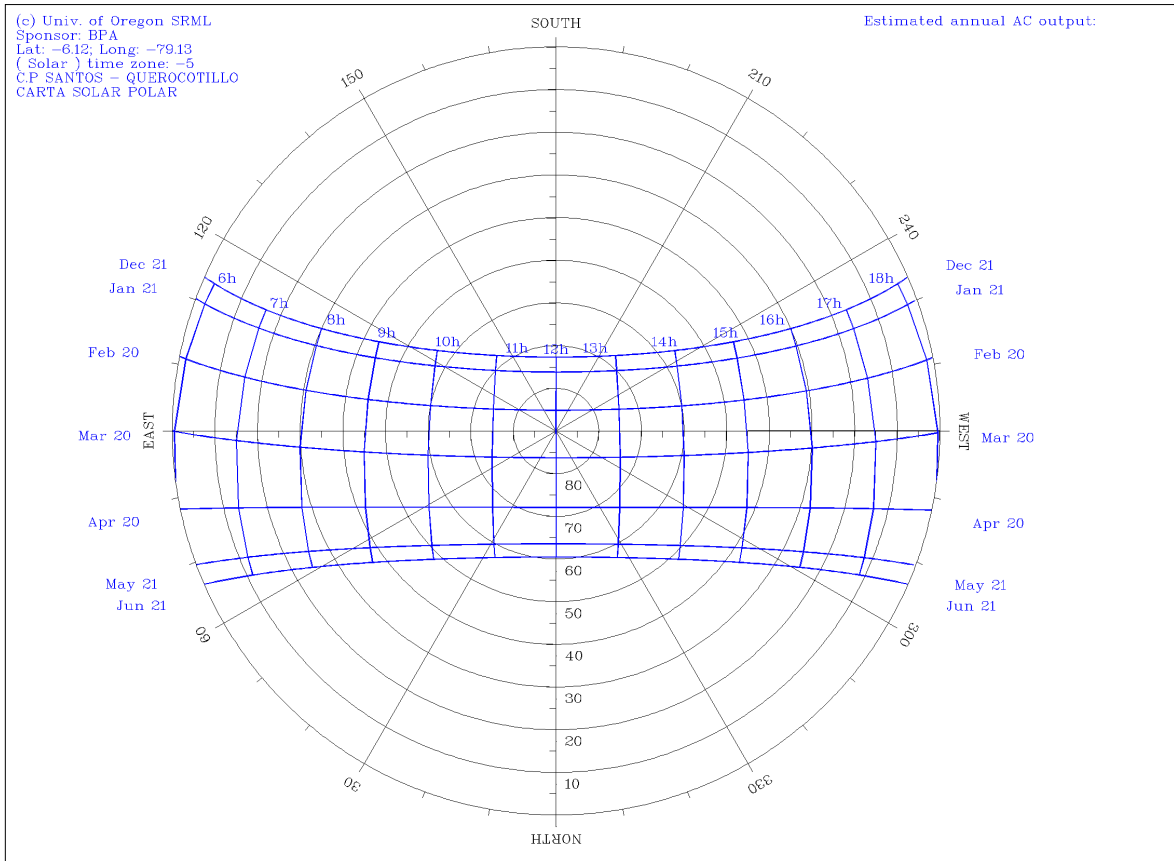


Figura 9. Carta solar C.P Santos

Fuente. University of Oregon Solar Radiation Monitoring Laboratory

b) Angulo de inclinación óptima

El ángulo a utilizar de los paneles para este proyecto se describe en el apartado 3.4.2. Siendo este de 10° ; como resultado final.

3.6.1.4 Cálculo del generador fotovoltaico

Para determinar el número de módulos fotovoltaicos que se requiere, aplicar un factor de reducción o degradación del módulo (envejecimiento, polvo) (Mejía, 2018).

El tipo de panel utilizado para la generación del proyecto son los módulos monocristalinos ERA SOLAR, modelo ESPSC 370Wp, con las siguientes características principales detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 10.
Características principales módulo FV ESPSC 370Wp

Descripción	Valor
Potencia máxima	370W
Voltaje en máxima potencia	40,1V
Corriente en máxima potencia	9,23A
Voltaje en circuito abierto	48,3V
Corriente de corto circuito	9,95A
Eficiencia del módulo	19%

Fuente. Datasheet ERA SOLAR ESPSC 370Wp

Así mismo, el módulo cumple con los requisitos estándares según la norma “Especificación Técnica Del Sistema Fotovoltaico Y Sus Componentes Para Electrificación Rural”, contando las certificaciones IEC 61215 e IEC 61730, otorgando las curvas de corriente vs tensión para 200, 400, 600, 800, y 1 000 W/m^2 , detallando las características completas del módulo en los anexos. Posteriormente se calculó el número de módulos a utilizar.

a) Número de módulos fotovoltaicos en paralelo

Se determinó el número de módulos fotovoltaicos mediante el cociente de la corriente del proyecto y la corriente nominal del módulo fotovoltaico, así obtenemos, según (Alonso Lorenzo, 2015), el número de módulos fotovoltaicos en paralelo.

$$N_{m,Paralelo} = \frac{I_{Proyecto}}{F_R \times I_{m,Operación}} \quad (7)$$

$$N_{m,Paralelo} = \frac{86,94}{0,93 \times 9,23}$$

$$N_{m,Paralelo} = 10,1 \cong 10$$

Donde:

$N_{m,Paralelo}$: Número de módulos fotovoltaicos en paralelo.

$I_{Proyecto}$: Corriente del proyecto (A).

F_R : Factor de reducción o degradación del módulo.

$I_{m,Operación}$: Corriente nominal del módulo fotovoltaico.

Consecuentemente la cantidad de corriente requerida del proyecto debe ser menor a la cantidad de corriente máxima entregada por el sistema de generación. Así se asegura un suministro correcto. Se detalla la siguiente inequación.

$$\begin{aligned}
 CM_{sg} &> I_p && (8) \\
 CM_{mf} \times N_{mf} &> I_p \\
 9,23 \times 10 &> 86,94 \\
 92,3 &> 86,94
 \end{aligned}$$

Donde:

CM_{sg} : Corriente máxima del sistema de generación (A).

I_p : Corriente del proyecto (A).

CM_{mf} : Corriente máxima de los módulos fotovoltaicos en paralelo (A).

N_{mf} : Número de módulos fotovoltaicos.

b) Número de módulos fotovoltaicos en serie

Se calculo mediante el cociente entre el voltaje del sistema y el voltaje de los módulos a utilizar, obtención la siguiente ecuación por (Alonso Lorenzo, 2015), el número de módulos fotovoltaicos en serie es:

$$\begin{aligned}
 N_{m,Serie} &= \frac{V_{sist}}{V_{n,m}} && (9) \\
 N_{m,Serie} &= \frac{640}{40} \\
 N_{m,Serie} &= 16
 \end{aligned}$$

Donde:

$N_{m,Serie}$: Número de paneles en serie

N_{sist} : Voltaje del sistema de generación (V).

$N_{n,m}$: Voltaje nominal del módulo (V).

c) Potencia del sistema de generación.

Con los datos antes obtenidos, y con el módulo fotovoltaico definido; dicho módulo de características principales: potencia 370Wp, conociendo el número de módulos en sus dos diferentes configuraciones de instalación, se procedió a calcular la potencia del sistema de generación, mediante la siguiente ecuación según (Pareja Aparacio, 2015).

$$\begin{aligned} P_{SG} &= N_{m, Serie} \times N_{m, Paralelo} \times P_{max, m} \\ P_{SG} &= 16 \times 10 \times 370 \\ P_{SG} &= 59,2 \text{ kWp} \end{aligned} \tag{10}$$

Donde:

P_{SG} : Potencia del sistema de generación (kWp).

$N_{m, Serie}$: Número de paneles en serie.

$N_{m, Paralelo}$: Número de módulos fotovoltaicos en paralelo.

$P_{max, m}$: Potencia máxima del módulo fotovoltaico (Wp).

Para la conocer el total de módulos fotovoltaicos a emplear, es de ciento sesenta, resultado que obtiene del múltiplo entre el número de módulos en paralelo y el número de módulos en serie.

d) Alineación de módulos solares

La sombra simboliza un déficit en la producción de energía para el sistema de generación. De acuerdo con (Mejía, 2018) se procedió a calcular la distancia mínima entre paneles solares, para ello es necesario conocer la altura solar, ambas ecuaciones se detalla a continuación.

$$\begin{aligned} H_{prom} &= 90 - \beta_{opt} \\ H_{prom} &= 90 - 7,92 \\ H_{prom} &= 82,08 \end{aligned} \tag{11}$$

Donde:

H_{prom} = Altura solar promedio ($^{\circ}$).

β_{opt} = Ángulo óptimo del módulo fotovoltaico ($^{\circ}$).

Obtenido la altura solar se calculó la distancia mínima entre módulos fotovoltaicos.

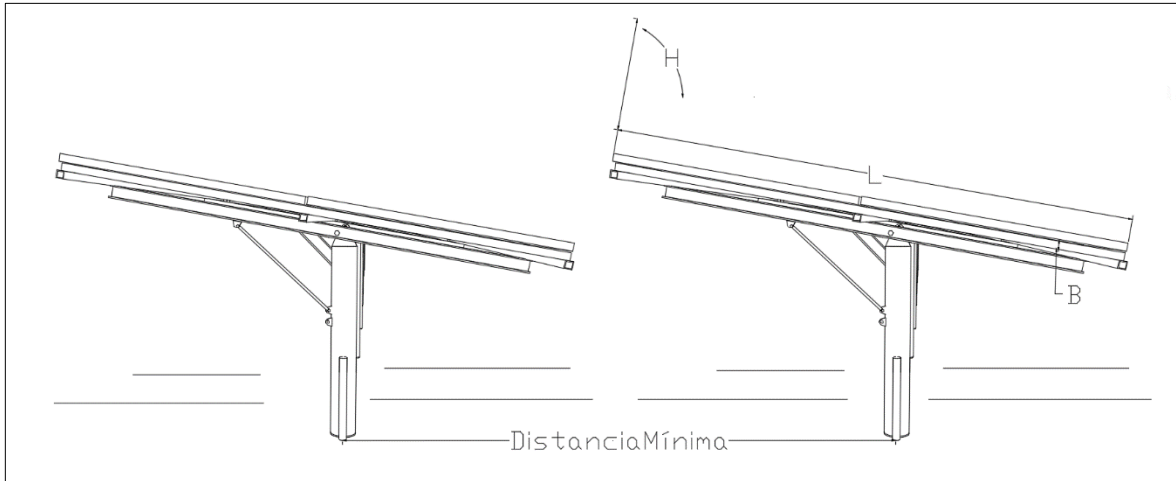


Figura 10. Distancia mínima entre módulos fotovoltaicos

Fuente. Elaboración propia

$$Dist_{min,pf} = \left(L \times \cos B + \frac{L \times \text{sen } B}{\tan H_{prom}} \right) \times 1,25 \quad (12)$$

$$Dist_{min,pf} = \left(3\,912 \times \cos 10 + \frac{1956 \times \text{sen } 10}{\tan 82,08} \right) \times 1,25$$

$$Dist_{min,pf} = 4\,874$$

Donde:

$Dist_{min,pf}$: Distancia mínima entre módulos fotovoltaicos (mm).

L: Longitud del módulo (mm).

B: Ángulo de operación del módulo ($^{\circ}$).

H_{prom} : Altura solar promedio ($^{\circ}$).

Cabe precisar que el soporte proyectado soporta dos filas de módulos, por ello el cálculo se basó en la distancia de dos módulos.

3.6.1.5 Cálculo del sistema de baterías

Las variaciones en la llegada de la energía solar a los paneles fotovoltaicos por diferentes motivos, da la necesidad de emplear un sistema de almacenamiento. Dicho sistema tiene la función de guardar la energía para aquellos lapsos de tiempo en donde la radiación recibida no es capaz de hacer funcionar la instalación con los parámetros diseñados (Casallo, 2011).

a) Capacidad nominal de las baterías

Considerando la norma DGE “Especificaciones Técnicas Y Procedimientos De Evaluación Del Sistema Fotovoltaico Y Sus Componentes Para Electrificación Rural”, misma que establece una autonomía mínima de 2 días y como máxima 4 días; en consideración a esta norma se estableció, una autonomía de 2 días. Según MINEM (2005) factor de profundidad de descarga máxima diaria será del 80% y su factor de corrección de temperatura es del 90%, con estos datos se determinó la capacidad del sistema de baterías.

$$C_{B.bateria} = \frac{Q \times N_{d.auto}}{(FP_{max.DB.d}) \times F_{CT}} \quad (13)$$

$$C_{B.bateria} = \frac{409,53 \times 2}{(0,8) \times 0,9}$$

$$C_{B.bateria} = 1\ 137,59$$

Donde:

$C_{B.baterias}$: Es la capacidad nominal del banco de baterías (Ah).

Q : Son los (Ah/día) corregidos demanda de energía.

$N_{d.auto}$: Es el número días de autonomía del banco de baterías.

$FP_{max.DB.d}$: Es el factor de profundidad de descarga máxima diaria.

F_{CT} : Es el factor de corrección por temperatura.

Se consideró para los cálculos, el modelo de batería RESHU10H type C, de la marca LG, la cual es compatible con el dispositivo cargador de baterías de la marca SMA Solar Technolgy. Presentando características que se adecuan al tipo de instalación correspondiente, a continuación, se muestra las características principales del modelo de batería a utilizar.

Tabla 11.
Características Batería LGchem RESHU10H

Descripción	Valor
Energía Total [kWh]	9,8
Energía utilizable [kWh]	9,3
Capacidad [Ah]	63
Rango de voltaje [V]	385-550
Potencia Máxima [kW]	5,0
Pico de potencia [kW]	7,0
Clasificación de protección hermética	IP55

Fuente. Elaboración propia. Datos. LgChem

b) Baterías en paralelo

Se realizó una nueva serie de cálculos debido a que el voltaje nominal de las baterías, no es el mismo que el voltaje nominal de los paneles fotovoltaicos, en la siguiente tabla se detalla los nuevos parámetros para la obtención de los valores de baterías en paralelo.

Tabla 12.
Parámetros para el cálculo de numero de baterías

Características principales	
Demanda energética	166,25 kWh/día
Consumo medio diario [Edm]	204,76 kWh/día
Carga Corregida [Q]	409,53 Ah/día
Capacidad Nominal [CBbatería]	1 137,59 Ah

Fuente. Elaboración propia

$$NB_{paralelo} = \frac{Cb_{batería}}{C_{n,batería}} \quad (14)$$

$$NB_{paralelo} = \frac{1\ 137,59}{63}$$

$$NB_{paralelo} = 18,05 \approx 18$$

Donde:

$N_{B_{\text{paralelo}}}$: Número de baterías en paralelo.

$C_{b_{\text{batería}}}$: Capacidad nominal del banco de baterías (Ah)

$C_{n,b_{\text{batería}}}$: Capacidad nominal de la batería (Ah).

Mediante la siguiente ecuación se calculó el número de baterías en paralelo; sin embargo, para el cálculo del número de baterías en serie, no se necesitó, puesto que las baterías presentan el voltaje nominal dentro del rango de entrada del inversor de baterías, para este proyecto; SUNNY BOY STORAGE 6.0. Por lo tanto, el número total de baterías a utilizar es el mismo que el número de baterías en paralelo, siendo este número; tres.

Tabla 13.

Voltaje de operación Batería – Inversor Batería

Voltaje operación del inversor de baterías [V]	100 – 550
Voltaje de operación de las baterías [V]	350 - 550

Fuente. Elaboración propia. Datos. LGChem, SMA Solar Technology AG

3.6.1.6 Cálculo del inversor de baterías

Para el suministro de energía a la demanda energética del centro poblado; es necesario el inversor de baterías cuya función es suministrar la energía de las baterías hacia la carga demandante, a través del inversor principal, cuando el sistema de generación no produce energía. Para ello es necesario conocer los parámetros de la carga demandante y los del inversor de baterías para establecer el rango de operación entre ambos.

Tabla 14.

Parámetros de la Carga Demandante

Descripción	Valor
Demanda energética [kWh/día]	166,45
Frecuencia [Hz]	60

Fuente. Elaboración propia

De igual manera es necesario conocer los parámetros de las baterías, según la tabla antes mencionada para las LGChem RESHU10H type C, se necesitó saber su corriente nominal para ello se realizó la siguiente ecuación.

$$I_{bateria} = \frac{Pot_{bateria}}{V_{o,bateria}} \quad (15)$$

$$I_{bateria} = \frac{5\,000}{500}$$

$$I_{bateria} = 10$$

Donde:

$I_{bateria}$: Corriente de operación de la batería (A).

$Pot_{bateria}$: Potencia máxima de la batería (W).

$V_{o,bateria}$: Voltaje de operación de la batería (V).

Obteniendo el valor de nueve amperios, se realizó la comparación de los niveles de corriente, potencia de diferentes inversores de baterías, concluyendo que el inversor adecuado es el SUNNY BOY STORAGE 6.0. A continuación se detalla los parámetros principales del inversor de batería seleccionado.

Tabla 15.
Características principales de inversor de baterías SUNNY BOY STORAGE 6.0

Descripción	Valor
Potencia asignada [W]	6 000
Tensión nominal de CA [V]	230
Frecuencia de red de CA [Hz]/rango	50, de 45 a 65
Tensión máxima de entrada [V]	600
Rango de tensión de CC mín [V]	De 100 a 550
Corriente max. Por entrada de CC [A]	10
Número de entradas	3
Tipo de protección	IP65

Fuente. Elaboración propia. Datos. SMA Solar Technology AG

a) Cantidad de inversores de corriente.

Para la asignación del número de cantidad de inversores a emplear se efectuó la operación en la siguiente ecuación relacionando la potencia demandante y la potencia entregada.

$$N_{Inv.bat} = \frac{P_{deman}}{P_{n.inv}} \quad (16)$$

$$N_{Inv.bat} = \frac{14\ 300}{6000}$$

$$N_{Inv.bat} = 2,38$$

Donde:

$N_{Inv.bat}$: Número de inversores de batería.

P_{deman} : Potencia requerida o demandante (W).

$P_{n.inv}$: Potencia del inversor de baterías (W).

Debido a que nuestro inversor seleccionado dispone con una capacidad de conexión de tres baterías es necesario calcular en base a disposición de entrada del inversor de baterías con el número de baterías calculado, a continuación, se detalla la ecuación.

$$N_{Inv.bat} = \frac{N_{bat}}{N_{bor.entr}} \quad (17)$$

$$N_{Inv.bat} = \frac{18}{3}$$

$$N_{Inv.bat} = 6$$

Donde:

$N_{Inv.bat}$: Número de inversores de batería.

N_{bat} : Número de baterías calculado.

$N_{bor.entr}$: Número de bornes de entrada del inversor de baterías.

Por lo tanto, en el presente proyecto se utilizará la cantidad de seis inversores de baterías por motivos de conexiones.

3.6.1.7 Cálculo del inversor

Para seleccionar el inversor es necesario; al igual que el inversor de baterías, conocer los parámetros de entrada y salida del dispositivo, y comparar los rangos de operación tanto del sistema de generación como la potencia solicitada.

Tabla 16.
Parámetros Sistema de Generación

Descripción	Valor
Potencia Pico [kWp]	59,200
Tensión de operación [Vcc]	640
Corriente máxima [A]	92,5

Fuente. Elaboración propia

Tabla 17.
Parámetros de la carga solicitada

Descripción	Valor
Potencia [kW]	14,30
Frecuencia [Hz]	60
Nivel de tensión [V]	220/380

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a los parámetros antes mencionados, se optó para la selección del inversor, el modelo SUNNY TRIPOWER CORE1, de la marca SMA Solar Technology AG, la cual posee el rango de características apropiadas para el acoplamiento entre el sistema de generación y la carga a suministrar. A continuación, se detalla los parámetros más relevantes para su selección.

Tabla 18.

Parámetros principales del inversor SUNNY TRIPOWER CORE 1

Descripción	Valor
Potencia máxima del generador fotovoltaico (kWp)	75
Tensión de entrada máxima (V)]	100
Rango de tensión (V)	500 - 800
Corriente máxima de entrada (A)	120
Número de entradas	6/2
Potencia (kW)	50
Tensión nominal en CA (V)	220 / 380
Frecuencia de red / Rango (Hz)	60 / de 54 a 65
Corriente de salida Max (A)	72,5
Fases de inyección / Conexión de CA	3 / 3-(N)-PE
Factor de potencia	1
Rendimiento Máximo	98,1%
Tipo de protección	IP65

Fuente. Elaboración propia. Datos. SMA Solar Technology AG

Logrando así, obtener la suficiente potencia eléctrica para abastecer al C.P. Ocupando un solo inversor.

$$N_{Inv} = \frac{P_{cs}}{P_{inv}} \quad (18)$$

$$N_{Inv} = \frac{14,30}{50}$$

$$N_{Inv} = 0,28 \approx 1$$

Donde:

N_{Inv} : Número de inversores requeridos.

P_{cs} : Potencia de la carga solicitada (kW).

P_{inv} : Potencia del inversor (kW).

3.6.1.8 Cálculo de strings

Con la finalidad de agrupar los módulos en sus diferentes conexiones, es necesario disponer de un dispositivo string, el cual permite, abastecer al inversor la energía producida por los paneles fotovoltaicos. Con referencia a (Martinez y Bautista, 2012), se seleccionó el Pvi-Stringcomb, de la marca ABB.

$$\begin{aligned} NC_{string} &= \frac{N_{mf}}{N_{bor.str}} \\ NC_{string} &= \frac{160}{10} \\ NC_{string} &= 16 \end{aligned} \tag{19}$$

Donde:

NC_{string} : Número de cajas de conexión string.

N_{mf} : Número de módulos fotovoltaicos.

$N_{bor.str}$: Número de bornes de entrada en la caja string.

Obteniendo un resultado de dieciséis cajas de conexión string, cada caja de conexión string soporta dieciséis módulos fotovoltaicos, los cuales se conectarán en serie, posteriormente las diez cajas de conexión string, se conectarán en paralelo en el inversor SUNNY TRIPOWER CORE1.

Tabla 19.
Conexiones sistema de generación

Dispositivo	Capacidad	Conexión
Cajas string	10 módulos fotovoltaicos	Serie
Inversor	16 cajas string	Paralelo

Fuente. Elaboración propia.

3.6.1.9 Cálculo de Sección y selección de conductores

Para suministrar la energía eléctrica es necesario conocer la cantidad de corriente que, a transportar para cada tramo de recorrido entre todo el sistema de generación fotovoltaico, ya que las intensidades de corrientes varían entre cada uno de ellos. Ante ello se ha considerado los siguientes tramos:

- Tramo 1: Desde la conexión de los módulos a cajas string.
- Tramo 2: Desde cajas string al inversor.
- Tramo 3: Desde inversor a tablero conexión CA.

Tramos desde el banco de baterías hacia el inversor:

- Tramo 4: Desde las baterías al inversor de baterías.
- Tramo 5: Desde el inversor de baterías al inversor.

Los tramos descritos corresponden al sistema de generación, por ende, los cálculos presentes solos corresponden a este sistema, puesto que el sistema de distribución será descrito posteriormente. Para realizar la ecuación es necesario conocer el factor de conductividad eléctrica del cobre, presente en la siguiente tabla.

Tabla 20.
Valores de coeficiente de conductividad del cobre

Temperatura	Coficiente de conductividad del cobre [K]
20°C	56
30°C	54
40°C	52
50°C	50
60°C	48
70°C	48
80°C	45
90°C	44

Fuente. (Jaime, 2007)

Para el cálculo de sección de conductor para los diferentes tramos, distinguiéndose por tipo de corriente Ac, Dc se efectuó las siguientes ecuaciones

$$S = \frac{2 \times L \times I_{cc}}{k \times \Delta V} \quad (20)$$

Donde:

S : Sección del conductor (mm^2).

L : Longitud del conductor: (m).

I_{cc} : Intensidad de corriente en su capacidad máxima (A).

k : Conductividad del elemento conductor, asignación de tabla 21

ΔV : Cantidad máxima de caída de tensión en el conductor (V). Según IDAE (2011), la caída máxima de tensión permitida en conductores en corriente continua es de 1,5%.

a) Tramo 1: Desde la conexión de los módulos a cajas string.

Es necesario conocer la cantidad de intensidad de corriente para la selección del conductor, por ello se calculó la corriente máxima desde los módulos hasta las cajas de conexión string, así mismo el resultado obtenido es de 11,5 A.

$$I_{max,M-S} = 1,25 \times N_{m,P} \times I_{mPM} \quad (21)$$

$$I_{max M.S} = 1,25 \times 1 \times 9,23$$

$$I_{max M.S} = 11,5$$

Donde:

$I_{max,M-S}$: Intensidad de corriente máximo en el tramo módulo – string (A).

$N_{m,P}$: Número de módulos conectados en paralelo.

I_{mPM} : Intensidad de corriente del módulo fotovoltaico en el punto máximo (ver tabla 11).

Posteriormente se calculó la sección teórica del conductor como segunda referencia para la sección del conductor adecuado. Utilizando la ecuación 20, obteniendo una sección teórica de $2,9 mm^2$, ante ello el conductor seleccionado es el EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) de $2,5 mm^2$ de sección, de la marca GlobalCable, conductor de aplicaciones fotovoltaicas.

$$S = \frac{2 \times L \times I_{cc}}{k \times \Delta V} \quad (22)$$

$$S = \frac{2 \times 10 \times 11,5}{52 \times 1,5}$$

$$S = 2,9 mm^2$$

b) Tramo 2: Desde cajas string al inversor.

Aplicando la ecuación 23, se calculó la intensidad de corriente máxima para el tramo cajas string – inversor. Obteniendo así el valor de 11,5.

$$\begin{aligned} I_{max,S-I} &= 1,25 \times I_{m,str} \\ I_{max,S-I} &= 1,25 \times 9,23 \\ I_{max,S-I} &= 11,5 \end{aligned} \tag{23}$$

Donde:

$I_{max,S-I}$: Intensidad de corriente máxima en el tramo string – inversor (A).

$I_{m,str}$: Intensidad de corriente máxima en el string (A).

Posteriormente se calculó la sección teórica del conductor como segunda referencia para la sección del conductor adecuado. Utilizando la ecuación 19, obteniendo una sección teórica de $4,42 \text{ mm}^2$, ante ello el conductor seleccionado es el EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) de 4 mm^2 , de la marca GlobalCable, conductor de aplicaciones fotovoltaicas

$$\begin{aligned} S &= \frac{2 \times L \times I_{cc}}{k \times \Delta V} \\ S &= \frac{2 \times 15 \times 11,5}{52 \times 1,5} \\ S &= 4,42 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c) Tramo 3: Desde el inversor al tablero de conexión CA.

Para el siguiente cálculo de corriente de diseño, se realizó en corriente alterna, debido a ella se efectuó la ecuación 24. De este modo se obtuvo el valor de 30,3 (A). y como conductor seleccionado al NYY 6 mm^2 , de la marca Indeco, debido a que es un conductor de aplicaciones subterráneas. Ecuación descrita en el manual del código de electricidad 2006 (utilización).

$$\begin{aligned} I_{max,I-Tca} &= 1,25 \times \frac{M_{demanda}}{K_v \times V_{o,c} \times \cos \phi} \\ I_{max,I-Tca} &= 1,25 \frac{14\ 360}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} \\ I_{max,I-Tca} &= 30,3 \end{aligned} \tag{24}$$

Donde:

$I_{\max,I-Tca}$: Corriente máxima en el tramo inversor - Tablero CA

$M_{demanda}$: Potencia de la carga (W) (ver tabla 8).

K_v : Factor de tensión. Según CNE Utilización, para conexiones monofásicas $K_v=1$ y trifásicas $K_v=\sqrt{3}$.

$V_{o,c}$: Tensión de operación de la carga (V).

$\cos \phi$: Factor de potencia.

d) Tramo 4: Desde las baterías al inversor de baterías.

Aplicando la ecuación 25 se calculó la intensidad de corriente máxima para el tramo baterías – inversor de baterías. Obteniendo así el valor de 12,5 (A). ante ello el conductor seleccionado es el EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) de 2,5 mm^2 de sección, de la marca GlobalCable, conductor de aplicaciones fotovoltaicas.

$$\begin{aligned} I_{\max,B-Ib} &= 1,25 \times \frac{P_{\max,b}}{V_{o,b}} \\ I_{\max,B-Ib} &= 1,25 \times \frac{5\,000}{500} \\ I_{\max,B-Ib} &= 12,5 \end{aligned} \tag{25}$$

Donde:

$I_{\max,B-Ib}$: Corriente máxima en el tramo baterías – inversor de baterías (A).

P_{\max} : Potencia máxima de la batería (W) (ver tabla 11).

$$\begin{aligned} S &= \frac{2 \times L \times I_{cc}}{k \times \Delta V} \\ S &= \frac{2 \times 5 \times 10}{52 \times 1,5} \\ S &= 1,28 \text{ mm}^2 \end{aligned} \tag{26}$$

e) Tramo 5: Desde el inversor de baterías al inversor.

Aplicando la ecuación 27 se calculó la intensidad de corriente máxima para el tramo inversor de baterías – inversor. Obteniendo así el valor de 42,61 (A). ante ello el conductor seleccionado es el EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) de 4 mm², de la marca GlobalCable, conductor de aplicaciones fotovoltaicas.

$$I_{max,I-Tca} = 1,25 \times \frac{P_{carga}}{K_v \times V_{o,c} \times \cos \phi} \quad (27)$$

$$I_{max,I-Tca} = 1,25 \frac{6\,000}{1 \times 220 \times 0,8}$$

$$I_{max,I-Tca} = 42,61$$

3.6.1.10 Sistema de protecciones.

Para la mantener la instalación segura antes una emergencia atmosférica, se recomienda instalar un pararrayos, para proteger los conductores de la sobre corriente; interruptor termomagnético, y para fugas de corriente; el interruptor diferencial. Se precisa que en los string se instalarán los interruptores termomagnéticos y los descargadores de tensión.

a) Pararrayos

El tipo de pararrayos seleccionado es el Ioniflash Mach ® Ng60, de la marca, France Paratorrentes con una capacidad de radio de protección igual a 79m, en su primer nivel de protección.

b) Protección contra sobre corriente en cajas string.

Para la maniobrabilidad de este dispositivo se emplea un interruptor termomagnético de las siguientes características.

$$I_f = 1,25 \times I_{mPM} \quad (28)$$

$$I_f = 1,25 \times 9,23$$

$$I_f = 11,5$$

Donde:

I_f : Intensidad de corriente del fusible proyectado (A).

I_{mPM} : Intensidad de corriente máxima del módulo fotovoltaico (A).

Por lo tanto, será utilizado el interruptor termomagnético S802PV-S10, de la marca ABB.

c) Interruptor seccionador en caja string.

Considerando como referencia el valor obtenido en la ecuación 23, el interruptor seccionador en la caja string será el modelo OTDC16U2, de la marca ABB, cuyo valor de seccionador es de 10 A para tensión de 660 Vdc y 16 A para tensión de 1 000 Vdc.

d) Descargador de sobre tensión en cajas string.

Dispositivo capaz de direccionar la corriente eléctrica producida por una descarga atmosférica, ya sea generada directamente a través del pararrayos o generada por el campo magnético de la caída de una descarga atmosférica cercana. Teniendo en cuenta el tipo de voltaje de operación (ver tabla 16) de los paneles conectados a las cajas string (paneles fotovoltaicos), se seleccionó el modelo OVR PV 40-1000 P TS BW, de la marca ABB.

e) Protección contra sobre corriente en el banco de baterías

Según la ecuación 15 la corriente máxima de la batería es de 10 (A), por ello el dispositivo a utilizar es un interruptor termomagnético, S802PV-S10, de la marca ABB.

f) Protección contra sobre corriente en el inversor de baterías.

Según los datos técnicos del inversor (ver tabla 15) la potencia máxima de entrada es 6 000 W, con una intensidad de corriente de 26 A, descrita en su ficha técnica. Por ello el termomagnético será el modelo M202-25A, de la marca ABB.

g) Protección puesta a tierra.

Se aplicarán el uso de puesta a tierra para el uso del pararrayo, para los inversores y el tablero para las conexiones de CA, utilizando una sección como mínimo de 16 mm^2 , según dispone el CNE (utilización).

3.6.2 Estructura soporte

La estructura prevista para el proyecto, se describe en los anexos, cuyos parámetros de diseño se definen en los planos (Anexo 3, pag 102).

3.6.1.11 Topología del sistema de generación.

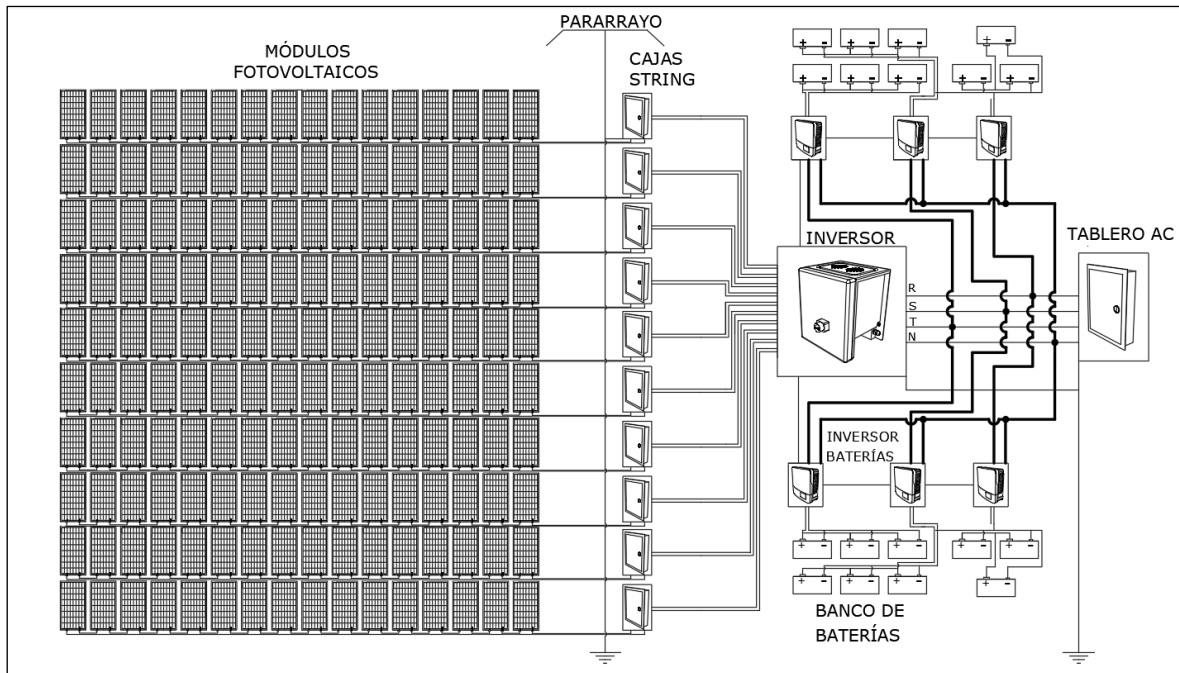


Figura 11. Topología del sistema de generación
Fuente. Elaboración propia

La topología antes mostrada comprende a la etapa de generación de energía, en la esta etapa se genera y convierte la energía obtenida por los paneles solares, luego se agrupan y de esta manera dieciséis módulos fotovoltaicos conforman un string, para transportar la energía hasta el inversor principal, el cual transforma la energía continua de los strings a energía alterna, el cual entrega a la demanda del centro poblado; así mismo los inversores de baterías tienen la función de suministrar energía de las baterías cuando los paneles fotovoltaicos no generen energía; el abastecimiento de energía del inversor principal será cubierta por los inversores de batería.

3.6.1.12 Visualización en 3D del sistema de generación y cuarto de máquinas.

Para una mayor percepción en el espacio del sistema de generación y cuarto de máquinas se elaboró una representación en 3D.



Figura 12. Vista frontal exterior del cuarto de máquinas
Fuente. Elaboración propia



Figura 13: Vista lateral interior del cuarto de máquinas
Fuente. Elaboración propia.



Figura 14. Vista lateral izquierda interior del cuarto de máquinas
Fuente. Elaboración propia



Figura 15. Vista isométrica inferior del interior del cuarto de máquinas
Fuente. Elaboración propia.



Figura 16. Vista lateral de los paneles solares
Fuente. Elaboración propia.

De esta manera es más sencilla la observación en el espacio para la percepción del montaje sugerido para el funcionamiento de los equipos del cuarto de máquinas del sistema fotovoltaico.

3.6.2 Dimensionamiento del sistema de distribución.

En la sección presente se calculó los parámetros eléctricos, en uso de la normativa R.D. N° 031-2003 EM/DGE, para su distribución en baja tensión, de la potencia a suministrar, para el centro poblado Santos, se precisa las siguientes características que se utilizó.

3.6.2.1 Características del sistema de distribución

- Sistema trifásico con puesta a tierra.
- Conductor aluminio aislado
- Neutro portante aleación de aluminio.
- Tensión nominal 220/380 V, fase – neutro 220 V.
- Frecuencia nominal 60 Hz.
- Distribución tipo radial
- Conductor a utilizar 3x16 + 1x16/25, de la marca Ceper.

3.6.2.2 Distancias de seguridad.

De acuerdo a lo establecido en la noma R.D. N° 031-2003 EM/DGE, señala las diferentes alturas mínimas para diferentes obstáculos para el tensado de redes de distribución.

Tabla 21.

Distancias mínimas del conductor a la superficie del terreno.

En lugares accesibles solo a peatones	5,0 m
En zonas no accesibles a vehículos o personas	3,0 m
En lugares con circulación de maquinaria agrícola.	6,0 m
A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas	6,0 m
En cruce de calles, avenidas y vías férreas	6,5 m

Fuente. Elaboración propia. Datos: DGE RD_031_2003 DGE.

3.6.2.3 Cálculos eléctricos

a) Cálculo de la resistencia eléctrica del conductor.

La resistencia de los conductores a la temperatura de operación se calculó con la Ecuación 29, de acuerdo a lo establecido en la noma R.D. N° 031-2003 EM/DGE. Los resultados de la resistencia eléctrica del conductor para la temperatura 40 °C, como valor máximo de temperatura.

$$R_{40} = R_{20}[1 + 0,0036(t - 20)] \quad (29)$$

Donde:

R_{40} : Valor de la resistencia eléctrica del conductor a 40 °C (ohm/km).

R_{20} : Valor de la resistencia eléctrica del conductor a 20 °C (ohm/km).

t : Temperatura de operación (°C).

El resultado obtenido se muestra en la tabla 22.

Tabla 22.

Resistencia eléctrica del conductor autoportante CAAI 3x16 + 1x16/25.

Formación	Resistencia del conductor de fase		Alumbrado público		Resistencia del conductor neutro	
	[Ω/Km]		[Ω/Km]		[Ω/Km]	
	20°C	40°C	20°C	40°C	20°C	40°C
3x16 + 1x16/25	1,91	2,048	1,91	2,048	1,38	1,479

Fuente. Elaboración propia.

b) Cálculo de la reactancia inductiva

Para obtener el resultado se empleó la ecuación 30, de acuerdo a lo establecido en la norma R.D. N° 031-2003 EM/DGE resultados finales se muestran en la tabla 23.

$$X_L = \frac{(0,1746 \times \log DMG)}{RMG} \quad (30)$$

Donde:

X_L : Reactancia inductiva

DMG: Distancia media geométrica.

RMG: Radio medio geométrico.

Tabla 23.

Reactancia inductiva de conductor autoportante CAAI 3x16 + 1x16/25.

Formación	Reactancia inductiva		Factor de caída de tensión		Capacidad de corriente a 40 °C	
	[Ω/Km]		[K]		[A]	
	$X_L(30)$	$X_L(10)$	380 – 220V	220 V	Fase	A.P
3x16 + 1x16/25	0,110	0,110	3,538	3,272	64	64

Fuente. Elaboración propia. Datos. R.D. N° 031-2003 EM/DGE

c) Cálculo caída de tensión

Efectuando el procedimiento establecido en la normativa R.D. N° 031-2003 EM/DGE, la cual dispone una ecuación para el cálculo de caída de tensión en redes secundarias (ecuación 31). Posteriormente se detalla la caída de tensión para los diferentes tramos o circuitos de la red de distribución, los cuales fueron cálculos, y simulados en el software DIREDCAD, de la empresa ABS INGENIEROS.

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3} \quad (31)$$

Donde:

ΔV : Caída de tensión (V).

K: Factor de caída de tensión (ver tabla 23).

I: Intensidad de corriente que recorre el circuito (A).

L: Longitud del tramo (m).

El factor de caída de tensión del conductor autoportante 3x16+1x16/25, CEPER, tiene un valor de 3,506 (ver anexos).

Para el cálculo de caída de tensión, se utilizará los diagramas de cargas de la figura 12. los resultados de cálculo de caída de tensión se muestran en la tabla 24.

Tabla 24:

Cálculo de caída de tensión para servicio particular

Nodo	Vano	Long. (m)	Abonados	Pot.SP [KW]	Pot.CE [KW]	P. Total [KW]	V. Nodo [V]	I.Nodo [A]	DV Vano [V]	DV Total [V]	Caída T. [%]
SE-01	--	-	-		-	14,3	380,0/219,4	24,65	0,61	1,31	0,59
T0	SE-01- T0	2	0	0	0	13,7	219,3	24,65	0,09	0,7	0,32
1	0-1	35,88	0	0	0	13,7	217,84	21,49	1,46	2,16	0,98
2	1 - 2	35,88	0	0	0	13,7	216,38	21,63	1,47	3,62	1,65
3	2 - 3	35,88	0	0	0	13,7	214,9	21,78	1,48	5,1	2,32
4	3 - 4	35,88	2	0,4	0	13,7	213,41	21,93	1,49	6,59	2,99
5	4 - 5	13,13	0	0	0	7,7	213,1	12,44	0,31	6,9	3,13
6	5 - 6	21,22	0	0	1	7,7	212,61	12,46	0,5	7,39	3,36
7	6 - 7	38,64	1	0,2	0	6,1	211,88	9,95	0,73	8,12	3,69
8	7 - 8	11,48	1	0,2	0	4,5	211,72	7,24	0,16	8,28	3,76
9	8 - 9	20,46	2	0,4	0	3,9	211,48	6,23	0,24	8,52	3,87
10	9 - 10	23,13	2	0,4	0	3,5	211,24	5,57	0,24	8,76	3,98
11	10 - 11	39,56	1	0,2	0	3,1	210,83	5,41	0,4	9,17	4,17
12	11 - 12	41,66	1	0,2	0	2,9	210,45	4,92	0,39	9,55	4,34
13	12 - 13	23,79	0	0	2,5	2,5	210,27	3,96	0,18	9,73	4,42

4,1	4-4,1	23,79	2	0,4	0	1	213,34	1,74	0,08	6,66	3,03
4,2	4,1 - 4,2	17,72	3	0,6	0	0,6	213,3	1,04	0,03	6,7	3,05
4,3	4-4,3	25,79	4	0,8	0	4,6	212,95	9,6	0,47	7,05	3,21
4,4	4,3 - 4,4	24,43	1	0,2	3	3,8	212,56	8,32	0,38	7,44	3,38
4,5	4,4 - 4,5	33,32	3	0,6	0	0,6	212,5	1,05	0,07	7,5	3,41
6,1	6-6,1	12,09	3	0,6	0	0,6	212,58	1,05	0,02	7,42	3,37
7,1	7-7,1	18,62	4	0,8	0	1,4	211,79	2,45	0,09	8,21	3,73
7,2	7,1 - 7,2	17,15	3	0,6	0	0,6	211,76	1,05	0,03	8,24	3,75
12,1	12-12,1	57,76	0	0	0	0,2	210,39	0,53	0,06	9,61	4,37
	12,1	-									
12,2	12,2	36,06	0	0	0	0,2	210,35	0,53	0,04	9,65	4,39
	12,2	-									
12,3	12,3	42,01	0	0	0	0,2	210,31	0,53	0,04	9,69	4,4
	12,3	-									
12,4	12,4	40,64	1	0,2	0	0,2	210,27	0,53	0,04	9,73	4,42
8,1	8-8,1	31,38	2	0,4	0	0,4	211,68	0,7	0,04	8,32	3,78

Fuente, Fuente, Elaboración propia. Datos obtenidos del software DIREDCAD 2020

Tabla 25:

Calculo de caída de tensión de alumbrado público.

Nodo	Vano	Nº Luminarias	Pot.Nodo [KW]	P. Total [KW]	V. Nodo [V]	I.Vano [A]	DV Vano[V]	DV Total[V]	CaidaV [%]
SE-01	--								
T0	SE-01- T0								
1	0-1	0	0	0,64	218,86	3,23	0,44	1,14	0,52
2	1 - 2	0	0	0,64	218,42	3,24	0,44	1,58	0,72
3	2 - 3	0	0	0,64	217,98	3,25	0,44	2,02	0,92
4	3 - 4	1	0,06	0,64	217,54	3,25	0,44	2,46	1,12
5	4 - 5	0	0	0,41	217,44	2,07	0,1	2,56	1,16
6	5 - 6	0	0	0,41	217,27	2,07	0,17	2,73	1,24
7	6 - 7	1	0,06	0,35	217,01	1,78	0,26	2,99	1,36
8	7 - 8	1	0,06	0,23	216,96	1,19	0,05	3,04	1,38
9	8 - 9	0	0	0,12	216,91	0,59	0,05	3,09	1,4
10	9 - 10	1	0,06	0,12	216,86	0,59	0,05	3,14	1,43
11	10 - 11	0	0	0,06	216,82	0,3	0,04	3,18	1,45
12	11 - 12	0	0	0,06	216,77	0,3	0,05	3,23	1,47
13	12 - 13	1	0,06	0,06	216,74	0,3	0,03	3,26	1,48

4,1	4-4,1	0	0	0,06	217,51	0,3	0,03	2,49	1,13
4,2	4,1 - 4,2	1	0,06	0,06	217,49	0,3	0,02	2,51	1,14
4,3	4-4,3	0	0	0,12	217,48	0,59	0,06	2,52	1,14
4.4	4,3 – 4,4	1	0,06	0,12	217,43	0,59	0,05	2,57	1,17
4.5	4,4 – 4,5	1	0,06	0,06	217,39	0,3	0,04	2,61	1,19
6.1	6-6,1	1	0,06	0,06	217,26	0,3	0,01	2,74	1,25
7.1	7-7,1	0	0	0,06	216,99	0,3	0,02	3,01	1,37
7.2	7,1 – 7,2	1	0,06	0,06	216,97	0,3	0,02	3,03	1,38
12,1	12-12,1	0	0	0	216,77	0	0	3,23	1,47
12,2	12,1 - 12,2	0	0	0	216,77	0	0	3,23	1,47
12,3	12,2 - 12,3	0	0	0	216,77	0	0	3,23	1,47
12,4	12,3 - 12,4	0	0	0	216,77	0	0	3,23	1,47
8,1	8-8,1	1	0,06	0,06	216,93	0,3	0,04	3,07	1,4

Fuente. Elaboración propia. Datos obtenidos del software DIREDCAD 2020.

e) Diagrama de cargas

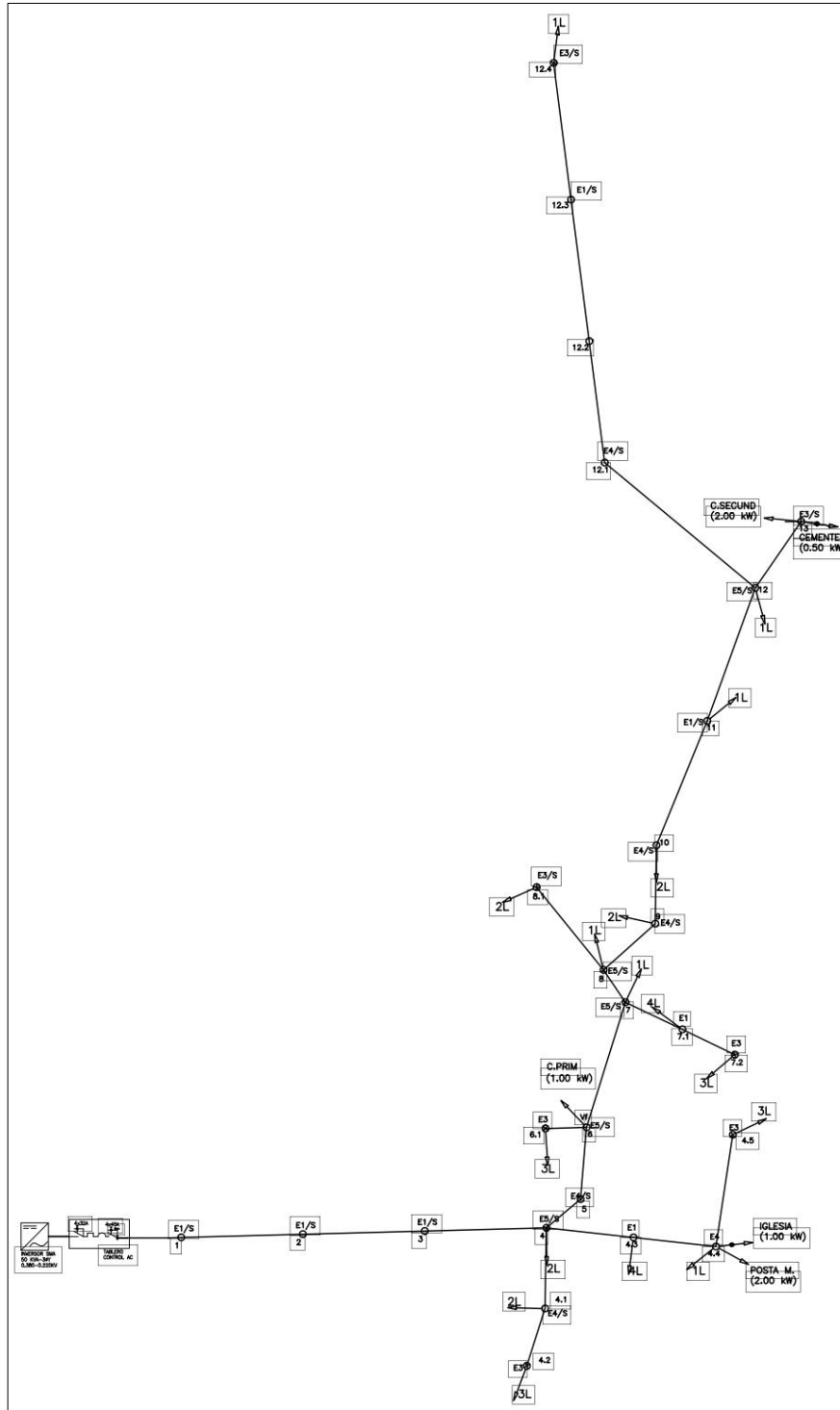


Figura 17. Diagrama de cargas del sub sistema de distribución.
Fuente. Elaboración propia

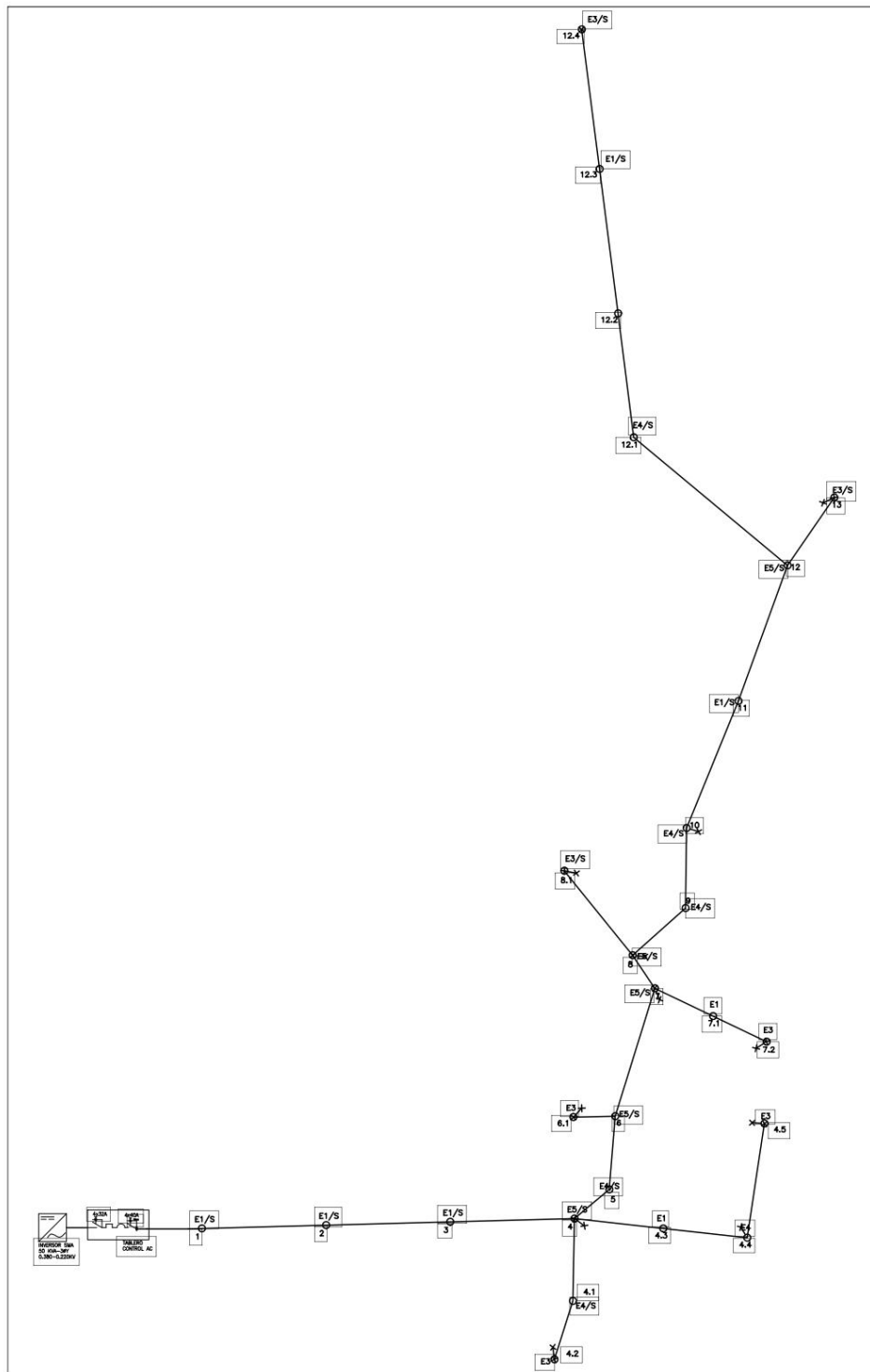


Figura 18. Diagrama unifilar de cargas de alumbrado público.
Fuente: Elaboración propia.

f) Balanceo de cargas

En las siguientes tablas 26,27 y 28 se describe el balanceo de cargas; para evitar sobrecargar con conductores de las fases, se realizó la distribución de cargas hasta lograr un desbalance mínimo de 0.83% y como máximo de 10%. En la siguiente tabla se muestra los detalles.

Tabla 26.
Balance de Cargas Especiales.

Descripción/Fase	[R]	[S]	[T]	TOTAL [kW]
Colegio Primario	-	-	X	1,00
Cementerio	-	-	X	0,50
Colegio Secundario	-	X	-	2,00
Posta M.	X	-	-	2,00
Iglesia	-	-	X	1,00
Cargas AP.	X	-	-	0,64
Total(kW)	2,64	2,00	2,50	7,14

Fuente. Elaboración propia. Datos. DIREDCAD 2020

Tabla 27.
Balance Cargas Servicio Particular.

Descripción/Fase	[R]	[S]	[T]	TOTAL [kW]
Cargas Ruta 1	10,00	13,00	13,00	36,00
Total(kW)	2,00	2,60	2,60	7,20

Fuente: Elaboración propia. Datos DIREDCAD 2020

Tabla 28.
Balance General por Fase.

Descripción/Fase	[R]	[S]	[T]	TOTAL [kW]
Ruta 01	4,00	4,60	5,10	13,70
Cargas AP.	0,64	00	00	0,64
Total (kW)	4,64	4,6	5,1	14,338

Fuente. Elaboración propia Datos. DIREDCAD 2020

g) Mínima caída de tensión permisible

De acuerdo a lo establecido en la norma R.D 031-2003 EM/DGE, establece una caída de tensión en áreas rurales máxima del 7% de la tensión nominal, referencia a la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (NTCSE). Ante ello el proyecto presenta una caída de tensión en su punto más lejano de 4,42% (ver tabla 24); cantidad menor a la máxima caída de tensión establecida.

h) resistencia de puesta a tierra

El tipo de puesta a tierra será de PAT1, según lo establecido en la norma RD 031-2003 EM/DGE, dicta una resistencia de 6 ohm para redes secundarias de 380/220 V, conductor de puesta a tierra según la el CNE suministro (sección 33 c5a) un conductor mínimo de 10 mm^2 . El sistema de puestas a tierra PAT1 está conformado por una varilla de acero recubierta en cobre blando de 16 mm de diámetro y 2,4 m de longitud, conductor de cobre de 35 mm^2 y conectores. Este sistema irá instalado en un pozo de 1 m \varnothing x 2,8 m de profundidad, a 2,0 m de distancia horizontal del poste a la varilla.

i) Estructura soporte

Para el proyecto, se seleccionaron como estructuras de alineamiento al poste CAC 8/200/150/270, como estructura anclaje y fin de línea, al poste CAC 8/300/150/270.

3.6.2.4 Estimación de la cantidad de CO₂ que se evitará en emitir al medio ambiente.

Se procedió a realizar el cálculo de la estimación de emisión de CO₂ que se evitará si se emplea como sistema de generación, motores diésel para una central térmica. Según SMA Solar technology, la ratio equivale a 1 kWh generado con energía fotovoltaica equivale a 0.6 Kg de CO₂, emitidos por una central térmica.

$$\begin{aligned} CO_{2\text{ AÑO}} &= CO/KHW \times kWh_{\text{Año}} & (32) \\ CO_{2\text{ AÑO}} &= 0,6 \times 44\ 084,7 \\ CO_{2\text{ AÑO}} &= 26\ 452,82 \end{aligned}$$

Donde:

CO₂ AÑO: Cantidad de Dióxido de carbono que se evitara en emitir al año (kg CO₂).

CO₂/KHW: Relación de dióxido de carbono por kilovatio hora.

kWh_{Año}: Energía producida en un año.

Según lo dispuesto en la ecuación 29, la cantidad de dióxido de carbono que se evitará emitir con sistema propuesto es de 26 452,82 Kg CO₂ por año.

3.7 Evaluación económica del proyecto

3.7.1 Presupuesto referencial

Para la realización del presupuesto referencial para el proyecto “Dimensionamiento De Un Sistema Eléctrico Fotovoltaico Para La Demanda Eléctrica Del Centro Poblado Santos, Distrito Querocotillo – Cutervo”, se utilizó el software libre Apache Open Office Hoja de Cálculo v4.1.7. Las partidas a detalle se muestran en los anexos.

Tabla 29.

Resumen del presupuesto referencial de la central fotovoltaica.

Ítem	Descripción	Precio[S/.]
01	Suministro de materiales	369 200,00
02	Transporte de materiales	3 000,00
03	Montaje e instalación de central fotovoltaica.	8 000,00
	Sub Total	380 200,00

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 30.

Resumen del presupuesto referencial de la red de distribución.

Ítem	Descripción	Precio[S/.]
04	Suministro de materiales	29 563,00
05	Transporte de materiales	3 000,00
06	Montaje electromecánico de materiales	19 104,75
	Sub Total.	52 272,75

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 31.

Resumen del presupuesto referencial del proyecto

Ítem	Descripción	Precio[S/.]
01	Central fotovoltaica	380 200,00
02	Redes secundarias	52 272,75
03	Pruebas y puesta en servicio	1 200,00
04	Refacciones de averías	30 000,00
	Costo directo	433 672,75
	Gastos generales (10%)	43 367,28

	Sub Total	477 040,03
	IGV (18%)	85 867,20

	Total	S/636 893,23

Fuente: Elaboración propia.

3.7.2 Evaluación económica

Para la obtención de la factibilidad del proyecto es necesario disponer de dos parámetros.

- Presupuesto total del sistema fotovoltaico es de 562 907,23 soles.
- La producción de energía anual del sistema. Desarrollada en la ecuación 33.

$$\begin{aligned}
 P_{EA} &= HPS \times N_{P,SG} \times P_{\max,m} \times N_{\text{días/año}} & (33) \\
 P_{EA} &= 3,66 \times 160 \times 370 \times 0,9 \times 365 \\
 P_{EA} &= 71,18 \text{ MWh/año}
 \end{aligned}$$

Donde:

P_{EA} : Producción de energía anual estimada.

HPS: Cantidad de hora solar pico.

$N_{P,SG}$: Numero de módulos del sistema de generación.

$P_{\max,m}$: Potencia máxima del módulo.

$N_{\text{días/año}}$: Número de días promedio al año.

a) Retorno de la inversión.

Estableciendo un cálculo aproximada para establecer el tiempo de retorno de la inversión se fundamentó en la inversión inicial, energía producida anualmente, el precio de la energía posiblemente ofertaba y los costos de mantenimiento y operación. Como gastos fijos anuales se consideró 3 600 soles para gastos de mantenimiento mínimo.

Para obtener una estimación del precio de la energía, se consideró el promedio de los costos de la energía ofertada por las centrales fotovoltaicas menos a 40 MWp, como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 32.
Precio de energía ofertada para centrales fotovoltaicas

Denominación	Ubicación	Pot.Instalada	Precio de la energía ofertada
Central Majes Solar 20T	Arequipa	20MW	22,25 Ctvs US\$/kWh
Central Solar Repartición 20T	Arequipa	20MW	22,3 Ctvs US\$/kWh
Central Tacna Solar	Tacna	20MW	22,5 Ctvs US\$/kWh
Central Panamericana Solar	Moquegua	20MW	21,5 Ctvs US\$/kWh

Fuente. Elaboración propia. Datos: Osinergmin

$$R_{INV} = \frac{PT}{(P_{EA} * P_{EPO}) - C_{MO-A}} \quad (34)$$

$$R_{INV} = \frac{636\,893,23}{(79\,085 * 0.75) - 3\,600}$$

$$R_{INV} = 11,43$$

Donde:

PT: Presupuesto total (S/).

P_{EA} : Producción de energía anual (kWh/año).

P_{EPO} : Precio de energía potencialmente ofertada (S/./kWh)

C_{MO-A} : Costo mantenimiento y operación anual (S/./año)

Concluyendo que luego de once años y cinco meses se recuperará la inversión total, después de ello generará ingresos, dependiendo de las condiciones de mantenimiento y operación.

b) Costo de la energía

El costo de la energía producida será la resultante de la relación entre los costos anuales y la energía producida anualmente.

$$C_E = \frac{C_{MA}}{P_{EA}} \quad (35)$$

$$C_E = \frac{3600}{79\ 176}$$

$$C_E = 0,045$$

Donde:

C_E : Costo de energía

C_{MA} : Costo mantenimiento anual (S/.).

P_{EA} : Producción energía anual (kWh/año).

De esta manera comprobamos que el costo de la energía producida por el sistema de generación es más económico en comparación de la energía convencional.

3.8 Visualización 3D del sistema de distribución

Para una mayor percepción en el espacio del sistema de distribución del sistema en baja tensión, se elaboró una representación en 3D.

De modo que, se pueda observar la distribución de las estructuras soporte en la localidad a instalar, así pues, nos da una pre visualización en su fase terminal.



Figura 19. Tablero de control de baja tensión.
Fuente. Elaboración propia.



Figura 20. Vista aérea nº1 del sistema de distribución en baja tensión.
Fuente. Elaboración propia.



Figura 21. Vista aérea n°2 del sistema de distribución en baja tensión.
Fuente. Elaboración propia.



Figura 22. Vista aérea n°3 del sistema de distribución en baja tensión.
Fuente. Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

4.1 Recurso solar y ángulo óptimo

Mediante la obtención de resultados a la base de datos de PVGIS, se obtuvo la cantidad de irradiación más desfavorable; para el presente proyecto representado en el mes de enero, siendo este valor $3,66 \text{ kWh/m}^2$.

El ángulo resultante para los módulos fotovoltaicos establecido, es de 10° de elevación, para cumplir con la norma RD 003-2007-EM/DGE.

4.2 Resumen de equipos principales.

optó por los módulos monocristalinos por tener una mayor eficiencia, en la siguiente tabla se muestra la tensión de operación del sistema de generación, de dimensiones de (1956 x 992 x 35) mm, los parámetros más resaltantes se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 33.
Resultado del diseño de generadores fotovoltaicos.

Especificaciones técnicas	Voltaje nominal del sistema (V_{cc})	Número de módulos fotovoltaicos		
		Serie	Paralelo	Total
Era solar- ESPSC 370 Wp	640	16	10	160

Fuente. Elaboración propia

Como resultado de la ecuación 1, obtenemos un ángulo de inclinación de $7,92^\circ$ sin embargo debido a garantizar una reducción en costos de mantenimiento, se optó por aumentar el ángulo, siendo el valor final, 10° . Del resultado de la interpretación de la imagen 10, se obtuvo la dirección cardinal; los paneles estarán alineados, vista frontal opuesta al norte.

Asimismo, el inversor seleccionado es el CORE ONE, de la marca SMA Solar Technology, puesto que facilita la conexión para dieciséis string, de los cuales diez se utiliza para este proyecto, el inversor antes mencionado cuenta con una protección IP 65, la cual facilita su operación al aire libre, para su fácil ventilación con convección no forzada.

Tabla 34.
Resultado del diseño del inversor

Especificaciones Técnicas	Frecuencia (Hz)	Tensión nominal del sistema de generación. (V)	Voltaje de salida (V)	Número de inversores
Inversor Core One SMA	60	640	380/220	1

Fuente. Elaboración propia

Para el acoplamiento de las baterías es necesario disponer de un inversor de baterías, el cual se calculó su cantidad (ver ecuación 16). el inversor antes mencionado cuenta con una protección IP 65, la cual facilita su operación al aire libre, para su fácil ventilación con convección no forzada.

Tabla 35.
Resultado del diseño del inversor de baterías.

Especificaciones Técnicas	Frecuencia (Hz)	Voltaje nominal del banco de baterías (V)	Voltaje de salida (V)	Número de inversores
Inversor Sunny Boy Storage 6.0	60	500	220	6

Fuente. Elaboración propia

El tipo de batería propuesto es LG Chem Reshu 10H, misma que recomienda Sma Solar Technology, entre sus parámetros: cuenta con 63 Ah, tensión nominal en rango de 380-550 V_{CC}, con una energía máxima de 9.8 kWh y con una potencia nominal de 5kW. La batería antes mencionada cuenta con una protección hermética IP55.

4.3 Generación de energía anual.

La figura 23 presenta la producción anual acumulada por año, la cual muestra como inicio de operaciones al 2020 y como fin teórico en el 2039. Obteniendo una generación por año de 79 kWh, en consecuencia, en el año 2039 alcanza el valor de 2093 kWh.

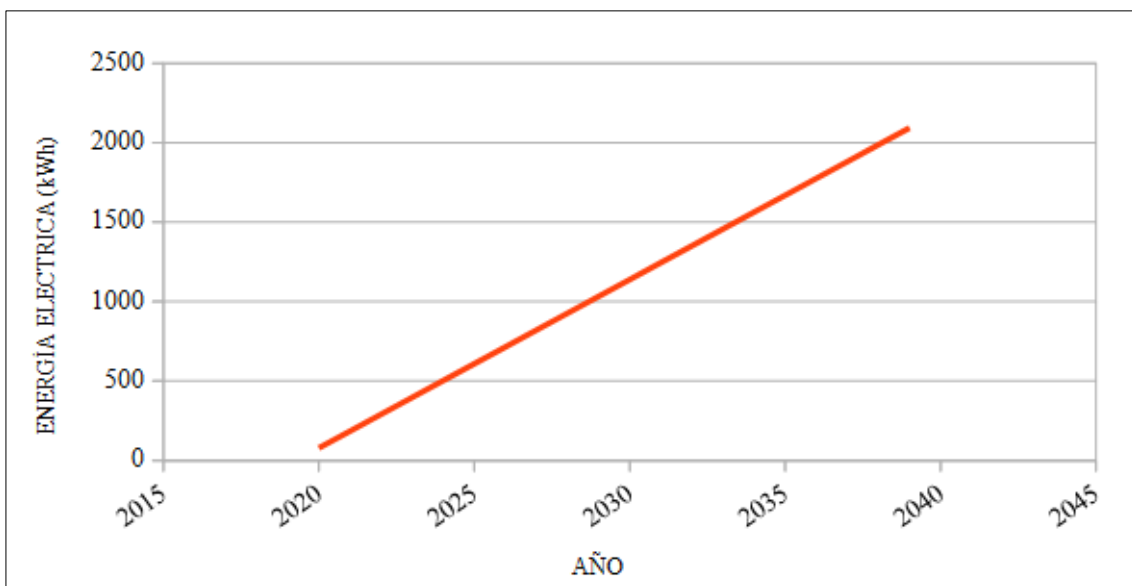


Figura 23.
Generación de energía anual.
Fuente: Elaboración propia.

4.4 Flujo de efectivo acumulado.

Según descrito en la ecuación el tiempo de retorno de la inversión es de 11,15 años. Esto debido al flujo acumulado por año, por la venta de energía eléctrica, en el siguiente gráfico se muestra como se tiende la gráfica del flujo acumulado, con un valor inicial de 55 713,96 soles a fin de año, y con un valor final de 1 114 279 soles a veinte años de operación.

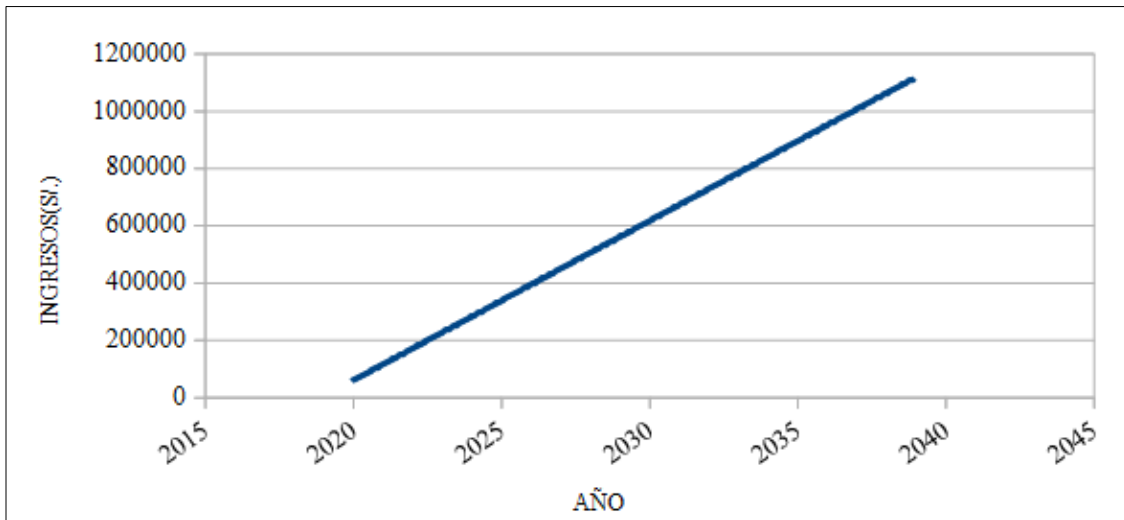


Figura 24.
Gráfica flujo acumulado.
Fuente: Elaboración propia

4.5 Indicadores de viabilidad del proyecto.

Los resultados de viabilidad del proyecto se muestran en la tabla siguiente, los cuales comprende el VAN, TIR, el tiempo de retorno de la inversión, y el costo beneficio para este proyecto.

Tabla 36.
Valores de viabilidad del proyecto

Descripción	Valor
VAN	1 582 834,74
TIR	6%
Tiempo de retorno(años)	11,15
Beneficio costo	1,74

Fuente. Elaboración propia

El resultado de beneficio costo, nos ayuda a idealizar las proporciones de gastos y ingresos, para este resultado, por cada sol invertido se obtendrá setenta y cuatro centavos extras, es decir un sol setenta y cuatro centavos.

V. DISCUCIONES

Céspedes (2018), muestra en su proyecto para 25 viviendas, 01 local comunal, 01 institución educativa primaria, obteniendo como resultado la cantidad de 32 módulos fotovoltaicos de 140 Wp, con una potencia pico instalada de 4,48 kWp, con una demanda de energía de 13,98 kWh/día. En diferencia, nuestro proyecto se tiene una potencia pico instalada de 59,2 kWp, con un total de 160 fotovoltaicos de 370 Wp y una demanda de energía de 166,84 kWh/día.

Díaz (2018) en su proyecto emplea una calificación eléctrica por encuesta, para 50 viviendas, una iglesia, 01 centro educativo de nivel primario y secundario, 01 local comunal, obtiene como resultado una potencia pico instalada de 12,54 kWp, con 66 módulos fotovoltaicos de 190 Wp de potencia individual, con una tensión de red secundaria de 220 V, monofásica. Por otro lado, en nuestro proyecto se empleó la calificación eléctrica otorgada por la norma RD 031-2003 DGE/EM, obteniendo como resultado una potencia instalada de 59,2 kWp, con un total de 160 módulos fotovoltaicos de 370 Wp de potencia individual, y con una tensión de red trifásico en 380/220 V.

(Roldan, 2012) Los módulos que están constituidos por celdas fotovoltaicas monocristalinos obtienen una mayor eficiencia, en comparación con los módulos que portan celdas policristalinas, por ello su rendimiento oscila entre los 14% a 18%. Ante ello se optó por la elección de módulos monocristalinos, que proporcionan una mayor eficiencia para cubrir menores áreas en comparación con los módulos policristalinos.

Taboada (2019), emplea en su proyecto dos fuentes de radiación solar: según SENAMHI (Atlas 2003) obtiene el valor de $4,75kWhm^2/día$, del software Solarius plus obtuvo el valor de $4,72kWhm^2/día$. Por otro lado, en nuestro proyecto se utilizó dos fuentes: PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), servicio de ciencia y conocimiento de la Comisión Europea, indicando el valor mínimo de $3,66kWhm^2/día$, a la misma vez se empleó Metereonorm 7,1, indicando un valor mínimo de $5,35kWhm^2/día$.

Pérez y Delgado (2019), en su proyecto para once viviendas, empleando base de datos de la NASA, con un ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos de 15° , obteniendo como resultado una energía promedio diario de $45\ 278,10\ Wh/día$. Sistema aislado conformado por 80 paneles policristalinos de 320 Wp, potencia pico instalada de 25600 Wp y una tensión de red secundaria de 220 V. Sin embargo, en nuestro proyecto se seleccionó la fuente PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), servicio de ciencia y conocimiento de la Comisión Europea. Módulos fotovoltaicos con una inclinación de 10° , con orientación norte, con una energía promedio diaria de $166,84\ kWh/día$, sistema aislado conformado por 160 módulos fotovoltaicos de 370 Wp de potencia individual, potencia pico de 59,2 kWp y con una tensión de red trifásico en 380/220 V.

En el desarrollo de la investigación se presentó observaciones de sitio, puesto que es necesario localizar la disposición de los paneles en un terreno lo menos accidentado posible, esto para reducir los costos de nivelación, puesto que transportar maquinaria pesada hasta sitios remotos es complicado y en algunas ocasiones inviable. La presentación 3D presentó un reto, es tratar de establecer una similitud entre lo real y lo plasmado digitalmente, sin embargo, para la realización de los cálculos de distribución, adaptación al uso del software; fue de vital importancia lo aprendido durante el periodo de estudiante en casa de estudios superior; UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN. En consecuencia, durante el desarrollo de la investigación, al conocer los valores medios de irradiación, siendo estos de valores no equidistantes significativos y para aumentar su rendimiento, se planteó un sistema de seguimiento en rotación de azimut para los paneles fotovoltaicos, sin embargo, realizar esta investigación representa adversidades en su desarrollo, que necesitan una investigación propia.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La irradiación para el centro poblado Santos, alcanza su mes más productivo el valor de $5,14 \text{ kWh/m}^2$ y en el mes más desfavorable su cantidad es de $3,68 \text{ kWh/m}^2$, en la fuente PVGIS, misma que se seleccionó para el proyecto. Asimismo, El ángulo de los paneles fotovoltaicos previsto es de 10° para mejorar el mantenimiento, evitar acumulación de agua de lluvia en los bordes del marco y evitar la acumulación de hojarasca.
- La demanda eléctrica del centro poblado Santos, es de $14,69 \text{ kW}$, con un consumo de energía diario de $166,84 \text{ kWh/día}$.
- El sistema fotovoltaico para el centro poblado Santos, está conformado por los equipos principales: 160 módulos fotovoltaicos de 370 Wp , 18 baterías LGchem Reshu 10H, 01 inversor Core One SMA $75\text{kWp}/50 \text{ kW}$, 6 inversores de batería Sunny Boy Storage v6.0. Asimismo, la potencia de captación del generador fotovoltaico es de $59,2 \text{ kWp}$.
- Para emplear la generación de energía eléctrica utilizando paneles fotovoltaicos, se necesitará una inversión de S/ 636 893,23, inversión que cubre los gastos de suministros, transporte, montaje electromecánico, del sistema eléctrico fotovoltaico, como también el sistema de distribución de redes secundaria. Con un retorno de inversión a partir del décimo mes, con un costo beneficio de 1,74.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda implementar el presente proyecto para beneficio de la comunidad local.
- Se recomienda emplear este tipo de proyecto de energía renovable fotovoltaica en comunidades aisladas, donde la energía convencional resulta inaccesible por la significativa distancia desde el centro de generación, como también por el elevado costo de transportar la energía eléctrica desde el punto de generación convencional.
- Para aumentar la eficiencia del sistema generador fotovoltaico, se recomienda, emplear este tipo de proyectos de energía renovable en zona del planeta donde la irradiación es mayor, tal es el caso de nuestro país, la mayor irradiación solar se encuentra en el sur.
- Se recomienda de ejecutarse algún tipo de proyecto de energía renovable fotovoltaica; orientar a los moradores de evitar sembrar arboles alrededor del generador fotovoltaico. De igual manera capacitar a los moradores de la zona del proyecto en la parte técnica a fin de disponer de personal operativo de la misma zona beneficiaria.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Osinergmin (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú*. Lima, Perú. Impreso Grafica Biblios S.A
- MINEM-DGE. (2006). Código Nacional de Electricidad - Utilización. Ministerio de Energía y Minas, Lima.
- MINEM-DGE. (2011). Código Nacional de Electricidad - Suministros. Ministerio de Energía y Minas, Lima.
- MINEM-DGE. (2013). Normas Técnicas Rurales. Ministerio de Energía y Minas, Lima.
- Jaime, A. M. (2007). Cálculo para líneas de conducción eléctricas. Obtenido de <https://es.slideshare.net/JaimeFelipeAlvaridoM/clculodelosconductoreselectricos483>.
- Mejía, E. J. (2018). Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. Universidad Politécnica Amazónica, Bagua Grande.
- Mesa, L. A., Sanabria, C. A., & Pérez, W. J. (19 de octubre de 2016). Diseño de un sistema solar fotovoltaico autónomo parra una institución educativa rural en el municipio de Páez - Boyacá. Paéz, Boyacá, Colombia. Recuperado de http://fcbi.unillanos.edu.co/cici/Articulos/CICI_2016_paper_148.pdf
- Casallo, O. T. (2011). Energía solar fotovoltaica en el distrito de Orcotuna Región Junín. Callao: Universidad Nacional del Callao. Callao.
- Perpiñán, O. (2015). Energía solar fotovoltaica. España: Creative Commons.
- Gomez y Alamilla (2012), Diseño de una planta generadora solar fotovoltaica de 20 MW. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autonoma de México) Recuperado de https://repositorio.unam.mx/contenidos/disenodeuna-planta-generadora-solar-fotovoltaica-de-20-mw-330981?c=pQ8wXB&d=false&q=fotovoltaico&i=1&v=0&t=search_0&as=0

- Pérez y Delgado (2019), *Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para el suministro eléctrico al Caserío Jaway, Distrito y Provincia Jaén- Cajamarca*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén, Perú) Recuperado de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/93>
- González, G. R., Jiménez, G. H., & Lagunas, M. J. (2003). Sistemas fotovoltaicos conectados a la red. 140-144.
- Phoenix, S. (2017). *Sistemas aislados convencionales*. Madrid, España.
- Alonso, J.A (2015). *Manual para instalaciones fotovoltaicas autónomas*. España: Europe Sunfields
- Pereyra, R.T. (2011). *Potencial de las energías renovables en Perú*. Lima - Perú
- Varo, D., y Menéndrez, H. (2017). Análisis del rendimiento de un sistema fotovoltaico conectado a red de 10MW, excluyendo el efecto de la temperatura. *Tecnología y desarrollo*, 1-11.
- Weitin M., Xinyi L., Hongo L., Maoquin Z., Xiaofei Y., Tingting Z., Lifeng W., Guozhong C., Weixing S. (2019). A flexible self-charged power panel for harvesting and storing solar and mechanical energy. *Nano Energy*, 65(2019),10408. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2019.104082>
- Michal Taraba, Juraj Adamec, Matus Danko, Peter Drgona, Tomas Urica. (2019). Properties Measurement of the thin film solar panels under adverse wather conditions. *Transportation Reseach Procedia*, 40(2019), 535-540. doi: 10.1016/j.trpro.2019.07.077
- Rajvikram M., Leoponraj S. (2018). A metod to attain power optimality and efficiency in solar panel. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2018.08.004>
- Monzur A. I. y Aminul A. (2017), Solar panels: Real efficiencies, potential productions and playback periods for major australian cities. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 25(2018) 119-125. doi : <https://doi.org/10.1016/j.seta.2017.12.007>

- Gamarra J. L. (2019). *Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica del centro poblado siete techos ubicado en el distrito de Reque - Chiclayo – Lambayeque*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, Perú) Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/4538>
- Díaz F. D. (2018), *Dimensionamiento de una minicentral solar fotovoltaica aislada para el suministro de energía eléctrica al centro poblado Guarrago ubicado en el distrito de Súcota, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, Perú) Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/2502>
- Céspedes, A. J. (2018), *Dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico para el caserío Chorro Blanco ubicado en el distrito San Andres de Cutervo provincia de Cutervo departamento de Cajamarca*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, Perú). Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/2979>
- Moro, M. (2018) *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Madrid, España. Ediciones Paraninfo.
- Valentín, J. (2018). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. San Sebastián, España. Editorial Donostiarra.
- Mascarós, V. (2015). *Instalaciones generadoras fotovoltaicas*. Madrid, España. Ediciones Paraninfo.
- Méndez, J. y Cuervo, R. (2011) *Energía solar fotovoltaica*. Madrid, España. Editorial Fundación Confemetal.
- Pareja M. (2010). *Energía solar fotovoltaica: cálculo de una instalación aislada*. Barcelona, España. Editorial Marcombo S.A
- Roldán J. (2011). *Estudios de viabilidad de instalaciones solares. Determinacion del potencial solar*. Madrid, España. Ediciones Paraninfo.

García M. (1999). *Energía solar fotovoltaica y cooperacion al desarrollo*. Madrid, España. Ediciones Red Almar.

Roldán J. (2012). *Estudios de viabilidad de instalaciones solares. Determinacion del potencial solar*. Madrid, España. Ediciones Paraninfo.



DEDICATORIA

A mi madre, Prof. Leonor Sobrino Gastulo y a mi padre, Prof. Galvarino Ramírez Saldaña, quienes, en vida, me educaron en base al amor, dedicación, entrega y bondad.



AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme la voluntad de seguir en vida profesional y mantenerme con salud para lograr mis metas en la vida.

A mi familia brindarme el apoyo en la vida.

A mi asesor Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez, por su tiempo y dedicación en guiarme para la culminación exitosa de esta investigación.


A los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica por su dedicación, por sus enseñanzas a lo largo de toda mi formación académica en la universidad.

A los pobladores del centro poblado Santos, por su cooperación para la realización de la presente investigación.



ANEXOS

ANEXO 1: METRADO Y PRESUPUESTO APROXIMADOS.

PRESUPUESTO						OpenOffice V4.7
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS, DISTRITO QUEROCOTILLO – CUTERVO						
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN						
UBICACIÓN: Querocotillo - Cutervo - Cajamarca						
TESISTA: Bach. Edwin Ivan Ramirez Sobrino						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	PRECIO	PARCIAL S/.	
CENTRAL FOTOVOLTAICA						
01	CENTRAL FOTOVOLTAICA				S/407 200.00	
01.01	SUMINISTRO DE MATERIALES				S/396 200.00	
01.02	TRANSPORTE DE MATERIALES				S/3 000.00	
01.03	MONTAJE ELECTROMECÁNICO				S/8 000.00	
05						
01	REDES SECUNDARIAS				S/52 272.75	
0.1	SUMINISTRO DE MATERIALES				S/29 563.00	
01.01.01	SUMINISTRO DE POSTES	gib	1	S/7 200.00	S/7 200.00	
01.01.02	SUMINISTRO DE FERRETERIA ELECTRICA	gib	1	S/907.00	S/907.00	
01.01.03	SUMINISTRO DE CABLES Y CONDUCTORES	gib	1	S/8 520.00	S/8 520.00	
01.01.04	SUMINISTRO DE ALUMBRADO PÚBLICO	gib	1	S/3 246.00	S/3 246.00	
01.01.05	SUMINISTRO DE RETENIDAS	gib	1	S/2 870.00	S/2 870.00	
01.01.06	SUMINISTRO DE PUESTAS A TIERRA	gib	1	S/1 600.00	S/1 600.00	
01.01.07	SUMINISTRO DE ACOMETIDAS	gib	1	S/5 220.00	S/5 220.00	
01.02	TRANSPORTE DE MATERIALES				S/3 000.00	
01.02.01	TRANSPORTE DE MATERIALES	gib	1	S/3 000.00	S/3 000.00	
01.03	MONTAJE ELECTROMECÁNICO				S/19 709.75	
01.03.01	IZADO DE POSTES DE BT				S/6 684.00	
01.03.01.01	EXCAVACIÓN DE HOYO PARA POSTE DE 8m	und	26	S/80.00	S/2 080.00	
01.03.01.02	IZADO DE POSTES DE C.A.C DE BT	und	26	S/80.00	S/2 080.00	
01.03.01.03	CIMENTACIÓN DE POSTES DE C.A.C DE BT	m3	12.62	S/200.00	S/2 524.00	
01.03.02	MONTAJE DE ARMADOS				S/668.00	
01.03.02.01	MONTAJE DE ARMADO TIPO E1/S	und	6	S/23.00	S/138.00	
01.03.02.02	MONTAJE DE ARMADO TIPO E3/S	und	7	S/23.00	S/161.00	
01.03.02.03	MONTAJE DE ARMADO TIPO E4/S	und	9	S/29.00	S/261.00	
01.03.02.04	MONTAJE DE ARMADO TIPO E5/S	und	3	S/36.00	S/108.00	
01.03.03	INSTALACIÓN DE RETENIDAS				S/1 800.00	
01.03.03.01	INSTALACIÓN DE RETENIDAS	und	18	S/100.00	S/1 800.00	
01.03.04	TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE CONDUCTOR				S/2 841.75	
01.03.04.01	TENDIDO Y FLECHADO DE CONDUCTOR	m	1263	S/2,25	S/2 841.75	
01.03.05	INSTALACIÓN DE PUESTAS A TIERRA				S/2 981.00	
01.03.05.01	EXCAVACIÓN DE HOYO EN TERRERO PARA PUESTA A TIE	und	11	S/85.00	S/935.00	
01.03.05.02	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1	und	11	S/36.00	S/396.00	
01.03.05.03	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA TIPO I	und	11	S/150.00	S/1 650.00	
01.03.06	INSTALACIÓN DE LUMINARIAS				S/605.00	
01.03.06.01	INSTALACIÓN DE LUMINARIA, LAMPARA DE 50W Y PASTORAL	und	11	S/55.00	S/605.00	
01.03.07	INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS				S/2 930.00	
01.03.07.01	INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA CORTA	und	35	S/70.00	S/2 450.00	
01.03.07.02	INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA LARGA	und	6	S/80.00	S/480.00	
02	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				S/1 200.00	
02.01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	gib	1	S/1 200.00	S/1 200.00	
03	REFACCIONES Y AVERIAS				S/30 000.00	
03.01	Refacciones y averías para el sistema de generación	gib	1	S/30 000.00	S/30 000.00	
COSTO DIRECTO						
GASTOS GENERALES(10%)						
					S/49 067.28	
SUB TOTAL					S/539 740.03	
IGV					S/97 153.20	
TOTAL PRESUPUESTO					S/636 893.23	

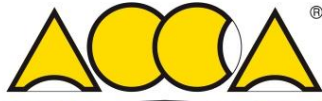



ANEXO 2: BOLETAS DE COMPRA DEL SOFTWARE UTILIZADO EN EL PROYECTO.

30/12/2019

:: Boleta de Venta Electronica - Impresion ::

ABS INGENIEROS S.A.C. AV. JAVIER PRADO ESTE 1148 DPTO. 802 ZONA SAN ISIDRO - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20462351268 EB01-173					
Fecha de Vencimiento :	31/12/2019						
Fecha de Emisión :	28/12/2019						
Señor(es) :	EDWIN IVAN RAMIREZ SOBRINO						
DNI :	73071173						
Tipo de Moneda :	SOLES						
Observación :							
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	
1.00	UNIDAD	POR SERVICIO DE CURSO VIRTUAL DEL SOFTWARE DLT-CAD 2018 AVANZADO Y CURSO VIRTUAL DEL SOFTWARE DIREC-CAD 2020 AVANZADO	593.22	237.29	420.00	0.00	
Otros Cargos :						S/0.00	
Otros Tributos :						S/0.00	
ICBPER :						S/ 0.00	
Importe Total :						S/420.00	
SON: CUATROCIENTOS VEINTE Y 00/100 SOLES							
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :					S/ 355.93
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :					S/ 0.00
		Op. Inafecta :					S/ 0.00
		ISC :					S/ 0.00
		IGV :					S/ 64.07
		ICBPER :					S/ 0.00
		Otros Cargos :					S/ 0.00
		Otros Tributos :					S/ 0.00
		Importe Total :					S/ 420.00
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.							



ACCA SOFTWARE

ACCA software S.p.A.

Contrada Rosole, 13 - 83043 BAGNOLI IRPINO (AV) - Italy
Tel.: (+39) 0827/69.504 r.a. - Fax: (+39) 0827/60.12.35 r.a.
Internet: www.accasoftware.com - E-mail: info@accasoftware.com

FATTURA / INVOICE

Partita IVA e C.F. 01883740647
Registro Imprese Avellino n. 01883740647
Capitale Sociale € 3.600.000,00 i.v.

INTEGRAZIONE / TO

edwin ramirez sobrino
4 de junio 417
06800 JAÉN (JAÉN)
PERU

ORDINE / ORDER

V/S Ordine EMWM00000000175165 del 16/01/2020

DATA / DATE

16/01/2020

N. DOCUMENTO / INVOICE N.

F00000102-2020

PAG.

1/1

PARTITA IVA / VAT REGISTRATION NUMBER

MODALITÀ DI PAGAMENTO / PAYMENT

CARTA CREDITO: (autorizzazione n. 667291) in data 16/01/2020

DM/SA / CURRENCY

EUR

DESCRIZIONE DESCRIPTION	QUANTITÀ QTY	PREZZO PRICE	IMPORTO AMOUNT	% IVA % VAT
** Solarius PV ** [U11.a.AT] Abbonamento Solarius-PV per un mese	00001	19,00	19,00	

Operazione esclusa da IVA art. 7 - ter D.P.R. 633/72

IVA a carico del destinatario ai sensi della direttiva n° 2006/112/CE
VAT charges at consignee's expense according to n° 2006/112/CE EU directive

TOTALE / TOTAL

19,00
EUR

ANEXO 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO. MÓDULO FOTOVOLTAICO



ERA SOLAR

ESPSC
Monocrystalline Solar Module

Q High-quality
With 72 cells and 3 bypass diodes in power classes from 300 to 370 Wp for grid connected systems.

\$ Reliable
The high quality level of ERA SOLAR guarantees long life-time and high earnings.

kg Solid
An Aluminium hollow-chamber frame on each side combined with low-iron and tempered solar glass ensures high load capacity resistance.

Wp Performance guarantee
ERA SOLAR grants a power guarantee of 90% of nominal power output up to 10 years and 80% up to 25 years.

+ WATTS POSITIVE TOLERANCE

10 YEARS PRODUCT WARRANTY

10 YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 90%

25 YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 80%

15/ Zhejiang ERA Solar Technology Co., Ltd.
www.erasolar.com.cn

ESPSC Monocrystalline Solar Module

SPECIFICATIONS

Dimensions	1956 x 992 x 35 mm 1956 x 992 x 40 mm 1956 x 992 x 45 mm
Weight	21.5 kg
Frame	Aluminium hollow-chamber frame on each side
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm
Cells	72 pcs Mono-crystalline Si-cells (156 x 156 mm)
Cell Embedding	EVA
Back-Foil	TUV certified FEVE / PET/ FEVE
Junction Box	
Cable	4 mm ² solar cable 2 x 900 mm
Temperature Range	-40°C ... +85°C
Load Capacity	5400 Pa
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C
Product Warranty	10 years
Power Guarantee	10 years 90% 25 years 80%

CHARACTERISTICS

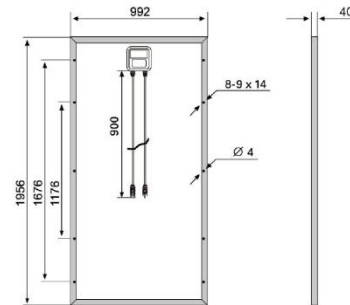
Max. System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient I_{sc}	+0.02973%/°K
Temperature-Coefficient V_{oc}	-0.38038%/°K
Temperature-Coefficient P_{mp}	-0.57402%/°K
NOCT ^{***}	45°C

CERTIFICATES

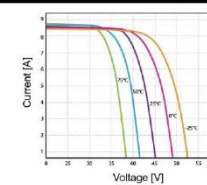
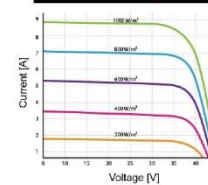
IEC 61215 edition 2 (TUV Nord)
IEC 61730 MCS INMETRO
CE CEC SALT-MIST
PID Resistant

INSURANCE

Chubb



CURRENT-VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures (25°C) and different levels of irradiance.

Module characteristics at different module temperatures and constant module irradiance (1,000 W/m²).

ESPSC TYPE	300	330	340	350	360	370
Power Class	300W	330W	340W	350W	360W	370W
Max. Power Voltage (V_{mp}) [*] at STC ^{**}	37V	37.95V	38.5V	39.1V	39.6V	40.1V
Max. Power Current (I_{mp}) [*] at STC	8.1A	8.7A	8.84A	8.96A	9.1A	9.23A
Open Circuit Voltage (V_{oc}) [*] at STC	44.8V	45.75V	46.4V	47.1V	47.7V	48.3V
Short Circuit Current (I_{sc}) [*] at STC	8.7A	9.3A	9.45A	9.6A	9.8A	9.95A
Module Efficiency	15.4 %	17 %	17.5%	18 %	18.5%	19%

^{*} MPP: Maximum Power Point

^{**} STC (Standard Test Conditions): 1000W/m², 25°C, AM 1.5

^{***} Normal Operating Cell Temperature



ERA SOLAR and the ERA SOLAR logo are trademarks or registered trademarks of ERA SOLAR Corporation.
© October 2018 ERA SOLAR Corporation. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

16/

INVERSOR SUNNY TRIPOWER CORE ONE STP 50-40

SUNNY TRIPOWER CORE1 STP 50-40



STP 50-40



El primer inversor independiente del mundo

Instalación hasta un 60 % más rápida en plantas comerciales fotovoltaicas

Económico	Integración completa	Instalación rápida	Máximo rendimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de fácil montaje e instalación • Sin necesidad de utilizar fusibles de CC • Seccionador de CC integrado 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso Wi-Fi integrado con cualquier dispositivo móvil • 12 entradas de string directas reducen el esfuerzo de trabajo y material • Protección contra sobretensión CA/CC (opcional) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rápida conexión a la red con una configuración y una puesta en marcha sencillas del inversor • Acceso óptimo a las zonas de conexión 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobredimensionado de hasta el 150 % del generador fotovoltaico • 6 seguidores del MPP independientes garantizan una generación de energía óptima, también en la sombra

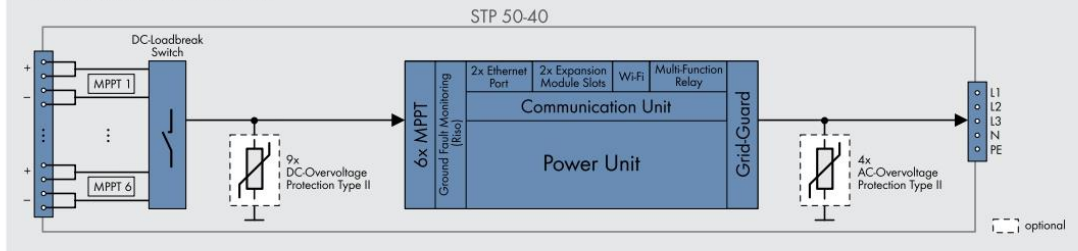
SUNNY TRIPOWER CORE1

Stands on its own

El Sunny Tripower CORE1 es el primer inversor de string de montaje independiente del mundo para sistemas descentralizados sobre tejados y espacios abiertos, así como en plazas de aparcamiento cubiertas. El CORE1 es la tercera generación de la familia de productos de éxito Sunny Tripower y revoluciona el mundo de los inversores comerciales con su concepto innovador. Los ingenieros de SMA buscaban combinar un diseño único con un método de instalación innovador para incrementar así claramente la velocidad de instalación y obtener un retorno de la inversión óptimo para todos los grupos destinatarios. Desde la entrega hasta la instalación, pasando por el funcionamiento, el Sunny Tripower CORE1 permite ahorrar grandes costes logísticos, de mano de obra, material y servicio técnico. Desde este momento, las instalaciones fotovoltaicas comerciales pueden convertirse en realidad de forma más rápida y sencilla que antes.

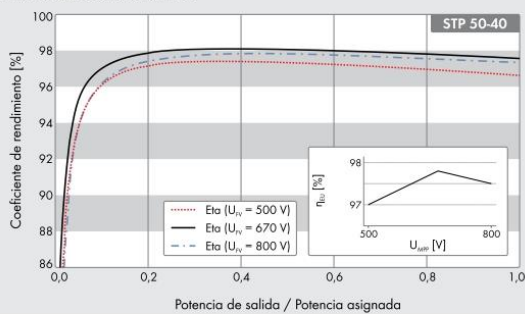


DIAGRAMA DE BLOQUES



Datos técnicos	Sunny Tripower CORE1	Datos técnicos	Sunny Tripower CORE1
Entrada (CC)		Rendimiento	
Potencia máx. del generador fotovoltaico	75000 Wp STC	Rendimiento máx./europ. Rendimiento	98,1 % / 97,8 %
Tensión de entrada máx.	1000 V	Datos generales	
Rango de tensión del seguidor del MPP/tensión asignada de entrada	De 500 V a 800 V / 670 V	Dimensiones (ancho x alto x fondo)	621 mm/733 mm/569 mm (24.4 in/28.8 in/22.4 in)
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V	Peso	84 kg (185 lb)
Corriente máx. de entrada/por seguidor del MPP	120 A/20 A	Rango de temperatura de funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)
Corriente del cortocircuito máx. por seguidor del MPP/por entrada de string	30A/30A	Emisión sonora (típica)	< 65 dB(A)
Número de entradas de seguidores del MPP independientes/Strings por entrada de seguidores del MPP	6/2	Autoconsumo (nocturno)	4,8 W
Salida (CA)		Topología/Principio de refrigeración	Sin transformador/OptiCool
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	50000 W	Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
Potencia máx. aparente de CA	50000 VA	Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
Tensión nominal de CA	220 V / 380 V 230 V / 400 V 240 V / 415 V	Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %
Rango de tensión de CA	De 202 V a 305 V	Equipamiento/Función/Accesorios	
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz/De 44 Hz a 55 Hz 60 Hz/De 54 Hz a 65 Hz	Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Borne roscado
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red	50 Hz/230 V	Patás	●
Corriente de salida máx./Corriente de salida de medición	72,5 A/72,5 A	Indicador led (estado/error/comunicación)	●
Fases de inyección/Conexión de CA	3 / 3-(N)-PE	Pantalla de cristal líquido (LCD)	○
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/De 0 inductivo a 0 capacitivo	Interfaz de datos: Ethernet/WLAN/RS485	● (2 entradas) / ● / ○
THD	< 3 %	Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire, Webconnect	● / ● / ●
Dispositivos de protección		Relé multifunción/Ranuras para módulos de ampliación	● / ● (2 entradas)
Dispositivo de desconexión en la entrada	●	OptiTrac Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7	● / ● / ●
Vigilante de aislamiento/Monitorización de red	● / ●	Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller	● / ●
Protección contra polarización inversa de CC/Resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	● / ● / -	Garantía: 5/10/15/20 años	● / ○ / ○ / ○
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●	Certificados y autorizaciones (otros a petición)	EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2016, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 0972-1, PEA 2016, PPC RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n.º 7.2013, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-ARN 4105, NFR 2014, PO.12.3, NTCO-NTC5, GC 8.9H, PR20, DEWA
Clase de protección (según IEC 62109-1)/Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I/CA: III; CC: II	* No válido para todos los apéndices nacionales de la norma EN 50438	
Descargador de sobretensión de CC/CA (tipo 2, tipo 1/2)	○	● Equipamiento de serie ○ Opcional - No disponible	
		Datos en condiciones nominales. Versión: 01/2019	
		Modelo comercial	STP 50-40

Curva de rendimiento



Accesorios

- SMA Sensor Module MD_SEN-40
- SMA IO-Module MD_IO-40
- SMA Módulo RS485 MD_485-40
- Universal Mounting System UMS_KIT-10
- AC Surge Protection Module Kit type 2, type 1/2
AC_SPD_Kit1-10, AC_SPD_KIT2_T1T2
- DC Surge Protection Module Kit type 2, type 1/2
DC_SPD_Kit4-10, DC_SPD_KIT5_T1T2

www.SMA-Solar.com

SMA Solar Technology

STP5040E1P04V21 SMA y Sunny Tripower son marcas registradas de SMA Solar Technology AG. SUNCLIX es una marca comercial registrada de PROBEEL CO. LTD. H.K. Impreso en papel 100%. No se permite el derecho de copiar, reproducir o distribuir este documento sin el consentimiento escrito de SMA Solar Technology AG. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad por empresas de impresión. Para obtener información detallada consulte www.sma-solar.com.

INVERSOR

Datos técnicos (provisionales)	Sunny Boy Storage 3.7	Sunny Boy Storage 5.0	Sunny Boy Storage 6.0
Conexión de CA			
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3680 W	5000 W ¹⁾	6000 W ¹⁾
Capacidad de sobrecarga (a 25 °C hasta máx. 60 s) ²⁾	4600 W	6300 W	7500 W
Salida de corriente nominal de CA (a 230 V, 50 Hz)	16 A	21,7 A ³⁾	26 A
Tensión nominal de CA/intervalo de tensión de CA	230 V/de 172,5 V a 264,5 V		
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz, de 45 Hz a 65 Hz		
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo		
Fases de inyección/fases de conexión	1/1		
Entrada de CC de batería			
Tensión máx. de CC	600 V	600 V	600 V
Rango de tensión de CC/tensión asignada de CC	De 100 V a 550 V/360 V	De 100 V a 550 V/360 V	De 100 V a 550 V/360 V
Tensión de CC mín./tensión de inicio de CC	100 V/100 V	100 V/100 V	100 V/100 V
Corriente de CC máx. por entrada de CC/número de entradas de CC	10 A/3 x 10 A	10 A/3 x 10 A	10 A/3 x 10 A
Corriente de cortocircuito máx.	40 A	40 A	40 A
Tipos de batería	iones de litio ⁴⁾	iones de litio ⁴⁾	iones de litio ⁴⁾
Rendimiento			
Rendimiento máx.	97,5 %	97,5 %	97,5 %
Dispositivos de protección			
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA	● / ●	● / ●	● / ●
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red	● / ●	● / ●	● / ●
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●	●	●
Clase de protección/categoría de sobretensión	I / IV	I / IV	I / IV
Datos generales			
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	535 mm/730 mm/198 mm (21,1 pulg./28,5 pulg./7,8 pulg.)		
Medidas incluido el embalaje (ancho/alto/fondo)	600 mm/800 mm/300 mm (23,6 pulg./31,5 pulg./11,8 pulg.)		
Peso/peso incluido el embalaje	26 kg (57 lb)/30 kg (66 lb)		
Rango de temperatura de funcionamiento con la batería en funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)		
Altitud máx. de operación sobre el nivel del mar	3000 m		
Emisión de ruidos, típica (a 1 m de distancia)	39 dB (A)		
Autoconsumo en modo de espera/autoconsumo sin carga	< 5 W/< 10 W (sin alimentación para baterías y dispositivo de conmutación de red)		
Topología	Sin transformador		
Sistema de refrigeración	Convección		
Tipo de protección	IP65		
Clase climática	4K4H		
Valor máximo permitido para la humedad relativa	100 %		
Equipamiento/función			
Función de corriente de emergencia Secure Power Supply	● (máx. 16 A, activada manualmente)		
Interfaces	Ethernet/WLAN/CAN/RS485		
Comunicación/protocolos	Modbus (SMA/Sunspec)/Webconnect/Modbus RTU (RS485)		
Comunicación de la batería	Bus CAN		
Pantalla/interfaz de usuario web	Servidor web integrado/vía teléfono inteligente, tablet o portátil		
Monitorización remota	Sunny Portal a través de Webconnect		
Garantía	5 años/10 años al registrarse en Sunny Portal/Sunny Places		
Certificados, autorizaciones y declaraciones de los fabricantes	www.SMA-Solar.com		
Accesorios			
Dispositivo automático de conmutación de red para sistema eléctrico de repuesto	Disponible a través de proveedores externos		
Sunny Home Manager/Home Manager 2.0	Compatible		
SMA Energy Meter	Compatible		
<p>● De serie ○ Opcional – No disponible</p> <p>Todos los datos son provisionales - Actualizado: diciembre de 2017</p> <p>1) VDE AR-N 4105; PAC, r 4600 W; Smax 4600 VA</p> <p>2) Solo en el funcionamiento de la corriente de repuesto con un equipo de conmutación; la capacidad de sobrecarga depende de la batería empleada</p> <p>3) AS4777: Iac máx.: 21,7 A</p> <p>4) Baterías aprobadas por SMA, como LG Chem, BYD, etc. (consulte www.SMA-Solar.com)</p>			
Modelo comercial	SBS3.7-10	SBS5.0-10	SBS6.0-10

RESU

Change Your Energy, Charge Your Life

48V



Modelos	RESU3.3	RESU6.5	RESU10
Energía total [kWh]	3.3	6.5	9.8
Energía utilizable [kWh]	2.9	5.9	8.8
Capacidad [Ah]	63	126	189
Tensión nominal [V]	51.8	51.8	51.8
Rango de voltaje [V]	42.0-58.8	42.0-58.8	42.0-58.8
Potencia máxima [kW]	3.0	4.2	5.0
Pico de potencia [kW] (durante 3 seg)	3.3	4.6	7.0
Dimensión [H x A x P, mm]	452 x 401 x 120	452 x 654 x 120	452 x 483 x 227
Peso [kg]	31	52	75
Clasificación de protección hermética	IP55		
Comunicación	CAN 2.0 B		
Certificación	Célula	UL1642	
	Producto	UL1973 / TUV (IEC 62619) / CE / FCC / RCM	

Marcas de inversores compatibles: SMA, SolaX, Sungrow, Schneider Electric, Ingeteam, GoodWe, Redback, Victron Energy
(A partir del tercer trimestre de 2016 se agregarán más) Inversor compatible

RESU PLUS



RESU Plus es un kit de expansión diseñado especialmente para los modelos 48V de la nueva serie de RESU. Con RESU Plus, todos los modelos 48V pueden ser interconectados entre sí.

- Dimensiones: 385 x 240 x 65 (HxAxP, mm)
- Unidad de baterías expandibles: máx. 2 unidades.
- Clasificación IP55

400V



Models	RESU7H	RESU10H
Energía total [kWh]	7.0	9.8
Energía utilizable [kWh]	6.6	9.3
Capacidad [Ah]	63	63
Rango de voltaje [V]	350-450	350-450 385-550
Potencia máxima [kW]	3.5	5.0
Pico de potencia [kW] (durante 10 seg)	5.0	7.0
Dimensión [H x A x P, mm]	744 x 692 x 206	744 x 907 x 206
Peso [kg]	76	97 998
Clasificación de protección hermética	IP55	
Comunicación	RS485	RS485 CAN 2.0 B
Certificación	Célula	UL1642
	Producto	TUV (IEC 62619) / CE / RCM UL1973 / TUV (IEC 62619) / CE / FCC / RCM

Marcas de inversores compatibles: SMA(RESU10H), SolarEdge(RESU7H,10H) (A partir del tercer trimestre de 2016 se agregarán más)

Characteristics and technical data



Table: Technical Data	PVI-STRINGCOMB
Input	
Rated DC input voltage	250 – 1000 VDC
Max. DC input voltage	1000 VDC
Number of string current measurement channels	10
Max. IDC current for each channel	20 A
Number of string input safety fuses	20 [10 positive + 10 negative] ⁽¹⁾
Max. number of strings that can be connected	20 [two per fuse or measurement channel]
Type of DC input connection	Multicontact MC4 connectors or M20 cable gland
Max. Section of string cables	6 mm ²
Overtoltage protection	YES [with replaceable cartridges]
Output	
Rated DC output voltage	250 – 1000 VDC
Max. DC output voltage	1000 VDC
Max. DC output current	125A@40°C with derating 100A@55°C [plastic box] 150A@40°C with derating 125A@55°C [metal box]
Max. Type of DC output connection [by pole]	No. 2 x M40 cable gland [M10 185 mm ²] ⁽²⁾
Max. Ground wire connection type	No. 1 x M25 cable gland [M8 35 mm ²] ⁽²⁾
Rating of DC disconnect switch	160A@1100V
Signal Input/Output Characteristics	
Communication	RS 485
Overtoltage protection	YES [with replaceable cartridges]
Digital inputs	No.2 [dry contact]
Analogue inputs	No. 4 [0-10v] or No. 3 [0-10v] if PT100 sensor is enabled
PT100 sensor input	No. 1
Supply voltage for external sensors	24VDC@150mA [max]
Disconnect switch auxiliary status monitoring contact	Dry contact [240Vac@6A or 125Vdc@1.1A]
Antitheft alarm auxiliary status monitoring contact	Dry contact [50Vdc@1A max]
Built-in cord-type antitheft device	Connection for the cord-type alarm
Auxiliary DC input for night mode	24VDC@1A [from external source]
Remote SOR triggering current emergency OFF	24-30Vac/dc [instant absorption 50watt<15ms]
Remote OVR minimum voltage emergency OFF	24-30Vac/dc [permanent absorption 1.5watt]
Environmental characteristics	
Dimensions [height x width x depth]	560x760x250mm [plastic box] 650x790x250mm [metal box]
Weight	20kg [plastic box] / 30kg [metal box]
Working temperature	-25...+55°C
Maximum working altitude	1000m.asl
Relative Humidity	from 0 to 100%
Anti-condensation system	Yes
Degree of enviromental protection	IP65

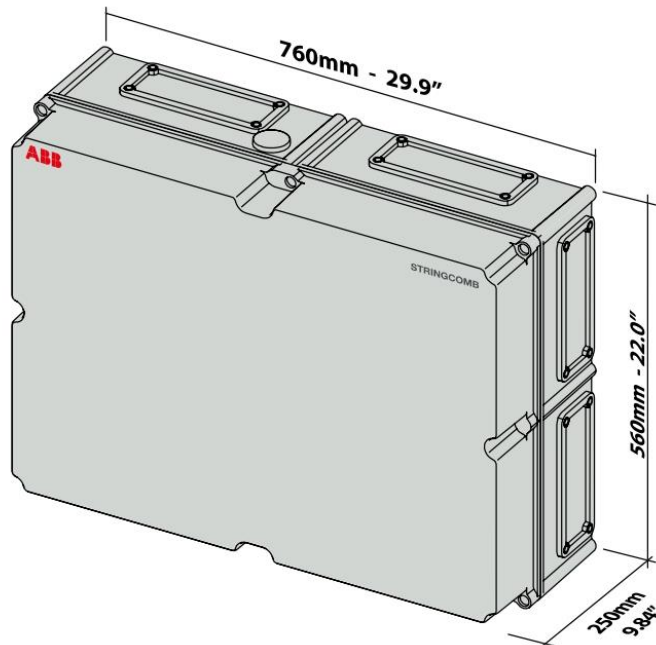
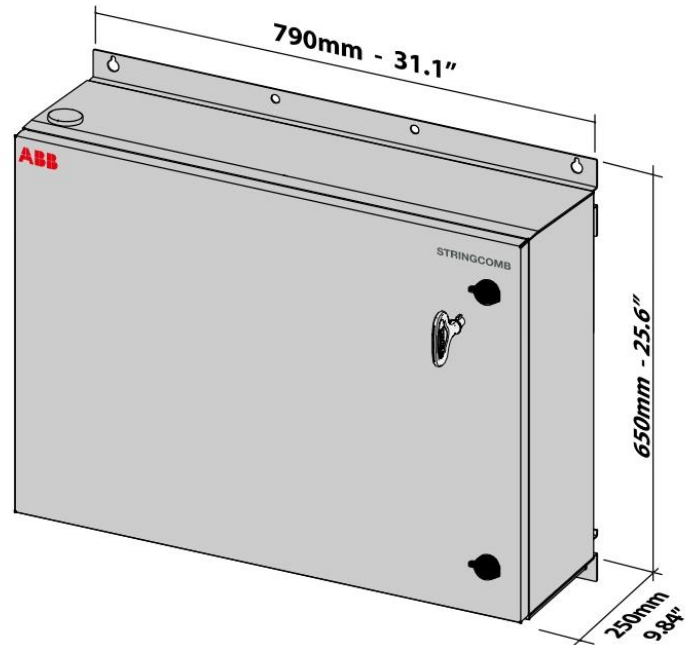
1. See Available Fuses

2. See Cable gland clamping range

Remark. Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product

Overall dimensions

The overall dimensions are expressed in mm and in inches



000358AG



PRODUCT-DETAILS

OVR PV 40-1000 P TS BW

OVR PV 40-1000 P TS BW Surge Protective Device



General Information

Extended Product Type	OVR PV 40-1000 P TS BW
Product ID	2CTB804153R1900
EAN	3660308516503
Catalog Description	OVR PV 40-1000 P TS BW Surge Protective Device
Long Description	B751650

Technical

Number of Protected Poles	2
Arrester Class	II
Product Main Type	T2
Standards	EN 50539-11
Version	Plug-in
Discharge Current	Nominal 20 kA Maximum 40 kA
Impulse Current	I (imp, 10 / 350 μs) 2 kA
Maximum Continuous Operating Voltage (U _c)	(L-PE) 1100 V (L-L) 1100 V (L-N) - V (N-PE) - V
Voltage Rating DC	1100 V
Voltage Protection Level (U _p)	(L-N) 3.8 kV (N-PE) 3.8 kV (L-PE) 3.8 kV

INTERRUPTOR TERMOMAGÉTICO DC EN CAJAS STRING



PRODUCT-DETAILS

S802PV-S10

S802PV-S10



General Information

Extended Product Type	S802PV-S10
Product ID	2CCP842001R1109
EAN	7612271210939
Catalog Description	S802PV-S10
Long Description	S802PV-S10 2 Pole S Characteristic 10A 5kA 800VDC PV String protection

Technical

Standards	IEC/EN 60947-2
Number of Poles	2
Number of Protected Poles	2
Tripping Characteristic	B
Rated Current (I_n)	10 A
Rated Operational Voltage	800 V DC
Power Loss	1.5 W
Rated Insulation Voltage (U _i)	1500 V
Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (I_{cu})	(800 V DC) 5 kA
Overvoltage Category	III
Pollution Degree	2
Rated Impulse	8 kV

SECCIO NADOR EN CAJAS STRING OTDC16U2



2

OTDC16U2

Product Net Height	54.8 mm 2.2 in
Product Net Depth / Length	64 mm 2.5 in
Product Net Weight	0.2 kg 0.4 lb

Technical

Rated Operational Current DC-21B (I_e)	(660 V) 16 A (1000 V) 10 A
Conventional Free-air Thermal Current (I_{th})	40 A
Conventional Thermal Current (I_{the})	Fully Enclosed 32 A
Rated Impulse Withstand Voltage (U_{imp})	8 kV
Rated Insulation Voltage (U_i)	1000 V
Rated Operational Voltage	1000 V
Rated Short-Circuit Making Capacity (I_{cm})	(1000 V DC) 1 kA
Rated Short-time Withstand Current (I_{cw})	1000 V DC 1 kA for 1 s 1 kA
Rated Conditional Short-Circuit Current (I_{nc})	(1000 V DC) 10 kA
Protection Type	UL508i RK5 fuselink max. 70A, IEC60947 gPV fuselink max. 80A
Power Loss	at Rated Operating Conditions per Pole 0.1 W
Pollution Degree	3
Handle Type	Handle and shaft not included
Shaft Diameter	6 mm 0.24 in
Switches Operating Mechanism	Mechanism on Top of the Switch
Position of Line Terminals	Top In - Bottom Out Bottom In - Top Out
Operating Mode	Front Operated
Standards	UL508i and IEC 60947-1, -3
Special Functions	No
Mounting Type	Base mounting, DIN-rail mounting
Number of Circuits	1
Number of Poles	2
Cable Cross-Section	2.5 ... 16 mm ² 12-6 AWG
Degree of Protection	Front IP20
Terminal Type	Screw Terminals
Tightening Torque	1,2...1,4 N·m

Technical UL/CSA

Maximum Operating	600 V DC
-------------------	----------

TERMOMAGNÉTICO EN EL INVERSOR DE BATERÍAS



PRODUCT-DETAILS

M202-25A

Miniature Circuit Breaker - M200 - 2P - 25 ampere



Información General

Extended Product Type	M202-25A
Product ID	2CDA282799R0251
EAN	4016779614719
Catalog Description	Miniature Circuit Breaker - M200 - 2P - 25 ampere
Long Description	M202-25A Miniature Circuit Breaker OM 25A,2P

Technical

Standards	IEC/EN 60947-2
Number of Poles	2
Number of Protected Poles	2
Rated Current (I_n)	25 A
Rated Operational Voltage	acc. to IEC 60947-2 400 V AC
Rated Insulation Voltage (U_i)	acc. to IEC/EN 60664-1 440 V
Rated Frequency (f)	50 Hz 60 Hz
Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (I_{cu})	(400 V AC) 25 kA
Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (I_{cs})	(400 V AC) 12.5 kA
Overtoltage Category	III

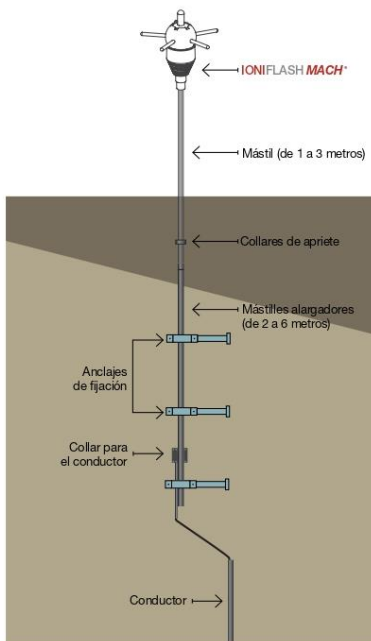


RADIO DE PROTECCIÓN

RADIO DE PROTECCIÓN DEL IONIFLASH MACH® NG60 NFC 17102 (2011)				
Altura (m)	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
2	31	35	39	43
5	79	86	97	107
8	79	87	98	108
10	79	88	99	109
15	80	89	101	111
20	80	89	102	113
30	79	90	104	116
45	76	89	105	119
60	69	85	104	120



El nivel de protección se determina con la norma NFC 17-102 ed. 2011, o EN 62305-2, o con el guía FDC 17-108. Si existe un riesgo para el medio ambiente, el radio de protección debe ser reducido de un 40%. Para un nivel de protección I++ (Ver 5.2.3.5 NFC 17-102), el radio de protección debe también ser reducido de un 40%.



LA FIABILIDAD DEL IONIFLASH MACH®

- Eficiencia superior demostrada
- Doble seguridad gracias a dos descargadores diseñados para tener un funcionamiento adaptado al espectro de frecuencias del rayo (0 a 10 MHz)
- Continuidad eléctrica y física desde la punta del IONIFLASH MACH hacia la tierra
- Dispositivo fiable y autónomo, aún en condiciones climáticas extremas
- Soportes para el estudio e instalación (logicial IONEXPERT 3000, Dispositivos de ensayos operacionales IONICHECK, contador de impactos IONICOUNT)
- Garantizado por 10 años. Duración de vida de 35 años. INOX 316 L, carenadura protectora
- Sello carbono más bajo del mercado: 33 eq. CO2/unidad
- Probado en conformidad con las normas NFC 17-102 ed. 2011, EN 50164-1, IEC 60060-1, UNE 21186, fabricación en conformidad con la norma ISO 9001: 2015



CONDUCTORES PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

exZhelent SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

PANELES FOTOVOLTAICOS

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC



EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

Conductor: Cobre estañado clase 5 para servicio móvil (-F)
 Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Cubierta: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Norma: TÜV 2 Pfg 1169/08.2007



Ecológico

SERVICIO MÓVIL



Código	Sección	Color (*)	Diámetro exterior	Peso	Radio Mín. Curvatura	Resist. Máx. del conductor a 20 °C	Intensidad al Aire ⁽¹⁾	Caída de tensión en DC
	mm ²		mm ²	kg/km	mm ²	Ω/km	A	V/A.km
1614106	1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1614107	1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1614108	1x4	■ ■	5,6	65	23	5,09	55	14,18
1614109	1x6	■ ■	6,3	85	26	3,39	70	9,445
1614110	1x10	■ ■	7,9	140	32	1,95	96	5,433
1614111	1x16	■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1614112	1x25	■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1614113	1x35	■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

Disponibilidad bajo pedido hasta 1x300 mm²

(*) Posibilidad de suministrar con cubierta ■

(1) Al aire, a 60 °C. Según norma TÜV 2 Pfg 1169/08.2007

TABLA DE DATOS TECNICOS NYU UNIPOLAR

SECCION	Nº HILOS	ESPESORES		DIAMETRO PREVISTO	PESO PREVISTO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm²		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
1 x 6	7	1	1.4	7.9	112	72	54	58
1 x 10	1	1	1.4	8.5	150	95	74	77
1 x 16	7	1	1.4	9.7	222	127	100	102
1 x 25	7	1.2	1.4	11.3	330	163	131	132
1 x 35	7	1.2	1.4	12.3	431	195	161	157
1 x 50	19	1.4	1.4	13.9	568	230	196	186
1 x 70	19	1.4	1.4	15.6	778	282	250	222
1 x 95	19	1.6	1.5	18.1	1068	336	306	265
1 x 120	37	1.6	1.6	19.8	1323	382	356	301
1 x 150	37	1.8	1.6	21.6	1610	428	408	338
1 x 185	37	2	1.7	23.9	2007	483	470	367
1 x 240	37	2.2	1.8	26.9	2606	561	565	426
1 x 300	37	2.4	1.9	29.7	3243	636	646	480
1 x 400	61	2.6	2	33.1	4110	730	790	555
1 x 500	61	2.8	2.1	36.7	5118	823	895	567

TABLA DE DATOS TECNICOS NYU BIPOLAR

SECCION	Nº HILOS	ESPESORES		DIAMETRO PREVISTO	PESO PREVISTO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm²		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
2 x 6	1	1	1.8	15.9	378	68	48	56
2 x 10	1	1	1.8	17.5	500	90	66	75
2 x 16	7	1	1.8	18.7	650	116	89	95
2 x 25	7	1.2	1.8	22	945	145	118	120
2 x 35	7	1.2	1.8	24	1210	175	145	145

(*) Temperatura ambiente: 30 °C

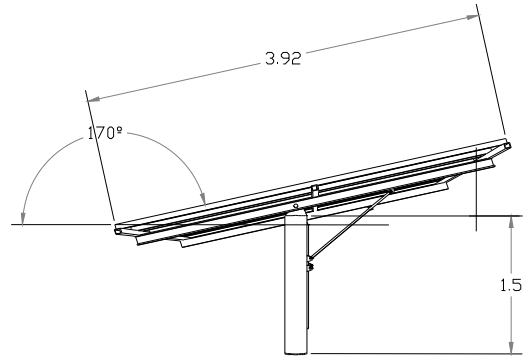
Temperatura en el conductor: 80 °C

Temperatura del suelo: 20 °C

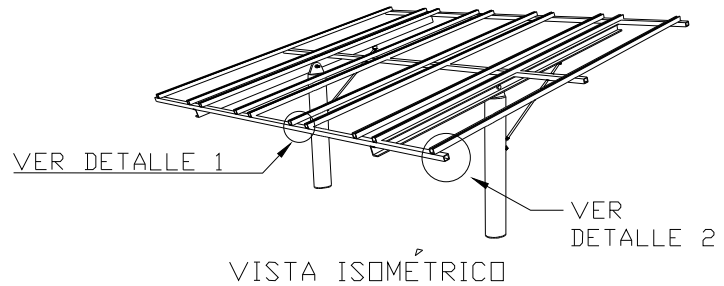
Resistividad del suelo: 1 Ω .m/W

ESTRUCTURA SOPORTE

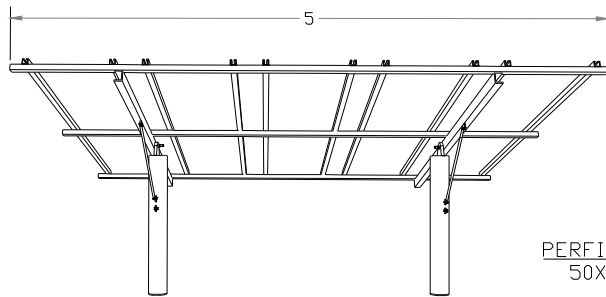




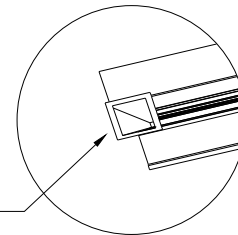
VISTA LATERAL



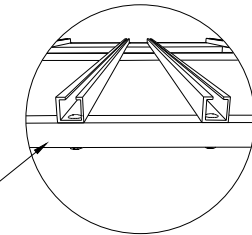
VISTA ISOMÉTRICO



VISTA POSTERIOR



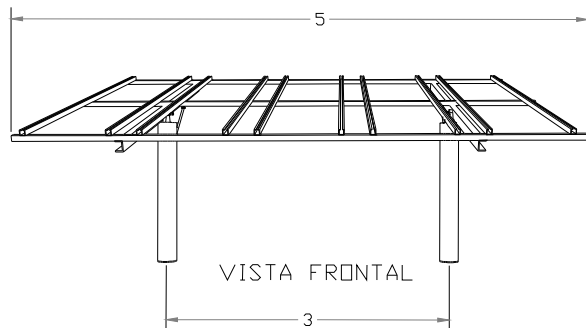
DETALLE 2





DETALLE 1

PERFIL CUADRADO F.G.
50X50 mm x 6.4 mm

PERFIL CUADRADO F.G.
50X50 mm c/ranura 20 mm



VISTA FRONTAL

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA			
PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS - QUEROCOTILLO		DIBUJO: BACH. EDWIN IVAN RAMIREZ SOBRINO	
DEPARTAMENTO :	CAJAMARCA	Fecha:	Noviembre,2020
PROVINCIA :	CUTERVO	Sistema:	Estructura Soporte
DISTRITO :	QUEROCOTILLO	Escala:	S/N
		Revisado por:	Ing. Eduar Mejía Vásquez
		Lámina:	E-01

ANEXO 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL DE BAJA TENSIÓN.



PRODUCT-DETAILS

F204 AC-40/0,5

F204 AC-40/0,5 Residual Current Circuit Breaker



General Information

Extended Product Type	F204 AC-40/0,5
Product ID	2CSF204001R4400
EAN	8012542782209
Catalog Description	F204 AC-40/0,5 Residual Current Circuit Breaker
Long Description	The RCCBs F200 series assures protection to people and installations against fault current to earth. A large offer for standard instantaneous and selective AC and A types is completed with some configurations for special applications.

Technical

Standards	IEC/EN 61008 UL 1053
Operating Characteristic	Instantaneous
Type of Residual Current	AC type
Rated Residual Current	500 mA
Rated Current (I _n)	40 A
Number of Poles	4
Position of Neutral Terminals	Right
Power Loss	at Rated Operating Conditions per Pole 3.2 W
Rated Voltage (U _r)	230/400 V
Rated Frequency (f)	50...60 Hz

PRODUCT-DETAILS

S804C-C32

S804C-C32 High Performance MCB



General Information

Extended Product Type	S804C-C32
Product ID	2CCS884001R0324
EAN	7612271212957
Catalog Description	S804C-C32 High Performance MCB
Long Description	<p>The S804C-C32 is a 4-pole High Performance Circuit breaker with C-characteristic, with cage terminal and a rated current of 32 A. It is a current limiting device with a maximum breaking capacity of 25kA at 240/415V. It can be used for voltages up to 254/440V and in DC as well. It has two different tripping mechanisms, the thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. The S804C-C32 complies with IEC/EN 60898-1 and IEC/EN 60947-2 and allows the use for residential, commercial and industrial applications. It has numerous of approvals, therefore it can be used worldwide. The extensive range of accessory makes the use of S804C-C32 more comfortable. Due to the fast arc extinction of S804C-C32 your application will be secured.</p>

Technical

Standards	IEC/EN 60947-2 IEC/EN 60898-1 UL 1077
Number of Poles	4
Number of Protected Poles	4
Tripping Characteristic	C
Rated Current (I _n)	32 A
Rated Operational Voltage	254/440 V AC 500 V DC




ANEXO 4: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONDUCTOR DEL SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

CONDUCTORES Y CABLES DEL PERÚ



7. PRECAUCIONES ESPECIALES:

Se recomienda no emplear estos cables en zonas de ambiente salino o contaminado, dada la escasa resistencia a la corrosión del aluminio. Las derivaciones y conexiones con cables de cobre deben hacerse mediante el empleo de técnicas adecuadas. Durante las labores de instalación debe cuidarse de no dañar la superficie del cable.

8. DATOS PARA EL PEDIDO:

Solicitar cable tipo CAAI; número de conductores de fase y sección de los mismos; número de conductores para alumbrado y su sección; sección del elemento neutro portante.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y ELECTRICAS										
Formación *	Espes. Aislam. Fase (mm)	Sección Neutro Portante (mm ²)	Diámetro Nominal Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)	Resistencia Ohmica (Ohm/Km a 20°C)		Reactancia Inductiva (Ohm/Km a 60Hz)		Factor de Caída de Tensión ** (V/A.Km)	
					Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo
1 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	130	1,910	---	0,099	---	3,492	---
2 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	192	1,910	---	0,100	---	3,492	---
1 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	162	1,910	---	0,111	---	3,504	---
2 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	225	1,910	---	0,108	---	3,502	---
2 x 25 + NA25 mm2	1,14	25	25,0	282	1,200	---	0,098	---	2,231	---
2x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	1,910	0,107	0,107	3,500	3,500
2x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	310	1,200	1,910	0,096	0,113	2,229	3,506
2x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	368	0,868	1,910	0,089	0,118	1,633	3,512
2x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	1,910	0,114	0,114	3,507	3,507
2x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	344	1,200	1,910	0,102	0,120	2,235	3,514
2x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	400	0,868	1,910	0,095	0,124	1,639	3,518
3x16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	---	0,107	---	3,500	---
3x25+ND25 mm2	1,14	25	22,0	336	1,200	---	0,098	---	2,231	---
3x35+ND25 mm2	1,14	25	24,0	425	0,868	---	0,093	---	1,637	---
3x16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	---	0,114	---	3,507	---
3x25+NA25 mm2	1,14	25	25,0	373	1,200	---	0,105	---	2,238	---
3x35+NA25 mm2	1,14	25	27,0	460	0,868	---	0,099	---	1,643	---
3x50+NA35 mm2	1,52	35	32,0	630	0,641	---	0,101	---	1,242	---
3x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	315	1,910	1,910	0,113	0,113	3,506	3,506
3x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	400	1,200	1,910	0,103	0,120	2,236	3,514
3x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	485	0,868	1,910	0,096	0,125	1,640	3,519
3x35+16+ND35 mm2	1,14	35	26,0	510	0,868	1,910	0,100	0,129	1,644	3,523
3x50+16+ND35 mm2	1,52	35	30,0	655	0,641	1,910	0,096	0,137	1,237	3,531
3x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	350	1,910	1,910	0,120	0,120	3,514	3,514
3x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	435	1,200	1,910	0,109	0,127	2,242	3,521
3x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	520	0,868	1,910	0,103	0,132	1,647	3,526
3x35+16+NA35 mm2	1,14	35	28,5	550	0,868	1,910	0,106	0,135	1,650	3,529
3x50+16+NA35 mm2	1,52	35	32,0	701	0,641	1,910	0,102	0,143	1,243	3,538
3x50+25+NA35 mm2	1,52	35	32,0	731	0,641	1,200	0,104	0,127	1,245	2,261
3x70+25+NA50 mm2	1,52	50	38,0	970	0,443	1,200	0,100	0,137	0,890	2,272

Datos nominales sujetos a tolerancias normales de manufactura.

(*) ND= Neutro portante desnudo; NA= Neutro portante aislado.

(**) Factores de caída de tensión, para corriente trifásica, factor de potencia=0.8 y factor de carga 100%.



Temperatura máxima del conductor: 90°C



Resistencia a la humedad



Instalación a la intemperie



Protección al medio ambiente

CONDUCTORES Y CABLES DEL PERÚ AV. LOS FRUTALES N° 334 ATE - LIMA - PERÚ
T. (+51 1) 713 6000 F. (+51 1) 713 6001 COMERCIAL@CEPER.COM.PE WWW.CEPER.COM.PE

CAPACIDAD DE CORRIENTE (AMPERIOS)				
Sección (mm ²)	TEMPERATURA AMBIENTE			
	20°C	30°C	40°C	50°C
16	97	89	81	72
25	127	117	107	95
35	153	141	129	114
50	186	171	156	139
70	233	215	196	174
95	283	262	238	211
120	328	303	275	244

- Temperatura en el conductor : 90°C.
- Velocidad transversal del viento : 1m/seg.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PORTANTES DE ALEACION DE ALUMINIO ASTM B 399-04							
Sección Portante (mm ²)	Diámetro (mm)	Número de Hilos	Carga de Rotura (Kgf)	Peso Kg/Km.	Módulo de Elasticidad (Kgf / mm ²)	Coefficiente de Dilatación (°C-1)	Resistencia Eléctrica cc a 20 °C OHM/KM.
25	6,40	7	765	68	6,140	2,3 x 10-5	1,370
35	7,60	7	1071	95	6,140	2,3 x 10-5	0,979
50	9,10	7	1538	136	6,140	2,3 x 10-5	0,681

RECOMENDACIONES PARA EL EMPLEO DE CABLES AUTOPORTANTES MULTI-CONDUCTORES DE ALUMINIO

En razón del creciente empleo de cables autoportantes de aluminio en redes de distribución secundaria, y debido a los potenciales inconvenientes que se derivan de las propias características del metal aluminio, CEPER considera necesario dar a conocer a sus clientes las siguientes recomendaciones técnicas para el correcto empleo de cables autoportantes de aluminio aislados:

- Por problemas de corrosión galvánica, se debe evitar contacto directo (conexiones) de los conductores de aluminio con conductores y conectores de cobre y otros metales. De no poderse evitar, las áreas de contacto deben quedar perfectamente aisladas del medio ambiente.
- Debido a la alta sensibilidad del aluminio a la atmósfera salina presente por lo general en la costa peruana, se debe evitar que existan partes de los conductores de aluminio o del portante de aleación de aluminio expuestas al ambiente.
- Por la misma razón, se recomienda no usar cables con portante de aleación de aluminio desnudo, especialmente en la costa peruana.
- Durante la instalación se debe evitar que el aluminio entre en contacto con sustancias tales como: cemento, cal, fertilizantes, tierra, etc., que contienen elementos que reaccionan químicamente con este metal.
- Debido a la escasa dureza superficial y poca resistencia mecánica del aluminio, se debe evitar que los conductores sufran daños mecánicos durante las labores de instalación.
- En razón de las superiores características mecánicas y resistencia térmica del polietileno reticulado (XLPE), se recomienda emplear sólo cables con aislamiento de este material, a fin de evitar que eventuales daños durante su instalación y servicio puedan dejar partes de aluminio expuestas al ambiente, y generarse procesos de corrosión localizados.
- A fin de no deformar los conductores ni afectar sus características eléctricas, se recomienda que todo el esfuerzo de tiro durante las labores de instalación recaiga únicamente sobre el portante.

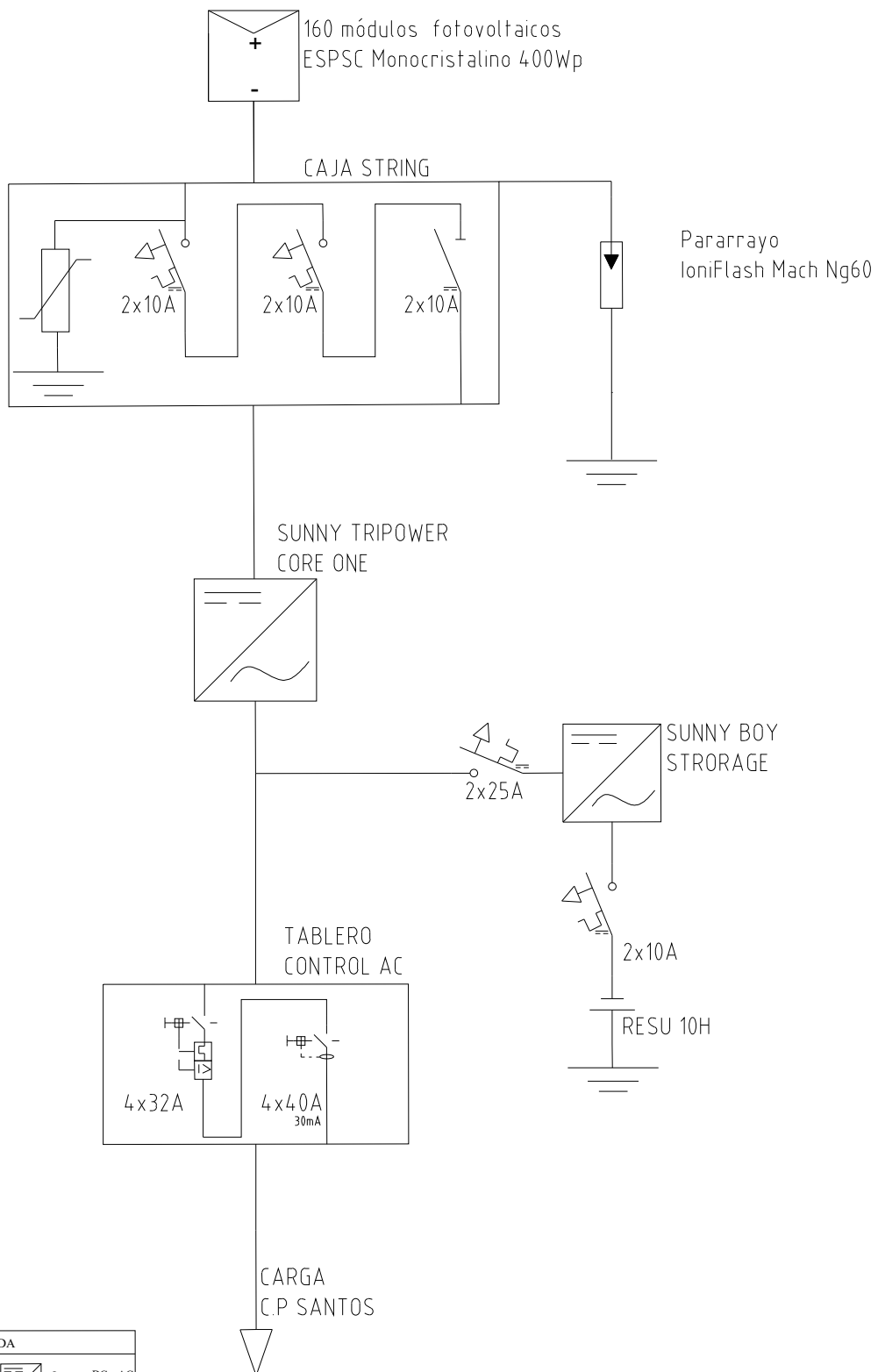
CEPER invoca a Proyectistas, Contratistas, Empresas de Distribución Eléctrica y Usuarios, a tomar en cuenta las recomendaciones expuestas respecto al empleo de cables autoportantes con conductores de aluminio y soporte de aleación de aluminio, con el propósito de dar un correcto y eficiente uso a estos conductores, y así conseguir una real y efectiva optimización de los costos de instalación de redes de distribución secundaria.



CONDUCTORES Y CABLES DEL PERÚ AV. LOS FRUTALES N° 334 ATE - LIMA - PERÚ
 T. (+511) 713 6000 F. (+511) 713 6001 COMERCIAL@CEPER.COM.PE WWW.CEPER.COM.PE

ANEXO 5: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA



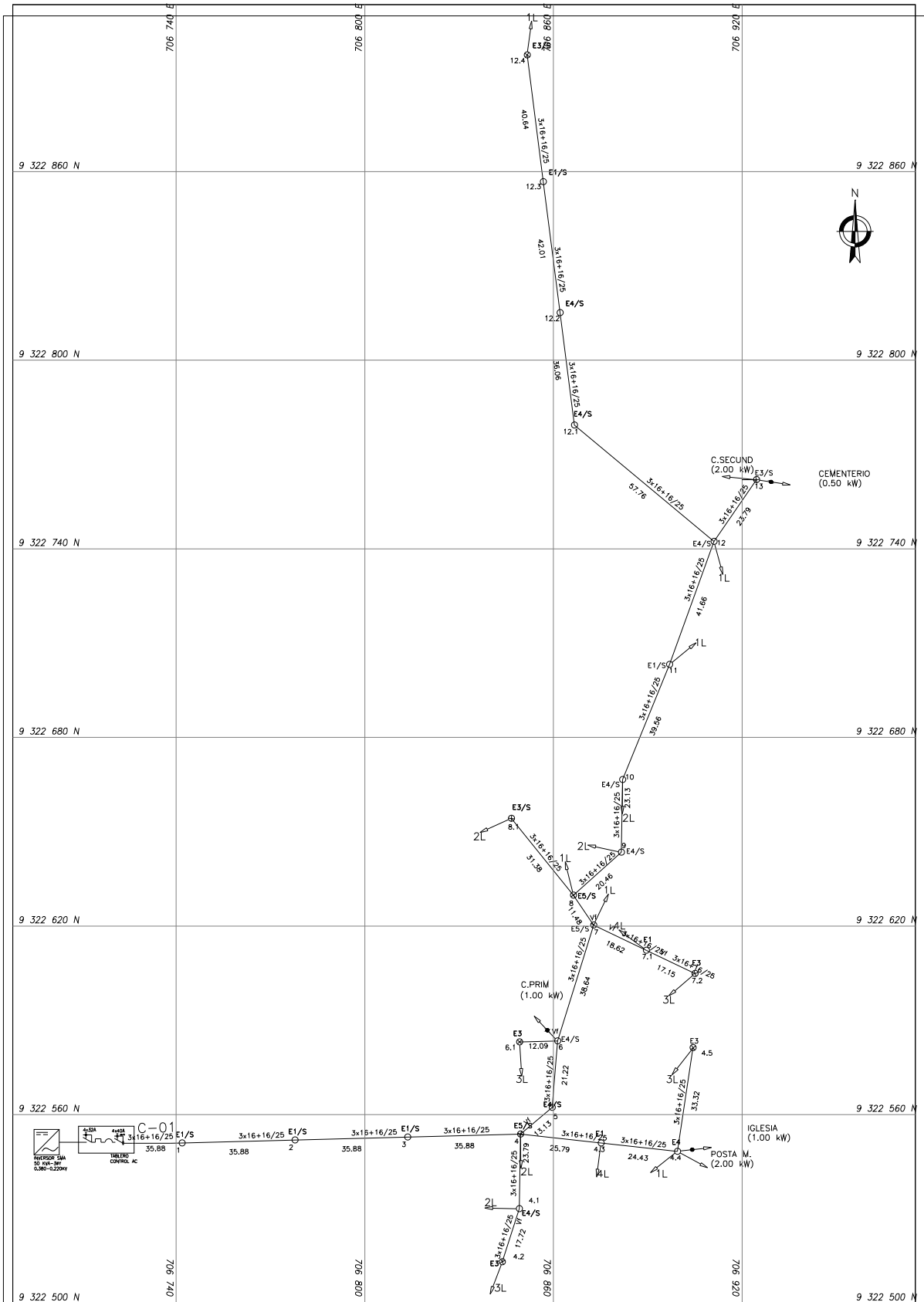


LEYENDA	
	Módulo Fotovoltaico
	Limitador de sobretensión
	Interruptor termomagnético DC
	Seccionador DC
	Pararrayos
	Puesta a tierra
	Inversor DC a AC
	Inversor DC a AC
	Bateria
	Carga

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA			
PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS - QUEROCOTILLO			DIBUJO: BACH. EDWIN IVAN RAMIREZ SOBRINO		
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA	Fecha: Agosto,2020	Sistema: Diagrama unifilar	Escala: S/N	Revisado por : Ing. Eduar Mejía Vásquez	Lámina: DU-01
PROVINCIA : CUTERVO					
DISTRITO : QUEROCOTILLO					

**ANEXO 6: DIAGRAMA UNIFLIAR, PLANOS Y LAMINAS DEL SUB SISTEMA
DE DISTRIBUCIÓN.**



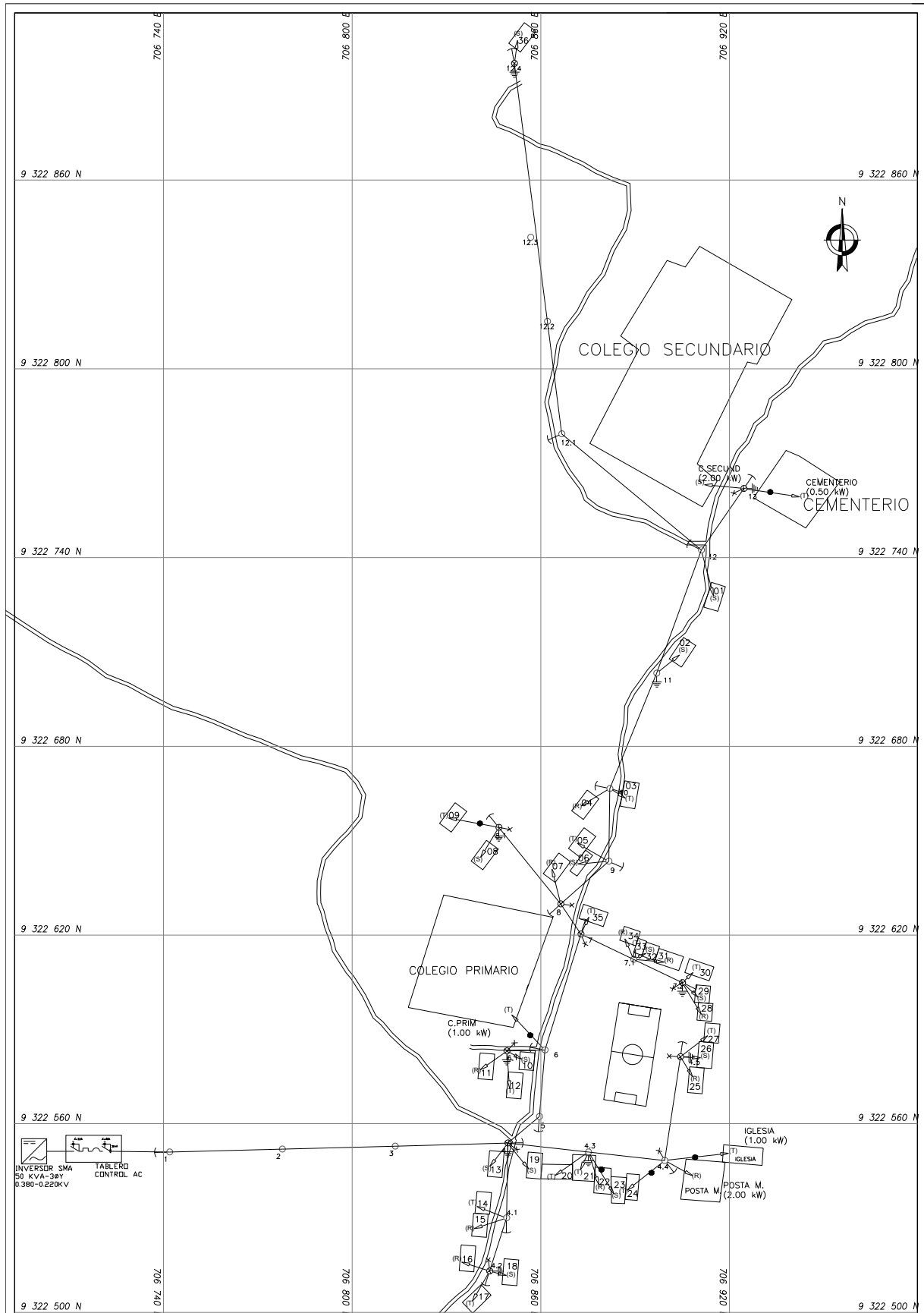


LEYENDA	
⊙	POSTE CONCRETO PCAC_8/300 - PROYECTADO
○	POSTE CONCRETO PCAC_8/200 - PROYECTADO
→	RETENIDA INCLINADA SIN AISLAR
→	CONFIG. LARGA (AREA NO TRANSITABLE POR VEHICULOS)
→	CONFIG. CORTA (SIN CRUCE DE CALLE)
—X	LUMINARIA DE SOW DE MERCURIO
—	PUESTA A TIERRA PARA ZONAS CON DESCARGAS ATMOSFERICAS
E1/S	ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO SIN CAJA DE DERIVACION
E1	ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO CON CAJA DE DERIVACION
E3	ESTRUCTURA DE EXTREMO CON CAJA DE DERIVACION
E4/S	ESTRUCTURA DE EXTREMO SIN CAJA DE DERIVACION
E4	ESTRUCTURA DE EXTREMO CON DERIVACION CON CAJA DE DERIVACION
E5/S	ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO CON DERIVACION SIN CAJA DE DERIVACION

CUADRO DE LOTES			
S.E.	LOTES HABITADOS	LOTES VACIOS	TOTAL
01	36	5	41

CUADRO DE CONDUCTORES	
CODIGO	DESCRIPCION
1	3x16+16/25

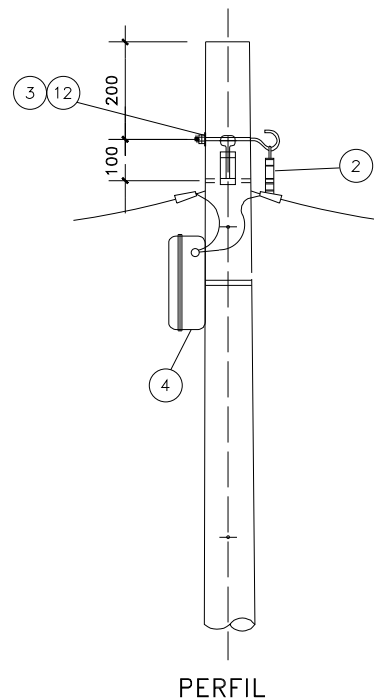
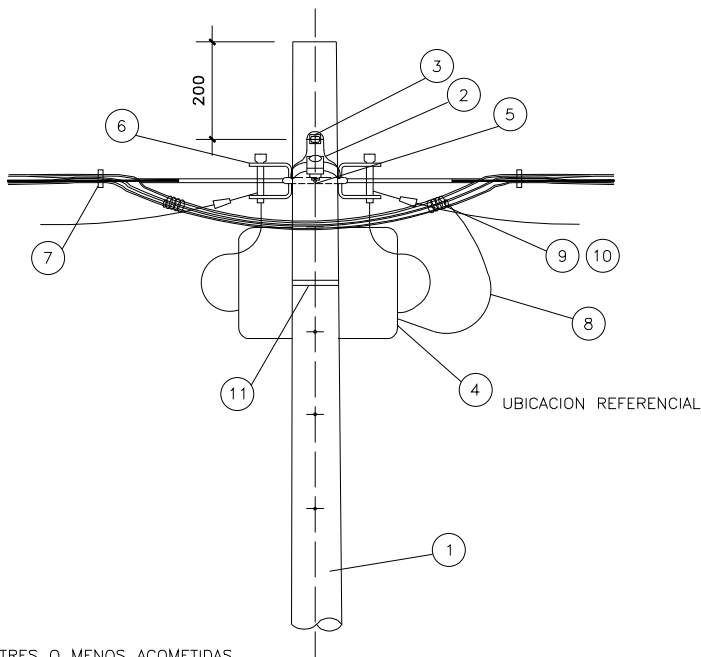
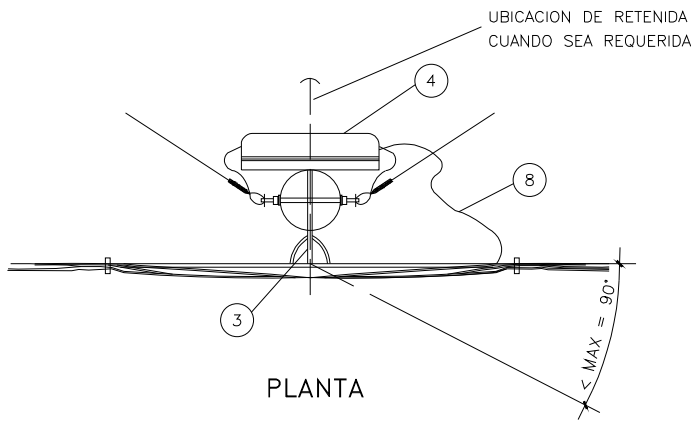
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		
PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS - QUEROCOTILLO		DIBUJO: BACH. EDWIN IVAN RAMIREZ SOBRINO
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	Fecha: Agosto, 2020	Diseñado por: Ing. Eduar Mejía Vásquez
PROVINCIA: CUTERVO	D. Unifilar RS	S/N
DISTRITO: QUEROCOTILLO		Lamina: DU-02



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
⊗	POSTE CONCRETO PCAC_8/300 - PROYECTADO
○	POSTE CONCRETO PCAC_8/200 - PROYECTADO
→	RETENIDA INCLINADA SIN AISLAR
→	CÓNFIG. LARGA (ÁREA NO TRANSITABLE POR VEHÍCULOS)
→	CÓNFIG. CORTA (SIN CRUCE DE CALLE)
-X	LÁMPARAS DE 50W DE MERCURIO
⊥	PUESTA A TIERRA PARA ZONAS CON DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
(R)	ACOMETIDA CON FASE R
(S)	ACOMETIDA CON FASE S
(T)	ACOMETIDA CON FASE T
[n]	Número de vivienda

CARGAS A ALIMENTAR SE-01				
SECTOR	M.D. kW	CANTIDAD	F.S.	kW
SECTOR PARTICULAR SF	36	0.50	7.20	
CARGAS ESPECIALES :		5	1.00	6.50
C.PRIM	1.00			
CEMENTERIO	0.50			
C.SECOND	2.00			
POSTA M.	2.00			
IGLESIA	1.00			
ALUMBRADO PUBLICO :	11	1.00	0.64	
SUB TOTAL (kW)				14.34
PERDIDAS DE DISTRIBUCIÓN (kW)				0.50
TOTAL (kW)				14.84
TOTAL (kVA)				14.84

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA				
				PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS - QUEROCOTILLO
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA	Fecha: Agosto, 2020	Escala: Red Secundaria	Revisado por: Ing. Eduar Mejía Vásquez	Lámina: RS-01



* NOTA :

- PARA TRES O MENOS ACOMETIDAS, NO SE INSTALARA LA CAJA DE DERIVACION Y LA ESTRUCTURA SE ESPECIFICARA COMO E1/S
- s.req.: SEGUN REQUERIMIENTO DE LAS REDES Y ACOMETIDAS

SIMBOLO	
MADERA	CONCRETO

CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	E1	E1/S
	12	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57x57 mm, AGUJERO DE 18mm ø	1	1
	11	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 19mm PROVISTO DE HEBILLA	1	0
	10	CONECTOR BIMETALICO, PARA AI 25 mm ² /Cu 4-10 mm ² , NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	1	0
	9	CONECTOR BIMETALICO AISLADO, PARA AI 25 mm ² /Cu 4-10 mm ² , FASE AISLADA, TIPO PERFORACION	s.req.	0
	8	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO, TIPO N2XY, BIPOLAR, TRIPOLAR O TETRAPOLAR 10 mm ² , COLOR NEGRO	1,2	0
	7	CORREA PLASTICA DE AMARRE COLOR NEGRO	4	4
	6	PORTALINEA UNIPOLAR DE A' G', PROVISTO DE PIN DE 10 mmø	2	s.req.
	5	PERNO DE A'G' DE 13mmø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT. LONG. SEGUN REQUERIMIENTO	1	s.req.
	4	CAJA DE DERIVACION PARA ACOMETIDAS DOMICILIARIAS SISTEMA 380/220 V, 440-220 V o 220 V	1	0
	3	PERNO CON GANCHO, DE 16mmø, PROVISTO DE ARANDELA, TUERCA Y CONTRT. LONG. SEGUN REQUERIMIENTO	1	1
	2	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR DE ALEACION DE ALUMINO	1	1
	1	POSTE DE MADERA O CONCRETO	1	1
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



DIBUJO:
BACH. EDWIN IVAN RAMIREZ SOBRINO

TESIS:
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS - QUEROCOTILLO

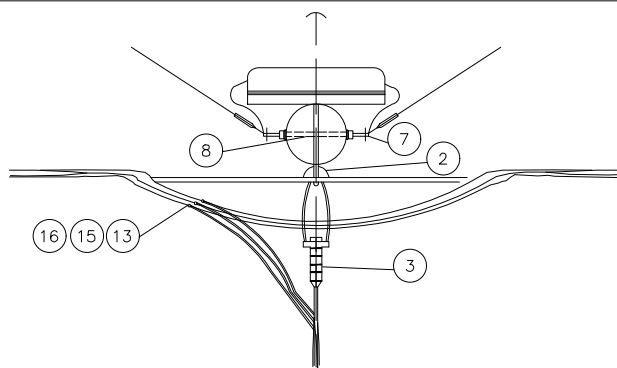
FECHA:
AGOSTO, 2020

REVISADO POR:
ING. EDUAR MEJÍA VÁSQUEZ
LÁMINA

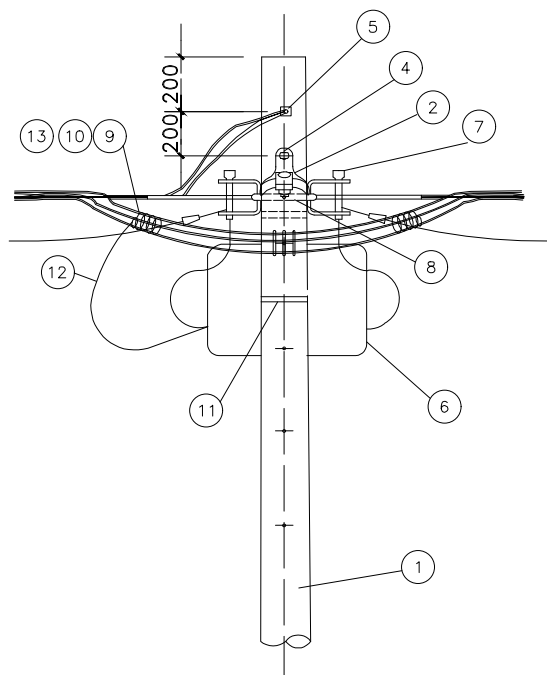
DISTRITO:
QUEROCOTILLO
PROVINCIA:
CUTERVO
DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA

REDES SECUNDARIAS
ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO PARA RED AÉREA CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES TIPO E1

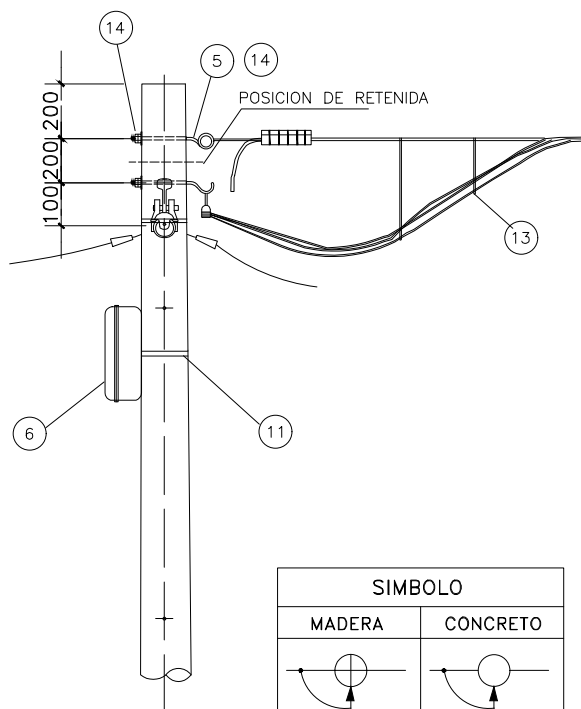
001



PLANTA



ELEVACION



PERFIL

* NOTA :

- PARA TRES O MENOS ACOMETIDAS, NO SE INSTALARA LA CAJA DE DERIVACION Y LA ESTRUCTURA SE ESPECIFICARA COMO E5/S
- s.req.: SEGUN REQUERIMIENTO DE LAS REDES Y ACOMETIDAS

SIMBOLO	
MADERA	CONCRETO

CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	E5	E5/S
	16	CONECTOR, PARA AI 25 mm ² , NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	1	1
	15	CONECTOR AISLADO, PARA AI 25 mm ² , FASE AISLADA, TIPO PERFORACION	s.req.	s.req.
	14	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57x57 mm AGUJERO DE 18mm ϕ	3	3
	13	CORREA PLASTICA DE AMARRE COLOR NEGRO	5	5
	12	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO, TIPO N2XY, BIPOLAR, TRIPOLAR O TETRAPOLAR 10 mm ² , C.NEG	1,2	0
	11	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 19 mm, PROVISTA DE HEBILLA	1	0
	10	CONECTOR BIMETALICO, PARA AI 25 mm ² /Cu 4-10 mm ² , NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	1	0
	9	CONECTOR BIMETALICO AISLADO, PARA AI 25 mm ² /Cu 4-10 mm ² , FASE AISLADA, TIPO PERFORACION	s.req.	0
	8	PERNOS DE A'G' DE 13 mm ϕ , PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA. LOG. SEGUN REQUERIMIENTO	1	s.req.
	7	PORTALINEA UNIPOLAR DE A'G', PROVISTO DE PIN DE 10 mm ϕ	2	s.req.
	6	CAJA DE DERIVACION PARA ACOMETIDAS DOMICILIARIAS SISTEMA 380/220 V, 440-220 V o 220 V	1	0
	5	PERNO CON OJAL, DE A'G' DE 16mm ϕ , PROVISTO DE TUERCA Y CONTRT. LONG. SEGUN REQUERIMIENTO	1	1
	4	PERNO CON GANCHO, DE 16mm ϕ , PROVISTO DE ARANDELA, TUERCA Y CONTRT. LONG. SEGUN REQUERIMIENTO	1	1
	3	GRAPA DE ANCLAJE DE ALEACION DE ALUMINIO	1	1
	2	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR DE ALEAC. DE ALUMINIO	1	1
	1	POSTE DE MADERA O CONCRETO	1	1
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



DIBUJO:
BACH. EDWIN IVAN
RAMIREZ SOBRINO

TESIS:
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA
ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS - QUEROCOTILLO

FECHA:
AGOSTO, 2020

REVISADO POR:
ING. EDUAR MEJÍA VÁSQUEZ

DISTRITO:
QUEROCOTILLO

REDES SECUNDARIAS

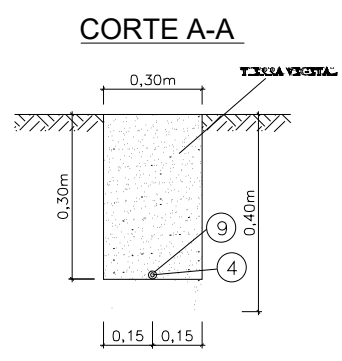
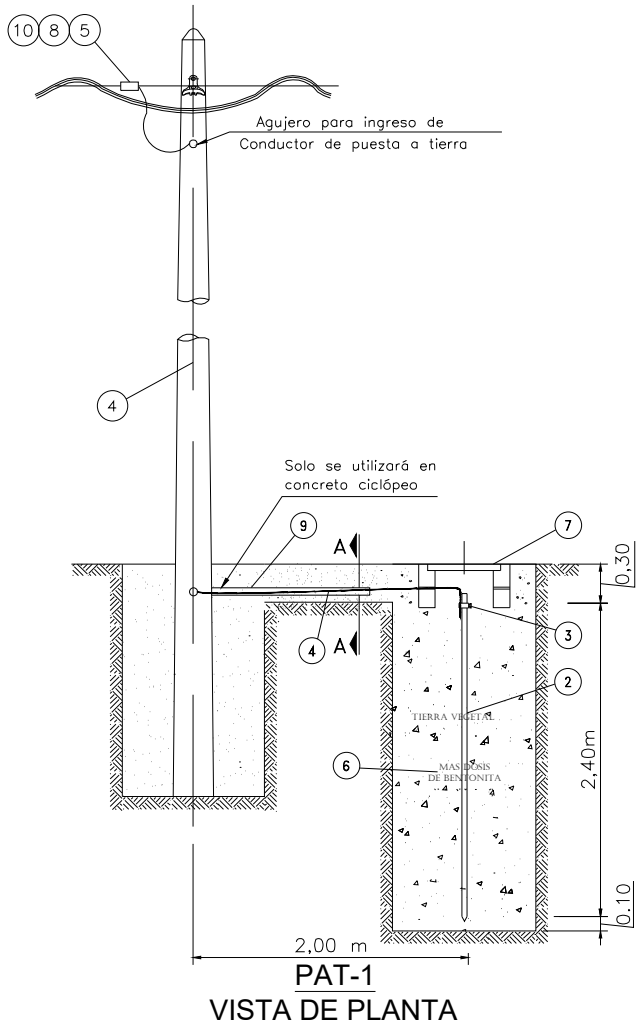
LÁMINA

PROVINCIA:
CUTERVO

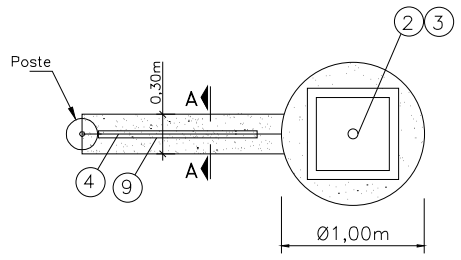
ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO CON DERIVACIÓN PARA RED AEREA CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES
TIPO E5

DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA

004



TIPO	VOLUMEN (m3)	
	EXCAVACION	RELLENO
PAT-1	1,41	1,41



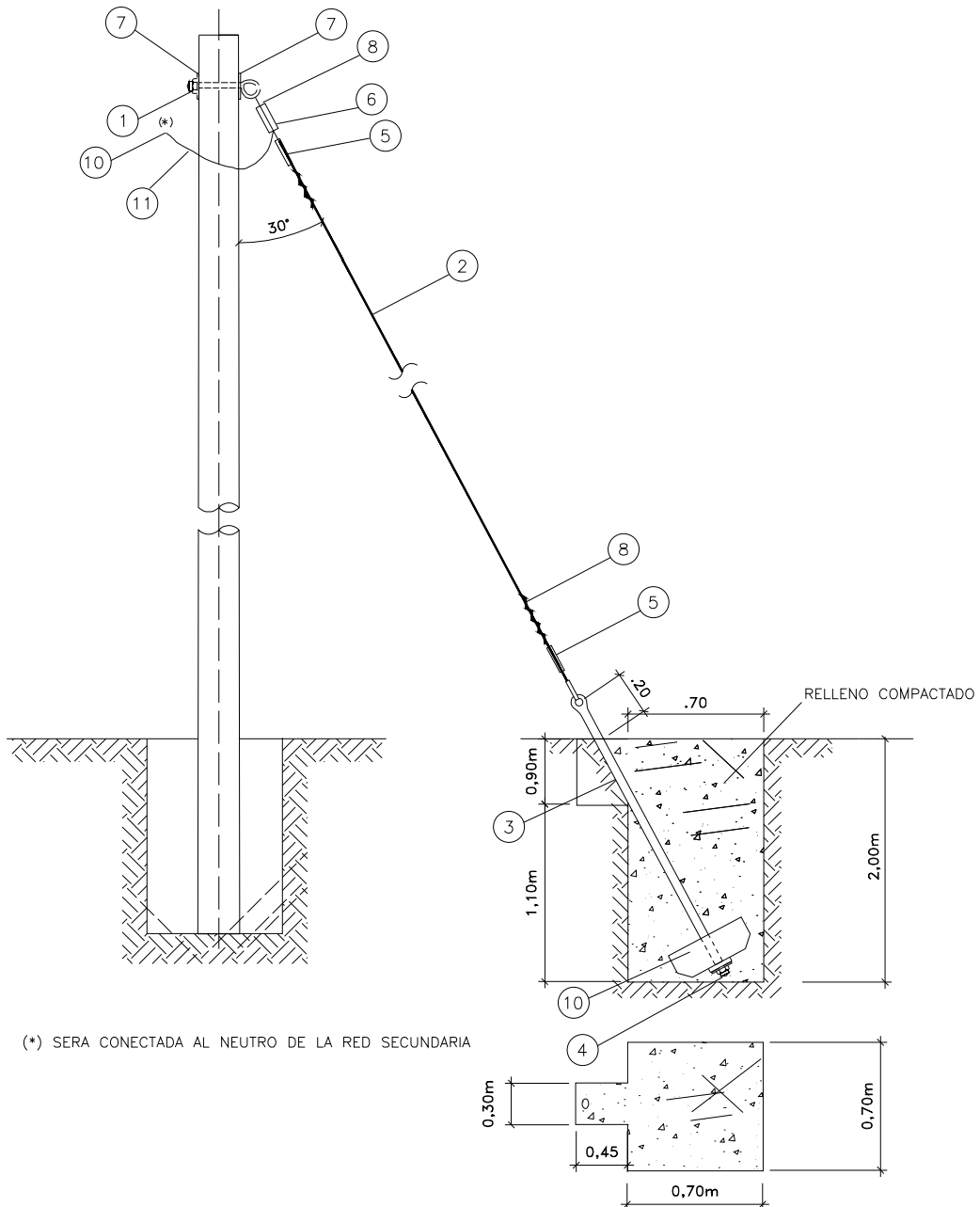
ITEM	DESCRIPCION	CANT
10	CINTA VULCANIZANTE	0.20 rll
9	TUBO DE PVC 19 mm DIAMETRO x 3.00 m Longitud.	1
8	CINTA AISLANTE VINILICA	0.20 rll
7	CAJA REGISTRO DE CONCRETO PARA PUESTA A TIERRA DE 396mmØ X 300 mm; CON ASA Y TAPA	1
6	BENTONITA SODICA DE 30Kg	2 bol
5	CONECTOR BIMETALICO PARA Al-25mm2/Cu-35mm2 CUÑA TIPO I	1
4	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO, DESNUDO DE 35 mm2	11m
3	CONECTOR DE BRONCE TIPO AB PARA ELECTRODO DE 16 mm Ø Y CONDUCTOR DE COBRE DE 35 mm2	1
2	ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO DE COBRE DE 16 mm Ø x 2,40 m	1
1	CONECTOR DOBLE VIA BIMETÁLICO PARA CABLE DE ACERO DE 10 mm Ø Y COBRE DE 35 mm2	1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
 CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIBUJO:
 BACH. EDWIN IVAN RAMIREZ SOBRINO
 DISTRITO: QUEROCOTILLO
 PROVINCIA: CUTERVO
 DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

TESIS:
 DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS - QUEROCOTILLO
REDES SECUNDARIAS
PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

FECHA: AGOSTO, 2020
REVISADO POR: ING. EDUAR MEJÍA VÁSQUEZ
 LÁMINA
005



(*) SERA CONECTADA AL NEUTRO DE LA RED SECUNDARIA

	11	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO DE 16mm ² , 7 HILOS	1m
	10	CONECTOR BIMETALICO FORRADO PARA Al 25 mm ²	1
	9	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0,40x0,40x0,15m	1
	8	ALAMBRE DE ACERO N°12 PARA ENTORCHADO	3m
	7	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57x57x5mm, AGUJERO DE 18mm ϕ	2
	6	CONECTOR DOBLE VIA BIMETALICO PARA CABLE DE ACERO DE 10mm ϕ Y COBRE DE 16mm ²	1
	5	MORDAZA PREFORMADA DE ACERO PARA CABLE DE 10mm ϕ	2
	4	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO DE 102x102x5mm CON AGUJERO CENTRAL DE 18mm ϕ	1
	3	VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO, DE 16mm ϕ x2400mm DE LONG. PROVISTO DE OJAL-GUARDACABO EN UN EXTREMO, TUERCA Y CONTRATUERCA EN EL OTRO	1
	2	CABLE DE ACERO TIPO SIEMENS MARTIN DE 10mm ϕ , 7 HILOS	10m
	1	PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO DE 16mm ϕ , LONG. SEGUN REQUERIMIENTO, CON TUERCA Y CONTRAT.	1
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



DIBUJO:
BACH. EDWIN IVAN RAMIREZ SOBRINO

TESIS:
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS - QUEROCOTILLO

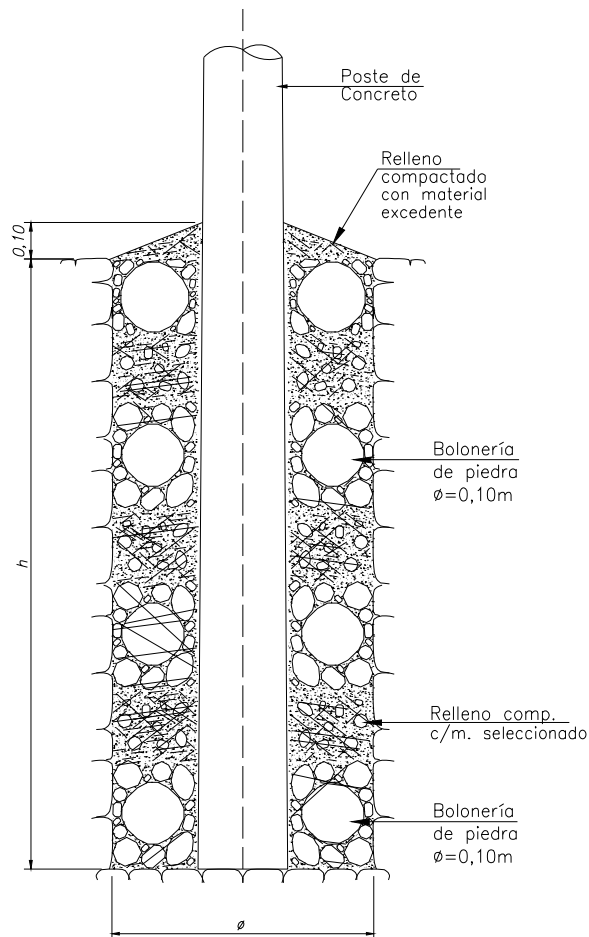
FECHA:
AGOSTO, 2020

DISTRITO:
QUEROCOTILLO
PROVINCIA:
CUTERVO
DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA

REDES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA
RETENIDA INCLINADA

REVISADO POR:
ING. EDUAR MEJÍA VÁSQUEZ
LÁMINA

006



CIMENTACIÓN PARA POSTE DE CONCRETO 8m

RESUMEN DE LA CIMENTACION DE POSTES

Altura de Poste	Tipo Terreno	Tipo de Cimentación	Empotramiento (h) (m)	Ø (m)	Excavación (m ³)	Relleno con Concreto (m ³)
8 m	Terreno I	C-IC	1,40	0,8	0,70	-
	Terreno II	C-IIC	1,20	0,8	0,60	-

CLASIFICACION GEOTECNICA	
SUELO TIPO	CARACTERISTICAS
I	Terrenos conformados por arcillas superficiales con material granular de media compactación, rocas descompuestas de consistencia media, gravas sueltas, arenas arcillosas o limosas, limos de consistencia media a firme, poseen plasticidad que van baja a alta. Terrenos conformados por gravas con mezcla de fragmentos de roca suelta (bolonería de tamaño diverso), canto rodado, material arcilloso y arenoso.
II	Terrenos conformados por afloramientos de rocas ígneas, sedimentarias.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



DIBUJO:
BACH. EDWIN IVAN RAMIREZ SOBRINO

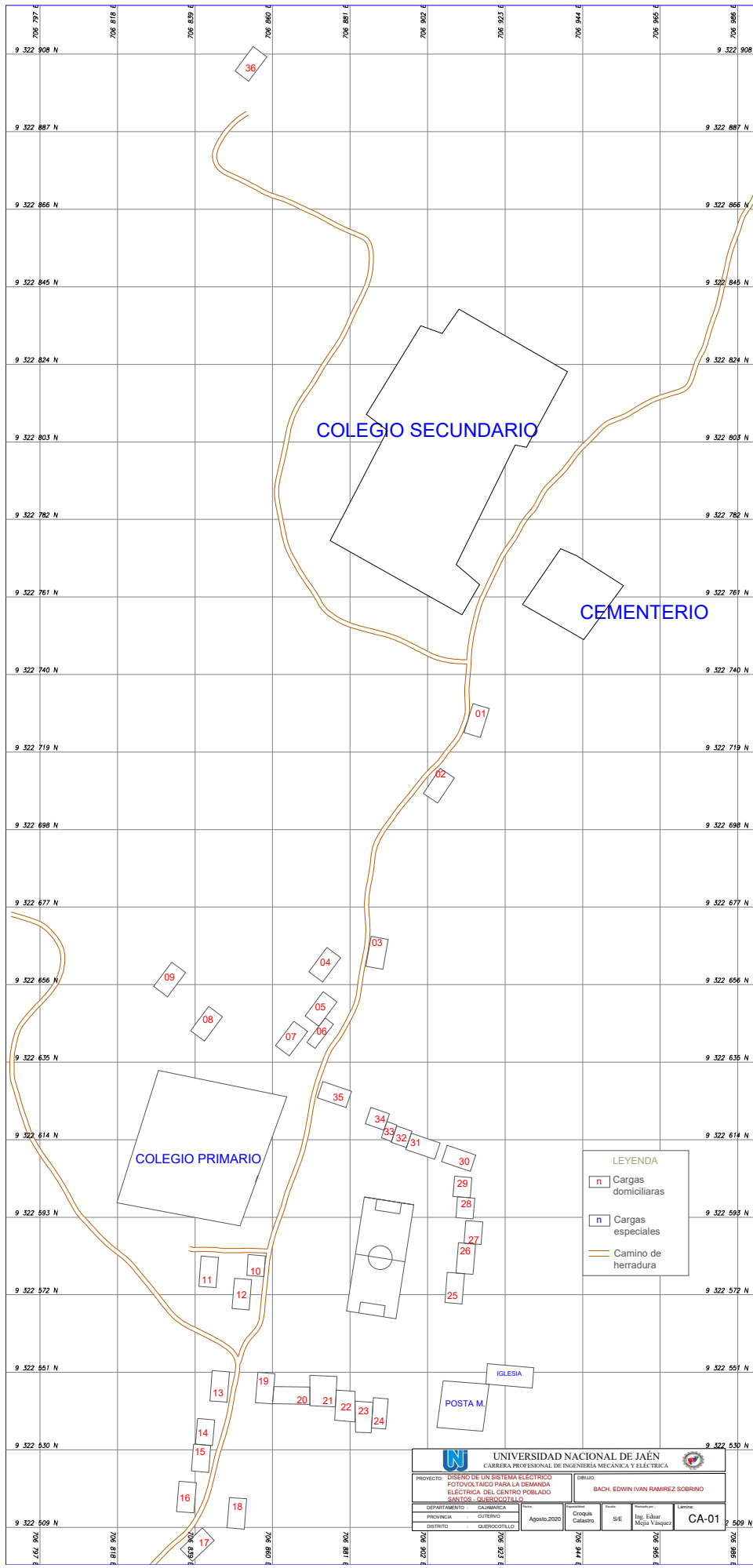
TESIS:
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS - QUEROCOTILLO

FECHA:
AGOSTO, 2020
REVISADO POR:
ING. EDUAR MEJÍA VÁSQUEZ
LÁMINA

DISTRITO:
QUEROCOTILLO
PROVINCIA:
CUTERVO
DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA

REDES SECUNDARIAS
DETALLE DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

007



LEYENDA

- n Cargas domiciliarias
- n Cargas especiales
- Camino de herradura

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO SANTOS GUERROCIELLO		EJE: BACH. EDWIN IVAN RAMÍREZ SOBRIÑO
DEPARTAMENTO: CALAMARCA	FECHA: Agosto, 2000	PROFESOR: Croquis Catastro
PROVINCIA: CUELVADO	ESCALA: S/E	LIBRO: Ing. Edgar Mejía Vázquez
MUNICIPIO: GUERROCIELLO		LÍNEA: CA-01

ANEXO 8: FOTOS DE LA VISUALIZACIÓN EN 3D DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Frontis de las instalaciones del sistema fotovoltaico.



Vista lateral de los paneles solares



Vista diagonal de cuarto de máquinas.



Vista lateral izquierda del interior del cuarto de máquinas.



Vista lateral derecho del interior del cuarto de máquinas.



Vista del pararrayo.



Vista exterior del cuarto de control



Vista Interior cuarto de control



Vista Interior cuarto de control



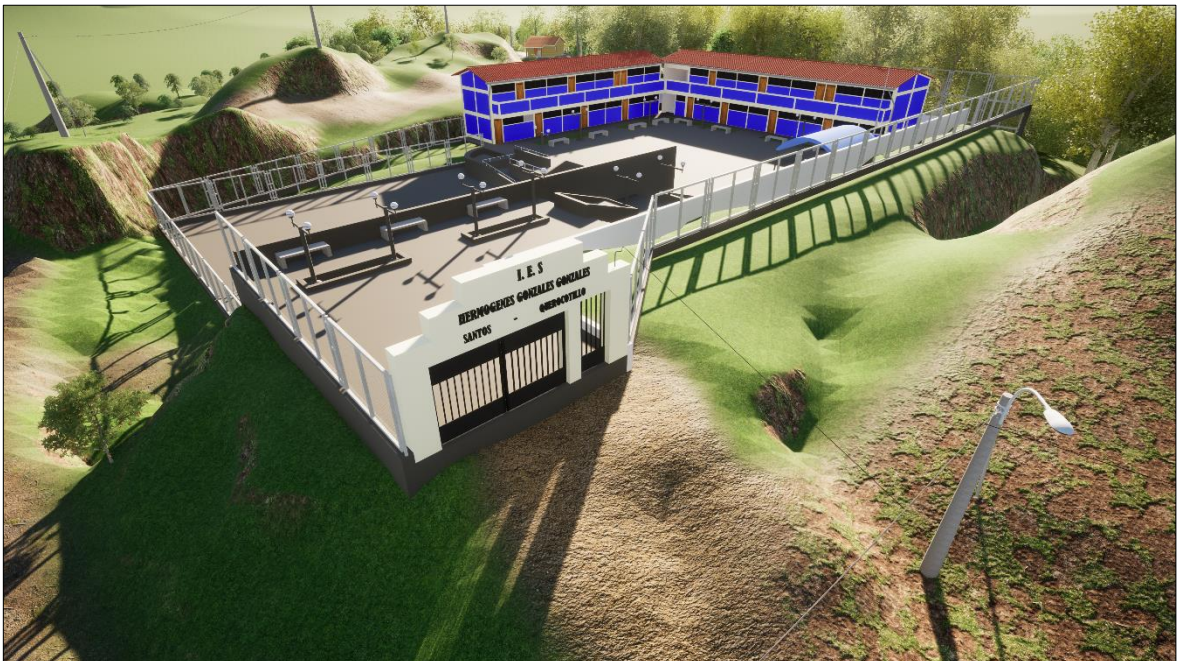
Vista tablero de control AC y soporte de salida a distribución



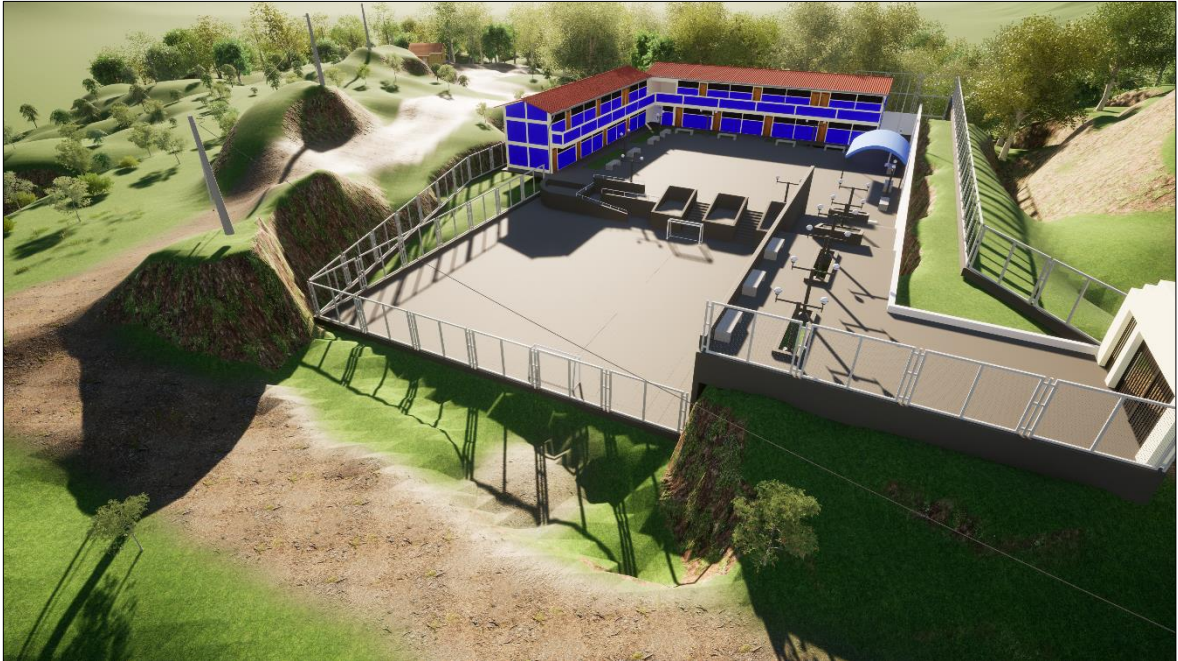
Vista aérea del sistema de distribución.



Vista aérea del colegio secundario



Vista aérea del sistema de distribución y colegio secundario.



Vista área del sistema de distribución.



Vista aérea de soporte del sistema de distribución.



Vista aérea del armado del sistema de distribución.



Vista aérea del armado del sistema de distribución.



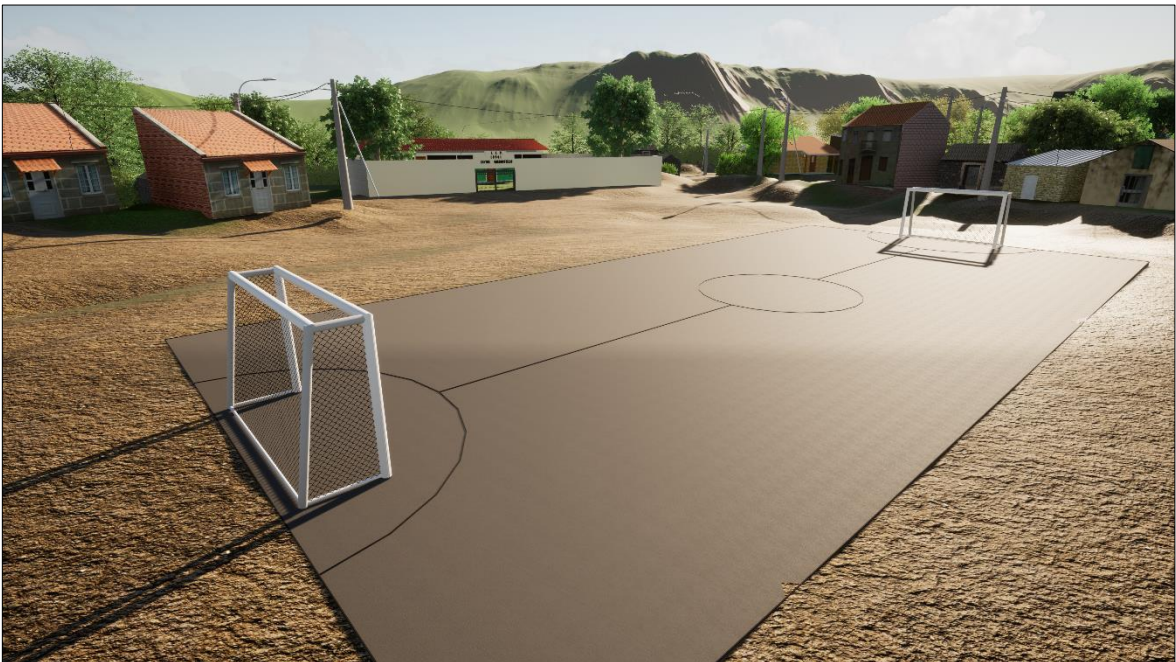
Vista aérea nocturna del sistema de distribución.



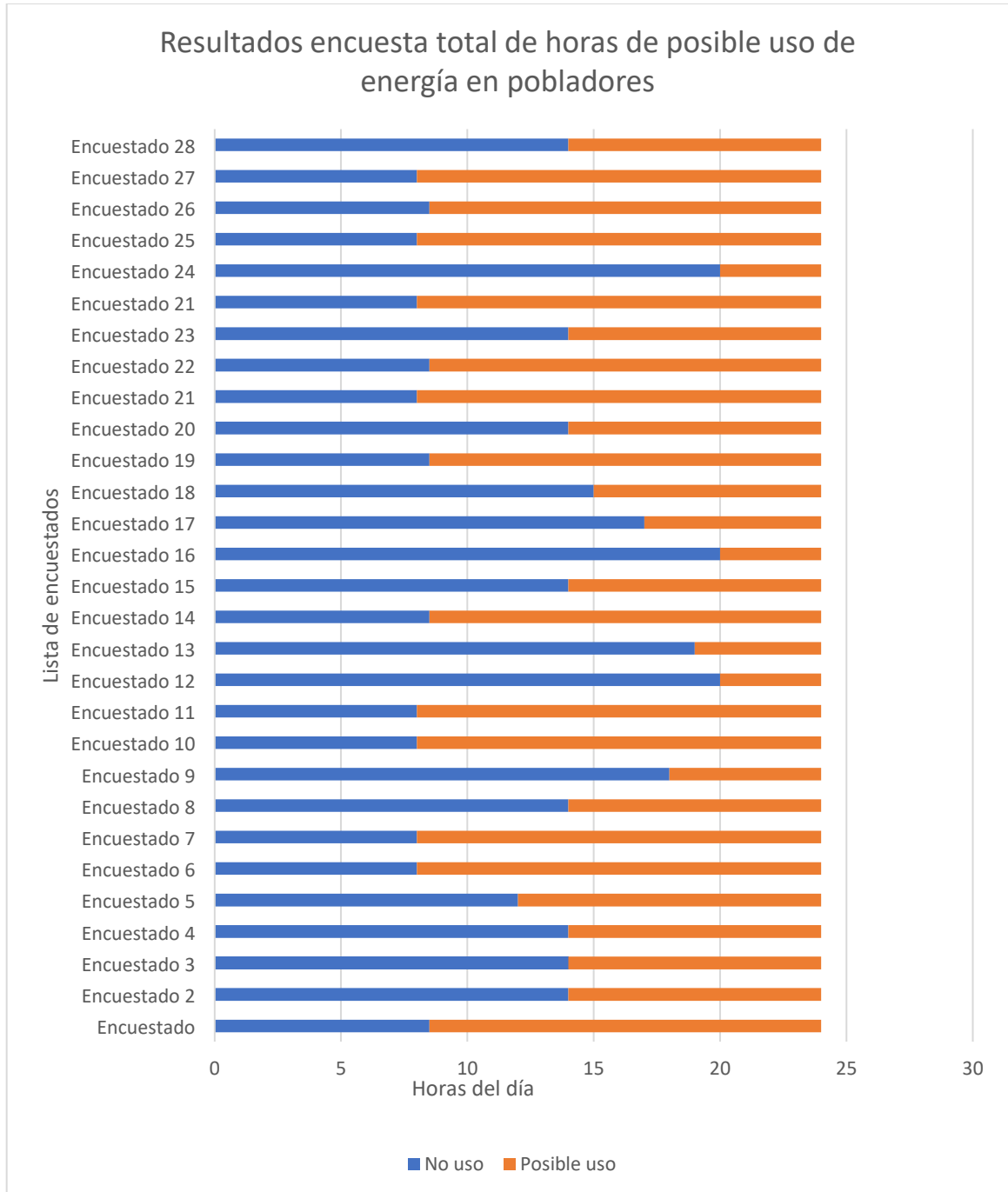
Vista soporte de sistema de distribución.

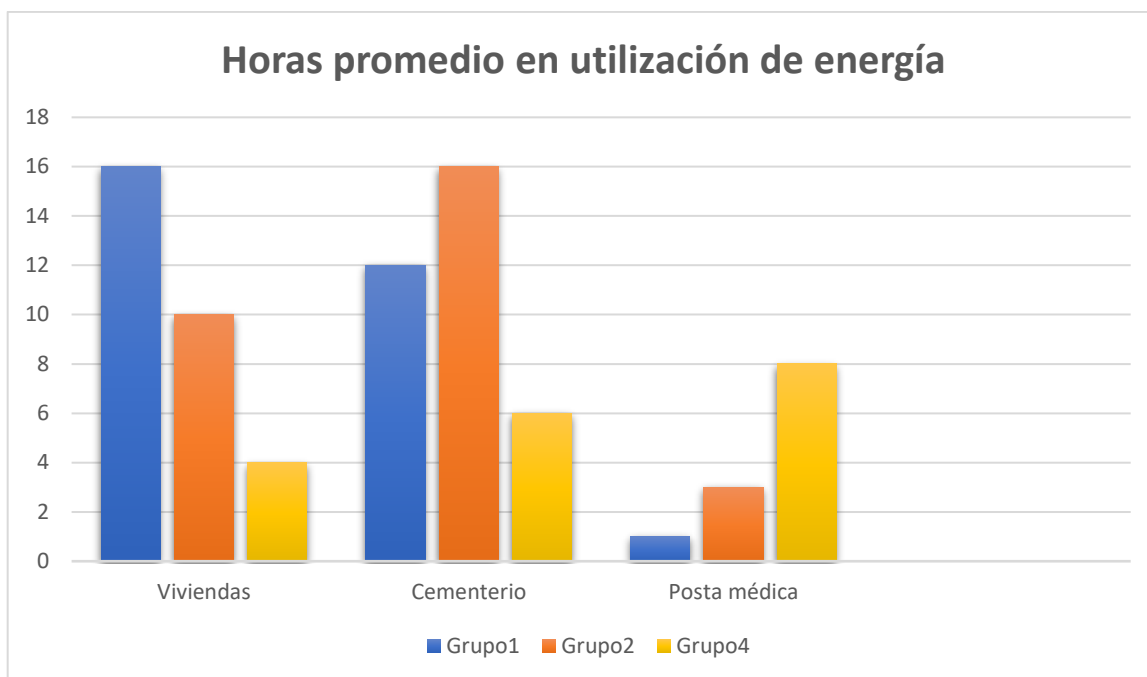


Vista soportes del sistema de distribución.



ANEXO 9: RESULTADOS ENCUESTA





Lista de encuestados

	Nombre	DNI
1	Miguel Avellaneda Perez	27691134
2	Virginia Gonzales Flores	48731669
3	Analy Alarcon Carranza	48212768
4	Candelario Diaz Collantes	27263351
5	Pablo Tapia Guerrero	27734687
6	Jaime Perez Tarrillo	27263455
7	Desiderio Gonzales Villanueva	27262392
8	Jobo Cruz Pérez	16782516
9	Maria Berceia Rufasto Coronel	47715240
10	Maria Lorenza Bravo Diaz De Gonzáles	47715240
11	Segundo Hoyos Ramos	27263476
12	Saul Avellaneda Perez	27690955
13	Clemencia Hurtado	27263137
14	Nolberto Silva Cardozo	27737786
15	Miguel Vergara Pérez	27260631
16	Irma Vargas Díaz	27691947
17	Vidal Vásquez Araujo	27263832
18	Jose Mesias Avellaneda	27262872
19	Jacobo Villanueva Santacruz	27261301
20	Gerardo Ramos Medina	27289840
21	Alberto Vargas Diaz	27733336
22	Esteban Vásquez Tarillo	46349917
23	Natividad Sanchez Sanchez	27690756
24	Bautista Rodriguez Orellano	27691989
25	Segio Ramos Barturen	48217595
26	Maximo Sanchez Sanchez	45748458
27	Alexander Zamora Villanueva	44572305
28	Luz Lila Tarrillo Cruz	44230208

**ANEXO 9: FOTOS DE RECOLECCION DE DATOS GEOGRAFICOS EN EL C.P
SANTOS**

Frontis de la Institución Educativa Secundaria



Recolección de datos geográficos en el centro poblado



Iglesia del centro poblado



GPS utilizado para la recolección de datos geográficos



Viviendas del centro poblado Santos.

