



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

“PROPUESTA DE UN DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR
ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL C.P. CALERITA - CHICLAYO, 2016”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

FELIPE VALDERA SANTISTEBAN

ASESOR:

Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ENERGÍA

TRUJILLO - PERÚ

(2016)

PÁGINA DEL JURADO

Ing. CIP. Jony Villalobos Cabrera
Presidente de Jurado

Ing. CIP. Luis Fernando Chapañan Rimachi
Secretario de Jurado

Ing. CIP. Pedro Demetrio Reyes Tassara
Vocal de Jurado

DEDICATORIA

Dedicar éste trabajo en Principio a Dios, por darme la vida y permitirme llegar hasta este momento en ser Profesional, al tener buena salud y lograr mis metas, así mismo de su infinito amor y bondad.

A mi Papá y Mamá, porque siempre han creído en mí, me dieron todo su ejemplo, lleno de valores, impulsándome en los momentos más críticos, además lo orgullosos que se van a sentir por ser un Ingeniero Mecánico Eléctrico.

También quiero dedicar ésta tesis a mis hermanos y a mis abuelitos, que han estado conmigo siempre apoyándome moralmente, en todo momento y en todo lugar.

¡Gracias a ustedes!

A mis amigos, de la universidad por compartir momentos agradables y experiencias únicas, por brindarme sus consejos y ánimos para seguir luchando y cumplir con mis metas.

A mis docentes, en especial a la Ing. James Celada Padilla por creer en nosotros, por sus consejos y los momentos divertidos que pasamos en las asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

AGRADECIMIENTO

A los Directivos de la Universidad que nos ha cobijado en sus aulas durante los 10 ciclos de estudios, facilitando las labores administrativas inherentes a nuestra formación.

A los Docentes, que nos impartieron sus conocimientos durante muchas horas de clases, en la cual nos enseñaron aspectos científicos, técnicos y experiencias vividas en torno a la profesión.

Al Jurado de Tesis, quienes realizaron la corrección del trabajo, dando aportes significativos para que se logre un producto de calidad.

A mis docentes, en especial a la Ing. James Celada Padilla por creer en nosotros, por sus consejos y los momentos divertidos que pasamos en las asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Felipe Valdera Santisteban, con DNI N° 42385404 y Código Universitario N° 7000681985, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 11 de Febrero del 2017

Felipe Valdera Santisteban

PRESENTACION

El presente trabajo se realizó en el Centro Poblado La Calerita, jurisdicción del distrito de Tumán, de la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, debido que la Energía Eléctrica es un factor importante para el desarrollo y crecimiento económico, y que ayudarán al poblador a incrementar su capacidad de trabajo útil y productivo en base a fuentes de energía como la convencional o energía renovable como la del sol que es una fuente limpia, como abundante e inagotable

El desarrollo de la presente tesis consta de cuatro capítulos los cuales se describen a continuación en forma breve.

En el Capítulo 1, Presentamos el marco teórico del proyecto efectuado.

El Capítulo 2, En el presente capítulo se describen los aspectos de metodología seguido y aplicado al sistema solar fotovoltaico para uso doméstico.

En el Capítulo 3, Desarrollamos el cálculo de los componentes del sistema así como también determinamos la energía y carga requerida por día.

En el Capítulo 4, En este capítulo se analizan los resultados técnicos y económicos obtenidos en la investigación.

Luego brindamos las diferentes conclusiones por cada objetivo trazado y recomendaciones que se ha llegado luego de la investigación, en función a objetivos, a los que se ha llegado a lo largo de nuestro proyecto de electrificación fotovoltaica.

Últimamente, indicamos las referencias y documentación conexas.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
ÍNDICE.....	VII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática.....	15
1.2 Trabajos previos.....	18
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	19
1.4 Formulación del problema.....	31
1.5 Justificación del estudio.....	31
1.6 Hipótesis.....	33
1.7 Objetivos.....	33
1.7.1 Objetivo general.....	33
1.7.2 Objetivos específicos.....	33

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación.....	34
2.2 Variables, operacionalización.....	34
2.3 Población y muestra.....	36
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
2.5 Métodos de análisis de datos.....	39
2.6 Aspectos éticos.....	39

III. RESULTADOS

3.1 Estudio de la máxima demanda y de la Energía consumida por el C.P. La Calerita.....	39
3.2 Ubicación de la Central Solar.....	42
3.3 Diseño de la Central Solar, Cálculo y Selección de Equipos.....	42
3.4 Determinación del Costo del KW-H Generado.....	44
3.3 Evaluación Económica de la Central Solar.....	45

IV. DISCUSIÓN.....

47

V. CONCLUSIONES.....

50

VI. RECOMENDACIONES.....

51

VII. REFERENCIAS.....

52

VIII. ANEXOS	55
ANEXO 01.....	56
ANEXO 02.....	60
ANEXO 03.....	64
ANEXO 04.....	72
ANEXO 05.....	73
ANEXO 06.....	85
ANEXO 07.....	86
ANEXO 08.....	99
ANEXO 09.....	106
ANEXO 10.....	107
ANEXO 11.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Suministro de Energía.....	20
Figura 2. Instalación aislada de la Red Eléctrica.....	22
Figura 4. Esquema de Funcionamiento del Panel Solar.....	23
Figura 5. Características Técnicas del Radiómetro Digital.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Radiación Solar Sobre la superficie de la Tierra.....	21
Tabla 2. Operación Variable.....	35
Tabla 3. Técnica de Investigación.....	37
Tabla 4. Instrumento de Investigación.....	37
Tabla 5. Cargas Abonados Domésticos.....	40
Tabla 6. Energía Total y la Máxima demanda Requerida.....	41
Tabla 7. Evaluación Económica.....	45
Tabla 8. Costo de Operación y Mantenimiento.....	45
Tabla 9. Abonados Domésticos.....	64
Tabla 10. Área de Persona por Hogar.....	64
Tabla 11. Consumo de Energía Abonados Domésticos.....	65
Tabla 12. Tasa de Crecimiento.....	66
Tabla 13. Indicadores para Calcular la Máxima demanda.....	66
Tabla 14. Consumo de Energía por Abonados Doméstico.....	67
Tabla 15. Consumo Mensual de Alumbrado Público.....	67
Tabla 16. Pronóstico de la Población.....	68
Tabla 17. Pronóstico de Consumo Unitario Doméstico.....	69
Tabla 18. Pronóstico de Consumo Doméstico Total.....	69

Tabla 19. Pronóstico del Consumo de Alumbrado Público.....	70
Tabla 20. Pronóstico de Máxima demanda y Consumo de Energía.....	71
Tabla 21. Radiación Solar.....	73
Tabla 22. Especificaciones Técnicas del Panel Solar.....	75
Tabla 23. Mediciones de Cable.....	76
Tabla 24. Especificaciones Técnicas del Regulador.....	78
Tabla 25. Especificaciones Técnicas de Baterías.....	80
Tabla 26. Potencia del Inversor del Panel Solar.....	80
Tabla 27. Distancia entre Componentes.....	81
Tabla 28. Diámetro del Conductor.....	82
Tabla 29. Propuesta del Panel Solar.....	84
Tabla 30. Resultado de Inversión.....	85
Tabla 31. Caída de Tensión I.....	87
Tabla 32. Caída de Tensión II.....	87
Tabla 33. Cálculo Mecánico de Conductores.....	90
Tabla 34. Vano Equivalente.....	90
Tabla 35. Esfuerzo y Tensiones.....	91
Tabla 36. Altura de Poste.....	91
Tabla 37. Cálculo de Retenidas Simple (TR).....	92
Tabla 38. Costo de Equipos.....	96
Tabla 39. Costo de Materiales.....	97
Tabla 40. Costo de Transporte.....	98

Tabla 41. Costo de Presupuesto Referencial.....	98
Tabla 42. Inversión Total del Proyecto.....	99
Tabla 43. Flujos de Ingresos.....	100
Tabla 44. Costo de Operación y Mantenimiento.....	100
Tabla 45. Flujo de Egresos.....	101
Tabla 46. Flujo Neto Efectivo.....	102
Tabla 47. Flujo de Ingreso Total.....	103
Tabla 48. Egresos por Año.....	104
Tabla 49. Flujos de Egreso Total por Año.....	104
Tabla 50. Flujo Neto Efectivo.....	105

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó la propuesta para el suministro energía eléctrica al Centro Poblado La Calerita ubicado en el Distrito de Tután, de la Provincia de Chiclayo, en el Departamento de Lambayeque, que en total son 37 Viviendas de características rurales, que actualmente no cuentan con este servicio. Se realizó un estudio de las necesidades energéticas en este centro poblado, el cual muestra que existe poco crecimiento económico debido al no contar con este servicio. Luego se realizó un inventario de las cargas eléctricas en cada vivienda en el cual se evidencia que se tiene una potencia instalada de 400 watt aproximadamente.

Para el aseguramiento de la eficiencia del uso de la energía solar se realizó un estudio de los niveles de radiación solar, el cual está entre los 6 a 8 kw-h/m² por día datos registrado por SENAMHI y otros, el cual está dentro de los parámetros de uso eficiente de la energía solar.

La propuesta de instalación de los kit de energía solar, que son sistema de energía autónomos, incluye los cálculos de las dimensiones de los paneles solares hasta las dimensiones de los conductores, los dispositivos de control y otros.

Los costos de instalación por cada vivienda asciende aproximadamente a 2885,00 Nuevos soles valor que es posible financiar en un período de 3 años, que es el período de recuperación de capital para luego tener menores pagos por concepto de energía eléctrica.

PALABRAS CLAVES

Energía solar, Necesidad Energética, Radiación solar.

ABSTRACT

The research proposal for the supply of electricity to the center villager the Calerita located in the Tumán District, Province of Chiclayo, Lambayeque, which in total are 37 homes in rural characteristics, which currently do not have performed this service. a study of the energy needs was held in this center villager, which shows that there is little economic growth due to not having Neste service an inventory of electrical charges in each house where it is evident that it has an installed power of 400 watt approximately was then performed.

For ensuring the efficient use of solar energy a study of the level of solar radiation, which is between 6 to 8 kw-h/ m² per day, data recorded by SENAMHI and others, which is held within the parameters of efficient use of solar energy.

The proposal for installation of Solar Energy kit which are autonomous energy systems, including calculations of the size of the solar panels to the dimensions of drivers, and other control devices.

Installation costs per household is approximately 2885,00 soles value can be financed over a period of 3 years, which is the capital recovery period, then have lower payments for electricity.

KEYWORDS

Solar Energy, Energy Need, Solar radiation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.

1.1.1 Realidad Problemática Internacional.

“En el mundo, es común en todos los lugares es el elevado consumo de energía, a causa del mal aprovechamiento, junto con la dependencia de centrales hidroeléctrica o de aquellas que utilizan combustibles para la generación de electricidad” (Pérez, 2009, p. 16).

“Chile se ha unido recientemente en este apoyo a las energías renovables, formulando leyes que favorecen a este tipo de energías” (Mohr, 2007, p. 1).

El consumo de energía eléctrica se incrementa por muchas razones, siendo las mas principales el incremento de las necesidades energéticas de la población que crece constantemente, asi como también la expansión industrial y residencial, hace que las cargas eléctricas cada día sean mayores.

Los grandes consumidores de energía eléctrica en el mundo son los países desarrollados que tienen un alto índice de industrialización, teniendo como fuentes de energías en las centrales hidroeléctricas, las centrales térmicas y las centrales nucleares; sin embargo en las matrices energéticas empiezan a aparecer energías renovables no convencionales que de manera sostenible han incrementado su participación en el sector eléctrico.

1.1.2 Realidad Problemática Nacional.

“En el Perú, la institución encargada de realizar los planes es el Ministerio de Energía y Minas y según los reportes, los coeficientes de electrificación a nivel nacional en el año 1993 fue de 54.9%, siendo 77% en el sector urbano y 7.7% en el sector rural” (MEM, 2010, p.3).

Los coeficientes de electrificación en el Perú, a nivel nacional en el año 2007 fue de 74.1%, siendo en el sector urbano 89.1%, en el rural 29,5%, sin embargo para el año 2012, se incrementó éstos indicadores hasta un valor a nivel nacional de 87.25, pero el más significativo fue en el sector rural con un 63% (MEM, 2012, p. 7).

Estos indicadores son importantes de analizar porque de alguna manera se observa la inversión del gobierno en satisfacer las necesidades de la población, en cuanto al acceso a la energía eléctrica, para incrementar actividades económicas e inclusive industriales. Casi seis millones de Peruanos en el 200, no tenían acceso a la energía eléctrica, gran parte de ellos vive en zonas rurales con baja densidad demográfica, y así mismo poco acceso a servicios de salud, que finalmente hacen que dichas poblaciones tengan niveles de pobreza extrema en algunos casos, como en la zonas muy altas del sur del Perú. (Pérez, 2012, p.3).

1.1.3 Realidad Problemática Regional.

En el departamento de Lambayeque los coeficientes de electrificación bordea el 92.1%, según lo publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática en el año 2014. Sin embargo ese valor no es el mismo para el sector rural, que tiene valores inferiores al 70%.

La poca densidad demográfica es el principal factor que dificulta la electrificación de todos los caseríos del Departamento de Lambayeque, por lo que el uso de energías renovables no convencionales es la solución para cubrir esa brecha existente. Muchas zonas rurales ya están en proceso de electrificación, siendo la energía solar la que prevalece sobre la energía eólica.

1.1.4 Realidad Problemática Local.

En el Centro Poblado Calerita perteneciente a la provincia de Chiclayo inicialmente se contaba con energía provisional otorgada por la empresa agroindustrial Tumán por estar dentro de su jurisdicción pero en la actualidad ya se tiene aproximadamente 10 años que no se cuenta con fluido eléctrico provocando esto el bajo nivel de vida socioeconómica en los pobladores del centro poblado la calerita ya que no se cuenta con los servicios primarios y la no satisfacción de las necesidades de iluminación y esparcimiento.

Los moradores del centro poblado la calerita para poder iluminarse por las noches y así poder suplir sus necesidades para estudios y esparcimiento utilizan velas y mecheros la cual es perjudicial para la visión en un futuro para los estudiantes.

Utilizan fuentes de energía no convencionales como velas, mecheros y baterías las cuales para poder ser adquiridas hay que trasladarse hasta el centro poblado más cerca como es el C.P. Casa de Madera, Rinconazo y hasta incluso a los Distritos de Pomalca y Tumán.

Así mismo se observa que los pobladores del caserío en estudio, tienen un nivel socioeconómico bajo, es decir pertenecen a las clases sociales C y D, por lo tanto la inversión en electrificar dicho caserío, solo sería con apoyo de organismos nacionales e internacionales.

Además, los estilos de vida de los moradores de éste sector rural de la costa de la Lambayeque, son totalmente distintos a los moradores urbanos, debido a que gran parte de su población realiza faenas agrícolas y ganaderas, por el cual la permanencia en sus viviendas se acentúa en horas de la noche, con muy poco consumo en horas del día.

1.2 TRABAJOS PREVIOS.

Piriz (2013, p. 78), en su tesis desarrollada denominada “Energía Solar Térmica y Fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú” concluyo que se debe tener especial cuidado con el cálculo de niveles de energía disponibles, en base a información confiable sobre recursos para evitar crear falsas expectativas entre los usuarios.

Mohr (2007, p. 1), en su tesis para optar el grado de magister en ciencias de la ingeniería denominada “Inserción de Generación de Energía Renovable en Redes de Distribución” nos indica que en su investigación pretende contribuir con un análisis y propuesta al problema de inserción de energías renovables en alimentadores radiales, proponiendo soluciones metodológicas y regulatorias para facilitar la conexión de este tipo de generadores a las redes de distribución.

Domínguez (2002, p. 4), en su memoria presentada para optar el grado de doctor denominada “La Integración Económica y Territorial de las Energías Renovables y los Sistemas de Información Geográfica” sostiene que las energías renovables, con sus características energéticas, ambientales y geográficas, deben tener un papel importante en este nuevo modelo energético. La mayor dispersión geográfica de estos recursos, frente a las fuentes convencionales, implica que siempre se puede contar con alguna fuente renovable de carácter autóctono.

López (2009, p. 9), en su tesis denominada “Utilización de Energía Renovable en México: Hacia una Transición en la Generación de Energía Eléctrica” sostiene que se pueden clasificar a las centrales generadoras de energía de acuerdo al tipo de energía que utilizan, es decir las renovables y las no renovables. Las energías renovables son aquellas que en el tiempo logran recuperar su energía por acción de la fuerza de la naturaleza, y las no renovables, son las que tienden a acabarse y perduran poco tiempo.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 Energía Eléctrica

La energía eléctrica es una forma de energía que sirve para accionar mecanismos capaces de realizar algún tipo de trabajo. La energía eléctrica se origina en los generadores o alternadores de corriente eléctrica, dicha energía se obtiene a partir de alguna fuente como la energía mecánica, química u otra forma.

Las principales variables eléctricas son la tensión o diferencia de voltajes, expresado en voltios, que es la fuerza con la que saltan los electrones de un punto a otro dentro de un campo eléctrico. La cantidad de electrones que circulan será la intensidad de corriente eléctrica que se expresa en amperios, y el grado de oposición de las cargas eléctricas se denomina resistencia eléctrica. Estas variables se relacionan mediante la denominada ley de ohm.

La resistencia eléctrica, la inductancia y la capacitancia, constituyen parámetros importantes en el uso de la corriente eléctrica. Todas éstas últimas si se agrupan con un valor de frecuencia eléctrica (Hertz), obtenemos las denominadas impedancias.

En general la impedancia, es el resultado de integrar los fenómenos resistivos, inductivos y capacitivos en un circuito eléctrico. En cada una de ellos, la corriente y el voltaje tienen compartimientos distintos, debido a la variación de las variables.

En toda instalación industrial, el factor de potencia, que es el resultado de tener un gran número de cargas de índole inductivo, es alto, oscilando en valores de 0,7 a 0,8, sin embargo para cargas denominadas domiciliarias, el factor de potencia se acerca a 1, debido al predominio de cargas netamente resistivas, utilizadas para la cocción de alimentos y calentamiento de agua.

Suministro de energía eléctrica.

Se denomina suministro de energía eléctrica, a aquellos en los que integra una serie de medios y también elementos necesarios para la generación de la energía, el transporte de la energía eléctrica, y finalmente la distribución a los diferentes usuarios finales, todo ellos son controlados mediante mecanismos apropiados con tendencia a automatizarse e incrementar la eficiencia.

Figura 01

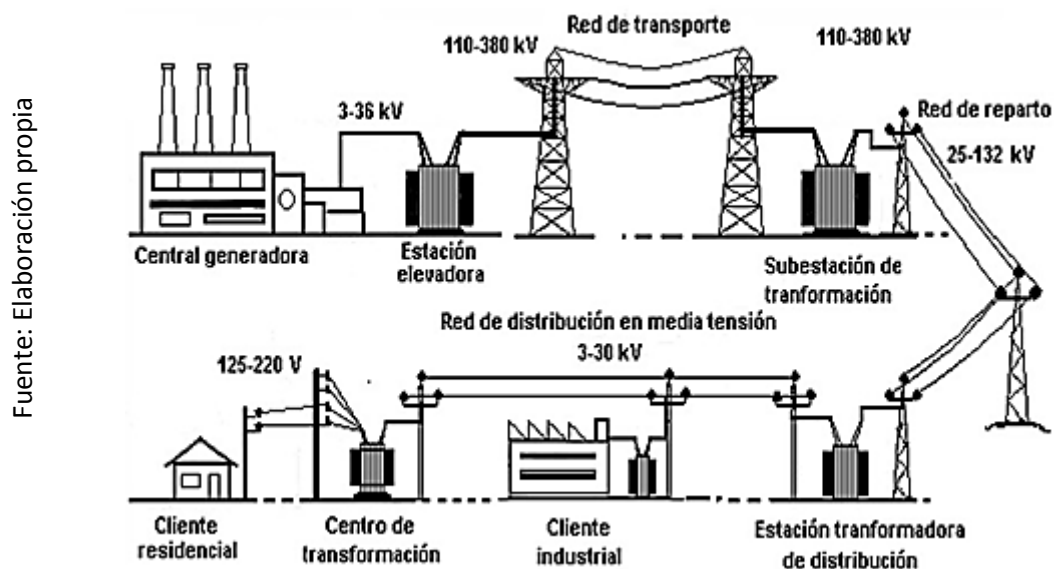


Diagrama esquematizado las distintas partes componentes del sistema de suministro eléctrico

Energía Solar.

La Naturaleza de la Energía solar.

“El sol, es una de las innumerables estrellas que existen en nuestra galaxia, la más cercana y la más importante para nosotros, ya que sin ella no existiéramos ni existiera una forma de vida sobre la tierra” (Rueda, 2013, p. 22).

Radiación Solar

Tabla 1

TIPOS DE RADIACION	INTERVALOS DE LONGITUD DE ONDA (M)	BANDA DE FRECUENCIA APROXIMADA (CICLOS/S)
RAYOS GAMA	10^{-4}	3×10^8
RAYOS X	5×10^{-8}	6×10^{14} a 10^{15}
RAYOS ULTRAVIOLETA	0.006 a 0.30	9×10^{14} a 10^{10}
LUZ VISIBLE	0.35 a 0.75	4×10^{10} a 9×10^{10}
INFRARROJA	0.15 a 300	10^{12} a 4×10^{10}
CORTA	1×10^2 a 1×10^8	3×10 a 3×10^{10}
ONDAS DE RADIO	1×10^8	3×10^{16}

Fuente: Rueda

Radiación solar sobre la superficie de la tierra

Tipos de Sistemas Fotovoltaicos.

“Los sistemas fotovoltaicos son dos, los aislados o autónomos y los sistemas conectados a red, y se aplican de acuerdo a las condiciones de carga, de la tecnología que utiliza, y del lugar donde se ubican” (Aguilar, 2009, p. 3).

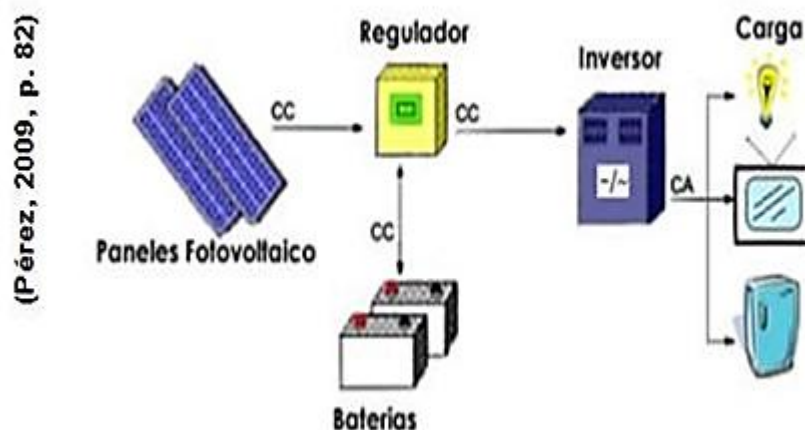
Los sistemas aislados o autónomos:

Se caracterizan porque tiene como objetivo el abastecimiento de energía eléctrica hacia el usuario final sin la necesidad de conectarse a la red eléctrica pública.

Actualmente estas instalaciones en el Perú, son reguladas mediante pliegos tarifarios en cuanto a consumo de energía, que son financiados por el Ministerio de Energía y Minas, para las poblaciones más pobres de las zonas alto andinas del País. (Aguilar, 2009, p. 3).

- a) Iluminación en las viviendas, tanto exterior como interior.
- b) Bombeo de agua de pozos tubulares.
- c) En viviendas donde el acceso a la red pública es compleja debido a su lejanía

Figura 02



Instalación aislada de la red eléctrica

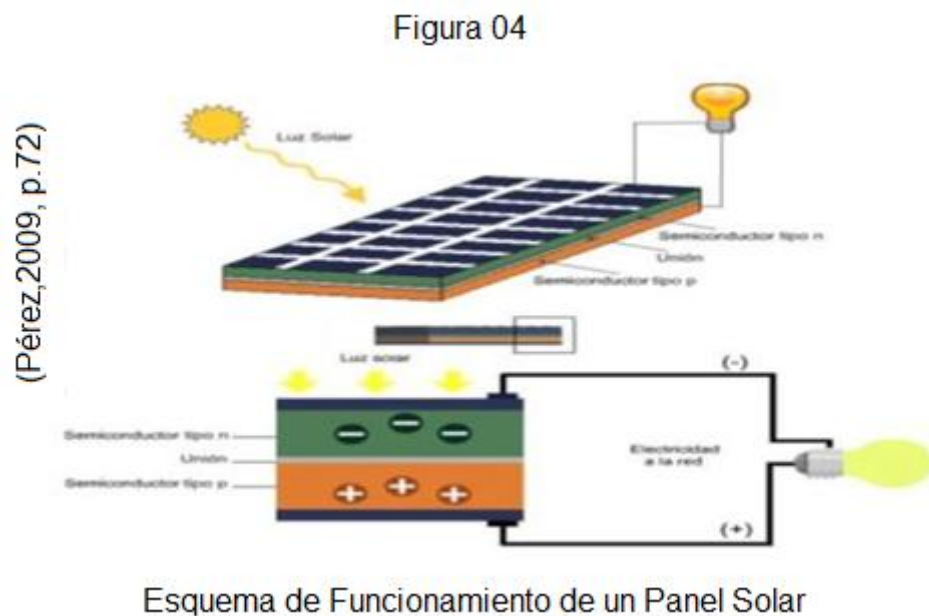
Los sistemas conectados a red:

Se caracterizan por lo siguiente:

- a) Elevada calidad energética.
- b) Energía limpia y renovable.
- c) Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

Funcionamiento de una Celda Fotovoltaica.

“Nos dice que el principio de funcionamiento de los paneles fotovoltaicos se basa en el efecto fotovoltaico o efecto fotoeléctrico, mediante la captación de fotones provenientes de la luz solar” (Pérez, 2009, p. 71).



Sistemas Fotovoltaicos (Uso Doméstico).

El Instituto para la Diversidad y Ahorro de la Energía, define a los Sistemas Fotovoltaicos como un conjunto de elementos capaces de suministrar electricidad para cubrir las necesidades planteadas, a partir de la energía solar.

Los sistemas fotovoltaicos están conformados de los siguientes componentes.

El generador fotovoltaico o campo de paneles: Es el elemento captador de energía, que recoge la radiación solar y la transforma en energía eléctrica.

Cálculo de los Módulos Fotovoltaico

Los paneles serán del tipo poli cristalino

Cálculo de la Energía a Distribuir en Corriente Alterna ($L_{md, AC}$)

$$L_{md, AC} = \frac{ET_{20}}{R}$$

Dónde:

ET_{20} : Energía Diaria a Distribuir en el año 20:

P : Pérdida de Energía Captada

$$R = 1 - [(1 - K_b - K_c - K_v)K_a N/PD] - K_b - K_c - K_v$$

Dónde:

K_b = Pérdida por rendimiento en la batería

K_c = Pérdida en el inversor

K_v = Pérdidas diversas

K_a = Pérdidas por auto descarga

PD= Profundidad de descarga de la batería

N = Número de días de autonomía

Cálculo de la Energía Total a Distribuir (L_{md})

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} \cdot \eta_{con}}$$

Dónde:

$L_{md, DC}$: Energía Real a Distribuir en DC

$L_{md, AC}$: Energía Real a Distribuir en AC

η_{inv} : Eficiencia del Inversor

η_{bat} : Eficiencia de la Batería

η_{con} : Eficiencia de la Conducción

Cálculo del Número de Módulos ($N_{mód}$)

$$N_{mód} = \frac{L_{md}}{P_{MP} \cdot HSP_{crit} \cdot PR}$$

Dónde:

L_{med} : Energía Real a Distribuir

P_{MP} : Potencia de cada Módulo

HPS_{CRIT} : Hora Pico Solar Crítica

PR : Eficiencia de cada Panel

Conexión de los paneles solares

Conexión serie

$$N_S = \frac{V_{BAT}}{V_{PANEL}}$$

Dónde:

N_S : Numero de módulos en serie.

V_{BAT} : Tensión nominal del sistema

V_{PANEL} : Tensión nominal de los módulos

Conexión paralelo

$$N_P = \frac{N_T}{N_S}$$

Dónde:

N_S : Número de módulos en serie.

N_T : Número total de paneles.

El número total de paneles se obtiene de multiplicar el número de paneles en serie por el número de paneles en paralelo.

Número Total de Paneles = $N_S \times N_P$

Selección del Regulador de Carga

Corriente de entrada al Regulador

$$I_{entrada} = 1,25 \cdot I_{MOD,SC} \cdot N_P$$

$I_{MOD,SC}$ = Corriente del modulo

N_p = Número de Paneles

Factor de seguridad para evitar daños ocasionales al Regulador: 1,25

$$I_{salida} = \frac{1,25 \cdot (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{n_{inv}})}{V_{BAT}}$$

Corriente de salida del Regulador

$$I_{salida} = \frac{1,25 \cdot (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{n_{inv}})}{V_{BAT}}$$

n_{inv} = Eficiencia del Inversor

V_{BAT} = Voltaje de la Batería

El número de reguladores necesarios para instalar vendrá dado por la siguiente expresión:

$$N_{reguladores} = I_{Re} / I_{MAX,e}$$

Dónde:

$I_{max,e}$ = Intensidad máxima de entrada del regulador

Cálculo del Sistema de Acumulación

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria (C_{nd}):

C_n : Capacidad nominal del banco de baterías. (Ah)

L_{md} : Energía media diaria

N : Periodo de autonomía (días)

V_{bat} : Voltaje de la batería: 12 v

$PD_{max,e}$: Profundidad de Descarga Máxima Estacional :

PD_{max} : Profundidad de Descarga Máxima :

Consumo de energía medio en Ah/día:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}}$$

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah}}{PD_{MAX,d}}$$

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (C_{ne}):

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah} \cdot n}{PD_{MAX,e}}$$

$$CANTIDAD DE BATERIAS = \frac{C_n}{Ah}$$

Selección del inversor

La potencia del inversor debe ser mayor a 1,2 veces de la potencia instalada de los paneles solares que demanda la localidad en el año 20.

$$P_{inv} = 1,2 * POT_{max}$$

Cálculo y selección de conductores eléctricos

Caída de Tensión: nos permite calcular la cantidad de tensión se pierde en diferentes longitudes, según las normas del IDEA es de 1,15%.

Sección del cable conductor en mm²

$$S = 2 * \frac{L * I}{\Delta V * K}$$

Dónde:

$I = N_{panel} * I_{sc}$: Corriente que pasa por el conductor.

$\Delta V = \Delta V\% \times V_{MP}$: Caída de tensión en conductor.

K : Conductividad 56 m/ Ohm.mm²

Base Legal

Ministerio de Energía y Minas (MEM)

A través de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER), conforme a lo establecido en la Ley N° 28749, "Ley General de Electrificación Rural" y su reglamento.

Ley General de Electrificación Rural

Se establece que el Ministerio de Energía y Minas promoverá la investigación sobre tecnologías para la utilización de los recursos energéticos renovables con la participación de las universidades, empresas e instituciones especializadas.

Ley N° 28546 “Ley de promoción y utilización de recursos energéticos renovables no convencionales en zonas rurales, aisladas y de frontera del país” (Art 80 Promoción, Título XVI Recursos Energéticos Renovables).

Ley General de Electrificación Rural (Ley N° 28749), del 30.05.06, Declara que en el desarrollo de los proyectos de electrificación rural se debe dar prioridad al aprovechamiento y desarrollo de los recursos energéticos renovables de origen solar, eólico, geotérmico, hidráulico y biomasa.

Resolución N° 201-2009-OS/CD en su Artículo 1° Aprobar la Norma “Procedimiento para ejecutar la Garantía de Fiel Cumplimiento del Contrato de Generación de Electricidad con Recursos Renovables Energéticos”, que como Anexo forma parte integrante de la presente Resolución.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Mediante el diseño de un sistema fotovoltaico, podremos suministrar energía eléctrica en el Centro Poblado La Calerita de la ciudad de Chiclayo?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

El proyecto de investigación se justifica porque va dirigido a solucionar la problemática de falta de suministro eléctrico en el centro poblado la calerita correspondiente a una localidad aislada teniendo como motivación el programa de inclusión social; aprovechando de la radiación solar una energía renovable y limpia de alto rendimiento pues no se agota, por la que es una fuente de energía que emite el sol, lo que ayudará a la no utilización de combustibles fósiles y de esta manera contribuye a la conservación de nuestro medio ambiente y fomentará el uso de energías renovables como medio de generación , teniendo en cuenta las N.T.P 399. 403. 2006 y creando de esta manera una cultura enfocada a la conservación de nuestro medio ambiente.

Así mismo construirá un aporte como punto de partida para futuros estudios relacionados con el diseño de módulos.

Justificación Científica.

Existe la necesidad de uso de nuevas fuentes de energía que han traído como consecuencia efectuar investigaciones sobre los lugares con mayor potencial aprovechable y las formas de interconectar las nuevas fuentes al sistema existente, de una manera segura y eficiente como también fomentar el uso de estas energías no convencionales como nuevas fuentes de estudio científico.

Justificación Económica.

Por otro lado el presente estudio es justificable económicamente porque al tener un buen control del consumo de energía, contar con un excelente registro energético y contar con la mejor tecnología produce consigo el tener ventaja competitiva, mayor reducción de costos y por ende mejores beneficios para la zona.

La energía solar se ha convertido en la actualidad en un punto fundamental, para el incremento de rentabilidades y beneficios en sus diferentes tipos de uso debido ya que dichos proyectos son rentables económicamente con respecto a los beneficios que obtiene la población beneficiaria.

Justificación Ambiental.

Este proyecto de investigación se justifica debido al beneficio medio ambiental principal es pues que la generación de energía eléctrica a partir de la energía solar está libre de emisiones de gases.

1.6 HIPÓTESIS.

Al desarrollar la propuesta de un diseño de sistema fotovoltaico, permitirá suministrar energía eléctrica.

1.7. OBJETIVOS

Objetivo General

Proponer un Diseño de sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica.

Objetivos Específicos.

- Realizar el estudio de la demanda de energía eléctrica en el Centro Poblado La Calerita.
- Determinar de la radiación solar existente en el Centro Poblado La Calerita.
- Determinar la ubicación de la Central Solar a instalarse en el Centro Poblado La Calerita
- Diseñar, calcular, y seleccionar los equipos en el sistema fotovoltaico.
- Determinar el costo del kW-h generado.
- Evaluar la factibilidad económica del uso de la energía solar para suministrar de energía eléctrica al Centro Poblado La Calerita.

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación del proyecto de tesis será Aplicada.

En esta investigación el diseño es no experimental

2.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variable Independiente

Propuesta de diseño de un sistema fotovoltaico.

Variable Dependiente

Suministro de energía eléctrica

Tabla 02

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: PROPUESTA DE UN DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	Es el que alimenta un circuito eléctrico externo a partir de la radiación solar que incide sobre un dispositivo conocido como celda fotovoltaica gracias a un fenómeno llamado efecto fotovoltaico, es una aplicación del efecto fotoeléctrico particularizado a celdas fotovoltaicas para que se genere energía eléctrica (Arenas y Oviedo, 2009, p. 8).	Generación de energía eléctrica por medio de la radiación solar Celdas fotovoltaicas	Energía Solar Energía Eléctrica	Magnitudes eléctricas: 1. Potencia 2. Tensión 3. Corriente 4. Energía Elementos Reguladores de carga Área de Instalación Potencia instalada	Ordinal Nominal
DEPENDIENTE: SUMINISTRAR ENERGIA ELECTRICA EN EL C. P. CALERITA	Consiste en suministrar energía eléctrica a los pobladores del C. P. La Calerita. Es llevar la energía eléctrica al usuario final. Esta actividad requiere de redes de distribución eléctrica que pueden ser de baja o media tensión, aéreas o subterráneas (Salas,. 2013, p. 12).	Es la energía que se distribuye en los alimentadores para los usuarios finales, utilizando conductores eléctricos según las dimensiones apropiadas y dispositivos electromecánicos para la manipulación y control de la corriente eléctrica.	Consumo de energía eléctrica Potencia de energía eléctrica	Tensión: Voltios Intensidad: Amperios Frecuencia: Hz Potencia: KW	Razón o Proporción

Operacionalización de Variables

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

La población objeto de estudio se encuentra conformado por los moradores del Centro Poblado La Calerita para lo cual se cuenta con 37 viviendas las cuales conforman nuestro padrón final de beneficiados.

Muestra:

La muestra considerada para el presente trabajo de investigación está conformada por la población objeto de estudio se encuentra conformado por los moradores del Centro Poblado La Calerita para lo cual se cuenta con 37 viviendas las cuales según datos recolectados de ENSA por el momento es imposible de suministrarles de energía eléctrica convencional.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

1. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:

Se utilizaron en esta investigación la siguiente Técnica.

Encuestas: Aplicando cierto tipo de encuestas a la población objeto de estudio se encuentra conformado por los moradores del C.P. La Calerita para lo cual se cuenta con 37 viviendas.

Tabla 03

FUENTE: Elaboración propia.	VARIABLE	TECNICA
	INDIRECTA: Propuesta de diseño fotovoltaico	Encuesta
	DIRECTA: Suministro de energía eléctrica	Encuesta

Técnicas usadas en la Investigación

Se utilizó en esta investigación el siguiente Instrumento.

Hoja Encuestas: En el Anexo 01, se alcanza la Hoja de Encuesta utilizada.

Tabla 04

FUENTE: Elaboración propia.	VARIABLE	INSTRUMENTO
	<u>INDIRECTA:</u> Propuesta de diseño fotovoltaico	Escala valorativa para el diseño fotovoltaico
	<u>DIRECTA:</u> Suministro de energía eléctrica	Escala valorativa para el suministro de energía eléctrica

Instrumento Utilizado en la Investigación

2.4.2. Medios usados para la recolección de datos.

Los instrumentos usados para nuestro trabajo, consistió inicialmente en elaborar planos topográficos reales, ya que no se contaba, por esto se recurrió al uso de un GPS marca Garmin y modelo 76 CSx. Dispone de receptor GPS de alta sensibilidad, altímetro barométrico y brújula electrónica, ranura para tarjetas microSD, pantalla en color y generación de rutas con indicaciones giro a giro (para mayores referencias adjunto en anexos su catálogo).

Luego para efectuar las mediciones de radiación solar en campo, se utilizó un medidor de radiación solar, marca TENMARS, modelo de TM-206 (para mayores referencias adjunto en anexos su catálogo).

Figura: 05

Fuente: Elaboración propia



Pantalla	3½ dígitos, 2000 lecturas
Rango	2000 W/m ² , 634 BTU / (ft ² xh)
Resolución	0.1 W/m ² , 0.1 BTU / (ft ² xh)
Precisión	Exactitud: Típicamente dentro +/- 10W/m ² [+/-3 BTU / (ft ² xh)] o +/-5% sea mayor en luz del sol. Temperatura incluye error +/-0.38 W/m ² / ° c [+/-0.12 BTU / (ft ² xh) / ° c] desviación de 25 ° c.
Angular exactitud	Coseno corregido
Deriva	< +2% por año
Entrada excesiva	Pantalla 'OL'
Tiempo de muestreo	0,25
De funcionamiento Temp. y humedad	0 C ~ 50 ° c por debajo de 80% RH
Fuente de alimentación:	Batería de 9V x1
-Tamaño:	130 x 55 x 39mm(LxWxH).
-Peso:	Aproximadamente 150g.

Características Técnicas del Radiómetro Digital TM 206

2.4.3 Validez y Confiabilidad

El proyecto de investigación cuenta con la aprobación de un jurado metodólogo, especialista y un asesor los cuales cuentan con amplios conocimientos y capacidades, que facilitará el desarrollo del proyecto propuesto.

2. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

El método que se utiliza en este proyecto es el método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícito en las premisas. Por lo tanto se dice que se pasa de lo general a lo particular.

Teniendo como idea de generar electricidad a través de la captación máxima de la energía solar, se logra electrificar al Centro Poblado La Calerita.

3. ASPECTOS ÉTICOS

Veracidad.

Se realizó una búsqueda en fuentes de información confiable y certificada. Analizando nuestra información obtenida podemos relacionar para la realización de este proyecto.

III. RESULTADOS

3.1 ESTUDIO DE LA MÁXIMA DEMANDA Y DE LA ENERGÍA CONSUMIDA POR EL CENTRO POBLADO LA CALERITA

Para calcular la Máxima Demanda y la Energía Consumida por el C.P. La Calerita se ha tomado en cuenta el consumo unitario de una vivienda:

Tabla 5

Elaboración propia	Descripcion	Unid.	Potencia (W)	Potencia total (W)	Uso diario (h)	Energía (Wh-día)	Energía (Kwh-mes)
	Televisor	1	50	50	1	50	1.50
	Radio Pequeño	1	5	5	4	20	0.60
	Iluminación Interior	3	11	33	4	132	3.96
	Cargador celular	1	1	1	1.5	1.5	0.05
	Equipo de Computo	1	120	120	1	120	3.60
Total				209	11.5	323.5	9.71
Cargas Abonados Domesticos							
Energía	9.705				Kw-h/mes		
Max. Demanda	0.209				Kw		

Cargas de Abonado Domestico

Luego siguiendo la metodología SNIP, llegamos a los siguientes resultados:

TABLA 6

AÑO	CONSUMO TOTAL Doméstico (kwh-año)	CONSUMO TOTAL Alumbrado Público (kwh-año)	CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA (kwh-año)	CONSUMO TOTAL REQUERIDA (kwh-año)	MÁXIMA DEMANDA (KW)
	2017	4379	2800	7179	7719,37
2018	4498	2834	7332	7883,47	4,50
2019	4620	2868	7488	8051,49	4,60
2020	4745	2902	7648	8223,52	4,69
2021	4874	2937	7812	8399,66	4,79
2022	5007	2972	7979	8580,02	4,90
2023	5143	3008	8151	8764,70	5,00
2024	5283	3044	8327	8953,83	5,11
2025	5426	3081	8507	9147,50	5,22
2026	5574	3118	8692	9345,84	5,33
2027	5725	3155	8881	9548,97	5,45
2028	5881	3193	9074	9757,01	5,57
2029	6041	3231	9272	9970,09	5,69
2030	6205	3270	9475	10188,33	5,82
2031	6374	3309	9683	10411,88	5,94
2032	6547	3349	9896	10640,85	6,07
2033	6725	3389	10114	10875,41	6,21
2034	6908	3430	10338	11115,68	6,34
2035	7095	3471	10566	11361,82	6,49
2036	7288	3513	10801	11613,97	6,63

Elaboración propia

Energía Total y Máxima Demanda Requerida por el C.P. La Calerita

De donde podemos concluir que el año 20 (2036) el Consumo Anual de Energía Eléctrica será de 11613,97 kW-h/año y el Consumo Diario de Energía Eléctrica será de 31,82 kW-h/día y la Máxima Demanda en el mismo año será de 6,63 kW.

El detalle de los cálculos lo podemos apreciar en el Anexo II.

3.2 UBICACIÓN DE LA CENTRAL SOLAR.

Se determinó que debido a la concentración de las viviendas técnicamente convendría la instalación de una Central Solar y la ubicación se hará teniendo en cuenta que las distancias no tendrían que ser muy lejana al caserío, para evitar caída de tensión, además se tomó en cuenta el estado del terreno donde estará instalada.

La Central Solar se ubicará en Coordenadas UTM (WGS 84): Este: 642078,24 Norte:9247279,98.

En el Anexo 04, presentamos la ubicación de la Central solar.

3.3 DISEÑO DE LA CENTRAL SOLAR, CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS.

3.3.1 Determinación de la radiación solar diaria.

Para los cálculos se tomó la radiación del mes más bajo, que se logró tener con los datos de la NASA, que fue del mes de Febrero 4,47 kW-h / m² / día.

3.3.2 Orientación del Generador Fotovoltaico

El valor de la inclinación de los paneles solares sería la obtenida de sumarle a la latitud 10°, considerando que la ubicación de la Central Solar estará en la siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 6° 37' 0,059" y Longitud: 79° 1' 33,498", entonces la inclinación final podrá situarse entre la latitud del lugar 6° y la latitud máxima más 10°, es decir 16°. Finalmente y por facilidad constructiva de la estructura que portará los módulos, se elegirá la inclinación de 15°.

3.3.3 Equipos electromecánicos

1. Módulos fotovoltaicos

Serán 35 paneles fotovoltaicos del tipo poli cristalino, de una potencia de 300 Wp, 12 Voltios, los que estarán conectados en Paralelo.

2. Selección del regulador de carga.

Se hará uso de 05 reguladores de carga, con una Corriente de Entrada de 70 A y una Corriente de Salida de 80 A.

3. Calculo del Sistema de Acumulación

Se utilizarán 72 Baterías de 12 V, 260 A-h.

4. Selección del inversor

Se seleccionará 02 inversores de una potencia de 4,0 kW, cada uno.

5. Cálculo y selección de conductores eléctricos

TRAMOS	S(mm ²)
PANEL SOLAR - REGULADOR	16.33
REGULADOR - BATERIA	39.18
BATERIA - INVERSOR	10.03

6. Selección de la estructura de soporte

Se obtuvo un total de 35 paneles, que serán dispuestos en 35 ramas de 1 paneles por rama, como se detallara posteriormente, para poder optimizar el diseño se seleccionó la estructura K2 – Cross Rail de la marca KRANNICH Solar, cuya ficha técnica se muestra en Anexos.

El detalle del cálculo lo apreciamos en el Anexo 05.

3.4 DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL KW-H GENERADO

El costo del kW-h generado lo determinamos con la siguiente fórmula:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{i + Mt}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E}{(1+r)^t}}$$

Dónde:

- t = Vida estimada de la instalación
- i = Inversión inicial
- Mt = costes de operación y mantenimiento
- E = Energía generada durante la vida del sistema
- r = Tasa de descuento

Para nuestra investigación tenemos los siguientes valores:

I = Inversión Inicial	68758,20 S/.
E= Energía durante la vida del sistema (20 años)	190553,41 kw-h
Mt=Costes de Operación y Mantenimiento	10000,00 S/.
R= Tasa de Descuento	0,12

Por lo tanto el costo del kW-h generado será:

LCOE = COSTO S/. / KW-h	0.4133
--------------------------------	---------------

En el Anexo 06, presentamos el detalle de los cálculos realizados.

3.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA CENTRAL SOLAR.

Para aplicar la evaluación económica al Proyecto en mención consideramos:

TABLA 7

Elaboración propia	Micro central de Energía	68758,20
	Red Secundaria	75898,49
	TOTAL (S/.)	144656,69

Total de Inversión a Ejecutar

TABLA 8

Elaboración propia	COSTOS DE OPERACIÓN	Periodo	Sueldo x Mant. S/.	Sueldo S/. Año
	Técnico de Mantenimiento	cada 6 meses	250,00	500,00
	Total de costo de Operación y Mantenimiento (S/.)			500,00

Total de costo de Operación y Mantenimiento

3.5.1. Análisis considerando ningún subsidio del Estado

Formulación de datos	
n =	20
lo =	144656,69
i =	12%

Obtenemos los siguientes resultados:

VNA	123272,82
TIR	-6,33%

Por lo tanto la ejecución del Proyecto no sería viable.

3.5.2. Análisis considerando subsidio del Estado

Pero ahora realizaremos la evaluación económica considerando que la inversión inicial lo otorga el Estado sin esperar la recuperación, considerando su rol subsidiario, y únicamente consideramos la inversión que se requiere en el año 10 por reposición de baterías y reguladores.

Formulación de datos	
n =	20
lo =	27802,50
i =	12%

Obtenemos los siguientes resultados:

VNA	2532,99
TIR	13,31%

El VNA resulta positivo y el TIR es mayor que el 12% por lo tanto el proyecto es económicamente viable.

En el Anexo 07, presentamos el detalle de los cálculos realizados.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las formas de vida en los ámbitos urbanos y sobre todo en los rurales son variadas y diferentes, por ello pretender describir un escenario tipo que sirva como marco de referencia en el sector rural es una tarea utópica.

Piriz (2013, p. 78), en su tesis desarrollada denominada “Energía Solar Térmica y Fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú” concluyo que se debe tener especial cuidado con el cálculo de niveles de energía disponibles, en base a información confiable sobre recursos para evitar crear falsas expectativas entre los usuarios.

Al realizar una electrificación como la planteada en la presente tesis, lo natural es escoger un emplazamiento con características particulares en el que la aplicación de la tecnología sea más apropiada, tales como estar más alejada de las redes de la energía convencional, posea un número reducido de habitantes y además presente características geográficas inaccesibles. Esto se explica por varias razones, principalmente porque es más costoso electrificar regiones remotas y aisladas que regiones que están cerca de la red eléctrica interconectada existente. (Jordán, 2009, p.7).

El cálculo de la energía que se necesita consumir es uno de los aparatos donde se hacen necesaria una reflexión profunda de los hábitos y costumbres de los pobladores de la zona. Por lo tanto, se elaboró un modelo que permita luego al realizar el diseño del panel, y poner de relieve las condicionantes sobre la instalación derivados de él.

Un papel importante en una instalación eléctrica consiste en prever las necesidades a las que se deberá dar respuesta. Como la instalación estará diseñada para usos domiciliarios exclusivamente, es posible determinar sus expectativas, hábitos de consumo y por tanto conocer con un grado de exactitud bastante elevado el perfil de consumo que va a presentar.

En este punto hay un delicado equilibrio entre economía, por ser financiado por el gobierno en turno y sobredimensionamiento de la instalación.

Se realizó un esfuerzo adicional de conocimiento mutuo de acercamiento a la población del centro poblado (mediante entrevistas, encuestas) para de este modo evitar errores derivadas de pensar a la hora de estar en el lugar.

La orientación de los paneles fotovoltaicos será hacia el Norte geográfico y en cuanto al ángulo de inclinación, este dependerá de cuál sea el perfil de la demanda del siguiente modo:

1. Si existe una demanda durante todo el año, más o menos constante (consumo doméstico o ganadero), el ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos será igual a la latitud + 10°.
2. Si la demanda de agua se concentra en los meses de verano, como es el caso de las aplicaciones de riego, el ángulo de inclinación se tomará como la latitud -20°.

Cabe señalar que en cualquier caso es más recomendable una inclinación no mayor de 15°, para que el agua de la lluvia pueda circular adecuadamente sobre el panel además de la no retención de mucho polvo, pero en según datos recopilados se emplea una inclinación de 15° en el norte del Perú. Por tanto estos paneles fotovoltaicos estarán montados fijamente sobre un poste con una inclinación de 15°.

Sabemos que la potencia que suministra el generador fotovoltaico depende de la intensidad de la radiación, y este variará para cada lugar y para cada día del año, debido a los cambios de estación y a las condiciones climáticas y geográficas de cada lugar específico.

Necesitamos, pues, datos medios mensuales de radiación solar del lugar donde se vayan a montar la instalación y, en caso de no disponer de valores para la población en concreto donde se instale, tomaremos los de la población más cercana de la que se dispongan estos.

Tacza (2011, p. 9), en su informe final denominado “Energía Solar Fotovoltaico en el Distrito de Orcotuna Región Junín” nos dice que la electricidad es importante en el desarrollo socioeconómico rural, en el distrito de Orcotuna, 60 familias de los población que por necesidad de cuidar su cosecha en un lugar alejado de la ciudad decidieron construir sus casas cerca de su chacras el que crea una necesidad indispensable de energía eléctrica para la iluminación y la utilización para el quehacer cotidiano como el uso de radios, televisores y cargar celulares. Por esta razón se eligió el sistema de generación de Fotovoltaico y está directamente relacionado con el desarrollo socioeconómico.

Partiremos de los datos de radiación media diaria de cada mes expresado en $\text{kwh/m}^2/\text{d}$ sobre superficie horizontal, y a partir de estos, con la ayuda de las tablas y los datos obtenidos de campo y la nasa, podremos calcular la irradiación incidente sobre superficie inclinada.

De la visita de campo se ha constatado que serán 37 las familias beneficiadas. Estos actualmente utilizan la energía tradicional para iluminación (velas, lámparas de pilas y baterías) y otros consumos eléctricos para el funcionamiento de radios y equipos electrodomésticos de bajo consumo.

V. CONCLUSIONES

1. El consumo de Energía y la Máxima Demanda del Centro Poblado en el primer año es de 7719,37 kW-h y 4,41 kW, y en el último año de proyección es de 11613,97 kW-h y 6,63 kW y un Consumo Diario de Energía Eléctrica será de 31,82 kW-h/día.
2. La Central Solar se ubicará en Coordenadas UTM (WGS 84): Este: 642078,24 Norte:9247279,98 y se ubicó teniendo en cuenta que las distancias no tendrían que ser muy lejana al caserío, para evitar caída de tensión, además se tomó en cuenta el estado del terreno donde estarán instaladas.
3. La Central Solar estará conformada por 35 paneles fotovoltaicos del tipo Poli cristalino, de una potencia de 300 Wp, 12 Voltios, los que estarán conectados en Paralelo; 05 reguladores de carga, con una Corriente de Entrada de 70 A y una corriente de salida de 80 A; 73 Baterías de 12 V, 260 A-h; 02 inversores de una potencia de 4,0 kW, con un Potencia Nominal de 4000 W.
4. El Costo del kW-h generado, será de 0,4395 S/. / kW-h, considerando una inversión de S/. 22 229,25 para la Central Solar.
5. Para la Evaluación Económica del Proyecto, se consideró la inversión para ejecutar la Central Solar y la Red Secundaria de S/. 144656,69 en un periodo de evaluación de 20 años, con una tasa de 12% y se realizó en dos escenarios. En el primer escenario sin considerar el Rol Subsidiario del Estado, obteniendo un VNA S/. – 123272,86 y un TIR de – 6,33 %, con lo que se concluye que el proyecto económicamente no es viable. En el segundo escenario se considera el Rol Subsidiario del Estado, obteniendo un VNA S/. 2532,99 y un TIR de 13,31%, con lo que se concluye que el proyecto económicamente es viable.

VI. RECOMENDACIONES

1. Según la experiencia acumulada lo idóneo para realizar el estudio de la necesidad eléctrica es de vital importancia el acercamiento mutuo del personal de la investigación y la población mediante charlas informativas y la veracidad de los datos brindados por los pobladores.
2. Para garantizar la autonomía energética del sistema fotovoltaico lo más recomendable es trabajar con la radiación promedio del mes más bajo, en nuestro caso fue el mes de junio con 4.47 kWh/m² día. Así mismo, recomiendo que estas mediciones deben ser efectuadas con estación meteorológica.
3. Con el fin de obtener resultados aún más favorables en la viabilidad de implementar sistemas solares fotovoltaicos, se recomienda realizar el análisis detallado de las cargas de consumo, y cuantificar los tiempos de uso, de tal forma tener un uso racional y eficiente de la energía eléctrica.
4. Para la orientación, se podrá utilizar una brújula. Los módulos deberán orientarse mirando hacia el Norte (para el hemisferio Sur) o mirando hacia el Sur (para el hemisferio Norte). En el caso del Ecuador, los módulos prácticamente están en ángulo recto con el cenit, lo que permite el mejor aprovechamiento de la radiación solar.

VI. REFERENCIAS

1. AGUILAR, Jorge. Proyecto de Implementación de Paneles Solares en Haciendas Alejadas de la Fuente de Energía Convencional. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), 2009. 7 pp.
2. ARENAS, Oscar y OVIEDO, Andrés. Estudio Técnico y Financiero de Implementación de Paneles Solares Enfocado a Centros Comerciales. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Físico – Mecánicas, 2009. 133 pp.
3. CHAVEZ, Mónica. Proyecto de Factibilidad para Uso de Paneles Solares en Generación Fotovoltaica de Electrificación en el Complejo Habitacional “San Antonio de Riobamba”. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012. 105 pp.
4. DOMINGUEZ, Francisco. La Integración Económica y Territorial de las Energías Renovables y Los Sistemas de Información Geográfica. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2002. 450 pp. ISBN: 84-669-1976-7.
5. DUFFIE, J y BECKMAN, W. (1974). Solar Energy Termal Processes, Canadá.
6. GORMAZ, Isidoro (2010). Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios (México).

7. INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011 – 2013. Lima, 2015. 142 pp. ISBN: 2015-12936.
8. INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011 – 2014. Jesús María, Lima, 2015. 162 pp.
9. JORDAN, Joaquín. Estudio de la Utilización de Energía Eólica para la Generación de Electricidad de un Asentamiento Humano de San Juan de Marcona. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009. 98 pp.
10. Ley n°. 28546, Ley de Promoción y Utilización de Recursos Energéticos Renovables no Convencional en Zonas Rurales Aisladas y de Frontera del País, Diario Oficial el Peruano, Lima, 16 de Junio de 2005.
11. Ley n°. 28749, Ley General de Electrificación Rural, Diario Oficial el peruano, Lima, Perú, 01 de Junio de 2006.
12. LOPEZ, Edgar. Utilización de Energías Renovables en México: Hacia una Transición en la Generación de Energía Eléctrica. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2009. 205 pp.
13. MILLONES, E. (2005). Marco de Evaluación de impactos ambientales para el Proyecto de Electrificación Rural en el Perú (MEM).

14. Ministerio de Energía y Minas. Plan Nacional de Electrificación Rural PNER 2013 – 2022. Lima, 2012. 34 pp.
15. MOHR, Richard. Inserción de Generación de Energía Renovable en Redes de Distribución. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería, 2007. 133 pp.
16. MORALES, A (2009).Diseño y Cálculo de una instalación para Climatización mediante Suelo Radiante y ACS en una vivienda unifamiliar. Universidad Carlos III de Madrid, Escuela Politécnica Superior (España).
17. PEREZ, Danilo. Análisis de un Sistema de Iluminación, Utilizando Ampolletas de Bajo Consumo y Alimentado por Paneles Fotovoltaicos. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2009. 131 pp.
18. PIRIZ, Imanol. Energía Solar Térmica y Fotovoltaica Aislada para Pequeñas Comunidades en el Perú. Perú: Escola de Camins UPC, 2013. 80 pp.
19. RUEDA, Ricardo. Diseño de Sistema Fotovoltaico para Bombeo de Agua Subterránea en Vivienda Ubicada en el Caserío la Ollería, Distrito de Mórrope. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2013. 90 pp.

20. SALAS, Daniel. Diagnóstico, Análisis y Propuesta de Mejorar al Proceso de Gestión de Interrupciones Imprevistas en el Suministro Eléctrico de Baja Tensión. Caso: Empresa Distribuidora de Electricidad en Lima. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 120 pp.

ANEXOS

ANEXO 01: Encuestas realizadas en el C. P. La Calerita - Tuman.

ANEXO 02: Registros Fotográficos del Lugar del Proyecto.

ANEXO 03: Estudio de la Máxima Demanda y de la Energía Consumida por pobladores del Centro Poblado La Calerita.

ANEXO 04: Ubicación de la Central Solar.

ANEXO 05: Diseño de la Central Solar, cálculo y selección de equipos.

ANEXO 06: Costo del kW-h Generado.

ANEXO 07: Diseño y cálculo la Red de Baja Tensión.

ANEXO 08: Evaluación Económica de la Central Solar.

ANEXO 09: Ubicación del Centro Poblado La Calerita.

ANEXO 10: Vista Aérea de las viviendas existentes en el Centro Poblado La Calerita

ANEXO 11: Planos y Láminas de Detalle

ANEXO 01

Encuestas realizadas en el C. P. La Calerita - Tuman.

ENCUESTA DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO		
Localidad o distrito:		
Ubicación:		
Departamento.....Provincia.....distrito.....		
.....Latitud (UTM)Longitud (UT		
Nombre del encuestado:		
Genero; M () F ()		
Grado de instrucción del encuestado		
	primaria	
	secundaria	
	superior tecnologico	
	superior pedagogico	
	superior universitario	
Comunicaciones:		
¿Qué via utiliza para comunicarse?		
	Rio	
	Carretera	
	Caminos	
	Otros	
¿Qué distancia y que tiempo hay entre su localidad con el distrito mas cercano:		
	Distancia (km)	
	Tiempo (hora)	
Energia		
Tiene energia electrica: Si () No ()		
Si tiene indique que tipo:		
	Energia a combustión	
	Energia convencional	
	Panel solar	
¿Conoce algun sistema fotovoltaico'		
Si () No ()		
¿Como cree usted que funciona?		
	Fuerza del aire	
	fuerza del sol	
	fuerza del agua	
¿Para que es util?		
	Generar electricidad	
	extraer agua	
	generar viento	
Durante el dia q que hora la radiacion solar es fuerte en la zona		
Horas..... ()		
¿Usted tiene necesidad de un sistema fotovoltaico		
Si () No ()		
56		
Firma del responsable de la encuesta		
Nombre.....		
Cargo.....		

¿Qué clase de equipos de audio utiliza?		
	Radio	
	Equipo de sonido	
	Celular con audifonos	
	Minicomponente	
	Otros	
¿Que clase de equipos de videos utiliza?		
	Televisor	
	Celular	
	DVD + Televisor	
	Otros	
¿Qué equipo electrico de conservación de alimentos		
	Refrigeradora	
	Congeladora	
	Frio bar	
	Otros	
¿Qué equipo electrico		
	Cocina electrica	
	Licuadoras	
	Calentadores electricos	
	Olla arrocera	
	Plancha	
	Estufas electricas	
	Ventiladores	
	Equipos de computo	
	Otros	
¿Cuántas horas permanece en casa durante el dia?		
	2	
	3	
	4	
	5	
	Otros	
¿Por las noches, cuantas horas descanza?		
	Ninguna	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	Otros	

ANEXO 01 - A

Resultados de encuestas realizadas a Pobladores del

C. P. La Calerita - Tuman

ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	DIRECCIÓN	DNI	FIRMA
1	Montero Ipanaque Arturo	Cd. Real #11	16572953	A. Montero I
2	Gomez Ipanaque Segundo	Cd. Real No 14	16572972	Segundo
3	Zapata Enrique Morila	Cd. Real No 15	16805351	M. Zapata
4	Moreno Risco Eduardo	Cd. Real No 18	16579502	E. Moreno
5	Moreno Esquivel Natalia	Cd. Real # 22	16575616	N. Moreno
6	Risco Zapata Felipe	Frente al Parque Principal	16574353	F. Risco
7	Rivadeneira Yarin Maria Violeta	Cd. Real # 19	16572944	M. Rivadeneira
8	Subian Yarin Victoria Esther	Cd. Real # 20	16572948	V. Subian
9	Moreno Espinoza Eleonora	Cd. Real # 23	16574867	E. Moreno
10	Bautista Silva Flon	Cd. Real # 25	16676102	F. Bautista
11	Velasquez Moreno Asuncion	Cd. Real # 29	16572929	A. Velasquez
12				

FAMILIA	RADIO	TV	FOCOS	RETEJEMINAC	CABLE	CUANTOS INTEGRANTES	ACTIVO ADICIONAL	OBSERVACIONES
1	1	1	10	1		3		
2	1	1	4	1		2		
3	-	1	3	1		3		Nigroo Pastorale 1
4	1	1	5	1		4	1 Hacienda	Hacienda
5	-	1	1	-		1		
6		1	6	1		1		
7	1	1	4	-		5		
8	1	1	4	-		5		
9	1	1	5	1		6		Tienda
10	1	1	3			4		Tienda Cajaluno Hacienda
11	1	2' led	7	1		5	1 Tienda	Tienda

ANEXO 02

Registros Fotográficos del Lugar del Proyecto

Foto. 01



Foto. 02



Empadronamiento de usuarios.

Foto. 03



Foto. 04



Encuestas a moradores de la C.P. La Calerita.

Foto. 05



Foto. 06



Empadronamiento de usuarios.

Foto. 07



Foto. 08



Padres de familia y niños del C.P. La Calerita beneficiados con el proyecto.

Foto. 09



Foto. 10



Tomando datos de la radiación incidente en el C.P La Calerita.

Foto. 11



Foto. 12



Toma de datos GPS georreferenciados.

Foto. 13



Radiómetro y GPS usados en la investigación.

ANEXO 03

Estudio de la Máxima Demanda y de la Energía Consumida por pobladores del Centro Poblado La Calerita

1. Parámetros principales para la estimación de la demanda energética.

1. Abonados Domésticos (A.D.)

Elaboración propia

TABLA 9

Centro poblado	A.D	Total de habitantes
LA CALERITA	37	155

Abonados Domésticos

2. Personas por hogar en el área rural

TABLA 10

Elaboración propia

Centro poblado	A.D	Personas/Hogar	Total de habitantes
LA CALERITA	37	4	155

Personas por hogar en el Area rural

3. Consumo de energía por Abonado

Tabla 11

Elaboración propia	Descripción	Unid.	Potencia (W)	Potencia total (W)	Uso diario (h)	Energía (Wh-día)	Energía (Kwh-mes)
	Televisor	1	50	50	1	50	1.50
	Radio Pequeño	1	5	5	4	20	0.60
	Iluminación Interior	3	11	33	4	132	3.96
	Cargador celular	1	1	1	1.5	1.5	0.05
	Equipo de Computo	1	120	120	1	120	3.60
	Total			209	11.5	323.5	9.71
Cargas Abonados Domésticos							
Energía	9.705			Kw-h/mes			
Max. Demanda	0.209			Kw			

Consumo de Energía por Abonados Domésticos

4. Tasa de crecimiento de la población (r%)

Para el caserío de Llushcapampa la población se proyectara con la tasa de crecimiento intermensual de 1,20%, según censo del INEI.

5. Tasa de crecimiento de los consumos de energía por abonado doméstico (I%)

Se obtiene a partir de la información histórica de la empresa concesionaria relacionada con áreas similares al PIP. Los valores referenciales por tipo de localidad se presentan a continuación.

Elaboración propia

TABLA 12

DESCRIPCIÓN	Tipo I	Tipo II
Tasa de crecimiento de consumo de energía	1.5 a 2 %	1 a 1.5 %

Tasa de Crecimiento

6. Estimación de la demanda inicial

Variables para la estimación de la demanda.

TABLA 13

Indicador	Valor
Población a electrificar (encuesta)	153
Abonado doméstico	37
Abonado comercial	0
Abonado de P.I	0
Abonado de uso General	0
Nº de abonados totales	37
% de abonados doméstico	100%
% de abonados Uso General	0%
Grado de electrificación	100%
Localidad	Tipo V
Calificación eléctrica (W/lote)	200
Población Total inicial	155
Personas por hogar	4,18
Consumo unitario de energía anual por Abonados Domestico (kwh/año)	116,46
Tasa de crecimiento de la población	1,20%
Porcentaje de pérdidas de energía	7%
Tasa de crecimiento de los consumos de energía por abonados doméstico	1,50%
KALP	6,3
Potencia Lámpara	60
Factor de carga	20%

Indicadores para calcular la Máxima Demanda

7. Consumo de energía por tipo de abonados

TABLA 14

Elaboración propia	LOCALIDAD		CONSUMO DE ENERGÍA POR ABONADO DOMÉSTICO	
			(kw-h-mes)	
	LA CALERITA		9,705	
	Abonado	Consumo Unitario (kw-h-año)	Cantidad Abonados	Total (kw-h-año)
	Doméstico	116,5	37	4309,02

Consumo de energía por Abonados Doméstico

8. Consumo Mensual de Alumbrado Público

TABLA 15

Elaboración propia	Sector Típico Distribución	KALP (kw-h/usuario-mes)	Potencia de lámpara vapor de sodio (w)	Total Mensual (kw-h/mes)	Total Anual (kw-h/año)
	SER	6,3	60	233,1	2797

Consumo Mensual de Alumbrado Público

$$\text{CMAP} = \text{KALP} \times \text{NTA}$$

$$\text{CMAP} = 6,3 \times 37$$

$$\text{CMAP} = 233,1 \text{ kW h/mes}$$

Dónde:

1. PI : Puntos de iluminación
2. CMAP : Consumo mensual de alumbrado público en kW h
3. KALP : Factor de AP en kW h/usuario-mes
4. NTA : Número total de abonados

$$\text{PI} = \frac{\text{CMAP} * 1000}{(360 \times \text{PPL})}$$

$$\text{PI} = \frac{233,1 * 1000}{(360 \times 60)}$$

$$\text{PI} = 10,7 \approx 11$$

Máxima demanda de Alumbrado público

$$MD_{Alumbrado} = PI \times PLL$$

Máxima demanda alumbrado público.

$$MD_{Alumbrado} = 11 \times 60$$

$$MD_{Alumbrado} = 0,66 \text{ kW}$$

5. Estimación de la Demanda Proyectada dentro de 20 años

La proyección de la población se proyectó incrementando la tasa de crecimiento poblacional a la población inicial.

$$Px = Po (1 + i)^n$$

Dónde:

P_x : Población para el año 2036.

P_o : Población para el año de referencia: 155

i : Tasa de crecimiento intercensos: 1,20%

n : Número de años: 20

Se determinó el incremento de la población en una proyección de 20 años.

TABLA 16

	AÑO	POBLACIÓN
Elaboración propia	2016	153
	2017	155
	2018	157
	2019	159
	2020	160
	2021	162
	2022	164
	2023	166
	2024	168
	2025	170
	2026	172
	2027	174
	2028	177
	2029	179
	2030	181
	2031	183
	2032	185
	2033	187
	2034	190
	2035	192
2036	194	

Pronóstico de la Población

6. Análisis general del Consumo Unitario Doméstico

TABLA 17

AÑO	CUAD inicial	CUAD proyecto
	(kwh-año)*abonado	(kwh-año)*abonado
2017	116	118
2018	118	120
2019	120	122
2020	122	124
2021	124	125
2022	125	127
2023	127	129
2024	129	131
2025	131	133
2026	133	135
2027	135	137
2028	137	139
2029	139	141
2030	141	143
2031	143	146
2032	146	148
2033	148	150
2034	150	152
2035	152	155
2036	155	157

Elaboración propia

Pronóstico de Consumo Unitario Doméstico

TABLA 18

AÑO	CUAD proyecto	NAD	CONSUMO TOTAL
	(kwh-año)*abonado		Doméstico
			(kwh-año)
2017	118	37	4379
2018	120	37	4498
2019	122	38	4620
2020	124	38	4745
2021	125	39	4874
2022	127	39	5007
2023	129	40	5143
2024	131	40	5283
2025	133	41	5426
2026	135	41	5574
2027	137	42	5725
2028	139	42	5881
2029	141	43	6041
2030	143	43	6205
2031	146	44	6374
2032	148	44	6547
2033	150	45	6725
2034	152	45	6908
2035	155	46	7095
2036	157	46	7288

Elaboración propia

Pronóstico del Consumo Doméstico Total

I). Análisis general del Consumo Alumbrado Público

TABLA 19

Elaboración propia	AÑO	KALP (kw-h/año usuario mes)	NTA	CMA (kwh/mes)	CAAP (kwh-año)	PPL(W)	PI
	2017	6,3	37	233	2800	60	11
	2018	6,3	37	236	2834	60	11
	2019	6,3	38	239	2868	60	11
	2020	6,3	38	242	2902	60	11
	2021	6,3	39	245	2937	60	11
	2022	6,3	39	248	2972	60	11
	2023	6,3	40	251	3008	60	12
	2024	6,3	40	254	3044	60	12
	2025	6,3	41	257	3081	60	12
	2026	6,3	41	260	3118	60	12
	2027	6,3	42	263	3155	60	12
	2028	6,3	42	266	3193	60	12
	2029	6,3	43	269	3231	60	12
	2030	6,3	43	273	3270	60	13
	2031	6,3	44	276	3309	60	13
	2032	6,3	44	279	3349	60	13
2033	6,3	45	282	3389	60	13	
2034	6,3	45	286	3430	60	13	
2035	6,3	46	289	3471	60	13	
2036	6,3	46	293	3513	60	14	

PPL: Potencia de la Lámpara
 PI: Puntos de Iluminación
 NTA: Número Total de Abonados
 CMA: Consumo Mensual de Alumbrado Público
 CAAP: Consumo Anual de Alumbrado Público

Pronóstico del Consumo Alumbrado Público

1. Pronóstico de Máxima Demanda y Consumo de Energía Eléctrica

Para ello consideramos:

Porcentaje de pérdidas de energía	7%
Factor de carga	20%

ENERGÍA TOTAL REQUERIDA (KW-AÑO)=CONSUMO TOTAL/(1-%PERDIDAS)

MÁXIMA DEMANDA (KW) = ENERGÍA TOTAL REQUERIDA/(fc * 8760)

TABLA 20

AÑO	CONSUMO TOTAL Doméstico (kwh-año)	CONSUMO TOTAL Alumbrado Público (kwh-año)	CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA (kwh-año)	CONSUMO TOTAL REQUERIDA (kwh-año)	MÁXIMA DEMANDA (KW)
2017	4379	2800	7179	7719,37	4,41
2018	4498	2834	7332	7883,47	4,50
2019	4620	2868	7488	8051,49	4,60
2020	4745	2902	7648	8223,52	4,69
2021	4874	2937	7812	8399,66	4,79
2022	5007	2972	7979	8580,02	4,90
2023	5143	3008	8151	8764,70	5,00
2024	5283	3044	8327	8953,83	5,11
2025	5426	3081	8507	9147,50	5,22
2026	5574	3118	8692	9345,84	5,33
2027	5725	3155	8881	9548,97	5,45
2028	5881	3193	9074	9757,01	5,57
2029	6041	3231	9272	9970,09	5,69
2030	6205	3270	9475	10188,33	5,82
2031	6374	3309	9683	10411,88	5,94
2032	6547	3349	9896	10640,85	6,07
2033	6725	3389	10114	10875,41	6,21
2034	6908	3430	10338	11115,68	6,34
2035	7095	3471	10566	11361,82	6,49
2036	7288	3513	10801	11613,97	6,63

Elaboración propia

Pronóstico de Máxima Demanda y Consumo de Energía Eléctrica

ANEXO 04

Ubicación de la Central Solar

Se determinó la ubicación de la Central Solar, teniendo en cuenta que las distancias no tendrían que ser muy lejana al Centro Poblado La Calerita, para evitar caída de tensión, además se tomó en cuenta el estado del terreno donde estará instalada.

A continuación en el siguiente gráfico mostramos la ubicación de la Central Solar.

Coordenadas UTM (WGS 84): Este: 642078.24 Norte:9247279.98



ANEXO 05

Diseño de la Central Solar, cálculo y selección de equipos

1. Determinación de la radiación solar diaria.

Para los cálculos se tomó la radiación del mes más bajo, que se logró tener con los datos de la NASA, que fue del mes de Febrero 4,47 kW h / m² / día.

TABLA 21

Promedio mensual normal de la radiación directa (kwh/m ² /día)														
Elaboración cronia	Latitud -6,537	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual Media
	Longitud -79,126 Promedio de 22 años	5,7	5,55	5,84	5,38	4,89	4,47	4,48	4,91	5,59	5,95	5,58	5,86	5,35

Radiación Solar Diaria en el Centro Poblado La Calerita

2. Orientación del Generador Fotovoltaico

El Valor de la inclinación de los paneles solares con respecto a la horizontal, cuando se pretende que la instalación se use todo el año con un rendimiento aceptable, coincide aproximadamente con la latitud del lugar donde se instales. Si la instalación se usa principalmente en invierno, entonces la inclinación óptima de los módulos sería la obtenida de sumarle a la latitud 10°. Y por el contrario, si la instalación va a usarse básicamente en verano, la inclinación que habría que proporcionarle a los módulos sería el resultado de restar a la latitud de lugar 20°. Por último si se pretende un diseño óptimo que funcione para todo el año, la inclinación que habrá que proporcionarle al panel solar será igual a la latitud del lugar, como se ha dicho:

Coordenadas:

Latitud: 6° 0' 0.059"

Longitud: 79° 7' 33.49"

En esta ocasión, se pretende que la instalación proporcione energía suficiente en los meses de menor radiación. Por lo tanto, según lo indicado anteriormente, la inclinación final podrá situarse entre la latitud del lugar (6°) y la latitud más 10° (16°).

Finalmente y por facilidad constructiva de la estructura que portará los módulos, se elegirá una inclinación de 15°.

Equipos Electromecánicos

1. Cálculo de los Módulos Fotovoltaicos

Los paneles serán del tipo poli cristalino, esto se debe a que está comprobado que actualmente son los más económicos.

Cálculo de la Energía a Distribuir en Corriente Alterna ($L_{md, AC}$)

$$L_{md, AC} = \frac{ET_{20}}{R}$$

Dónde:

ET_{20} : Energía Diaria a Distribuir en el año 20: 31,82 kW-h/día

P: Pérdida de Energía Captada

$$R = 1 - [(1 - K_b - K_c - K_v)K_a N/PD] - K_b - K_c - K_v$$

Dónde:

K_b = Pérdida por rendimiento en la batería: 0,05

K_c = Pérdida en el inversor: 0,05

K_v = Pérdidas diversas: 0,05

K_a = Pérdidas por auto descarga: 0,005

PD= Profundidad de descarga de la batería: 0,8

N = Número de días de autonomía: 4

$$R = 0,829$$

$$L_{md, AC} = 38,39 \text{ kW-h/día}$$

Cálculo de la Energía Total a Distribuir (L_{md})

$$L_{md} = \frac{L_{md, DC} + \frac{L_{md, AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} \cdot \eta_{con}}$$

Dónde:

$L_{md, DC}$: Energía Real a Distribuir en DC: 0

$L_{md, AC}$: Energía Real a Distribuir en AC: 38,39 kW-h/día

η_{inv} : Eficiencia del Inversor: 0,95

η_{bat} : Eficiencia de la Batería: 0,95

η_{con} : Eficiencia de la Conducción: 1

$$L_{md} = 42,54 \text{ kW-h/día}$$

Cálculo del Número de Módulos ($N_{mód}$)

$$N_{mód} = \frac{L_{md}}{P_{MP} \cdot HSP_{crit} \cdot PR}$$

Dónde:

L_{med} : Energía Real a Distribuir: 42,54 kW-h/día

P_{MP} : Potencia de cada Módulo: 300 Wp

HPS_{CRIT} : Hora Pico Solar Crítica: 4

PR : Eficiencia de cada Panel: 0,9

$$N_{ptotal} = 35,2 \approx 35$$

Especificaciones Técnicas del Panel Solar

TABLA 22

ELECTRICAL DATA						
MODULE		FU 295 P	FU 300 P	FU 305 P	FU 310 P	FU 315 P
<i>Standard Test Conditions STC: 1000 W/sqm - AM 1.5 - 25 °C - measuring tolerance <3%</i>						
Module power (Pmax)	W	295	300	305	310	315
Module efficiency	%	15.23	15.48	15.74	16.00	16.26
Maximun power voltage (Vmpp)	V	36.9	37.1	37.4	37.6	37.9
Maximun power corrent (Impp)	A	8	8.11	8.21	8.31	8.4
Open circuit voltage (Voc)	V	44.9	45.1	45.3	45.5	45.7
Short circuit current (Isc)	A	8.4	8.48	8.56	8.63	8.7
Maximum system voltage	V	1000	1000	1000	1000	1000
<i>Nominal Operating Cell temperature NOCT:800 w/sqm - T= 45 °C AM 1.5</i>						
Module power (Pmax)	W	208	212	216	219	224
Maximun power voltage (Vmpp)	V	33.1	33.3	33.5	33.7	33.9
Maximun power corrent (Impp)	A	6.3	6.38	6.46	6.53	6.6
Open circuit voltage (Voc)	V	40.6	40.8	41	41.2	41.4
Short circuit current (Isc)	A	6.73	6.79	6.85	6.91	6.95

Especificaciones Técnicas del Panel Solar

TABLA 23

MECHANICAL SPECIFICATIONS	
Dimensions	1957 x 990 x 40 mm
Weight	25 kg
Glass	tempered, transparent, 3.2 mm
Cell encapsulation	EVA (Ethylene Vinyl Acetate)
Cells	72 three bus-bar polycrystalline cells 156x156 mm
Backsheet	Composite multilayer film
Frame	Anodized aluminium frame with mounting and drainage holes
Junction box	Dimensions: 130 x 150 x 26 mm, IP 65 approved
Cables	Solar cable, length 900 mm (1500 mm upon request) assembled with MC4- combinable plugs

Elaboración propia

Mediciones de cables

Conexión de los paneles solares**Conexión serie**

$$N_S = \frac{V_{BAT}}{V_{PANEL}}$$

$$N_S = \frac{24}{37.1} = 0,6 \approx 1$$

Dónde:

 N_S : Numero de módulos en serie. V_{BAT} : Tensión nominal del sistema=24 V_{PANEL} : Tensión nominal de los módulos = 37,1 V**Conexión paralelo**

$$N_P = \frac{N_T}{N_S}$$

$$N_P = \frac{73}{1} = 73$$

Dónde:

 N_S : Número de módulos en serie. N_T : Número total de paneles.

2. Selección del Regulador de Carga.

Cálculo del Regulador/Controlador de carga

Corriente de entrada al Regulador

$$I_{entrada} = 1,25 \cdot I_{MOD,SC} \cdot N_P$$

$$I_{MOD,SC} = 8,48 \text{ A}$$

$$N_p = 35$$

$$I_{entrada} = 371 \text{ A}$$

Factor de seguridad para evitar daños ocasionales al Regulador:
1,25

$$I_{salida} = \frac{1,25 \cdot (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{n_{inv}})}{V_{BAT}}$$

Corriente de salida del Regulador

$$I_{salida} = \frac{1,25 \cdot (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{n_{inv}})}{V_{BAT}}$$

$$n_{inv} = 0,9$$

$$I_{salida} = 697 \text{ A}$$

El número de reguladores necesarios para instalar vendrá dado por la siguiente expresión:

$$N_{reguladores} = I_{Re} / I_{MAX,e}$$

Dónde:

$I_{max,e}$ = Intensidad máxima de entrada del regulador: 70 A

$N_{reguladores} = 5$

La instalación podrá ser dividida en 5 grupos; 5 ramales de 7 Paneles Fotovoltaicos cada uno, alimentando cada grupo a un regulador distinto, y conectando después todas las salidas al mismo acumulador solar o baterías, según el siguiente esquema de configuración prevista:

Especificaciones técnicas de Regulador

TABLA 24

ESPECIFICACIONES		
MODELOS	MPPT - 50C	MPPT - 80C
Corriente de salida máxima (continua hasta 50°C de temperatura ambiente)	50A	80A
Tensión de baterías	12. 24. 36. 48 VCC Normal	
Corriente de entrada de FV máx.	40A	70A
Rango de tensión de entrada	116 - 112 VCC operando 140 VCC máx. Tensión de circuito abierto	
Potencia máx. del campo FV	3250W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 50A)	5200W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 80A)
Modos de regulación de carga	Carga plena o Bull, Absorción, flotación, Ecuilización manual/automático	
Compensación de temperatura de baterías BTS	5mV por °C, por celda de 2V	
Capacidad de conversión de CC a CC	Batería de 12V: 16 - 112 VCC Batería de 24V: 32 - 112 VCC Batería de 36V: 36 - 112VCC Batería de 48V: 48 - 112 VCC	
Estado	Pantalla LCD muestra tensión de entrada y corriente, tensión de salida y corriente, modo de carga, estado de carga de la batería SOC	
Registro de datos	Registra la energía colectada en 90 días, pantalla LCD, WH, KWH, AH	
Monitorización de energía	Pantalla LCD muestra el estado de la carga, AH, WH y corriente de descarga. Es preciso usar un shunt de 50mV/500A	
Relés auxiliares	Tres relés independientes de contacto A (SPST) para control de equipos externos	
Temperatura de operación	Potencia completa de salida hasta +50°C ambiente	
Potencia de reposo	<2W	
Dimensiones (AxBxC) mm	267,7x196x147	414,8x225x147
Peso (kg.)	4,3	7,1

Elaboración propia

Especificaciones Técnicas del regulador

3. Cálculo del Sistema de Acumulación

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria (C_{nd}):

C_n : Capacidad nominal del banco de baterías. (Ah)

L_{md} : Energía media diaria

N : Periodo de autonomía (días)

V_{bat} : Voltaje de la batería: 12 V

$PD_{max,e}$: Profundidad de Descarga Máxima Estacional : 75% 0,75

PD_{max} : Profundidad de Descarga Máxima: 25% 0,25

Consumo de energía medio en Ah/día:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}}$$

$$Q_{Ah} = 42\,540 / 12 = 3\,545 \text{ Ah}$$

Reemplazando:

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah}}{PD_{MAX.d}}$$

$$C_{NBAT} = 14\,181 \text{ Ah}$$

Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (C_{ne}):

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah} \cdot n}{PD_{MAX.d}}$$

$$C_{NBAT} = 18\,908 \text{ Ah}$$

Se ha seleccionado Batería solar de 12 V 260 Ah

BATERIA	(Ah)	(V)
	260	12

$$CANTIDAD DE BATERIAS = \frac{C_n}{Ah}$$

$$C_{BATERIAS} = 73$$

Especificaciones de la Batería seleccionada:

Batería 12V 260Ah Formula Star

TABLA 25

Ficha técnica			
Modelo FS260		Mantenimiento	Sin mantenimiento
Voltios	12	Tecnología	Ca/Ca sin Mantenimiento
Amperios (Ah)	260	Largo (mm)	518
Tipo	Monoblock	Ancho (mm)	276
Aplicaciones	Fotovoltaicas	Alto (mm)	242
Peso (kg)	70	Medida (mm)	518x276x242
Amperios en 100 Horas	260	Garantía (Meses)	12

Ficha técnica de la batería

Especificaciones técnica de la batería

ABLA 26

Technical data and tipos					
Type code	PVS300-TL-3300W-2	PSV300-TL-4000W-2	PSV300-TL-4600W-2	PSV300-TL-6000W-2	PSV300-TL-8000W-2
	3.3 KW	4.0 KW	4.6KW	6.0 KW	8.0 KW
Input (DC)					
Nominal PV-power (P_{No})	3400 W	4100 W	4700 W	6100 W	8100 W
Maximun PV-power (P_{max})	3700 W	4500 W	5200 W	6700 W	8900 W
DC voltage range, mpp (U_{DC})			335 to 800 V		
Max DC voltage ($U_{DC,max}$)			900 V		
Nominal Dc voltage, (U_N)			480 V		
Max DC current ($I_{DC,max}$)	10.5 A	12.7 A	14.6 A	19.0 A	25.4 A
Number of DC inputs (parallel)		4,	with MC4 quick connectors		
Output (AC)					
Nominal AC output power (P_{AC})	3300 W	4000 W	4600 W	6000 W	8000 W
Nominal AC current ($I_{AC, nom.}$)	14.3 A	17.4 A	20.0 A	26.1 A	34.8 A
Nominal voltage ($V_{AC, nom.}$)			230 V		
Operating range, grid voltage			180 to 276 V		
Operating range, grid frequency (F_{AC})			47 to 63 HZ		
Harmonic distortion of grid current (K_{AC})			<3%		
Power factor (cos ϕ)			1		
Grid connection			Single phase: L,N and PE		
transformer			No		
Efficiency					
Max efficiency ($P_{AC, nom.}$)			97.1%		
Euro-eta	96.0%	96.3%	96.3%	96.6%	96.6%
Power consumption					
In standby operation (P_{vmin})			<12 W		
Night consumption (P_{min})			<1 W		
Environmental limits					
Degree of protection			IP55		
Permissible ambient temperature range			25 C° to +60 C°		
Nominal power up to			50 C°		
Relative humidity, not condensing			0 to 100%		
Max. altitude (above sea level)			2000 m		
Acoustic noise level			<45d8A		

Elaboración propia

Potencia de Inversor del Panel Solar

4. Selección del Inversor

La potencia del inversor debe ser mayor a 1,2 veces de la potencia instalada de los paneles solares que demanda la localidad al año 20.

$$P_{inv} = 1,2 * POT \ max$$

$$P_{inv} = 1,2 * 6 \ 630$$

$$P_{inv} = 7 \ 955 \ W$$

En ese sentido utilizaremos dos (02) inversores de 4 000 W.

Especificaciones del Inversor seleccionado.

5. Cálculo y selección de conductores eléctricos

Caída de Tensión: nos permite calcular la cantidad de tensión se pierde en diferentes longitudes, según las normas del IDEA es de 1,15%.

TABLA 27

Elaboración propia	TRAMOS	L (m)
	PANEL SOLAR – REGULADOR	5
	REGULADOR – BATERIA	6
	REGULADOR – INVERSOR	10

Distancia entre componentes

Selección del cable conductor

Sección del cable conductor en mm²

$$S = 2 * \frac{L * I}{\Delta V * K}$$

Dónde:

$I = N_{panel} * I_{sc}$: Corriente que pasa por el conductor.

$$\Delta V = \Delta V \% * V_{MP}$$

: Caída de tensión en conductor.

K : conductividad 56 m/ Ohm.mm²

Selección del conductor por tramos

TABLA 28

Elaboración propia	TRAMOS	S (mm ²)
	PANEL SOLAR – REGULADOR	16.33
	REGULADOR – BATERIA	39.18
	REGULADOR – INVERSOR	10.03

Diámetro del conductor

6. Selección de la estructura de soporte

Se obtuvo un total de 35 paneles, que serán dispuestos en 35 ramas de 1 panel por rama, como se detallara posteriormente, para poder optimizar el diseño se seleccionó la estructura K2 – Cross Rail de la marca KRANNICH Solar, cuya ficha técnica se muestra en Anexos.

Ilustración 5



Una vez seleccionada la estructura de soporte y modulo fotovoltaico, se procede con el cálculo y selección de los componentes eléctricos del sistema.

Características:

- **Ángulo de montaje óptimo:** Ofrece la posibilidad de ajustar el ángulo de inclinación. El ajuste estándar es 30° y ofrece un rango óptimo de funcionamiento entre 15° y 35°.
- **Montaje rápido:** la mayoría de componentes se han pre confeccionados dependiendo a la clase de módulo que se eligió.
- **Vida útil prolongada:** Los materiales usados se fabrican de acero inoxidable y aluminio. Y la alta resistencia a la corrosión garantiza su larga vida útil.
- **Precios atractivos:** fabricación óptima que nos da la facilidad de hacer adaptaciones rápidas y económicas.
- **Gran compatibilidad de módulos:** se puede usar, prácticamente los diferentes módulos dependiendo de los fabricantes.
- **Durabilidad garantizada:** CONERGY ofrece una garantía de 10 años en cuanto a los componentes de fabricación.

Presupuesto de la Mini Central Solar**TABLA 29**

METRADO Y PRESUPUESTO				
Item	Descripción	Unidad	P. Unit (S/.)	P. Total (S/.)
1,0	SUMINISTRO DE MATERIALES			64260,00
1,1	Módulo fotovoltaico	35	664,50	23257,50
1,2	Regulador	5	450,50	2252,50
1,3	Baterías	73	350,00	25550
1,4	Cable de cobre para conexión de elementos de la micro central	1	100,00	100,00
1,5	Freetox NHX-90 (LSO HX-90)	1	100,00	100,00
1,6	Sistema de control	1	2000,00	2000,00
1,7	Convertidor de CC a CA	2	5500,00	11000,00
2,0	MANO DE OBRA			3855,60
2,1	Costo de Montaje e Instalación (6% del Suministro de Materiales)	1	3855,60	3855,60
3,0	TRANSPORTE			642,60
3,1	Costo de Transporte de Materiales (1% del Suministro de Materiales)	1	642,6	642,60
COSTO DIRECTO				68758,20
PRESUPUESTO FINAL DE LA CENTRAL SOLAR (S/.)				68758,20

Elaboración propia

Presupuesto Central Solar

ANEXO 06 Costo del kW-h Generado

El costo del kW-h generado lo determinamos con la siguiente fórmula:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{i + Mt}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E}{(1+r)^t}}$$

Dónde:

- t = Vida estimada de la instalación
- i = Inversión inicial
- Mt = costes de operación y mantenimiento
- E = Energía generada durante la vida del sistema
- r = Tasa de descuento

Para nuestra investigación tenemos los siguientes valores:

I = Inversión Inicial	68758,20 S/.
E= Energía durante la vida del sistema (20 años)	190553,41 kw-h
Mt=Costes de Operación y Mantenimiento	10000,00 S/.
r= Tasa de Descuento	0,12

De donde obtenemos los siguientes resultados:

TABLA 30

AÑO	$(1+Mt)/(1+r)^t$	$E/(1+r)^t$
1	70319,82	170136,97
2	62785,55	151908,01
3	56058,53	135632,15
4	50052,26	121100,14
5	44689,52	108125,12
6	39901,36	96540,29
7	35626,21	86196,69
8	31809,12	76961,33
9	28401,00	68715,47
10	25358,03	61353,10
11	22641,10	54779,55
12	20215,27	48910,31
13	18049,35	43669,92
14	16115,49	38991,00
15	14388,83	34813,40
16	12847,17	31083,39
17	11470,69	27753,03
18	10241,68	24779,49
19	9144,36	22124,54
20	8164,61	19754,06
TOTAL	588279,93	1423327,95

Elaboración propia

Tabla de Resultado de Inversión

Por lo tanto el costo del kW-h generado será:

LCOE = COSTO S/. / KW-h	0.4133
--------------------------------	---------------

ANEXO 07

Diseño y cálculo la Red de Baja Tensión

1. Cálculo Eléctrico

Parámetros y factores de caída de tensión de los cables auto portantes.

Máxima Caída de tensión permisible

$$\Delta V = K * I * L * 10^{-3}$$

Ecuación *caída de tensión*

Dónde:

K : Factor de caída de tensión

I : Corriente en (A)

L : Longitud del tramo en (m)

Circuito I

Cargas de los abonados (KW)

Domestico : 0.200 KW

Conductor : 2 x 16/25

Potencia Luminaria : 0,06 KW

Factor de simultaneidad : 0,958

Porcentaje de caída de tensión: 1,02%

TABLA 31

CIRCUITO I

Punto	Lotes	Carga Especial	Luminaria	Potencia	Σ Potencia	K	Longitud	Corriente	ΔV	Σ ΔV	ΔV%
0	0	0	0	0,000	0,887	3,272	5,00	4,030	0,066	0,066	0,03%
1	0	0	0	0,000	0,887	3,272	29,29	4,030	0,386	0,452	0,21%
1,1	1	0	0	0,192	0,887	3,272	39,13	4,030	0,516	0,968	0,44%
1,2	0	0	0	0,000	0,695	3,272	41,71	3,159	0,431	1,399	0,64%
1,3	1	0	1	0,252	0,695	3,272	31,60	3,159	0,327	1,726	0,78%
1,4	0	0	0	0,000	0,443	3,272	41,66	2,015	0,275	2,001	0,91%
1,5	2	0	1	0,443	0,443	3,272	35,61	2,015	0,235	2,236	1,02%

CAIDA DE TENSION I

Circuito II

Cargas de los abonados (KW)

Domestico : 0,200 KW

Conductor : 2 x 16/25

Potencia Luminaria : 0,06 KW

Factor de simultaneidad : 0,958

Porcentaje de caída de tensión: 1,50%

TABLA 32

CIRCUITO II

Punto	Lotes	Carga Especial	Luminaria	Potencia	Σ Potencia	K	Longitud	Corriente	ΔV	Σ ΔV	ΔV%
0	0	0	0	0,000	1,270	3,272	5	5,773	0,094	0,094	0,04%
1	0	0	0	0,000	1,270	3,272	29,290	5,773	0,553	0,647	0,29%
2	1	0	1	0,252	1,270	3,272	42,580	5,773	0,804	1,461	0,66%
3	1	0	0	0,192	1,018	3,272	46,120	4,629	0,699	2,150	0,98%
4	1	0	1	0,252	0,827	3,272	39,210	3,758	0,482	2,632	1,20%
5	1	0	0	0,192	0,575	3,272	22,490	2,614	0,192	2,824	1,28%
6	1	0	0	0,192	0,383	3,272	40,480	1,742	0,231	3,055	1,39%
7	0	0	0	0,000	0,192	3,272	39,530	0,871	0,113	3,168	1,44%
7	1	0	0	0,192	0,192	3,272	45,530	0,871	0,130	3,298	1,50%

CAIDA DE TENSION II

1. Sistema de protección

Fusibles: Hay de distintas formas y capacidades siendo seleccionados según los requerimientos del sistema a proteger. Del mismo modo, la fusión del elemento metálico puede ser extra rápida, rápida o lenta. Serán concertados

directamente a los equipos que se busca proteger, El valor de la corriente permitida por la rama a la que protegen no debe superar un valor entre 1,1 y 1,5 veces la corriente máxima.

$$I_{FUSIBLE} \leq 1.5 \times I_{MAX}$$

Se conectaran para proteger los reguladores de tensión y el alternador que son los equipos que pueden presentar fallas y malograrse por daños de sobretensión, en el caso del regulador la corriente se dividirá entre 2, ya que se conectaran 2 equipos reguladores en paralelo.

$$I_{FUS-REGULA} \leq \frac{1.5 \times I_{REGULADOR}}{2}$$

$$I_{FUS-REGULA} \leq \frac{1.5 \times 70}{2}$$

$$I_{FUS-REGULA} \leq 52.5 \text{ Amp}$$

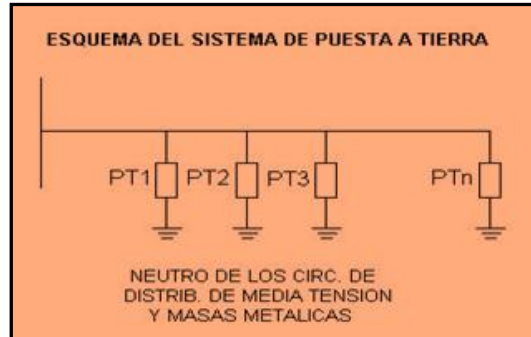
Se emplearan fusibles de la marca CUPPER BUSSMAN del modelo PVS-60, uno para cada regulador de tensión y un fusible antes del ingreso al alternador con una capacidad de 100 amperios, PVS-100.

2. **Puesta a Tierra:** Como se estipula en el Código Nacional Utilización: sección 060 – 206: Puestas y Enlaces a Tierra, ésta se deberá instalar un sistema de puesta a tierra, que consiste en una varilla de cobre de 2 metros de profundidad enterrada y con una sección mínima seleccionada. Se seleccionara una puesta a tierra con todos sus componentes, con una sección de 25 mm², de la empresa INGESCO.

CALCULO DE PUESTA A TIERRA BAJA TENSION

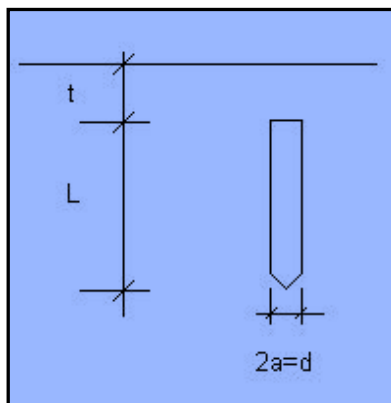
Datos de partida	
Resistividad del Terreno :	30 W - m
Resistencia del Sistema de Puesta a Tierra :	15 W (según CNE-SUMINSTRO)

Esquema del Sistema de Puesta a Tierra



Condición a satisfacer :
$R/n < 15 \text{ W}$

Considerando un Electrodo único :
$R = \frac{r}{2 * \rho * L} \ln(4 * L / (1.36 * d))$



L =	2,44	m
d =	5/8	in
d =	0,0159	m
t =	0,2	m
rf =	30	W - m
Rf =	11,9637	W
n =	1	
Rf =	11,9637	W

Caso contrario se utiliza aditamentos quimicos para llegar a los valores estimados.

3. Cálculo Mecánico:

TABLA 33

CALCULOS MECÁNICOS		
DATOS DE CONDUCTOR		
TIPO 2x16/25		
Elaboración propia	Nº de alambres	- 7
	Sección	mm ² 25
	Diámetro Exterior	Mm 16,5
	Esfuerzo de rotura	N/mm ² 295,8
	Masa total	Kg/m 0,249
	Peso total	N/m 24,402
	Coefic. Dilatación lineal a 20 °C	1/°C 0,000021
	Módulo de elasticidad final	N/mm ² 60820

Cálculo Mecánico de conductores

1. Vano equivalente

$$a_{equiv} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_i^3}{\sum_{i=1}^n a_i}}$$

TABLA 34

a	a ³
5	125,0
29,29	25128,0
39,13	59914,2
41,71	72563,9
31,60	31554,5
41,66	72303,2
35,61	45156,0
42,580	77199,9
46,120	98099,7
39,210	60282,4
22,490	11375,4
40,480	66331,8
39,530	61770,4
45,530	94382,8
499,94	776187,4
Equivalente	Máximo
39,40	46,12

Vano Equivalente

La base de los factores meteorológicos, son la velocidad del viento, la temperatura, hielo.

TABLA 35

HIPOTESIS I				
	Vano	σ[N/mm²]	To[N]	f [cm]
Equivalente	39,403	36,319	907,972	0,013
Máximo	46,120	37,624	940,607	0,017
HIPOTESIS II				
	Vano	σ[N/mm²]	To[N]	f [cm]
Equivalente	41,710	34,378	859,445	0,014
Máximo	46,120	38,883	972,065	0,025
HIPOTESIS III				
	Vano	σ[N/mm²]	To[N]	f [cm]
Equivalente	42,580	42,095	1,052,369	0,011
Máximo	46,120	42,823	1,070,571	0,013

Elaboración propia

Resumen de esfuerzos y tensiones

2. Características del diseño de la altura del poste Red secundaria:

TABLA 36

ALTURA DEL POSTE						
	Vanos	Flecha Max	Distancia Min	Hp	Resultados	
	39,40	0,01398		6 7,13	8	
	46,12	0,01699		6 7,14	8	

Elaboración propia

ALTURA DEL POSTE

3. Cálculo mecánico de retenidas

Tiro máximo de retenidas

TABLA 37

TIRO MAXIMO DE RETENIDAS SIMPLE (TR)		
DATOS	CANTIDAD	UNIDAD
Tiro maximo del cable	3850	Kg
Coefficiente de seguridad	2	
TR	1925	Kg
FUERZA MAXIMA DE CONDUCTOR		
DATOS	CANTIDAD	UNIDAD
Tiro máximo de la retenida	4850	Kg
Angulo vertical	30	°
Altura de la aplicación de retenida	6,5	m
Fp	235,261,194	Kg
CALCULO DE ANCLAJE		
PARAMETROS A CONSIDERAR	UNIDAD	CANTIDAD
Bloqueo de anclaje 0.4x0.4x0.2		m
varilla de anclaje (Comercial)	0,625	
Máximo tiro que soporta la retenida (Tr)	4850	Kg
Inclinación de la varilla	30	°
Peso específico del terreno (tierra media)	1545	Kg/m ³
Angulo de deslizamiento	50	°
V	1,569,579,288	m ³
h	1,415	
l	1,833,901,262	

Cálculo Mecánico de Retenidas Simple (TR)

Elaboración propia

4. Planilla de Metrados.

N°		POSTES		MATERIAL ELECTRICO ACCESORIO																	
ESTRUCTURA	TIPO	\$/ 200	\$/ 300	GRAP SUSP. ANG.	GRAPA ANC. CONICA	PERNO GANCHO 5/8" c/A RAND	PERNO A"G" 1/2 c/TUERCA Y CONTRAT.	PORTALINEA UNP. c/PIN 3/8"	CORREA PLAST.	PERNO OJO 5/8" c/tuerca v contr.	TUERCA OJO 5/8"	COND. Cu RECOCIDO N2 XY 10mm2	CONEC. BMT. TIPO I	CONEC. BMT. TIPO II	CONEC. BMT. TIPO III	CONEC. TIPO I	CONEC. TIPO II	FLEJE DE ACERO 19 mm c/hebilla	ARANDELA CUAD. 57 mm c/aquintero 18	CINTA AUTOFUND.	
TOTAL		18	20	16	30	16	0	0	149	21	9	0	0	0	0	0	0	0	58	0	
SUBESTACIÓN N° 01																					
1	E3/S	1			1				4	1										2	
2	E3/S		2		1				4	1										2	
3	E1/S	1		1		1			4											1	
4	E4/S		1		2				5	1	1									2	
5	E4/S		1		2				5	1	1									2	
6	E1/S	1		1		1			4											1	
7	E6/S		1		3				6	2	1						1			4	
7,1	E1/S	1		1		1			4											1	
7,2	E5/S		1	1	1	1			6	1							1			3	
7,2,1	E3/S	1			1				4	1										2	
7,3	E1/S	1		1		1			4											1	
7,4	E1/S	1		1		1			4											1	
7,5	E1/S	1		1		1			4											1	
7,6	E3/S		2		1				4	1										2	
7,7	E1/S	1		1		1			4											1	
7,8	E3/S		1		1				4	1										2	
8	E3/S		2		1				4	1										2	
9	E1/S	1		1		1			4											1	
10	E1/S	1		1		1			4											1	
11	E1/S	1		1		1			4											1	
12	E4/S		1		2				5	1	1									2	
13	E1/S	1		1		1			4											1	
14	E4/S		1		2				5	1	1									2	
15	E1/S	1		1		1			4											1	
16	E4/S		1		2				5	1	1									2	
17	E3/S		2		1				4	1										2	
18	E1/S	1		1		1			4											1	
19	E1/S	1		1		1			4											1	
20	E6/S		1		3				6	2	1						1			4	
21	E4/S		1		2				5	1	1									2	
22	E4/S	1			2				5	2	1	1								2	
23	E3/S		2		1				4	1										2	
24	E1/S	1		1		1			4											1	
25	E3/S		1		1				4	1										2	

ALUMBRADO PÚBLICO							RETENIDAS		PUESTA A TIERRA				N° POSTE		CONFIGURACIÓN DE CONDUCT.(km)				
CONEC.BMT TIPO II	COND. Cu RECOCIDO N2XY 10 mm2	PORTA FUSIBLE UNP. 220 V / 5A	CONEC.BMT TIPO IV	ABRAZADERA FIJAC. PASTORAL	PASTORAL DE TUBO DAM.38mm	LUMINARIA CON LAMPARA	INCL.	VERT.	CONEC.BM TIPO III	COND. P.A.T Cu recoc. Cableado	CONEC. BRONCE	ELECTR. DE ACERO RECUB Cu	TRAMO	1x16/25 (A)	1x16/25 +16/25 (B)	2x16/25	1x16/25 +16/25 (D)	1x16/25 +16/25 (F)	
4	4	4	4	8	4	4	17	0	6	60	6	6		0	0	0,4205	0,557	0	
SUBESTACION N° 01																			
									1	10	1	1	1	2				0,03	
							1						2	3				0,028	
													3	4				0,028	
							1						4	5				0,017	
							1						5	6				0,035	
													6	7				0,035	
							1		1	10	1	1	7	7,1			0,0335		
													7,1	7,2			0,03		
							1						7,2	7,2,1			0,0235		
																	0,03		
													7,2	7,3			0,03		
													7,3	7,4			0,03		
													7,4	7,5			0,0235		
							2		1	10	1	1	7,5	7,6			0,041		
													7,6	7,7			0,041		
							1						7,7	7,8			0,028		
							1						8	9			0,03		
1	1	1	1	2	1	1							9	10			0,03		
													10	11			0,03		
1	1	1	1	2	1	1	2						11	13			0,03		
									1	10	1	1	13	14			0,03		
													14	15			0,03		
1	1	1	1	2	1	1							15	16			0,03		
							1						16	17			0,024		
							1						17	18			0,038		
1	1	1	1	2	1	1							18	19			0,03		
									1	10	1	1	19	20			0,03		
							1						20	21			0,021		
							1						21	22			0,0235		
													22	23			0,0235		
							1						23	24			0,035		
													24	25			0,035		
							1		1	10	1	1							

EST	COMPONENTES CONEXIONES DOMICILIARIAS												
N°	CONEC. BMT. TIPO II	CONEC. BMT. TIPO I	MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA	CAJA MET. PORTA MEDIDOR	INTERRUPTOR TERMAG. BIPOLAR 5A, 220V	CURVA PLAST. SAP 180°	TARUDO DE CEDRO 13 mm x 60mm	ARMELLA TIRAFONDO 3/8" X 60mm L.	TEMPLADOR	TUBO PLAST. PVC SAP 3/4", 3m Long.	CONDUC. CONCENT. Cu 2x4mm2 c/Aislamiento	ALAMBRE GALVANIZADO N°12 AWG	TUBO PLAST. PVC SAP 3/4", 4m Long.
	37	26	37	37	37	34	34	34	74	31	645	12	6
1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	30		
4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
6	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
7,1													
7,2													
	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
7,3													
7,4													
7,5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
7,6	1		1	1	1				2		30	2	1
7,7	3		3	3	3	2	2	2	6	2	60	2	1
7,8	1		1	1	1				2		30	2	1
8													
9	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
10	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	30		
11	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
12	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	30		
13	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	30		
14	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
15	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
16	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
17	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
18	2		2	2	2	2	2	2	4	1	45	2	1
19	2		2	2	2	2	2	2	4	1	45	2	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
21													

5. Presupuesto de la Red Secundaria

1. Suministro

TABLA 38

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND.	MET. (CANTIDAD)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1,00	POSTES DE CONCRETO ARMADO				
1,01	POSTES DE CAC 8/200m daN (INCLUYE PERILLA)	und.	18	491,01	8,838,18
1,02	POSTES DE CAC 8/300m daN (INCLUYE PERILLA)	und.	20	420,00	8,400,00
				SUB TOTAL 1	17,238,18
2,00	CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO				
2,01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1x16/25 mm2	km	0,00	3,782,00	
2,02	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1x16/25+16/25mm2	km	0,00	3,782,00	
2,03	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2x16/25 mm2	km	0,42	3,782,00	1,590,33
2,04	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2x16/25+16/25 mm2	km	0,56	5,903,00	3,287,97
				SUB TOTAL 2	4,878,30
3,00	ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES				
3,01	GRAPA DE SUSPENSIÓN ANGULAR PARA CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO	und.	16	6,97	111,52
3,02	GRAPA DE ANCLAJE CONICA PARA CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO	und.	30	7,66	229,80
3,03	CONECTOR, PARA AI 25mm ² , PARA NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	und.	3	4,18	12,54
3,04	CORREA PLASTICA DE AMARRE COLOR NEGRO	und.	149	0,33	49,17
3,05	CINTA AUTOFUNDANTE PARA EXTREMO DE CABLES	m	100	2,96	296,00
3,06	CINTA AISLANTE	m	80	3,05	244,00
				SUB TOTAL 3	943,03
4,00	CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE				
4,03	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO TIPO N2XY, BIPOLAR DE 2x2 mm2	m	4	3,16	12,69
4,04	CONDUCTOR DE Cu CONCENTRICO 2x4 mm2, CON AISLAMIENTO Y CUBIERTA DE PVC	m	645	3,27	2,109,15
4,05	CONDUCTOR DE Cu RECOC. Cableado 16mm27 hilos	m	60	4,39	263,40
				SUB TOTAL 4	2,385,19
5,00	LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS				
5,01	PASTORAL TUBO A"G*38 mm f. INT; 500mm AVANCE HORIZ; 720 mm ALTURA, Y 20° INCLINACIÓN PROVISTO DE 2 ABRAZADERAS DOBLES PARA POSTE DE CAC	und.	4	52,31	209,24
5,02	LUMINARIA COMPLETA CON EQUIPO PARA LAMPARA DE 50 W	und.	4	175,04	700,16
5,03	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN DE 50 W	und.	4	27,64	110,56
5,04	PORTA FUSIBLE UNIPOLAR 220V, 5A, PROVISTO CON FUSIBLE DE 1A	und.	4	2,63	10,52
5,05	CONECTOR BIMETÁLICO FORRADO PARA AI 35mm ² /Cu 4-10 mm ² , PARA FASE AISLADA TIPO PERFORACIÓN	und.	4	4,70	18,80
5,06	CONECTOR BIMETÁLICO PARA AI 25mm ² /Cu 4-10 mm ² , PARA UN NEUTRO DESNUDO TIPO CUÑA	und.	4	5,92	23,68
				SUB TOTAL 5	1,072,96
6,00	RETENIDAS Y ANCLAJES				
6,01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTIN, DE 10 mm ø, 7 HILOS	m	272	2,96	805,12
6,02	PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO DE A"G*, 16 mm ø x 254 mm, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	und.	17	6,58	111,86
6,04	VARILLA DE ANCLAJE DE A"G* DE 16 mm ø x 2,40 m, PROV. DE OJAL GUARD. EN UN EXTREMO; TCA Y CTCA EN EL OTRO	und.	17	23,69	402,73
6,05	ARANDELA DE ANCLAJE DE A"G*, 102 x102 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm ø	und.	17	2,96	50,32
6,06	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A"G*, 57 x 57 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm ø	und.	51	0,99	50,49
6,07	ALAMBRE DE ACERO N° 12, PARA ENTORCHADO	m	51	0,47	23,97
6,08	BLOQUE DE CONCRETO DE 0,40 x 0,40 x 0,15 m	und.	17	24,64	418,88
6,09	CONECTOR BIMETÁLICO FORRADO PARA AI 25mm ² Y COBRE DE 16 mm ² , TIPO CUÑA	und.	17	4,18	71,06
6,10	CONECTOR DOBLE VIA BIMETÁLICO PARA CABLE DE ACERO DE 10mmø Y COBRE DE 16 mm ²	und.	17	5,92	100,64
				SUB TOTAL 6	2,035,07
7,00	ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS				
7,01	PERNO CON GANCHO DE 16mm ø, PROVISTO DE ARANDELA, TUERCA Y CONTRAT. LONG. 254 mm	unid.	16	6,12	97,92
7,03	PERNO DE A"G* DE 13mm ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT. LONG. 254 mm	unid.	0	2,65	
7,04	PERNO CON OJAL, DE A"G* DE 16mm ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT. LONG. 254 mm	unid.	21	5,69	119,49
7,05	TUERCA-OJAL DE A"G* PARA PERNO DE 16mm ø	unid.	9	5,26	47,34
7,06	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE D 19 mm PROVISTO DE HEBILLA	unid.	0	6,58	
7,07	ARANDELA CUADRADA 57 x 57 mm, AGUJERO DE 18 mm ø	unid.	58	0,99	57,42
7,80	CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDAS, SISTEMA 440/220 V (5 BORNERAS EN CADA BARRA DE Cu)	unid.	3	82,25	246,75
7,90	CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDAS, SISTEMA 440/220 V (10 BORNERAS EN CADA BARRA DE Cu)	unid.	13	82,25	1,069,25
7,10	PORTALINEA UNIPOLAR DE A"G*, PROVISTO DE PIN DE 10 mmø	unid.	0	4,28	
				SUB TOTAL 7	1,638,17
8,00	PUESTA A TIERRA				
8,01	ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO DE COBRE 16mm ø x 2,40 m	und.	6	35,77	214,62
8,02	CONECTOR DE BRONCE PARA ELECTRODO DE 16mm ø Y CONDUCTOR DE COBRE 16 mm ²	und.	6	3,48	20,88
				SUB TOTAL 8	235,50
9,00	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
9,01	TUBO DE A"G* STANDARD / REDONDO DE 19mm x 1,5mm x 2,5m, PROVISTO DE CODO	und.	31	31,32	970,92
9,02	TUBO DE A"G* STANDARD / REDONDO DE 19mm x 1,5mm x 4,0 m, PROVISTO DE CODO	und.	6	39,15	234,90
9,03	ARMELLA TIRAFONDO DE 10mm f x 64mm DE LONGITUD	und.	34	0,99	33,66
9,04	TARUDO DE CEDRO DE 13mm x 50 mm	und.	34	0,66	22,44
9,05	ALAMBRE GALVANIZADO N° 12 AWG	und.	12	0,49	5,88
9,06	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO PARA AI 25mm ² /Cu 4-10 mm ² , PARA FASE AISLADA TIPO PERFORACIÓN	und.	37	8,23	304,51
9,07	CONECTOR BIMETÁLICO PARA AI 25mm ² /Cu 4-10 mm ² , PARA NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	und.	26	5,92	153,92
9,08	TEMPLADOR DE A"G*	und.	74	1,81	133,94
9,09	CAJA METALICA PORTAMEDIDOR, EQUIPADO CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 10 A	und.	37	72,66	2,688,42
9,10	MEDIDOR MONOF. DE ENERGIA ACTIVA, TIPO ELECTRONICO CON MICRO PROCESADOR DE 220 V ; 10-40 A ; 60 HZ ; CLASE 1.	und.	37	72,38	2,678,06
				SUB TOTAL 9	7,226,65
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES (S/.)					37,653,05

Elaboración propia

Suministro de Equipos y Materiales

2. Montaje

TABLA 39

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND.	MET. (CANTIDAD)	COSTO UNITARIO (\$/.)	COSTO TOTAL (\$/.)
1,00	OBRAS PRELIMINARES				
1,01	REPLANTEO TOPOGRÁFICO, UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS E INGENIERÍA DE DETALLES DE LAS REDES SECUNDARIAS	Loc.	1,00	400,00	400,00
SUB TOTAL 1					400,00
2,00	INSTALACIÓN DE POSTES				
2,01	TRANSPORTE POSTES DE CONCRETO 8m/300 daN DE ALMACEN PUNTO DE IZAJE	und.	20	71,61	1,432,20
2,02	TRANSPORTE POSTES DE CONCRETO 8m/200 daN DE ALMACEN PUNTO DE IZAJE	und.	18	97,48	1,754,64
2,03	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I	m2	89,48	36,62	3,276,71
2,04	IZAJE, IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE POSTE DE 8m/300 daN	und.	20	45,46	909,20
2,05	IZAJE, IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE POSTE DE 8m/200 daN	und.	18	68,40	1,231,20
SUB TOTAL 2					8,603,95
3,00	INSTALACIÓN DE RETENIDAS				
3,01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (arcilloso)	m2	30,00	36,52	1,095,60
3,02	INSTALACIÓN DE RETENIDA INCLINADA	und.	17	36,49	620,33
3,03	INSTALACIÓN DE RETENIDA VERTICAL	und.	8	39,48	315,84
3,04	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE RETENIDA INCLINADA Y VERTICAL	m2	30,00	34,52	1,035,60
SUB TOTAL 3					3,067,37
4,00	MONTAJE DE ARMADOS				
4,01	ARMADO TIPO E1, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	21	19,06	400,26
4,02	ARMADO TIPO E1/S, SIN CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	197	15,32	3,018,05
4,03	ARMADO TIPO E2, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	8	19,43	155,44
4,04	ARMADO TIPO E2/S, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	23	17,65	405,95
4,05	ARMADO TIPO E3, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	13	19,59	254,67
4,06	ARMADO TIPO E3/S, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	110	15,44	1,698,40
4,07	ARMADO TIPO E4, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	7	19,43	136,01
4,08	ARMADO TIPO E4/S, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	69	17,65	1,217,85
4,10	ARMADO TIPO E5, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	3	27,33	81,99
4,11	ARMADO TIPO E5/S, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	20	23,96	479,20
4,12	ARMADO TIPO E6, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	4	33,38	133,52
4,13	ARMADO TIPO E6/S, CON CAJA DE REIVACIÓN PARA ACOMETIDA	und.	28	25,73	720,44
SUB TOTAL 4					8,701,77
5,00	MONTAJE DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES				
5,03	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2x16/25 mm2	km	0,42	478,50	201,21
5,04	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2x16/25+16/25 mm2	km	0,56	478,50	266,52
5,05	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2x25/25+16/25 mm2	km		525,29	
SUB TOTAL 5					467,73
6,00	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA				
6,02	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1	unid.	6,00	29,73	178,38
SUB TOTAL 6					178,38
7,00	PASTORALES, LUMINARIAS Y LAMPARAS				
7,01	INTALACIÓN DE PASTORALES D A"G"	unid.	4,00	20,33	81,32
7,02	INSTALACIÓN DE LUMINARIA Y LAMPARA	unid.	4,00	35,81	143,24
SUB TOTAL 7					224,56
8,00	CONEXIÓN DOMICILIARIAS				
8,01	CONEXIÓN DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS, CONFIGURACIÓN: CORTA	und.	31,00	36,49	1,131,19
8,02	CONEXIÓN DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS, CONFIGURACIÓN: LARGA	und.	6,00	44,13	264,78
8,03	MONTAJE DE MEDIDOR DE ENERGÍA ACTIVA Y CAJA	und.	37,00	20,10	743,70
8,04	CONTRASTE DE MEDIDOR MONOFÁSICO DE ENERGÍA ACTIVA - ELECTRÓNICO	und.	37,00	25,00	925,00
SUB TOTAL 8					3,064,67
9,00	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				
9,01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	LOC.	1,00	1,000,00	1,000,00
9,02	EXPEDIENTE TÉCNICO CONFORME A OBRA (1 ORIGINAL + 3 COPIAS) DE REDES SECUNDARIAS INCL. LA REPRESENTACIÓN DIGITAIZADA DEL EXPEDIENTE EN UN CD	Glb	1,00	200,00	200,00
SUB TOTAL 9					1,200,00
MONTAJE ELECTROMECANICO TOTAL					25,908,43

Elaboración propia

Montaje de Materiales

3. Transporte

TABLA 40

Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND.	MET. (CANTIDAD)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1,00	POSTES DE CONCRETO ARMADO				
1,01	POSTES DE C.A.C 8/200 daN (INCLUYE PERILLA)	unid.	18	134,08	2,413,44
1,02	POSTES DE C.A.C 8/300 daN (INCLUYE PERILLA)	unid.	20	121,71	2,434,20
	SUB TOTAL 1				4,847,64
2,00	CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO				
2,01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1x16/25 mm2	km	0,00	55,74	
2,02	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1x16/25 + 16/25 mm2	km	0,00	55,74	
2,03	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1x16/25 mm2	km	0,42	82,86	34,84
2,04	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1x16/25 + 16/25 mm2	km	0,56	82,86	46,16
	SUB TOTAL 2				81,00
3,00	CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE				
3,01	CONDUCTORES DE Cu RECOCIDO TIPO N2XY, BIPOLAR DE 2x2,5 mm2	m	4	0,1	0,40
3,02	CONDUCTOR DE Cu CONCENTRICO 2x4mm2, CON AISLAMIENTO Y CUBIERTA DE PVC	m	645	0,12	77,40
3,03	CONDUCTOR DE Cu CONCENTRICO CABLEADO, DESNUDO DE 16 mm2	m	60	0,14	8,40
	SUB TOTAL 3				86,20
4,00	EQUIPO DE ALUMBRADO PUBLICO				
4,01	LUMINARIA COMPLETA EQUIPO PARA LAMPARA DE 70 W	und.	4	5,17	20,68
4,02	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN 30 W	und.	4	3,88	15,52
4,03	ACCESORIOS DE ALUMBRADO PUBLICO	Glb			
	SUB TOTAL 4				36,20
5,00	FERRETERIA				
5,01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTIN, DE 10 mm Ø, 7 HILOS	m	272	0,14	38,08
5,02	ELEMENTOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS	Glb	1	811,84	811,84
5,03	FERRETERIA PARA RETENIDAS	Glb	1	601,77	601,77
5,04	MATERIALES DE PUESTA A TIERRA	Glb	1	474,7	474,70
5,05	CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDAS, SISTEMA 380/220 V (5 BORNERAS EN CADA BARRA DE Cu)	und.	1	2,58	2,58
5,06	CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDAS, SISTEMA 220 V (10 BORNERAS EN CADA BARRA DE Cu)	und.	1	2,58	2,58
5,07	PORTALINEA UNIPOLAR A"G", PROVISTO DE PIN DE 10 mm Ø	Glb	1	112,82	112,82
	SUB TOTAL 5				204,437
6,00	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
6,01	CAJA METÁLICA PORTAMEDIDOR, EQUIPADO CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 10A	und.	37	3,88	143,56
6,02	MEDIDOR MONOF. DE ENERGIA ACTIVA, TIPO ELECTRONICO MICRO PROCESADOR DE 220 V; 10-40 A; 60 HZ; CLASE 1	unid.	37	4,04	149,48
6,03	ACCESORIOS DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS	Glb	1	2788,79	2,788,79
	SUB TOTAL 6				5,241,60
	TRANSPORTE DE MATERIALES TOTAL				12,337,01

Transporte de Materiales

4. Presupuesto del Valor Referencial

TABLA 41

RESUMEN DEL VALOR REFERENCIAL - REDES SECUNDARIAS		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO TOTAL (S/.)
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	37,653,05
B	MONTAJE DE MATERIALES	25,908,43
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	12,337,01
D	COSTO TOTAL DIRECTO (C.D)(S/.)	75,898,49

Costo del Presupuesto Referencial

ANEXO 08

Evaluación Económica de la Central Solar

1. Total de Inversión para realizar el Proyecto

TABLA 42

Elaboración propia	TOTAL DE LA INVERSIÓN (S/.)	
	Microcentral de Energía	68758,20
	Red Secundaria	75898,49
	TOTAL (S/.)	144656,69

Inversión Total del Proyecto

2. Análisis de la Rentabilidad (VAN, TIR, B/C)

B.1. Análisis considerando ningún subsidio del Estado

Para realizar el Análisis se ha tenido en cuenta:

Formulación de datos	
n =	20
lo =	144656,69
i =	12%

1. Ingresos por año

TABLA 43

FLUJO DE INGRESOS			
Año	Consumo de Energía (kw h)	Costo kwh s/.	Flujo de Ingresos s/.
0			
1	7719,37	0,517	3988,15
2	7883,47	0,517	4072,93
3	8051,49	0,517	4159,73
4	8223,52	0,517	4248,61
5	8399,66	0,517	4339,61
6	8580,02	0,517	4432,79
7	8764,70	0,517	4528,21
8	8953,83	0,517	4625,92
9	9147,50	0,517	4725,98
10	9345,84	0,517	4828,45
11	9548,97	0,517	4933,39
12	9757,01	0,517	5040,88
13	9970,09	0,517	5150,96
14	10188,33	0,517	5263,71
15	10411,88	0,517	5379,20
16	10640,85	0,517	5497,50
17	10875,41	0,517	5618,68
18	11115,68	0,517	5742,82
19	11361,82	0,517	5869,98
20	11613,97	0,517	6000,26

Elaboración propia

Flujo de Ingresos

La Venta de la Energía se realiza considerado 25%, por encima del Costo de kW-h generado.

2. Egresos por Año

TABLA 44

Elaboración propia	COSTOS DE OPERACIÓN	Periodo	Sueldo x Mant. s/.	Sueldo S/. Año
		Técnico de Mantenimiento	cada 6 meses	250,00
	Total de costo de Operación y Mantenimiento (s/.)			500,00

Costo de Operación y Mantenimiento

TABLA 45

FLUJO DE INGRESOS	
Año	Flujo de Egresos s/.
0	144656,69
1	500,00
2	500,00
3	500,00
4	500,00
5	500,00
6	500,00
7	500,00
8	500,00
9	500,00
10	28302,50
11	500,00
12	500,00
13	500,00
14	500,00
15	500,00
16	500,00
17	500,00
18	500,00
19	500,00
20	500,00

Flujo de Egresos

Elaboración propia

En el Año 10 se está considerando la reposición de los Reguladores y Baterías.

3. Flujo Neto Efectivo

TABLA 46

FLUJO DE EFECTIVO NETO	
Año	Valor
0	-144656,69
1	3488,15
2	3572,93
3	3659,73
4	3748,61
5	3839,61
6	3932,79
7	4028,21
8	4125,92
9	4225,98
10	-23474,05
11	4433,39
12	4540,88
13	4650,96
14	4763,71
15	4879,20
16	4997,50
17	5118,68
18	5242,82
19	5369,98
20	5500,26

Elaboración propia

Flujo Neto Efectivo

4. Cálculo del VAN, TIR.

VNA	123272,82
TIR	-6,33%

El VNA es negativo y el TIR es menor que el 12% por lo tanto el proyecto no es económicamente viable.

D.2. Análisis considerando el subsidio del Estado

Pero ahora realizaremos la evaluación económica y la inversión inicial lo otorga del Estado sin esperar la recuperación, considerando su rol subsidiario, y únicamente consideramos la inversión que se requiere en el año 10.

Entonces para ello consideramos los siguientes datos:

Formulación de datos	
n =	20
lo =	27802,50
i =	12%

1. Ingresos por año

TABLA 47

FLUJO DE INGRESOS			
Año	Consumo de Energía (kw h)	Costo kwh s/.	Flujo de Ingresos s/.
0			
1	7719,37	0,517	3988,15
2	7883,47	0,517	4072,93
3	8051,49	0,517	4159,73
4	8223,52	0,517	4248,61
5	8399,66	0,517	4339,61
6	8580,02	0,517	4432,79
7	8764,70	0,517	4528,21
8	8953,83	0,517	4625,92
9	9147,50	0,517	4725,98
10	9345,84	0,517	4828,45
11	9548,97	0,517	4933,39
12	9757,01	0,517	5040,88
13	9970,09	0,517	5150,96
14	10188,33	0,517	5263,71
15	10411,88	0,517	5379,20
16	10640,85	0,517	5497,50
17	10875,41	0,517	5618,68
18	11115,68	0,517	5742,82
19	11361,82	0,517	5869,98
20	11613,97	0,517	6000,26

Elaboración propia

Flujo de Ingresos

La Venta de la Energía se realiza considerado 25%, por encima del Costo de kW-h generado.

2. Egresos por Año

TABLA 48

Elaboración propia	COSTOS DE OPERACIÓN	Periodo	Sueldo x Mant. s/.	Sueldo S/. Año
	Técnico de Mantenimiento	cada 6 meses	250,00	500,00
Total de costo de Operación y Mantenimiento (s/.)			500,00	

Costo de Operación y Mantenimiento

TABLA 49

FLUJO DE INGRESOS	
Año	Flujo de Egresos s/.
0	27802,50
1	500,00
2	500,00
3	500,00
4	500,00
5	500,00
6	500,00
7	500,00
8	500,00
9	500,00
10	500,00
11	500,00
12	500,00
13	500,00
14	500,00
15	500,00
16	500,00
17	500,00
18	500,00
19	500,00
20	500,00

Flujo de Egresos

3. Flujo Neto Efectivo

TABLA 50

FLUJO DE EFECTIVO NETO	
Año	Valor
0	27802,50
1	3488,15
2	3572,93
3	3659,73
4	3748,61
5	3839,61
6	3932,79
7	4028,21
8	4125,92
9	4225,98
10	23474,05
11	4433,39
12	4540,88
13	4650,96
14	4763,71
15	4879,20
16	4997,50
17	5118,68
18	5242,82
19	5369,98
20	5500,26

Elaboración propia

Flujo Neto Efectivo

4. Cálculo del VAN, TIR.

VNA	2532,99
TIR	13,31%

El VNA resulta positivo y el TIR es mayor que el 12% por lo tanto el proyecto es económicamente viable.

ANEXO 09

Ubicación del Centro Poblado La Calerita



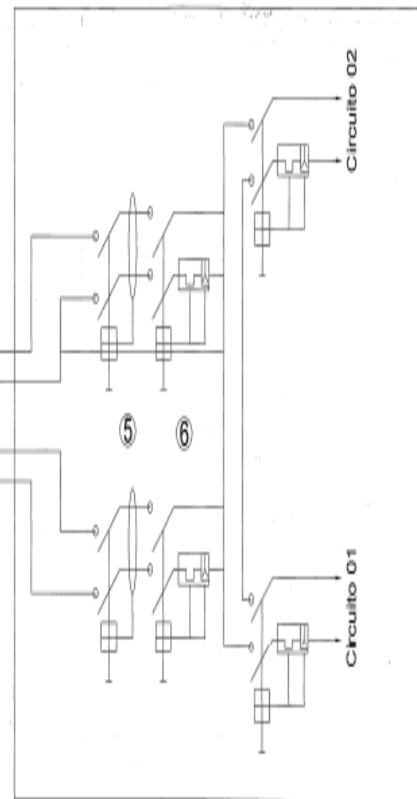
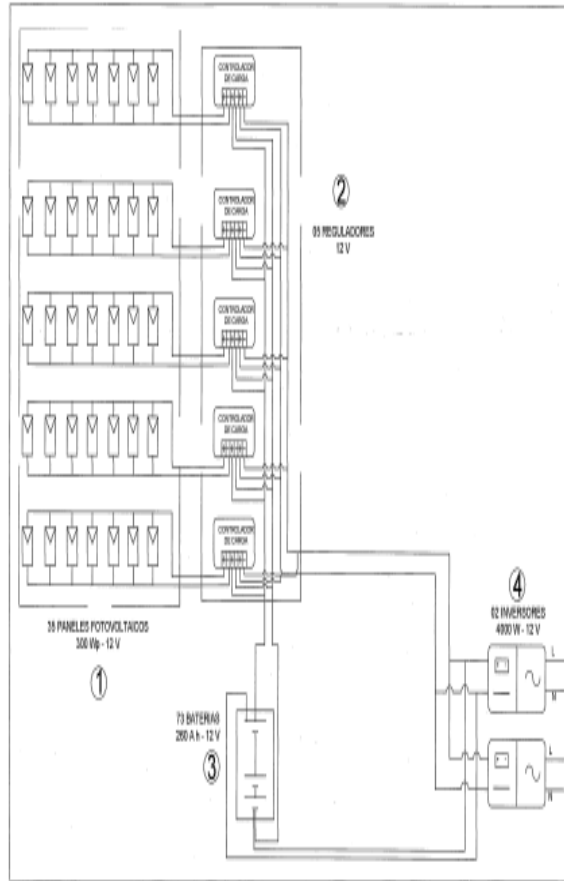
ANEXO 10

Vista Aerea de las viviendas existentes en el Centro Poblado La Calerita



ANEXO 11
Planos de ubicación y conexión
De la Central Solar

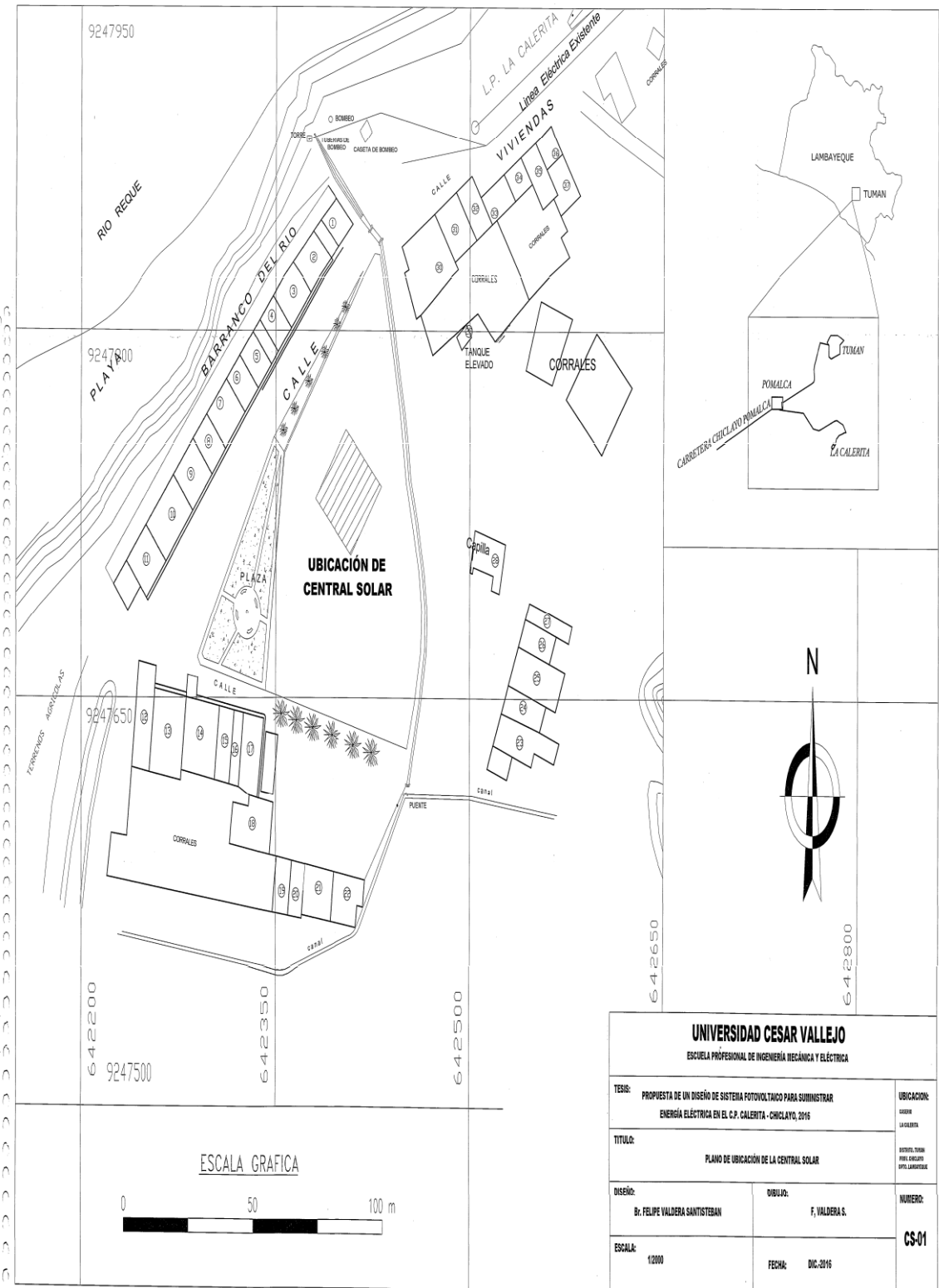
CASA DE MÁQUINAS



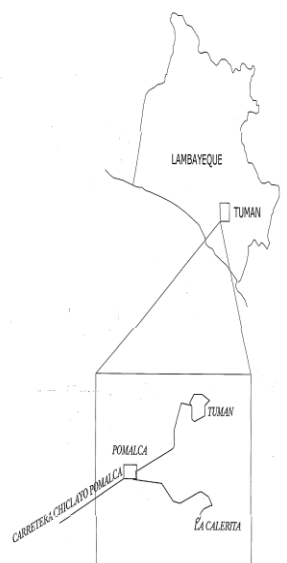
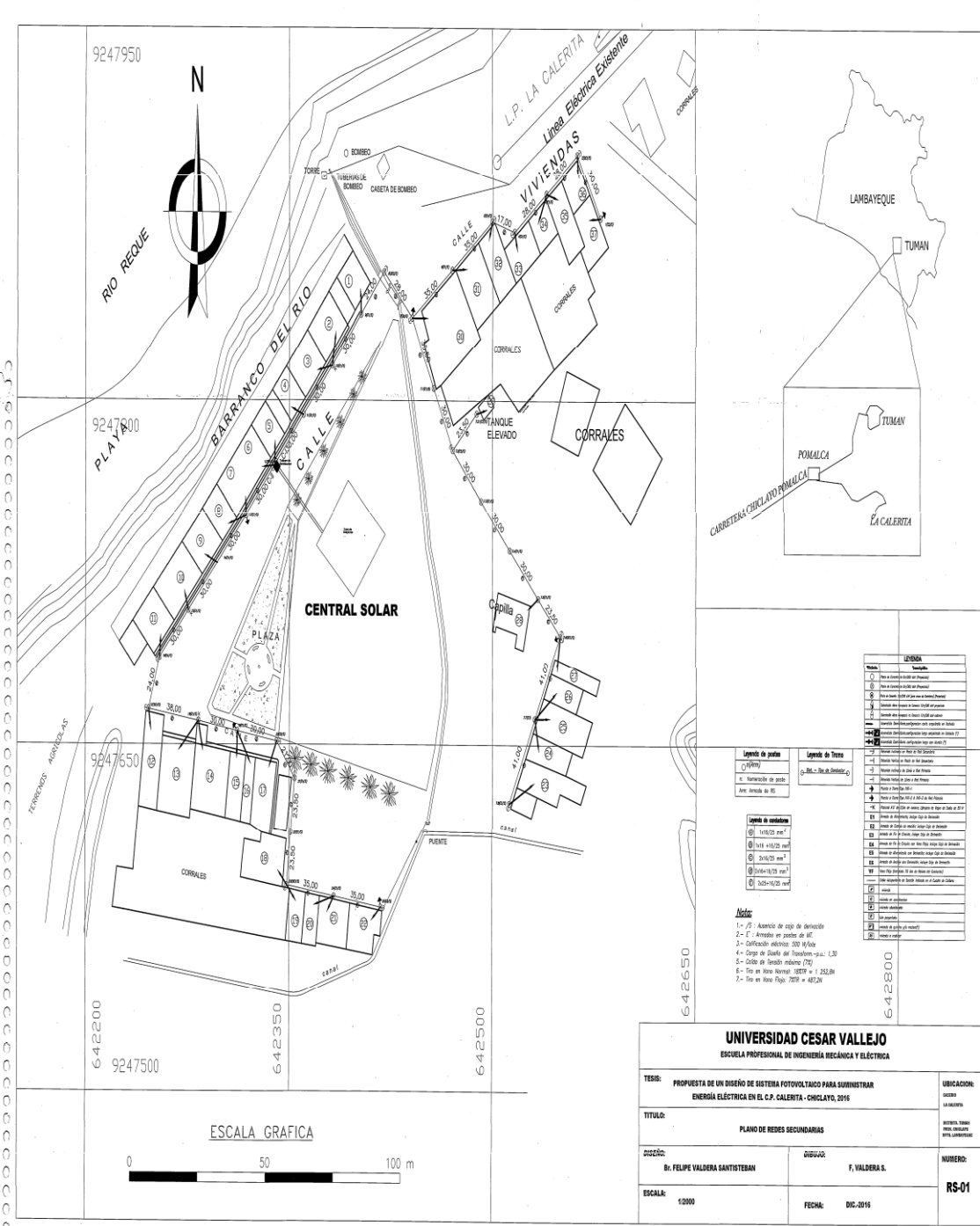
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
①	CONJUNTO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
②	REGULADOR DE CARGA
③	BANCO DE BATERÍAS
④	INVERSOR DE CORRIENTE
⑤	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
⑥	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

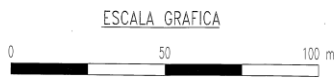
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		
TÍTULO:	PROPUESTA DE UN DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA GARANTIZAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL C.P. CALDERITA - CHICLAYO, 2010	FECHA:
TÍTULO:	ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LA CENTRAL SOLAR	FECHA:
ESTUDIO:	D. FELIPE VALDEARA SANTOSORIAN	DIBUJO:
ESTUDIO:	F. VALDEARA S.	DIBUJO:
ESCALA:	1:2000	FECHA:
		DEC. 2010
		EC-01



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		
TEMA: PROPUESTA DE UN DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL C.P. CALERITA - CHICLAYO, 2016		UBICACIÓN: ESCUELA LA CALERITA
TÍTULO: PLANO DE UBICACIÓN DE LA CENTRAL SOLAR		
DISEÑO: Dr. FELIPE VALDERA SANTISTEBAN	DIBUJO: F. VALDERAS.	NÚMERO: CS-01
ESCALA: 1:2000	FECHA: DIC-2016	

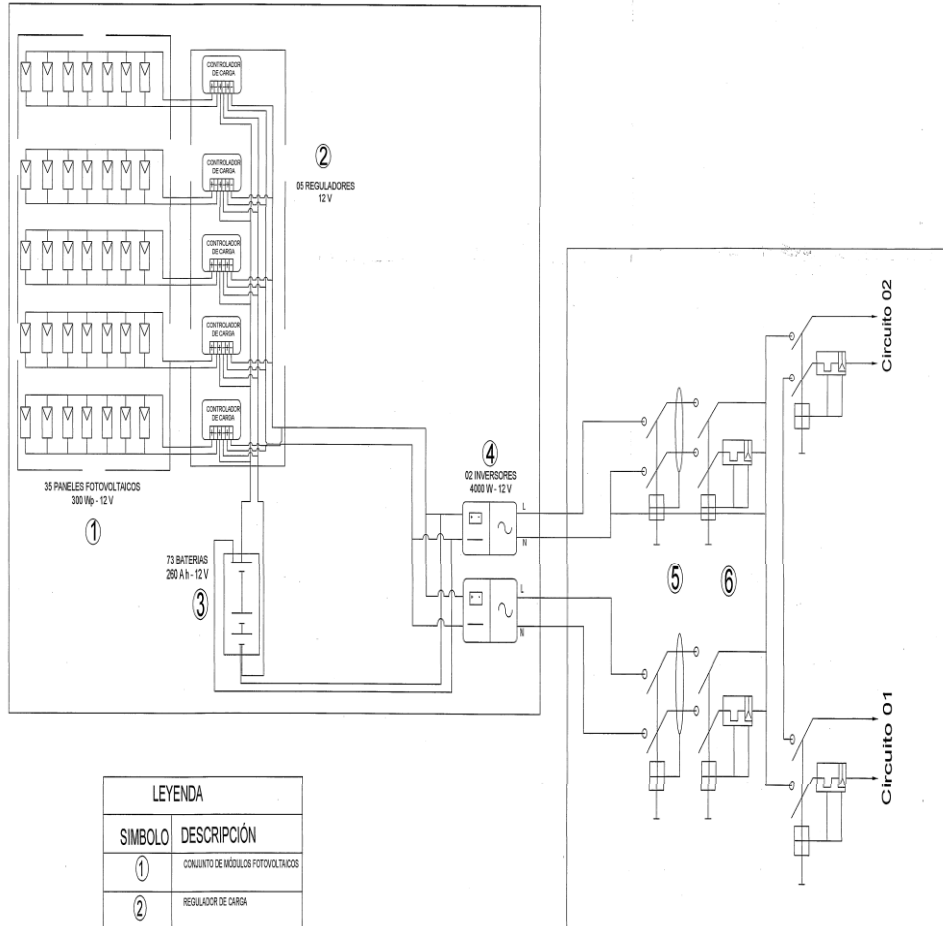


LEYENDA	
1	Linea de Transmision
2	Linea de Distribucion
3	Linea de Alimentacion de Alumbrado
4	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
5	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
6	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
7	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
8	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
9	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
10	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
11	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
12	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
13	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
14	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
15	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
16	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
17	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
18	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
19	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
20	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
21	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
22	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
23	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
24	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
25	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
26	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
27	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
28	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
29	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
30	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
31	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
32	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
33	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
34	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
35	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
36	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
37	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
38	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
39	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
40	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
41	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
42	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
43	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
44	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
45	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
46	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
47	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
48	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
49	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
50	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
51	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
52	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
53	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
54	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
55	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
56	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
57	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
58	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
59	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
60	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
61	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
62	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
63	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
64	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
65	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
66	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
67	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
68	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
69	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
70	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
71	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
72	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
73	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
74	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
75	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
76	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
77	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
78	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
79	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
80	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
81	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
82	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
83	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
84	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
85	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
86	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
87	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
88	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
89	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
90	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
91	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
92	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
93	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
94	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
95	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
96	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
97	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
98	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
99	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)
100	Linea de Alimentacion de Alumbrado (Alumbrado)



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		
TESIS:	PROPUESTA DE UN DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL C.P. CALERITA - CHICALAYO, 2016	UBICACION: Cusco LA CALERITA
TITULO:	PLANO DE REDES SECUNDARIAS	FECHA: 010-2016
DISEÑÓ:	Dr. FELPE VALDERA SANTOSTEBAN	NUMERO: RS-01
ESCALA:	1/2000	

CASA DE MÁQUINAS



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
①	CONJUNTO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
②	REGULADOR DE CARGA
③	BANCO DE BATERÍAS
④	INVERSOR DE CORRIENTE
⑤	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
⑥	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICOS

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		
TEMA:	PROPUESTA DE UN DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL C.P. CALERITA - CHICLAYO, 2016	UBICACIÓN: CALLEO LA CALERITA
TÍTULO:	ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LA CENTRAL SOLAR	
DISEÑO:	DR. FELIPE VALDERA SANTISTEBAN	DIBUJO: F. VALDERA S.
ESCALA:	1:2000	FECHA: DIC.-2016
		NÚMERO: EC-01