UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS

EVALUACIÓN SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA FOTOVOLTAICA EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNA - PUNO 2023

PRESENTADA POR:

JUAN CARLOS QUISPE QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

PUNO, PERÚ

2023

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA FOTOVOLTAICA EN LA CIUDAD

AUTOR

JUAN CARLOS QUISPE QUISPE

RECUENTO DE PALABRAS

18856 Words

RECUENTO DE CARACTERES

107402 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

118 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

32.3MB

FECHA DE ENTREGA

May 16, 2024 9:29 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 16, 2024 9:32 AM GMT-5

19% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)

JHHAIY A. QUISOCALA HERRERA
INGENIERO ELECTRICISTA
CIP. Nº 70297

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN
PUNO-PERÚ

ING. ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS

EVALUACIÓN SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA FOTOVOLTAICA EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNA - PUNO 2023

PRESENTADO POR:

JUAN CARLOS QUISPE QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA CON MENCIÓN EN: GESTIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE

.....
D.Sc. LEONIDAS VILCA CALLATA

PRIMER MIEMBRO

.....
Mtro. ROBERTO JAIME QUIROZ SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

.....
M.Sc. ARMANDO TITO CRUZ CABRERA

ASESOR DE TESIS

.....
M.Sc. JHIMMY ALBERTH QUISOCALA HERRERA

Puno,27 de diciembre de 2023

ÁREA: Ciencias de la Ingeniería Mecánica Eléctrica.
TEMA: Evaluación sobre la implementación de un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la Ciudad Universitaria de la UNA – Puno 2023.
LÍNEA: Energías renovables.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

DEDICATORIA

A Dios y a mis Padres por estar conmigo incondicionalmente, gracias, porque sin ellos y su apoyo no estaría aquí ni sería lo que soy ahora. Gracias a su ejemplo y dedicación me ha sido posible la realización de la presente tesis, la cual ha requerido de mucho esfuerzo, dedicación, y paciencia.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

AGRADECIMIENTOS

A mi docente y amigo incondicional D.Sc. Juan Renzo Illacutipa Mamani, A mi asesor M.Sc. Jhimmy Alberth Quisocala Herrera, por asesorarme en la presente tesis. Al Dr. Olger Alejandrino Ortega Achata, quien con sus Conocimientos me supo conducir sabiamente por el camino de la Investigación Científica.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTOS ii
ÍNDICE GENERAL iii
ÍNDICE DE TABLAS vi
ÍNDICE DE FIGURAS vii
ÍNDICE DE ANEXOS viii
RESUMEN ix
ABSTRACT x
INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 Marco teórico 3
1.1.1 Energía y potencia de la corriente eléctrica 3
1.1.2 Tipos de cargas en los sistemas eléctricos 4
1.1.3 Recurso solar 4
1.1.4 Energía solar 5
1.1.5 Energía Solar Fotovoltaica 5
1.1.6 La irradiancia 7
1.1.7 Radiación solar y tipos 7
1.1.8 Valoración del Recurso Solar 8
1.1.9 Células fotovoltaicas 8
1.1.10 Tipos de células fotovoltaicas 10
1.1.11 Sistemas fotovoltaicos 11
1.1.12 Clasificación de los sistemas fotovoltaicos 12
1.1.13 Panel solar 12
1.1.14 Aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos 13
1.1.15 Sistemas fotovoltaicos conectados a una red 14
1.1.16 Generación distribuida 14
1.1.17 Características de la generación distribuida 16
1.1.18 Regulación nacional de la Generación distribuida 16
1.1.19 Regulación de la Generación distribuida en los países vecinos 18

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

1.2 Antecedentes 20

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema 28
2.2 Enunciados del problema 29
2.2.1 Problema general 29
2.2.2 Problemas específicos 30
2.3 Justificación 30
2.4 Objetivos 31
2.4.1 Objetivo general 31
2.4.2 Objetivos específicos 31
2.5 Hipótesis 31
2.5.1 Hipótesis general 31
2.5.2 Hipótesis especificas 32

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio 33
3.2 Población 34
3.3 Muestra 35
3.4 Método de investigación 35
3.4.1 Diseño de muestreo 35
3.4.2 Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros 35
3.4.3 Sistema de variables 36
3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos 36
3.5.1 Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico 36

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis sobre la variabilidad de la radiación solar en el campus universitario. 37
4.2 Demanda de potencia y energía de la una puno. 39
4.3 Capacidad generación fotovoltaica en una unidad de suministro del campus de la Universidad Nacional del Altiplano. 46
4.3.1 Ubicación proyectada de la Instalación Fotovoltaica 46

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

4.3.2 Componentes de la Instalación 47
4.3.3 Módulos Fotovoltaicos 48
4.3.4 Interruptor automático diferencial 49
4.3.5 Medidor Bidireccional 49
4.3.6 Cableado 51
4.3.7 Caja de Conexiones de Continua 51
4.3.8 Protecciones del Sistema Fotovoltaico 52
4.3.9 Dimensionamiento de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red 54
4.3.10 Prueba de Hipótesis Estadística 61
4.4 Discusión de resultados 61
CONCLUSIONES 63
RECOMENDACIONES 64
BIBLIOGRAFÍA 65
ANEXOS 70

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

1. Comparación de principales ventajas y desventajas de las celdas fotovoltaicas 11
2. Sistema de operacionalización de variables 36
3. Reporte de Estadística Descriptiva de la variable Radiación Solar 37
4. Suministros y Potencias contratada de la ciudad universitaria UNA Puno - 2023 39
5. Suministros y Potencias contratada de otras instalaciones de la UNA Puno - 2023 41
6. Descripción del Modelo para las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta 42
7. Resumen de procesamiento de casos para la aplicación de generación del modelo que permita presentar el comportamiento de las variables 43
8. Descripción del Modelo determinación de los factores estacionales de las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta 44
9. Determinación de los factores estacionales de las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta 45
10. Características de la subestación que contiene el circuito a conectar la generación fotovoltaica 47
11. Resumen comparativo de los paneles fotovoltaicos 48

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

1.	Tendencia mundial de energías renovables	6
2.	Célula fotovoltaica	9
3.	Clasificación de los sistemas fotovoltaicos	12
4.	Modelo de un Sistema de Generación Distribuida	15
5.	Ubicación geográfica del estudio	34
6.	Histograma y curva normal de la variable Radiación Solar	38
7.	% de Potencias contratada de suministros externos a la ciudad universitaria UNA Puno - 2023	40
8.	% de Potencias contratada de suministros externos a la ciudad universitaria UNA Puno - 2023	41
9.	Energía Activa y Energía Activa en horas Fuera de Punta - Suministro Ciudad Universitaria UNAP- 2023	43
10.	Ubicación geográfica del proyecto	47
11.	Selección de zona de estudio para determinar parámetros de sitio geográfico de información satelital	55
12.	Determinación de los parámetros de sitio geográfico de información satelital A	55
13.	Determinación de los parámetros de sitio geográfico de información satelital B	56
14.	Parámetros de sitio dibujo lineal de horizonte A	58
15.	Parámetros de sitio dibujo lineal de horizonte B	58
16.	Parámetros de sitio dibujo lineal de horizonte C	59
17.	Parámetros de sitio dibujo lineal de horizonte D	60

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

1. Muestra de la base de datos de la estación meteorológica Davis Instrument de la ciudad universitaria de la UNA Puno, 2017-2019 71
2. Registro de datos de consumo de Potencia y Energía de la ciudad Universitaria UNA Puno, 2019 - 2023 79
3. Registro de datos de Facturación de Potencia y Energía de la ciudad Universitaria UNA Puno, 2019 - 2023 81
4. Ficha técnica del Módulo Fotovoltaico High-efficiency-AS-M1443-H-M6-2021-08-V2 83
5. Ficha técnica del Inversor AS-IC01-40000-70000-2-2021-08-V1 85
6. Reporte de Datos estadísticos analizados en el Software estadístico SPSS 87
7. Diagrama Unifilar del Sistema de Generación Distribuida de la Ciudad Universitaria de la UNA Puno 94
8. Distribución física de los paneles en la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica- de la ciudad universitaria 95
9. Manual del Software de diseño PVSYST 96

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

RESUMEN

Actualmente la sostenibilidad ambiental y la necesidad de transformar los paradigmas energéticos hacia fuentes más limpias y renovables. En este contexto, los sistemas de generación distribuida han emergido como una respuesta eficaz para abordar los desafíos asociados con la producción de energía, minimizando los impactos ambientales y promoviendo la autosuficiencia energética a nivel local. En la presente investigación tuvo como objetivo desarrollar y evaluar un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la ciudad universitaria de la UNA Puno, 2023. El tipo de investigación fue aplicativa; la presente investigación describe los conjuntos de componentes que son estudiados, diseñados y explorados para su desarrollo. Presenta los resultados del análisis de las medidas de variabilidad o dispersión que permitirá analizar del conjunto de datos, las irregularidades y establecer la medida en que los datos se concentran y dispersan alrededor del valor típico. Se concluye que la variabilidad y/o incertidumbre de los datos de una variable, en este caso sobre la aplicación estadística de la determinación del coeficiente de variabilidad de la variable de la radiación solar.

Palabras clave: Demanda de energía, energía fotovoltaica, estacionalidad de la demanda, generación distribuida, radiación solar.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

ABSTRACT

Currently, environmental sustainability and the need to transform energy paradigms towards cleaner and renewable sources. In this context, distributed generation systems have emerged as an effective response to address the challenges associated with energy production, minimizing environmental impacts and promoting energy self-sufficiency at the local level. The objective of this research was to develop and evaluate a photovoltaic distributed generation system in the university city of UNA Puno, 2023. The type of research was applicative; the present research describes the sets of components that are studied, designed and explored for development. It presents the results of the analysis of the variability or dispersion measures that will allow analysing the data set, the irregularities and establish the extent to which the data are concentrated and dispersed around the typical value. It is concluded that the variability and/or uncertainty of the data of a variable, in this case on the statistical application of the determination of the variability coefficient of the variable of solar radiation.

Keywords: Distributed generation, energy demand, photovoltaic energy, seasonality of demand, solar radiation.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

INTRODUCCIÓN

Actualmente la sostenibilidad ambiental y la necesidad de transformar los paradigmas energéticos hacia fuentes más limpias y renovables. En este contexto, los sistemas de generación distribuida han emergido como una respuesta eficaz para abordar los desafíos asociados con la producción de energía, minimizando los impactos ambientales y promoviendo la autosuficiencia energética a nivel local. Este cambio paradigmático hacia la generación distribuida se presenta como una alternativa crucial en la búsqueda de soluciones viables para la demanda energética creciente, especialmente en entornos universitarios donde la necesidad de eficiencia y sostenibilidad se ha vuelto más apremiante que nunca. La ciudad universitaria en Puno, enfrenta actualmente una demanda energética en constante aumento, impulsada por el crecimiento de la infraestructura y las actividades académicas. Este incremento en la demanda no solo ejerce presión sobre los recursos energéticos convencionales, sino que también intensifica los impactos ambientales asociados con la generación de energía. La dependencia de fuentes no renovables aporta a la emisión de gases de efecto invernadero, además de la explotación insostenible de recursos naturales. La problemática se agrava al considerar la necesidad de garantizar la continuidad del suministro energético, un aspecto crítico en un entorno universitario donde la interrupción de actividades debido a fallos en el suministro puede tener consecuencias significativas en la vida académica y administrativa. Las soluciones convencionales a menudo implican una mayor inversión en infraestructuras de generación centralizada y redes de distribución, las cuales, aunque pueden abastecer la demanda, no necesariamente son las más eficientes ni respetuosas con el medio ambiente. En este contexto, se plantea la necesidad de explorar y desarrollar estrategias energéticas innovadoras que combinen la capacidad de generación con la eficiencia y sostenibilidad, y es en este punto donde surge la relevancia de la generación distribuida. La implementación de sistemas fotovoltaicos de generación distribuida se presenta como una opción prometedora para la ciudad universitaria de la UNA Puno. Sin embargo, antes de proceder con la implementación, es esencial abordar diversas interrogantes que surgirán durante el proceso. En primer lugar, es fundamental comprender la viabilidad técnica y económica de un sistema de generación distribuida de naturaleza fotovoltaica en el contexto específico de la Universidad Nacional del Altiplano. La investigación se propone abordar estas y otras preguntas, proporcionando un marco integral que permita evaluar la factibilidad, eficacia y aceptación del diseño de un sistema de generación

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

distribuida fotovoltaica en la ciudad universitaria, UNA Puno. El objetivo es no solo proporcionar soluciones energéticas eficientes, sino también contribuir al desarrollo sostenible de la universidad y servir como un modelo inspirador para otras instituciones educativas que buscan hacer frente a los desafíos energéticos actuales. El presente trabajo está organizado de la siguiente manera:

En primer lugar, se presentan el problema y los objetivos correspondientes del trabajo de investigación.

En segundo lugar, se revisa el marco teórico, mientras que la parte teórica sobre las variables e indicadores desarrollados durante la operacionalización de variables, construyéndose un contexto de investigaciones previas

En tercer lugar, se sigue una descripción del diseño metodológico de la investigación, incorporando las técnicas y herramientas que fueron utilizadas para recabar los datos de investigación.

Como cuarto lugar, el estudio continúa abordando el análisis de los resultados, del mismo, los objetivos planteados para el estudio. Asimismo, en la sección final, se considerarán las respectivas conclusiones, seguido de las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos correspondiente.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 Marco teórico

En nuestro país en muchas instituciones educativas privadas y estatales se ha tomado con mucha incidencia en la utilización de tecnologías de información y comunicación en las Instituciones Educativas, pero no se analiza ni reflexiona a profundidad.

La electricidad es una fuente de energía muy variable y es la más adecuada para diversas necesidades humanas. Sus usos están tan extendidos que a las ciudades sin electricidad les resulta difícil lograr avances tecnológicos (Santos, 2021).

1.1.1 Energía y potencia de la corriente eléctrica

Según el desarrollo de Machaca y Coila (2017) la corriente eléctrica es el movimiento de cualquier tipo de carga eléctrica; ejemplo los electrones en un conductor, un gas en, un líquido, o simplemente en el vacío, o protones en el mismo medio. El movimiento de un ion positivo o negativo es muy común. La corriente eléctrica es medida y expresada en amperios. El Amperio es la corriente en que moviliza o transmite un coulomb en cada segundo que pasa, estos se presentan dos tipos:

a). Corriente Continua o Directa (CC/CD), es la que circula en un solo sentido u orientación, quiere decir de un polo negativo hacia un polo positivo de una fuente de fuerza electromotriz conocida comúnmente como FEM, la mencionada corriente tiene por propiedad mantener constante su valor y polaridad, siendo el caso de las baterías, las pilas y los dinamos.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

b). La corriente alterna (CA) se distingue de la corriente continua al cambiar su dirección de circulación periódicamente, lo que implica un cambio de polaridad. Este tipo de corriente es ampliamente utilizado en la industria y en nuestros hogares, con una frecuencia de circulación que varía entre 50 y 60 veces por segundo, dependiendo del país. Esta variación en la dirección de la corriente se conoce como frecuencia de corriente alterna.

1.1.2 Tipos de cargas en los sistemas eléctricos

Según Machaca y Coila (2017) la tipificación de las cargas en sistemas eléctricos, menciona dos tipos:

a) Cargas lineales: Se considera que una carga de tipo lineal, cuando la corriente que consume o mantiene la misma forma de la onda de la tensión que alimenta. dispositivos como resistencias, inductancias y condensadores, que se clasifican como lineales. Por ejemplo, cuando se conecta una carga resistiva al sistema eléctrico, la corriente resultante es también senoidal. De manera similar, al conectar una carga inductiva, se obtiene una corriente sinusoidal, aunque con una fase diferente a la de una carga resistiva

b) Cargas no lineales: Se define como no lineal a una carga cuya corriente consumida no sigue la misma forma de onda que el voltaje suministrado, y su impedancia cambia en respuesta a ese voltaje. La corriente no sinusoidal generada por estas cargas contiene componentes armónicos que interactúan con la impedancia del sistema, causando distorsiones de voltaje. Estas distorsiones podrían afectar los equipos del sistema de distribución y las cargas conectadas.

1.1.3 Recurso solar

Gómez (2020) desarrolla sobre el recurso solar manifestando que actualmente, el Sol logra irradiar energía a razón de 3.9 x 1026 W. En la atmósfera superior de la Tierra, la potencia media sobre el plano perpendicular a la dirección del Sol es de 1353 W/m2. Como se muestra en 3.3. En la figura, las fluctuaciones de esta magnitud denominada constante solar, ocurren a razón de cambios en la distancia entre el Sol y la Tierra, a medida que la Tierra se moviliza en una órbita elíptica alrededor del Sol. La distancia media es de $1.5x10^{11}$ m con una variación de ±1.7%. Otros cambios en la cantidad de la radiación solar recibida por la atmósfera superior que son

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

causados por pequeñas irregularidades en la superficie del Sol, la rotación del Sol (aproximadamente una vuelta al mes) y factibles cambios en el tiempo de la superficie del Sol. El brillo de la superficie del sol. Los cambios en la distancia entre la Tierra y el Sol durante el movimiento de traslación son causados por la baja excentricidad de la elipse caracterizada por la órbita de la Tierra. Una ecuación simple que describe esta distancia es:

$$r = r_0 \left\{1 + 0.017\ sin\left[\frac{2\pi(d_n - 93)}{365}\right]\right\} \qquad \text{Ec. 1}$$

1.1.4 Energía solar

La radiación solar en la Tierra existe debido a la recepción de radiación electromagnética del Sol; Sólo una fracción de la energía radiante, alrededor del 15%, se recibe en la superficie de la Tierra, mientras que el resto es refractado por la atmósfera. Este fenómeno también se llama constante solar. La energía del sol que es absorbida por la Tierra durante un año que equivale hasta 20 veces la energía almacenada como reservas de combustible fósil en el mundo y 10 000 veces el consumo actual. El sol es la única fuente de materia orgánica y energía vital en la Tierra, y aunque a veces lo ignoremos, hoy ya utilizamos energía solar en grandes cantidades en forma de alimentos, leña o energía hidroeléctrica (Chavez, 2012).

Existen tres formas principales de aprovechar la energía solar: en primer lugar, como fuente de calor para sistemas de calefacción solar; en segundo lugar, como fuente de energía para sistemas de células solares; y, en tercer lugar, como fuente de calor pasiva natural. La forma fundamental de captar la luz solar y convertirla en electricidad es mediante el uso de paneles solares o paneles fotovoltaicos. Estos paneles están formados por los llamados paquetes de baterías o también llamadas células solares, que se encargan de convertir la energía luminosa (fotones) en electricidad (electrones) (Galarza *et al.*, 2012).

1.1.5 Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se basa en la utilización de la energía solar mediante células fotovoltaicas, compuestas por materiales semiconductores cristalinos que generan corriente eléctrica al ser expuestos a la luz, gracias al efecto fotoeléctrico. El silicio es el material más comúnmente empleado para fabricar estos paneles. Dado

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

que el Sol emite radiación en todas direcciones y parte de ella es bloqueada por la Tierra, se establece una cantidad conocida como constante solar.

En concreto, durante 2020 se instalaron mundialmente unos 707 GW de energía solar fotovoltaica (IRENA, 2020).

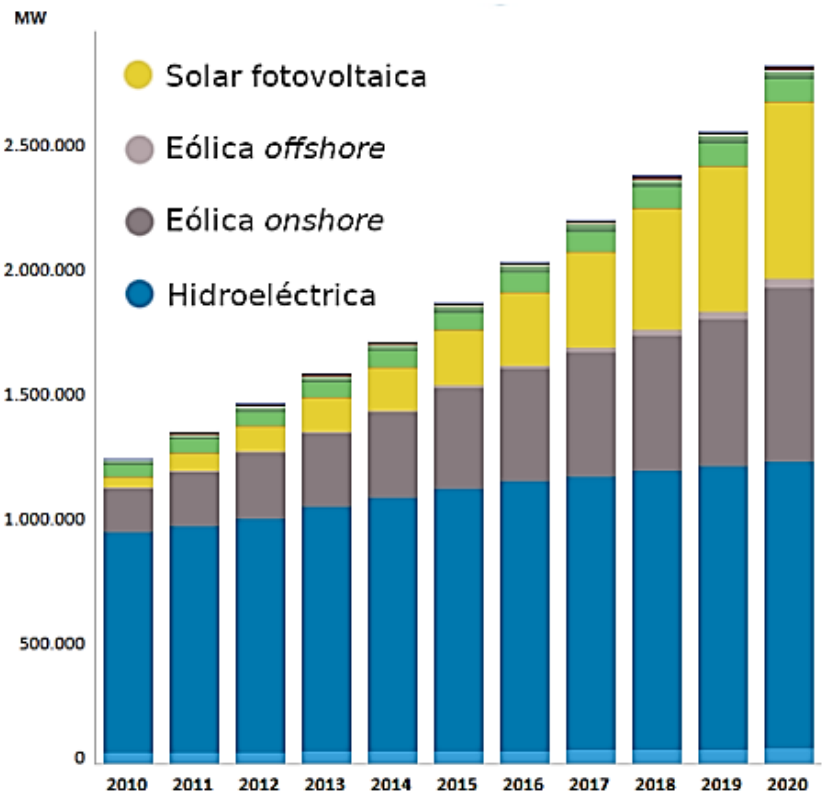


Figura 1. Tendencia mundial de energías renovables
Fuente: (IRENA, 2020).

Esta constante representa la unidad de energía por unidad de tiempo y área de superficie perpendicular a la trayectoria de propagación de la radiación solar. Se ha calculado que, para la distancia promedio entre el Sol y la Tierra, considerando al Sol como un cuerpo oscuro con una temperatura de 5762 ºK, la constante solar tiene un valor estimado de 1359 W/m². La conversión de la radiación solar en electricidad se lleva a cabo a través de una célula especial llamada célula fotovoltaica. Este proceso de conversión se denomina efecto fotoeléctrico y se produce cuando la luz solar incide sobre un material semiconductor (Romero, 2020).

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

De acuerdo a Wu *et al.* (2019) Los recursos solares fotovoltaicos se definen como la energía fotovoltaica (producción de electricidad fotovoltaica) generada por paneles solares por unidad de tiempo. La generación de electricidad fotovoltaica por unidad de tiempo (generación de electricidad fotovoltaica) se produce mediante paneles solares por unidad de superficie. unidad de superficie. La energía solar fotovoltaica es la tercera fuente de energía renovable más grande del mundo después de la eólica y la hidroeléctrica. Energía renovable después de la eólica y la hidroeléctrica.

1.1.6 La irradiancia

La irradiancia es una medida instantánea que describe el flujo de radiación solar incidente sobre una superficie, expresada en kW/m². Aunque la densidad de potencia de la radiación solar que llega a la atmósfera exterior es de 1373 kW/m², la máxima densidad de luz solar que alcanza la superficie terrestre es de aproximadamente 1 kW/m². La irradiancia cuantifica la cantidad de energía de radiación solar que una superficie específica recibe en un momento determinado y se define como la integral de tiempo de la radiación. Por ejemplo, la radiación diaria puede expresarse en unidades de kWh/m² por día. El golpe de calor es otro nombre para la radiación. Actualmente, el Sol irradia energía a razón de 3,9 x 1026 W. En la atmósfera superior de la Tierra, la potencia media sobre el plano perpendicular a la dirección del Sol es de 1353 W/m^2 (Gómez, 2020).

1.1.7 Radiación solar y tipos

Como describe Gómez (2020) que cuando la radiación solar atraviesa la atmósfera, experimenta una combinación de procesos que incluyen reflexión, atenuación y difusión, los cuales alteran sus propiedades. Los reflejos en las nubes disminuyen la penetración de la radiación desde la superficie terrestre, mientras que la absorción de vapor de agua, ozono y dióxido de carbono modifica las características espectrales de la radiación. Por lo tanto, es crucial distinguir entre tres contribuciones o componentes distintos al calcular la radiación solar que finalmente llega a cualquier superficie de la Tierra:

a) La radiación directa denotada por B es la parte lineal de la radiación solar.

b) Radiación difusa denotada por D, cuantifica la radiación proveniente de todo el cielo excepto el Sol e incluye toda la luz dispersada por la atmósfera. Dado que las

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

propiedades atmosféricas cambian de manera aleatoria con el tiempo, la radiación difusa debe ser tratada como un proceso estocástico.

c) La radiación albedo, denotada por R o AL, es la fracción de radiación reflejada desde la Tierra. Por lo general, es mínima y, en algunos casos, puede ser ignorada. La suma de estos tres componentes constituye la llamada radiación global:

$$G = B + D + AL \qquad \text{Ec. 2}$$

1.1.8 Valoración del Recurso Solar

La utilización de la energía del sol que depende de la intensidad o los niveles de la radiación del sol que incide en una determinada área, por cuanto que se deben disponer de registros de radiación confiables que puedan usarse para diseñar equipos que utilicen energía solar. Existen tablas de irradiancia solar, que suelen mostrar promedios diarios, mensuales o anuales de radiación solar. El uso de esta información es importante para identificar áreas geográficas con alto potencial para el uso de esta fuente de energía limpia, y estos datos pueden usarse en la fase de prediseño (Pazmiño, 2019).

1.1.9 Células fotovoltaicas

Las células fotovoltaicas comerciales están fabricadas a partir de lingotes o barras de silicio de alta pureza, un material que abunda en las arenas del mar. La barra se corta en finas rodajas llamadas barquillos. Un espesor comúnmente utilizado es de aprox. 0,3 mm. Una pequeña parte de este espesor está impregnada de fósforo. Esta capa se llama tipo n. El resto de la oblea se impregna de átomos de boro y forma una capa llamada tipo p. Estas capas crean un campo eléctrico (voltaje interno incorporado) dentro de la oblea y cerca de la superficie que recibe la luz solar. Este voltaje se encarga de separar lo positivo (huecos) y negativo (electrones) de la carga fotogenerada. La unión p-n se forma depositando varios materiales (normalmente boro y fósforo) e integrándolos en la estructura de silicio cristalino para formar la batería, que en última instancia proporciona suficiente contacto eléctrico para la batería (Chavez, 2012).

Según Santamaria y Castejon (2010), la celda solar básica es la conjugación PN con contactos tanto en P, como en N, lo que posibilita conectar el circuito.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

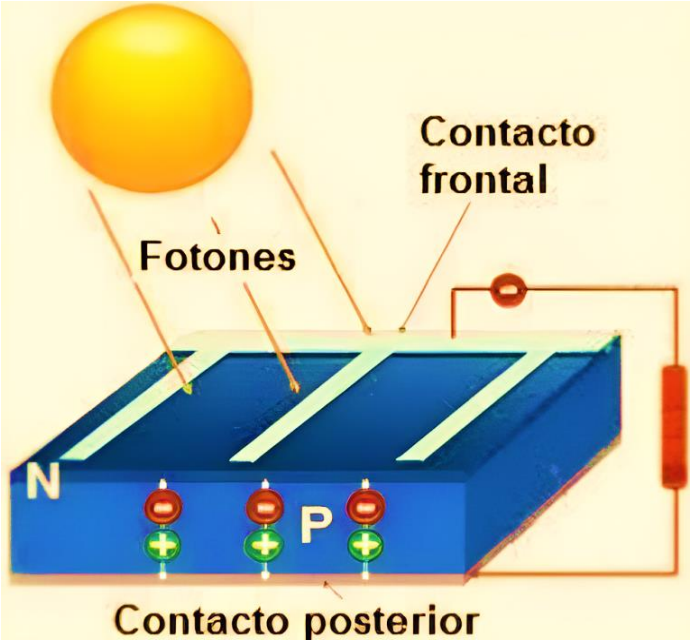


Figura 2. Célula fotovoltaica

Fuente**:** (Romero, 2020)

Estas células solares están conectadas en serie para formar un circuito que aumenta el voltaje de salida eléctrica a, por ejemplo, 12, 24 o 48 voltios. Al mismo tiempo, se conectan múltiples redes de circuitos en paralelo, aumentando la capacidad de generación de energía de cada panel. Dado que la electricidad producida por los paneles solares es corriente continua, a menudo se convierte en corriente alterna mediante un inversor o convertidor de potencia, y se usa comúnmente en hogares, lugares de trabajo y empresas. Las funciones básicas de las células solares son: Los fotones de la radiación solar llegan a la superficie de la célula, donde son absorbidos por un material semiconductor como el silicio. Los fotones golpean a los electrones liberándolos de los átomos a los que pertenecían, así los electrones comienzan a circular por el material, y producen electricidad (Galarza *et al.*, 2012).

La radiación solar es un fenómeno físico causado por la radiación de energía del sol en forma electromagnética. Esta radiación se puede cuantificar y expresar en unidades que representan potencia por unidad de área. Lo especial de la radiación del sol es su capacidad para transportarse en el vacío, permitiéndole desplazarse a través del espacio. La magnitud de la radiación solar que alcanza la Tierra está influenciada por diversos factores, como la distancia entre el Sol la Tierra, el ángulo de entrada de la radiación en la atmósfera, y los movimientos de rotación y traslación de la Tierra. Estas radiaciones electromagnéticas son ondas generadas por la aceleración de cargas

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

eléctricas. Al llegar a la Tierra, aproximadamente el 50% de esta radiación alcanza la superficie, ya sea directamente o dispersándose a través de la atmósfera. El resto de la radiación es absorbida o dispersada por los elementos terrestres o se pierde en el espacio. Uno de los componentes de la atmósfera asociado a la absorción de esta radiación, especialmente en el espectro ultravioleta, es el ozono (Fernández y Cervantes, 2017).

1.1.10 Tipos de células fotovoltaicas

Según Chavez (2012) plantea que las baterías se clasifican de la siguiente manera:

Silicio Monocristalino:

Se caracteriza por una disposición ordenada y periódica, por lo que tiene una sola orientación cristalina en la que todos los átomos están dispuestos simétricamente. Tiene un color azul intenso y cierto brillo metálico. Consiguieron un rendimiento de laboratorio del 24.0% y un rendimiento directo del 15.0 a 18.0 %.

Silicio Policristalino:

Silicio depositado sobre otro sustrato, de 10 - 30 micras de espesor, con tamaños de grano entre 1 micra y 1 milímetro. Durante el proceso de solicitud, la dirección de alineación cambia de vez en cuando. Su rendimiento en laboratorio es del 19-20% y el rendimiento directo es del 12-14%.

Silicio amorfo:

Que es compuesto de silicio hidrogenado en estado amorfo depositado sobre otra sustancia que cuenta con un espesor de 1 µm. Son de color marrón y gris oscuro. La tecnología de producción de celdas permite células que tienen formas muy delgadas y una producción más sencilla y muy económicas, aunque tienen un rendimiento de laboratorio de promedio del 16% y un rendimiento directo de producción de energía de valores <10%.

Fernández y Cervantes (2017) realizó una comparación de las principales ventajas y desventajas que presentan los tres tipo de celdas fotovoltaicas como se presenta en la siguiente tabla:

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Tabla 1

Comparación de principales ventajas y desventajas de las celdas fotovoltaicas

Tipo de celda	Ventajas	Desventajas
Silicio Monocristalino	• Rendimiento bueno de 14,0% al 16,5%. • Buena relación Wp/m² (~150 WC/m²). • Bordes redondeados en el caso de monocristalino • Número de fabricantes elevado.	• Costo elevado.
Silicio Policristalino	• Celdas de forma cuadrada que permite un mejor funcionamiento de un módulo. • Eficiencia por conversión óptima, con promedio de 100 Wp/m², pero menor que el monocristalino. • Lingote económico para producir las celdas.	• Bajo rendimiento en condiciones de iluminación baja.
Silicio Amorfo	• Celdas de tipo flexibles. • Bajo costo de la producción. • Celdas ligeras.	• Baja eficiencia. • Baja potencia.

Fuente**:** (Fernández & Cervantes, 2017)

1.1.11 Sistemas fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos son un conjunto de células solares o células conectadas en serie y paralelo. Generalmente fabricado en silicio, funciona basándose en el efecto fotoeléctrico, que consiste en absorber fotones del sol para liberar electrones en la batería. Cuando están conectados, crean cargas en ambos lados, generando una corriente eléctrica (Dulau *et al.*, 2014).

El sistema solar es un sistema que obtiene electricidad a partir de energía solar fotovoltaica mediante módulos solares fotovoltaicos. Estos módulos fotovoltaicos consisten en dispositivos semiconductores de tipo diodo que se excitan y producen transiciones electrónicas cuando reciben la radiación solar, creando una diferencia de potencial entre ellos. Conectar estos elementos en serie puede producir un voltaje de CC adecuado para alimentar dispositivos electrónicos o, a mayor escala, la CC generada por los paneles se puede convertir en CA y alimentar a la red (Gonzales *et al.*, 2014).

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

1.1.12 Clasificación de los sistemas fotovoltaicos

Los sistemas de células solares (ISF) se pueden clasificar como funcionalidad prevista de la aplicación. Por tanto, distinguiremos entre aplicaciones independientes y aplicaciones conectadas a la red (Ramirez, 2008).

Gómez (2020) plantea sobre los sistemas fotovoltaico plantea una clasificación que se muestra en la siguiente figura:

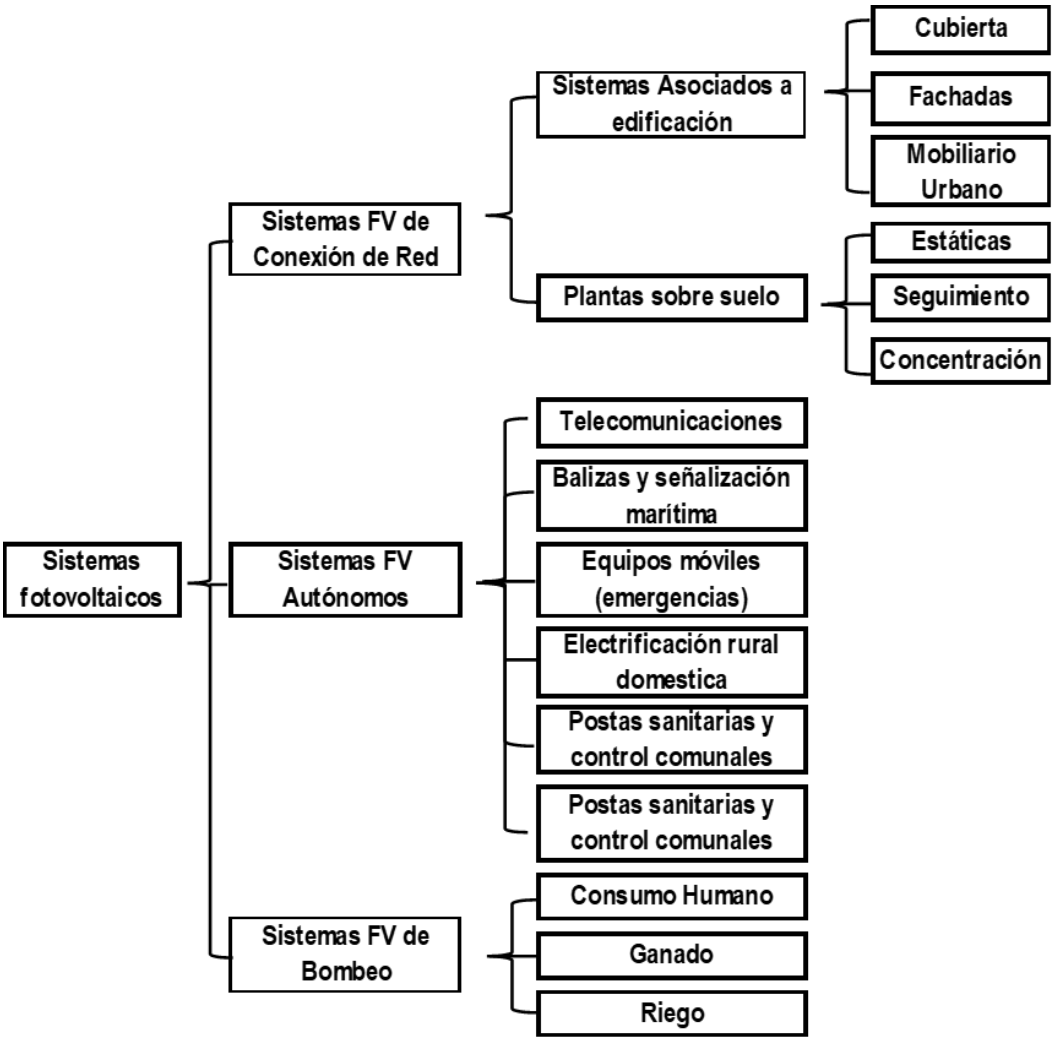


Figura 3. Clasificación de los sistemas fotovoltaicos

Fuente**:** (Gómez, 2020)

1.1.13 Panel solar

Su función principal es utilizar el efecto fotoeléctrico para suministrar energía eléctrica al dispositivo con la luz solar. La estructura de estos paneles fotovoltaicos contiene células solares capaces de producir corriente y voltaje de muy bajos valores,

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

por cuanto para aumentar la intensidad y el voltaje, se conectan varias celdas formando un único sistema. Las celdas solares, o celdas fotovoltaicas, están fabricadas con materiales de tipo semiconductores cristalinos que, debido al efecto fotoeléctrico, generan una corriente eléctrica con valores típicos de decenas de miliamperios por centímetro cuadrado (10 mA - 35 mA) cuando se exponen a la radiación solar. , el voltaje máximo en las celdas de Si es de aproximadamente 0,6 V, mientras que el voltaje máximo en las celdas de GaAs es de 1 V (Romero, 2020).

Son un grupo de células o elementos solares de idénticos parámetros encargados de captar la radiación solar, conectados en serie o paralelo para generar corriente continua (Osinergmin, 2019).

1.1.14 Aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos

Según desarrolló Gómez (2020) a continuación se menciona las aplicaciones practicadas más utilizadas, debido a las permanentes investigaciones realizadas con el propósito de lograr mejorar la industria solar:

a) Sistemas Fotovoltaicos montados en los techos para integración de edificios.

b) Refrigeración y Calefacción.

c) Energía solar para invernaderos.

d) Energía solar para secado de productos agroindustriales.

e) Energía solar para el tratamiento de aguas residuales.

f) Sistemas de riego para cultivos agrícolas.

g) Energía solar para eliminación de salinidad del agua marina.

h) Suministro de energía eléctricas para zonas remotas

i) Aplicaciones espaciales.

La implementación del sistema optoelectrónico requiere primero varios cálculos de tamaño y luego determinar la cantidad de material utilizado para su producción y, por tanto, su coste (Jhoset *et al.*, 2018).

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

1.1.15 Sistemas fotovoltaicos conectados a una red

La aplicación implica el uso de células solares para la generación de electricidad e inyectarla directamente a la red de distribución. Actualmente, las empresas distribuidoras de electricidad en países con esta tecnología están obligadas por ley a comprar la energía que estas plantas solares bombean a sus redes. Los precios de venta de la energía también están fijados por ley para incentivar la producción de energía solar, ya que estas instalaciones pueden tener un periodo de amortización de 7 a 10 años. Este tipo de sistemas de energía solar pueden variar desde instalaciones pequeñas de 1 a 5 kW en nuestras techos, tejados o terrazas, hasta instalaciones de 100 kW en cubiertas de naves industriales o grandes superficies conocidas como centrales eléctricas solares (Gonzales *et al.*, 2014).

1.1.16 Generación distribuida

La producción de electricidad distribuida también denominada como la producción de energía eléctrica que está conectada a los sistemas de distribución de electricidad y se caracteriza por el hecho de que se instala cerca del lugar de consumo. Hoy tenemos un modelo energético que gira en torno a sistemas centralizados de generación eléctrica, donde la electricidad se produce en grandes centrales (térmicas, hidroeléctricas, etc.), la generación distribuida hace entender a un cambio a producir electricidad en pequeñas centrales ubicadas en zonas de alta demanda de generación y consumo. Por tanto, el uso de la generación distribuida de energía en sistemas eléctricos tiene muchas ventajas, que se pueden dividir en: ventajas técnicas, ventajas económicas y ventajas medioambientales (Cóndor, 2020).

La electricidad producida por el sistema conectado a la red se inyectará íntegramente a la red. Al no tener que satisfacer ni garantizar directamente todas las necesidades de consumo, no es necesario que sean dispositivos de almacenamiento de energía. Para que estos sistemas estén correctamente conectados a la red, contienen unidades inversoras que adaptan la electricidad producida por los generadores fotovoltaicos a las condiciones de la red normal. Estos sistemas se pueden dividir en montados en el suelo y montados en edificios. Los sistemas de superficie están diseñados específicamente para producir energía y lograr el rendimiento económico asociado, normalmente superior a 100 kW (Gómez, 2020).

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

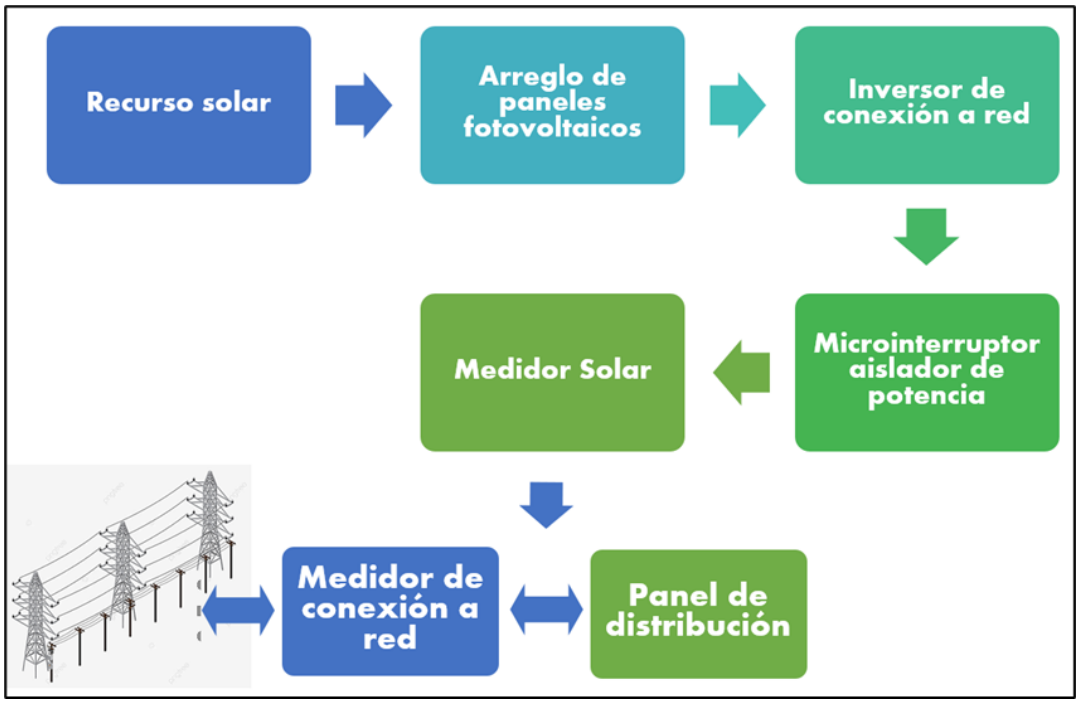


Figura 4. Modelo de un Sistema de Generación Distribuida

Fuente**:** (Gómez, 2020)

Actualmente, la generación distribuida sólo se considera a pequeña escala, y falta normativa nacional e internacional que defina umbrales o referencias mínimas de capacidad que puedan considerarse generación distribuida (a diferencia de las instalaciones convencionales) (Gaitan y Gomez, 2017).

1.1.16.1 Generación distribuida en Perú

Actualmente no existen regulaciones relevantes en el Perú. Tras su aprobación, el MINEM republica el proyecto de reglamento Generación de energía descentralizada, incluidos enfoques originales del Órgano rector. De igual forma, Osinergmin cumple un papel muy importante al ser el responsable de emitir las disposiciones necesarias para la conexión, en caso exista una negativa injustificada por parte de la EDE ante una solicitud de conexión de generación distribuida a la red (Osinergmin, 2018).

1.1.16.2 Microgeneración fotovoltaica

Se trata de un sistema que funciona junto con grandes centrales eléctricas, haciendo que la ciudad sea más autosuficiente y menos dependiente de las grandes fuentes de energía. La microgeneración fotovoltaica consiste en pequeñas fuentes

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

de energía distribuidas por la ciudad que captan energía solar a través de paneles o placas que pueden instalarse en edificios o en determinados elementos públicos como luminarias (Endesa, 2024).

1.1.17 Características de la generación distribuida

Cóndor (2020) menciona que el concepto global de generación distribuida significa que es generación conectada a la red de distribución eléctrica, caracterizándose por estar instalada cerca del lugar de consumo. Sus características generales son las siguientes:

- Reducen las pérdidas de la red al reducir la energía que fluye a través de la red.
- La energía que libera no regresa a la red de transporte.
- Su potencia suele ser inferior a 3 kW, pero la potencia instalada no suele superar los 10 kW.

La generación descentralizada se convertirá en una parte clave de cómo cada usuario de la red utiliza recursos naturales renovables e inagotables, como la energía solar, para generar parte o la totalidad de la energía que consume.

1.1.18 Regulación nacional de la Generación distribuida

La Regulación nacional de la Generación distribuida, mediante las medidas para la promoción de la Generación Distribuida y Cogeneración eficientes presenta en la octava disposición complementaria final que las actividades de generación distribuida y cogeneración interconectadas al SEIN se regirán por las disposiciones que establezca el Reglamento:

- La venta de sus excedentes no contratados de energía al Mercado de Corto Plazo, asignados a los Generadores de mayor Transferencia en dicho mercado.
- El uso de las redes de distribución pagando únicamente el costo incremental incurrido.

Pago por uso de redes de distribución

Según el artículo 6to de este D.L. los Generadores con Recursos Energéticos Renovables (RER) que presenten características de Cogeneración o Generación

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Distribuida, conforme lo estipule el Reglamento, deberán abonar por la utilización de las redes de distribución, siguiendo lo indicado en el inciso b de la Octava Disposición Complementaria Final de la Ley Nº 28832.

Comercialización de energía y potencia generada con RER

El artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1002 establece que la generación de electricidad a partir de Recursos Energéticos Renovables (RER) tiene prioridad en el despacho diario. Para vender total o parcialmente la producción de energía eléctrica, los titulares de las instalaciones deben colocar su energía en el Mercado de Corto Plazo. Además, para fijar la tarifa, el OSINERGMIN realizará los cálculos pertinentes considerando la clasificación de las instalaciones por categorías y grupos, de acuerdo con las características respectivas.

Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica

Esta ley tiene como objetivo perfeccionar las reglas establecidas en la Ley de Concesiones Eléctricas. Busca garantizar la suficiencia de generación eficiente, promover la competencia efectiva en el mercado de generación y asegurar el abastecimiento oportuno y eficiente del suministro eléctrico para el Servicio Público de Electricidad (Ley Nº 28832, 2006) .

Decreto Legislativo N° 1221, que Mejora la Regulación de la Distribución de Electricidad para Promover el Acceso a la Energía Eléctrica en el Perú

Este decreto legislativo modifica varios artículos de la Ley de Concesiones Eléctricas y optimiza la regulación de la distribución de electricidad para fomentar el acceso a la energía eléctrica en el Perú (D.L. N° 1221, 2015).

Promoción de la Generación Distribuida

En el numeral 2.1 del Decreto Legislativo N° 1221 se establece que los usuarios del servicio público de electricidad que posean equipamiento de generación eléctrica renovable no convencional o de cogeneración tienen el derecho de utilizarlos para su propio consumo o inyectar sus excedentes al sistema de distribución, según la potencia máxima establecida para cada tecnología. El numeral 2.2 especifica que las condiciones técnicas, comerciales, de seguridad, regulatorias y la definición de las

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

tecnologías renovables no convencionales para la generación distribuida se establecen en el reglamento específico, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas.

1.1.19 Regulación de la Generación distribuida en los países vecinos

A continuación, se realiza una revisión de la regulación normativa relacionada a la generación distribuida de los países vecinos según como se desarrolla:

Regulación en Chile

En Chile, el 22/10/2014, se aprueba la Ley No. 20.571, que permitiría a los clientes del sistema de distribución de carácter regulado, con métodos de producción de energía renovable no convencional o cogeneración eficiente, para ingresar su excedente y recibir una compensación por dichos aportes. En Chile los proyectos que no inyectan energía a la red se rigen por la norma electrotécnica no. 4, por ejemplo, para consumidores con mayor consumo básico de electricidad. También disponibles como proyectos menores (< 100 kW) para clientes regulados por empresas distribuidoras (Ley N° 20.571 y DS 71/2014 – 103/2016) así como proyectos excedentes inyectados a la red con capacidad superior a 100 kW (DS). 244/2005): pequeña instalación de generación distribuida (PMGD).

Regulación en Brasil

En Brasil, para promover la producción eléctrica compartida, a partir del 17/04/2012, según el Reglamento ANEEL 482/2012, los consumidores brasileños pueden utilizar energías renovables, cogeneración y electricidad para generar su propia electricidad o incluso proporcionar distribución de electricidad a los sistemas de redes locales para abastecerse. exceso de corriente. Este tipo de generación de energía distribuida a pequeña escala se denomina generación de energía distribuida pequeña. También existe la resolución legislativa ANEEL 687, que incluye el concepto de "producción distribuida", caracterizada por la asociación de consumidores en un área de concesión, mediante una empresa o cooperativa propietaria de una unidad consumidora de micro generación distribuida. La producción se produce en un lugar distinto de la unidad de consumo y se compensa el exceso de energía.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Regulación en Bolivia

En Bolivia, el Decreto Supremo No. 4477 - Generación Eléctrica Compartida en Bolivia, 24 de marzo de 2021 Este alcance establece lo dispuesto en este DS de 2 de julio de 2021, que incluye procedimientos técnicos, administrativos y retributivos para que todo boliviano y boliviano instale pequeña energía. Las fábricas tienen en cuenta la mayoría de los recursos renovables al instalar paneles solares en los tejados de las casas. Una actividad importante para la sostenibilidad de la regulación es apoyar la digitalización de los procesos de registro y reporte mensual, lo cual se describe en la resolución regulatoria de la AETN N° 346/2021, que señala que "la recolección y envío de información al organismo regulador de generadores descentralizados". La asistencia técnica incluye la implementación de una aplicación web que permita a las distribuidoras controlar los nuevos usuarios de generación distribuida, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos.

Regulación en Colombia

Colombia aprobó la Resolución Creg030 de 2018, que cubre la autogeneración a pequeña escala hasta 100 kW, los sistemas de energía solar y renovable entre 100 kW y 1 MW, y la generación distribuida, que establece un mecanismo simple y de fácil implementación. brindar a todos los niveles de usuarios, así como a los usuarios comerciales y pequeños industriales, la oportunidad de generar energía para satisfacer sus necesidades y vender el excedente de energía al sistema interconectado. La resolución define las reglas de conexión, comercialización de energía residual y tiempo de respuesta para los procedimientos de conexión de distribuidoras. También establece la obligación de publicar información sobre la disponibilidad de circuitos de conexión, lo que complementa significativamente el marco de la Ley N° 1715 de 2014 sobre recursos energéticos renovables no tradicionales, porque los usuarios que quieran producir electricidad ahora también pueden ahorrar por su cuenta. además de vender energía.

Regulación en Ecuador

En el caso ecuatoriano, en fecha 16/01/2015, en el Registro Oficial No. 418, en su tercer suplemento, se publica la Ley Orgánica de Servicios Públicos de Electricidad. Los artículos 2(5) y (6) prevén el desarrollo de mecanismos para desarrollar políticas

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

de eficiencia energética que promuevan la utilización técnica y económica de los recursos energéticos, en particular los recursos renovables, y promuevan la protección del medio ambiente. A continuación, el artículo 3, apartado 5, define al auto productor como una actividad de producción o comercial en la que la producción de electricidad tiene como objetivo satisfacer las propias necesidades y tiene el potencial de generar un excedente que puede utilizarse en respuesta a la demanda. una corporación que realiza actividades. Sin considerar a la persona natural para este abastecimiento. La norma ecuatoriana presenta algunos vacíos que requieren que se realice una revisión integral del marco regulatorio energético de dicho País.

1.2 Antecedentes

En los estudios de investigación realizados sobre la temática presente, fueron tratados y expuestos que son los siguientes:

Urguiles *et al.* (2022) realizó la investigación publicada en la Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información, planteada con el objetivo de proponer un algoritmo para la identificación dinámica no lineal de fuentes de generación distribuidas distribuida acopladas electrónicamente a Micro-redes una microrred (MRs) eléctricas híbridas en AC/DC (MR). El algoritmo propuesto que aplica herramientas de identificación no lineal de sistemas basadas en NARX para obtener un modelo de la central en estudio. Los resultados obtenidos del modelo son se verificaron observando la respuesta dinámica de las salidas obtenidas (V y e I) obtenidas. La gran similitud entre los datos obtenidos y la aplicación del modelo NARX confirma, que el algoritmo propuesto ayudará en obtenerlo. Se verifica mediante el análisis y simulación digital en Matlab

Montoya *et al.* (2021) realizó la investigación publicada en la Revista Información Tecnológica, en cuyo estudio se tuvo el propósito de Evaluar el impacto de la penetración de la generación distribuida fotovoltaica (GDF) en los costos de distribución y proporcionar a las empresas de distribución herramientas para estimar el impacto de la penetración de GDF a pequeña escala. Para estimar este impacto se utilizó un modelo de red de referencia con el objetivo de estimar cambios de costos y desempeño de la infraestructura tomando en cuenta los cambios tecnológicos debido a la integración de GDF al sistema de distribución. El estudio presenta un sistema real con 1000 transformadores de distribución y 11000 clientes. Se entiende que el costo de inversión en infraestructura mayor se estima en 39.033 millones de pesos colombianos (MCOP), y

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

el costo de mantenimiento en 3020 MCOP. Además, no se observaron cambios significativos en la longitud de la red. El estudio concluyó que la incidencia del GDF en los costos de la red de distribución no es alta.

Blanco (2021) realizó la investigación publicada en la Revista Fuentes el Reventón Energético cuyo estudio se tuvo el propósito de evaluar la cantidad de residuos disponibles se determina realizando un análisis espacial para evaluar el potencial energético eléctrico de la biomasa. Además, se obtuvo un modelo conceptual de la ubicación de la planta de bioenergía y se calculó el potencial energético teórico disponible. Utilizándose el programa HOMER para lograr simular la generación de energía eléctrica, tomando en cuenta el potencial energético determinado de la zona de estudio y determinando sus posibilidades técnicas; sin embargo, resultó que el valor del costo nivelado de generar electricidad a partir de excedentes de biomasa fue mayor. que el valor de la red, por lo que, en las condiciones actuales del mercado energético nicaragüense, no resulta rentable utilizarla para la generación de electricidad.

Yaurivilca (2021) realizó la investigación de tesis sobre el "Micro generación distribuida fotovoltaica para mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico en el alimentador A4401 de la subestación Chupaca-2021", efectuado con el propósito de "mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico en el alimentador A4401 de la subestación Chupaca en el año 2021", llegándose como principal resultado mostraron que con resultados clave que muestran una reducción de las caídas de voltaje para los clientes cercanos a los postes terminales mediante la implementación de un sistema de micro generación descentralizado. También se han mejorado los indicadores del alimentador A4401 SAIFI y SAIDI relacionados con la frecuencia y duración de los cortes de energía durante el día y la continuidad del sistema en caso de relés inesperados y cortocircuitos durante el día. La conclusión más importante muestra que el uso de sistemas fotovoltaicos conectados al sistema de distribución puede mejorar efectivamente la confiabilidad de un sistema eléctrico de suministro A4401 en la subestación Chupaca 2021.

Andrade (2021) realizó la investigación de tesis sobre el "Análisis de la aceptación del uso de energía solar fotovoltaica en la comunidad de la Isla San Cristóbal - Galápagos", efectuado con el propósito de Analizar el nivel de aceptación del uso de energía solar fotovoltaica por parte de la comunidad de la Isla San Cristóbal - Galápagos, llegándose como principal resultado que se concluye que todos los sectores aceptan el uso de energía

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

solar fotovoltaica, sin embargo, por causa de distintos factores socioeconómicos, medioambientales y por la falta de conocimiento; cada sector deberá ser atendido acorde a sus características y necesidades.

Pachar y Qhizhpi (2020) efectuó la investigación de tesis sobre Impacto técnico económico de la generación distribuida solar fotovoltaico en grandes consumidores conectados a la red de distribución, caso estudio: Empresa Graiman, Empresa Continental Tire Andina, desarrollad con el propósito de realizar un análisis tecnoeconómico de la aplicación de la "generación distribuida" en la zona conocida como parque industrial de la ciudad de Cuenca. Este estudio se centra en dos grandes consumidores conocidos como GRAIMAN y Continental Tire Andina. Además de los costos económicos, se tendrán en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación energética del sistema de distribución investigado. La normativa vigente en Ecuador se tomará como referencia para brindar perspectivas de mejorar la posibilidad de instalar sistemas fotovoltaicos de generación distribuida en la ciudad de Cuenca.

Varón (2020) efectuó la investigación de tesis sobre "Contextualización de la generación distribuida de energía eléctrica por sistemas de cogeneración y energías alternativas en Colombia", que plantea el propósito de establecer las relaciones, diferencias, etapas, posiciones o estado actual del conocimiento en el contexto de los sistemas combinados de calor y electricidad colombianos y la generación distribuida de energías alternativas. Los resultados permiten identificar el desarrollo de un marco teórico conducente a la recopilación, análisis de datos y de esta manera concluir que el aporte de la generación distribuida en la universalización y asequibilidad de los servicios energéticos modernos es claro, ya que no sólo se logra a través de grandes Las soluciones tecnológicas que fomentan la innovación y el desarrollo brindan cobertura energética y también pueden aprovechar los recursos naturales existentes. Es discutible que la integración de la generación distribuida de energía renovable y la combinación de calor y electricidad no haya mejorado la sostenibilidad energética del país.

Sálamo (2020) realizó la investigación de tesis sobre la "Generación Eléctrica Renovable mediante tecnología fotovoltaica en edificios y espacios de aparcamiento de los campus de Ciudad Universitaria y Sur de la Universidad Politécnica de Madrid", efectuado con el propósito de Diseñar y analizar el comportamiento de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica, mediante herramientas software de referencia en el sector

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

fotovoltaico, llegándose como principal resultado que habiéndose diseñado y optimizado tres tipos de instalaciones fotovoltaicas: sistemas instalados en cubiertas para el autoconsumo de los respectivos edificios; sistemas instalados en aparcamientos para el autoconsumo de los edificios cercanos, que se definen por el Real Decreto 244 en su artículo 3 como instalación unida a la red interior del consumidor a través de línea directa, y sistemas instalados en los aparcamientos para el suministro de energía a puntos de recarga de vehículos eléctricos.

Ramos (2020) en su artículo de investigación "Generación distribuida: El camino hacia la producción descentralizada de electricidad y pautas para su reglamentación", presentado en la revista Forseti: Revista de Derecho, indica que la generación distribuida no direccionada es incentivada por un gran monto de leyes en establecimientos energéticos contemporáneos, casi en la mayoría de los países de América Latina en que ha prosperado, debido a que produce muchos beneficios importantes para el sistema. Concluye que las vivencias extranjeras indican una correcta distribución en el sistema eléctrico reduciendo perdidas e inversiones.

Romero (2020) realizó la investigación de tesis sobre el "Sistema fotovoltaico autónomo para mayor disponibilidad de energía eléctrica en SENATI", efectuado con el propósito de evaluar los componentes de un sistema solar fotovoltaico se evalúan en función de las características del controlador de generación del panel fotovoltaico, el tipo de batería utilizada y el almacenamiento de energía mediante la conversión de energía de voltaje CC en energía de voltaje CA utilizando un convertidor de energía de voltaje CC. Para diferentes cargas para aumentar la confiabilidad o disponibilidad de suministro de energía eléctrica, el medio ambiente y los talleres del SENATI ubicados en el distrito de Tambo y provincias de Huancayo Junín, el principal resultado es que se puede encontrar que la combinación que permite una mayor disponibilidad de energía es el uso de ondas sinusoidales. Inversor, batería flotante y controlador C20 A. Nuevamente, según los datos obtenidos, la combinación que proporciona menor disponibilidad energética es el uso de un inversor de onda sinusoidal modificada, baterías de gel y un controlador C30.

Gonzales (2020) presento en su artículo sobre el "Marco normativo para la generación distribuida en el Perú", presentado en la revista CITE Energía, mencionando que en el caso peruano, esta normativa no fue aprobada hasta la fecha por lo que resulta importante analizar los aspectos principales de la propuesta del MINEM, en vista de las lecciones

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

aprendidas recogidas en la normativa de diversos países de Latinoamérica, para que de ese modo, se dé el impulso a las energías no convencionales como es el caso de la energía solar. Hablando de nuestro territorio, este cuenta con un gran potencial e iría en constante crecimiento y también sería favorable para nuestro medio ambiente y desarrollo sostenible. Gonzales concluye mencionando que la prosperidad de las energías de origen renovable ha logrado que todos los países especialmente de Latinoamérica, evalúen que marco normativo de Generación distribuida se adaptaría satisfactoriamente a su contexto. En el caso del Perú a través del MINEM, ha publicado el proyecto de Reglamento de Generación Distribuida, para recibir sugerencias de los sectores que se hallan implicados y as se pueda finalizar con un marco regulatorio de la generación distribuida en el Perú.

Cóndor (2020) en su tesis desarrollada sobre la "Generación distribuida con energías renovables en Perú", efectuado con el propósito de "elaborar de forma más genérica una serie de propuestas que guíen y prioricen la generación distribuida, la cual se logrará con la utilización de energías renovables que en consecuencia harán más competitivo el sector energético, también hará posible un crecimiento económico de aspecto sostenible en el Perú". Concluyendo principalmente que, la generación de energías convencionales (centrales eléctricas), se ubican distantes de los propios focos de consumos (zonas urbanas y periféricos), lo que genera pérdidas de un 4% a 19% en el ámbito de transmisión, distribución y robo, lo cual va condicionado por la tensión de la red y las tarifas según región en el país. Todo ello ayuda a que dicha generación distribuida pueda minimizar las pérdidas técnicas por su localización y cercanía a los centros de consumo.

Presicce (2019) realizó el estudio científico presentado en la Revista Vasca de Administración Pública con el propósito del estudio es analizar el estado actual y la evolución de la normativa sobre generación distribuida y autoconsumo en España y compararla con las propuestas regulatorias europeas modeladas en el "Paquete de Invierno" de Energía y Clima. De la investigación se sabe que la UE ya está en el camino hacia una transición energética sostenible y equitativa que favorezca el autoconsumo y la generación distribuida. La normativa española que ha entrado en vigor hasta ahora va en dirección contraria. Sin embargo, la nueva normativa, que actualmente se encuentra en fase de elaboración, ha introducido importantes cambios de rumbo, eliminando regulaciones económicas tributarias y barreras administrativas al autoconsumo. Las ventajas de impulsar un mayor desarrollo de la generación distribuida confirman la necesidad de una legislación española que impulse el autoconsumo.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Ponce (2019) realizó la investigación de tesis sobre el "La energía solar fotovoltaica distribuida y las Smart Grid como modelo para diversificar la matriz energética de Ecuador", efectuado con el propósito de proporcionar y/o presentar un marco teórico sobre el estado actual y futuro de la red, las políticas energéticas utilizadas para promover las fuentes de energía renovables no convencionales y cómo pueden ser aplicadas en escenarios específicos, resultado clave en el caso de Ecuador, según se ha constatado. esa energía solar fotovoltaica ubicada actualmente en el Ecuador. Lo nacional no es competitivo. Se ha propuesto un plan de ajuste económico para trasladar los subsidios de la producción de combustibles fósiles a la energía solar. A través de este programa, además de ahorrarle al gobierno ecuatoriano una cantidad significativa de dinero, la tecnología también puede mejorar la competitividad de la tecnología en el país.

Matos y Vargas (2019) tuvieron como propósito analizar cuál es el impacto del mecanismo de la generación distribuida en el consumidor, que estimula a transformarse en un sujeto operante. Empleando este mecanismo se lograría proveer de energía eléctrica mediante la autoproducción a la vez que la generación distribuida para el autoconsumo perfeccionaría el derecho de los consumidores de tener acceso a lo que es el servicio público de electricidad. El hecho de instalar un panel fotovoltaico transformaría la vida de los pobladores que no contaban con el suministro eléctrico o lo tenían, pero en pésimas condiciones. De esta manera, el derecho a la vida que es un derecho constitucional fundamental también se vería optimizado.

Pazmiño (Pazmiño, 2019) realizó la investigación de tesis sobre el "Evaluación del recurso solar y eólico de la isla baltra y santa cruz frente al consumo de combustibles fósiles", efectuado con el propósito de "evaluar el Recurso Solar y Eólico de las islas tienen un potencial prometedor para la energía renovable. La producción se puede aumentar a mayor escala. Sin embargo, la naturaleza de la tecnología en la mayoría de las fuentes de energía renovables requiere el establecimiento de reservas mínimas confiables. En este caso, un generador diésel debería proporcionar la velocidad y robustez requeridas cuando se requiere una respuesta inmediata. Mantenga su sistema de transmisión actual.

Pérez (2019) realizó la investigación de tesis sobre el "Factibilidad técnica, económica y social de instalaciones eléctricas solar fotovoltaicas para el consumo doméstico de la localidad de "El Vallecito", Cusco", efectuado con el propósito de Evaluar y demostrar la factibilidad técnica, económica y social de la instalación de un sistema fotovoltaico

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

independiente para brindar servicios eléctricos a los habitantes de la ciudad de El Vallecito, Cusco, con los principales resultados obtenidos al caracterizar los componentes que conforman el sistema solar aislado (paneles fotovoltaicos) en software Matlab, convertidores DC/DC, inversores DC/AC y controladores de carga), este proceso puede resultar una herramienta útil para evaluar el comportamiento variable de esta alternativa de electrificación. Factores ambientales externos como temperatura, temperatura de radiación solar y fenómenos atmosféricos. El proceso de caracterización asociado a las simulaciones en Matlab también arrojó resultados confiables respecto a los valores obtenidos en las pruebas de campo, lo que permitió una selección más eficiente de las unidades que se reflejarán durante la operación de la planta de energía solar. La ubicación y sus condiciones atmosféricas y ambientales que determinan su tamaño.

Huanacuni & Mamani (2019) realizo la tesis sobre "Diseño de adecuaciones y mejoramiento de instalaciones interiores de sistema eléctrico de la universidad José Carlos Mariátegui filial – Ilo" efectuado con el propósito de Realizar la adecuación y mejoramiento del Sistema Eléctrico de la Universidad José Carlos Mariátegui - Filial Ilo, mediante el diseño y la ejecución de un expediente técnico, llegándose al resultado de la importancia de planificar ajustes y mejoras es diseñar siempre teniendo en cuenta los estándares de seguridad, accesibilidad y capacidad para que todo el edificio proporcione una fuente confiable de energía eléctrica en la red y los circuitos de su electricidad.

Alvarado (2018) realizó la investigación de tesis sobre el "Diseño y Cálculo de una instalación fotovoltaica aislada", efectuado con el propósito de un sistema de energía solar aislado para proveer de energía eléctrica a un pueblo indígena colombiano en la selva amazónica. Aunque este es el resultado principal y la proximidad del lugar a la línea ecuatorial se considera óptima para la generación de energía solar, los datos de irradiación y los resultados obtenidos indican que otros factores fundamentales influyen en su idoneidad para esta práctica, y se ha demostrado que existen factores. Particularmente en la zona de estudio, la gran cantidad de nubes influye en otras condiciones óptimas a lo largo del año.

Machaca & Coila (2017) realizo la tesis sobre el "Estudio y análisis experimental de la calidad del suministro eléctrico de la universidad nacional del altiplano, utilizando un analizador de redes - 2016" efectuado con el propósito de lograr una calidad energética eficiente, se utilizó un analizador de redes para investigar y analizar experimentalmente

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

la calidad del suministro de la Universidad Nacional del Altiplano. De tal manera llegándose a investigar y analizar experimentalmente la calidad del suministro de la Universidad Nacional del Altiplano, utilizando analizadores de redes para proponer soluciones que optimicen el sistema eléctrico; Los parámetros eléctricos evaluados son. Frecuencia, voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, energía, parpadeo armónico, voltaje y/o corriente. Como parte de la evaluación e investigación conjunta UNA – PUNO para el suministro de seis subestaciones operativas. También se incluye una implementación de filtros pasivos resonantes LC paralelos que pueden compensar la energía reactiva, brindando así una solución a los armónicos existentes en las redes de Ciudad Universitaria. El diseño se realizó según NTCSE y estándares internacionales referidos a lo largo de esta investigación.

Fernández & Cervantes (2017) desarrollo el estudio de investigación de "Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira", efectuado con el propósito de determinar las mejores ubicaciones dentro de la Universidad Tecnológica de Altamira, así como el equipamiento necesario para implementar este sistema, siendo el principal resultado la propuesta del sistema fotovoltaico que consta de una fase de generación y predicción de energía que contribuirá a reducir el consumo eléctrico mensual en la CFE, así como reducir sus pagos.

Gonzales *et al.* (2014) desarrollo el estudio de investigación de "Estudio, Diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragon del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas", ejecutado con el propósito de Analizar, diseñar e implementar un sistema que permita la utilización de la energía solar para suplir una de las necesidades básicas en la Comuna Puerto Roma, de la isla Mondragón, cuyo resultado principal fue que tras el estudio se implementó el sistema de la utilización de la energía solar en una comuna de la localidad y se asesoró a los habitantes sobre el buen uso del sistema diseñado é implementado por nosotros para el beneficio general.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

El mundo actualmente viene soportando muchos inconvenientes o efectos de impactos globales del medio ambiente, llegando inclusive en la actualidad a tomarse a cuerdos de mitigación de los daños ambientales por los representantes de gobiernos, y uno de los mecanismos para mitigar los múltiples impactos ambientales con la implementación de sistemas de generación de tipo renovables, los cuales reducen los impactos comparados con la producción de energía con otros sistemas de tipo convencional, la generación es muy necesaria, pues es necesario suministrar todas las necesidades de carácter energéticas de una instalación. En la región de Puno, ubicada en el sur de Perú, la implementación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red de distribución se enfrenta a diversas problemáticas y desafíos. La variabilidad de los recursos solares debido a las condiciones climáticas y geográficas de la región puede dar lugar a fluctuaciones en la generación de energía solar, lo que afecta la estabilidad de la red eléctrica y la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos. Además, la infraestructura de la red de distribución eléctrica en muchas áreas puede ser antigua o insuficiente para gestionar la integración de sistemas fotovoltaicos, lo que requiere inversiones considerables en mejoras. En un entorno ecológicamente sensible como Puno, es esencial abordar adecuadamente el impacto ambiental de la energía solar y garantizar que las instalaciones respeten el entorno natural y cultural. La integración de energía solar en la red eléctrica existente puede ser complicada, y se requieren sistemas de gestión de la demanda y almacenamiento de energía para equilibrar la oferta y la demanda. Además, la altitud y las condiciones

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

extremas de la región presentan desafíos técnicos adicionales que requieren equipos especializados.

La presencia de numerosas comunidades rurales aisladas en Puno complica aún más la implementación de sistemas fotovoltaicos debido a la falta de infraestructura y acceso limitado a servicios técnicos. Para abordar estas problemáticas, es esencial una planificación cuidadosa, inversión en infraestructura, capacitación y la creación de políticas y regulaciones que fomenten la adopción de sistemas fotovoltaicos conectados a la red en la región. Además, es importante considerar enfoques de desarrollo sostenible y colaboración con las comunidades locales para garantizar un impacto positivo en la región. para nuestra propuesta mediante la utilización de sistemas de energía fotovoltaica y, de otra parte, que la gestión de manera integral de todos los diferentes sistemas energéticos que cubrirán la demanda energética, que pueden ser mejoradas u optimizadas por medio de diferentes modelos que trabajan en pequeñas escalas de tipo temporal y utilizando distintos criterios fundamentalmente el tipo de balance neto que se permita mejorar las condiciones técnicas de continuidad, económicas y ambientales de carácter de gestión organizacional.

La falta de conocimiento y capacitación en tecnología solar entre la población, instaladores y personal técnico también se presenta como un obstáculo. Además, los costos iniciales de inversión en sistemas fotovoltaicos pueden ser prohibitivos para muchas comunidades y hogares en Puno, y la falta de acceso a opciones de financiamiento adecuadas complica aún más la situación. La ausencia de políticas y regulaciones claras y favorables a la generación de energía solar es otro factor que obstaculiza la implementación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

La formulación del problema de investigación requiere de la preparación que requiere del planteamiento de interrogantes como sigue:

¿Cómo plantear un modelo eficiente de gestión de un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la ciudad universitaria de la UNA Puno?

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

2.2.2 Problemas específicos

a. ¿De qué manera se caracterizará el comportamiento de la radiación solar en el campus Universidad Nacional del Altiplano?

b. ¿Cómo utilizar el registro de la demanda de potencia y energía para conocer la capacidad de generación fotovoltaica necesaria en el campus Universidad Nacional del Altiplano?

2.3 Justificación

Hoy en día, las energías renovables a nivel mundial se han convertido en una solución a la crisis energética que está acarreando en todo el mundo por el agotamiento de los recursos fósiles, la contaminación ambiental y el uso excesivo de combustibles fósiles ha ocasionado cambios climáticos que sufre el planeta, cambios que han ocasionado la alteración del medio ambiente a nivel mundial y es por estos cambios que los gobiernos a nivel mundial promueven la mitigación de los efectos de contaminación ambiental, una de estos eventos es el acuerdos de parís en la cual ponen como énfasis la reducción de la contaminación ambiental que es ocasionada en parte por el consumo de los combustibles fósiles e incentivar las nuevas tecnologías que funcionen en base de los recursos renovables con las que cuenta el planeta, por eso muchos gobiernos, empresas, instituciones, academia y gente común están buscando soluciones ante la problemática de la escasez de recursos fósiles y la demanda del consumo de energía eléctrica, viendo como una alternativa viable las generación de energía eléctrica a partir de la energías solar fotovoltaica, recurso que es renovable y no produce efectos contaminantes nivel mundial.

En nuestro país la generación de energía eléctrica por tipo de recurso energético esta dado de la siguiente manera: centrales térmicas las cuales utilizan gas natural de Camisea representan un 42.86% de la energía generada a nivel nacional, centrales hidráulica las cuales representan un 45.22 % de la energía generada a nivel nacional y un 11.93% de otros tipos de generación en la cual se encuentra la energía renovable que representa un 9.84% de la energía generada a nivel nacional y que representa el recurso energético renovable (RER) con la que el Perú cuenta hasta el momento, entre ellas se encuentra los siguientes tipos de energía renovable: energía hidráulica, energía eólica, energía producida del bagazo, energía producida del biogás y la energía solar en esta ultima el

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

país cuenta con un gran potencial de generación es por lo cual la búsqueda de las nuevas tecnologías y conocimientos para la generación de energía solar fotovoltaica.

En nuestra región de puno existen muchas zonas en las cuales el acceso a la energía eléctrica es nula y tomando en consideración que el fluido eléctrico es un elemento esencial para la calidad de vida de la población, es por lo cual este proyecto de investigación se justifica tomando en consideración la investigación en función a la capacidad energética solar fotovoltaico con la que cuenta nuestra universidad nacional del altiplano, los resultados obtenidos ayudaran como base de futuras investigaciones de es te tipo ayudando así en la mejora de nuestra región de puno.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Desarrollar y evaluar un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la ciudad universitaria de la UNA Puno, 2023.

2.4.2 Objetivos específicos

a. Realizar un análisis de variabilidad sobre los datos de la radiación solar en el campus Universidad Nacional del Altiplano.

b. Efectuar un análisis del comportamiento de los factores estacionales de la demanda de energía en el campus Universidad Nacional del Altiplano.

2.5 Hipótesis

La hipótesis empírica o racional que se plantea para el estudio de nivel aplicativo se presenta como sigue:

El desarrollo de un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la ciudad universitaria de la UNA Puno, permitirá determinar la correcta configuración del sistema de generación distribuida.

2.5.1 Hipótesis general

El desarrollo de un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la ciudad 945 universitaria de la UNA Puno, permitirá determinar la correcta configuración del 946 sistema de generación distribuida.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

2.5.2 Hipótesis especificas

Los niveles de radiación solar en la ciudad universitaria, permitirá demostrar la 949 suficiente capacidad de generación para atender la demanda de energía de la UNA 950 Puno. 951

b. Existe un comportamiento estacional respecto a la variable de la demanda de 952 energía de la ciudad universitaria, que permitirá considerar su proyección para la 953 generación fotovoltaica conectada a las redes.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

El trabajo de investigación, se realizará en la Universidad Nacional del Altiplano la cual se encuentra en la ciudad de Puno, la importancia de la investigación se debe al aumento de los costos de las energías convencionales y se propone una propuesta de alternativa de la generación de energías solar fotovoltaica el cual es una energía renovable, el mismo ubicada en el distrito, provincia y región de Puno, Perú. Se encuentra situada en la meseta del altiplano andino, a orillas del lago Titicaca, que es el lago navegable más alto del mundo. Puno se encuentra a una elevación de aproximadamente 3,827 metros sobre el nivel del mar, lo que la convierte en una de las ciudades más altas del Perú y del mundo.

La Universidad Nacional del Altiplano ocupa varios campus y edificios en la ciudad de Puno, donde se imparten una variedad de programas académicos en diversas disciplinas. La ubicación de la universidad en esta región del altiplano andino es estratégica, ya que se encuentra en un entorno geográfico y cultural único, cerca de importantes sitios arqueológicos, paisajes naturales impresionantes y comunidades indígenas que enriquecen la vida académica y la investigación de la institución.

Las coordenadas geográficas de son aproximadamente 15°49'27.05" de latitud sur y 70° 0'58.81" de longitud oeste.

En sistema UTM;

Zona:	19 L
Coordenada Este:	391200.45 m E

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Coordenada Norte: 8250121.45 m S

Figura 5. Ubicación geográfica del estudio

En cuanto a su accesibilidad, Se puede acceder a la ciudad Universitaria de Puno por vía terrestre, vía férrea y vía aérea.

Por vía terrestre, por la ruta Lima – Arequipa – Juliaca - Puno (1335 km).

Por vía aérea, vuelos diarios hacia la ciudad de Juliaca desde la ciudad de Lima de manera directa y con escala en la ciudad de Arequipa.

Por vía férrea, desde Arequipa, hay salidas a la ciudad de Puno (258 km), pasando por Crucero Alto a 4490 m.s.n.m.

3.2 Población

Según lo planteado por Hernández *et al.* (2014), quien define a la población como la totalidad de un fenómeno que se toma en la investigación, dónde la unidad de la población cuenta con una característica en común, la que proporciona datos a una investigación. Por tanto, la población determinada por el área de influencia, se encuentra en la Universidad Nacional del altiplano, también denominada ciudad universitaria.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

3.3 Muestra

Para tomar la muestra de la población para el estudio se efectuará en las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, que cuenta con 02 infraestructuras o pabellones dentro de la Ciudad Universitaria.

3.4 Método de investigación

Según Sánchez y Reyes (2015) el tipo de investigación de la tesis es aplicativa; la Presente investigación describe los conjuntos de componentes que son estudiados, diseñados y explorados para su desarrollo, caracterizándose porque se utilizan conocimientos ya existentes con la finalidad de analizar el problema y dar soluciones.

3.4.1 Diseño de muestreo

En este proyecto de investigación denominado "Evaluación de la implementación de un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la Ciudad Universitaria de la UNA – Puno 2023" se utilizará el método de investigación cuantitativa el cual realiza los estudios que se basan en la medición numérica. Las investigaciones que se realizan con este enfoque utilizan el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confían en la medición numérica, en el conteo y, frecuentemente, en el uso de la estadística, para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población.

3.4.2 Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros

Loa materiales y equipos a utilizarse en esta investigación son: útiles de escritorio, computadora y laptop, impresora, información bibliográfica, internet, equipos móviles.

Los datos para esta investigación fueron recolectados en la ciudad universitaria por medio de su estación meteorología DAVIS INSTRUMENTS la cual se encurta recolectando datos de radiación solar des el 2019 hasta la fecha, así mismo para el desarrollo y evaluación del sistema de generación distribuida se utilizará la base de datos de la NASA.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

3.4.3 Sistema de variables

Tabla 2

Sistema de operacionalización de variables

Variables	Dimensiones (Indicadores)	Tipo de variable	Escala de Medición	Técnica e Instrumento
Radiación solar	Niveles de radiación solar	Numérica / Cuantitativa	Razón	La estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria
Demanda de energía	Energía Activa Global	Numérica / Cuantitativa	Razón	Oficina de OAC UNA Puno.
	Energía Activa Horas Fuera de Punta	Numérica / Cuantitativa	Razón	
Estacionalidad de la demanda	Niveles de estacionalidad de la Demanda de energía	Numérica / Cuantitativa	Razón	Oficina de OAC UNA Puno.
Radiación solar	Niveles de radiación solar	Numérica / Cuantitativa	Razón	Base de datos NASA-SSE Satellite Data
Energía Fotovoltaica	Capacidad de Generación	Numérica / Cuantitativa	Razón	Medición Indirecta
	Voltaje de Generación	Numérica / Cuantitativa	Razón	
	Nivel de tensión	Numérica / Cuantitativa	Razón	

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

Según los objetivos específicos es realizar un análisis de la radiación solar para la generación de energía solar fotovoltaica y de esa manera determinar el potencial energético solar fotovoltaico de la universidad con una propuesta para la captación de energía solar por paneles fotovoltaicos.

La información será recopilada desde la Universidad Nacional del Altiplano por medio de DAVIS INSTRUMENTS, utilizando la radiación solar para el análisis de la generación de energía eléctrica.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis sobre la variabilidad de la radiación solar en el campus universitario.

En la presente sección, se organiza y presenta los resultados del análisis de las medidas de variabilidad o dispersión que permitirá analizar del conjunto de datos, las irregularidades y establecer la medida en que los datos se concentran y dispersan alrededor del valor típico cuanto más concentrados estén los datos alrededor del promedio aritmético, mucho más confianza se tendrá de que este valor caracteriza o representa realmente el conjunto de datos de la estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria UNA Puno, se adjuntan en el anexo 1 del presente trabajo, cuyos resultados estadísticos se presentan en adelante.

Tabla 3

Reporte de Estadística Descriptiva de la variable Radiación Solar

Estadísticos		
N	Radiación Solar Válido	84516
	Perdidos	0
Media		471,1635
Error estándar de la media		1,13120
Mediana		449,0000
Moda		11,00
Desviación estándar		328,85711
Varianza		108146,999
Asimetría		,217
Error estándar de asimetría		,008
Curtosis		-1,129
Error estándar de curtosis		,017
Rango		1490,00
Mínimo		2,00
Máximo		1492,00

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

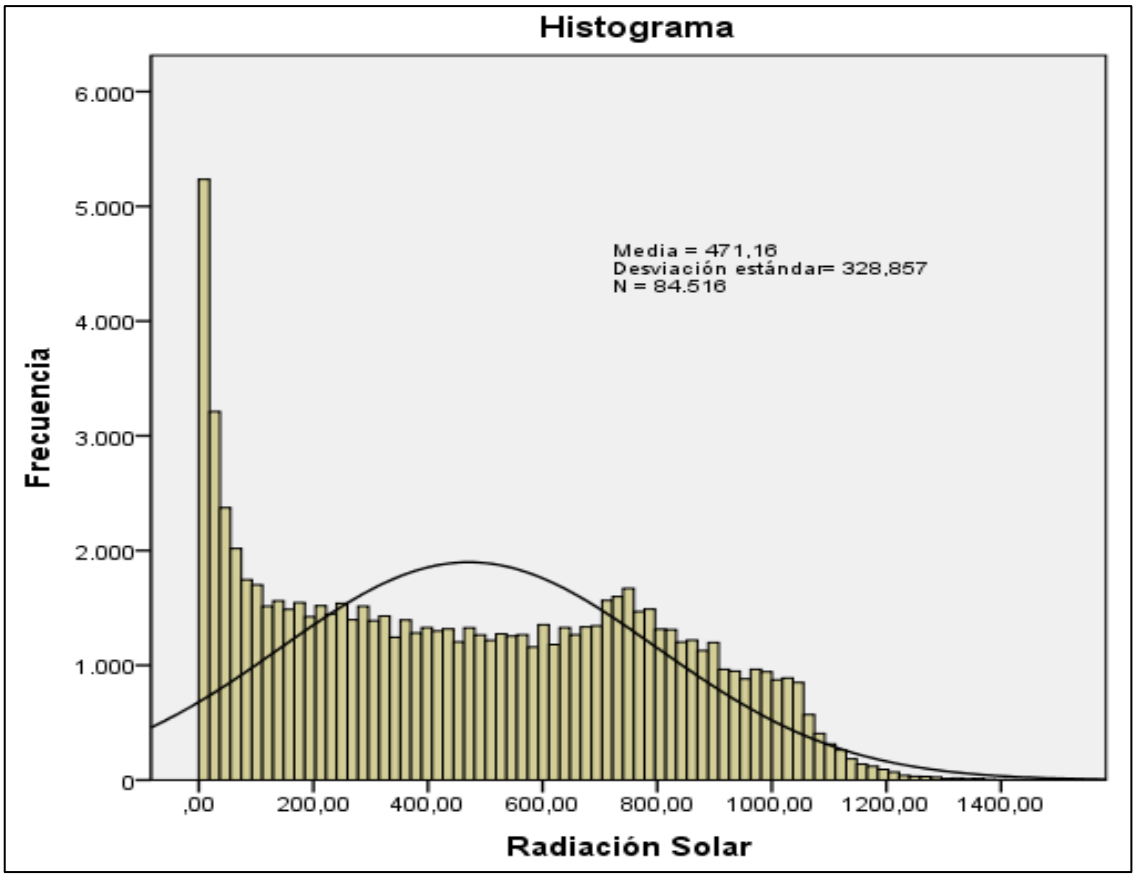


Figura 6. Histograma y curva normal de la variable Radiación Solar

De los datos determinaremos el coeficiente de variabilidad que esta denotado por la ecuación:

$$C_V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \qquad \text{Ec. 3}$$

Donde:

C_V: Coeficiente de variabilidad

σ: Es la desviación típica, y

$\bar{x}$: Es la Media.

Se puede dar en porcentaje calculando:

$$C_V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% \qquad \text{Ec. 4}$$

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

$$C_V = \frac{\sigma}{\bar{x}}\ 100\% = \frac{328.857}{471.1635}\ 100\%=69.8\%$$

Considerado el indicador como de alta variabilidad de la variable radiación solar en la ciudad Universitaria de la ciudad de Puno, según la literatura es considerada así si la variabilidad es mayor al 30%.

Por tanto, según el análisis de los resultados mostrados en la tabla 3 y la evaluación de la hipótesis especifica 1 de acuerdo a la aplicación estadística de la determinación del coeficiente de variabilidad de la variable de la radiación solar, se presentó como índice de variabilidad un valor que asciende a 69.8%, muy superior al 30% planteado en la hipótesis, cuyo resultado significa que al tenerse un índice superior al 30%, la radiación solar tiene un comportamiento de alta variabilidad, lo que no permite tener certeza plena de la contante radiación solar.

4.2 Demanda de potencia y energía de la una puno.

En el presente acápite, se organizan y presentan los resultados del análisis de los datos que fueron sobre la demanda de potencia y energía necesarios para atender los requerimientos energéticos de la ciudad universitaria, así como información de sus demás instalaciones, cuyos reportes fueron adquiridos de fuentes como la empresa concesionaria y la oficina de datos que se presentan en los anexos 2 y 3 del presente estudio.

Tabla 4

Suministros y Potencias contratada de la ciudad universitaria UNA Puno - 2023

Instalaciones	Dirección de suministro	N° suministro	Tensión nominal (kV)	Potencia contratada	%
Estadio Universitario	Av. Sesquicentenario S N	0010063673	10	250.00	19.47%
Ciudad Universitaria	Av. Sesquicentenario 1153 - C	0010108484	10	400.00	31.15%
Hospital Antiguo	Jr. Jorge Basadre S N Ciudad Univ.	0010113230	10	111.70	8.70%
Pabellones nuevos	Jr. Selva Alegre-Lado San	0010173750	10	507.28	39.51%
Edificio 15 Pisos	Ciudad Universitaria S.N.	40113M0141	10	15.00	1.17%
Demanda Ciudad Universitaria				1283.98	100.00%

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

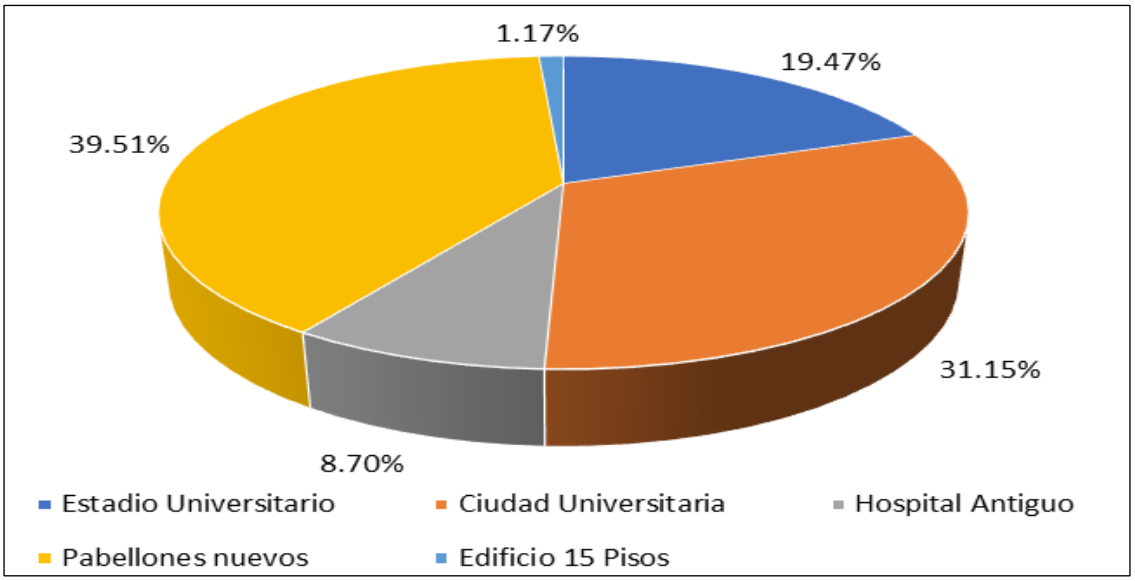


Figura 7. % de Potencias contratada de suministros externos a la ciudad universitaria UNA Puno - 2023

De acuerdo a la tabla 4 y figura 7 arriba presentada, se puede verificar que después del suministro a las nuevas infraestructuras incluida el hospital nuevo con un 39.51% de la potencia contratada que representa el mayor consumo en la ciudad universitaria, seguido del suministro a la mayoría de pabellones con 400 kW de potencia contratada que representa el 31,15%, considerándose que la totalidad de la demanda contratada asciende a 1283.98 kW, representando una cantidad considerable que justificaría evaluar en acogerse a una consideración y negociación como Cliente Libre.

Para complementar y tener conocimiento de la situación del resto de instalaciones universitarias presento un resumen de los suministros y sus respectivas potencias contratadas al 2023.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Tabla 5

Suministros y Potencias contratada de otras instalaciones de la UNA Puno - 2023

Instalaciones	Dirección de suministro	N° suministro	Tensión nominal (kV)	Potencia contratada	%
Planta Bombeo - UNAP	Av. Floral S N	40113M0029	10	50.00	25.64%
Tv Una - Idiomas	Esquina Jr. Grau Con Jr. Conde	0010134913	10	65.00	33.33%
Panificadora	Parque Pino S N	40108M0018	10	25.00	12.82%
Frigorífico UNAP	Av. Sol 329	40113M0036	10	30.00	15.38%
CIP La Raya - Ayaviri	La Raya - Carretera A Cusco Km	30560M0497	22.9	20.00	10.26%
Centro Experim. Illpa	Carretera Puno - Juliaca	40120M0073	22.9	5.00	2.56%
Demanda otras instalaciones UNAP				195.00	100.00 %

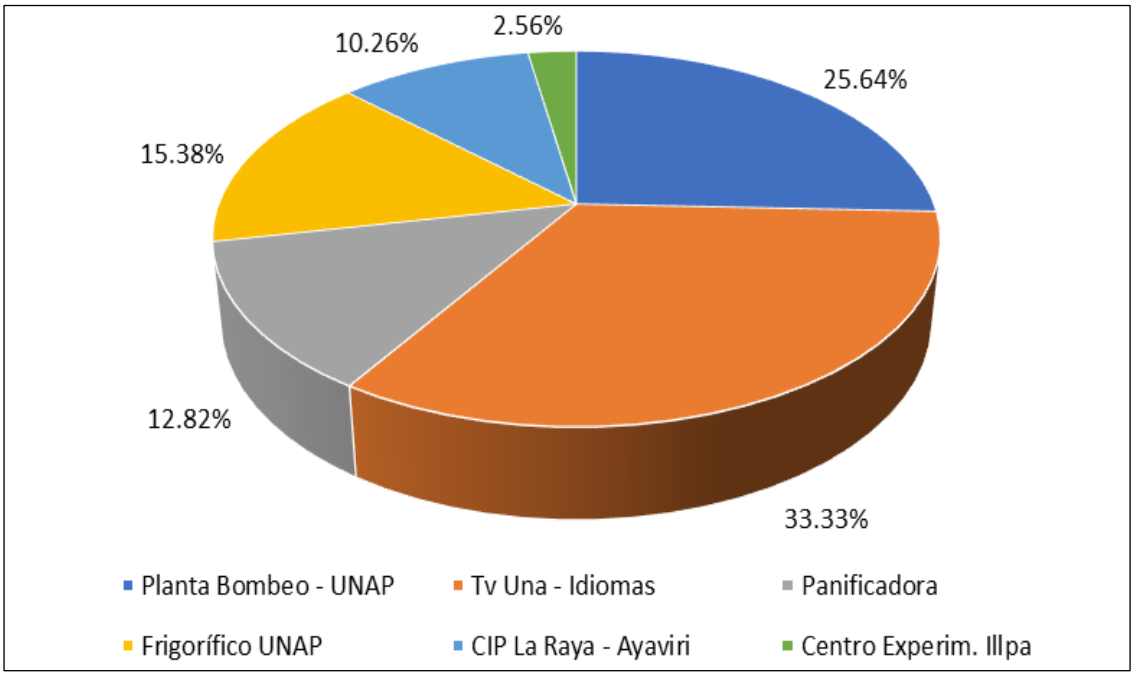


Figura 8. % de Potencias contratada de suministros externos a la ciudad universitaria UNA Puno - 2023

De acuerdo a la tabla 5 y figura 8 arriba presentada, se puede verificar que los suministros con mayores potencias contratadas en el grupo de suministros fuera de la ciudad universitaria, se tiene al Centro de Idiomas compartido con la TV UNA que llega a contratarse el 33.33%, que representa a 65 kW de potencia contratada, seguido de la planta de bombeo de la UNA Puno ubicado en la Avenida Floral, que asciende al 25,64%

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

que representa 50 kW de potencia contratada, esto entendiéndose que la totalidad de la demanda contratada asciende a 195.00 kW, siendo estas instalaciones fuera de la ciudad universitaria, potenciales instalaciones para futuros estudios.

A continuación, generamos el modelo del comportamiento de las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta para poder describir su comportamiento los mismos que se desarrollan en las tablas 6 y 7 mostradas adelante:

Tabla 6

Descripción del Modelo para las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta

Descripción del modelo		
Nombre de modelo		MOD_2
Serie o secuencia	1	Energía Activa
	2	EA Horas Fuera de Punta
Transformación		Ninguna
Diferenciación no estacional		0
Diferenciación estacional		0
Longitud de periodo estacional		12
Etiquetas de eje horizontal		Fecha_
Inicios de intervención		Ninguna
Para cada observación		Valores no unidos
Aplicando las especificaciones de modelo desde MOD_2		

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Tabla 7

Resumen de procesamiento de casos para la aplicación de generación del modelo que permita presentar el comportamiento de las variables

Resumen de procesamiento de casos			
		Energía Activa	EA Horas Fuera de Punta
Longitud de serie o secuencia		48	48
Número de valores perdidos en el gráfico	Perdido por el usuario	0	0
	Perdido por el sistema	0	0

De igual forma se presenta en la figura 9, el comportamiento de las 02 variables que explica el Modelo para las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta.

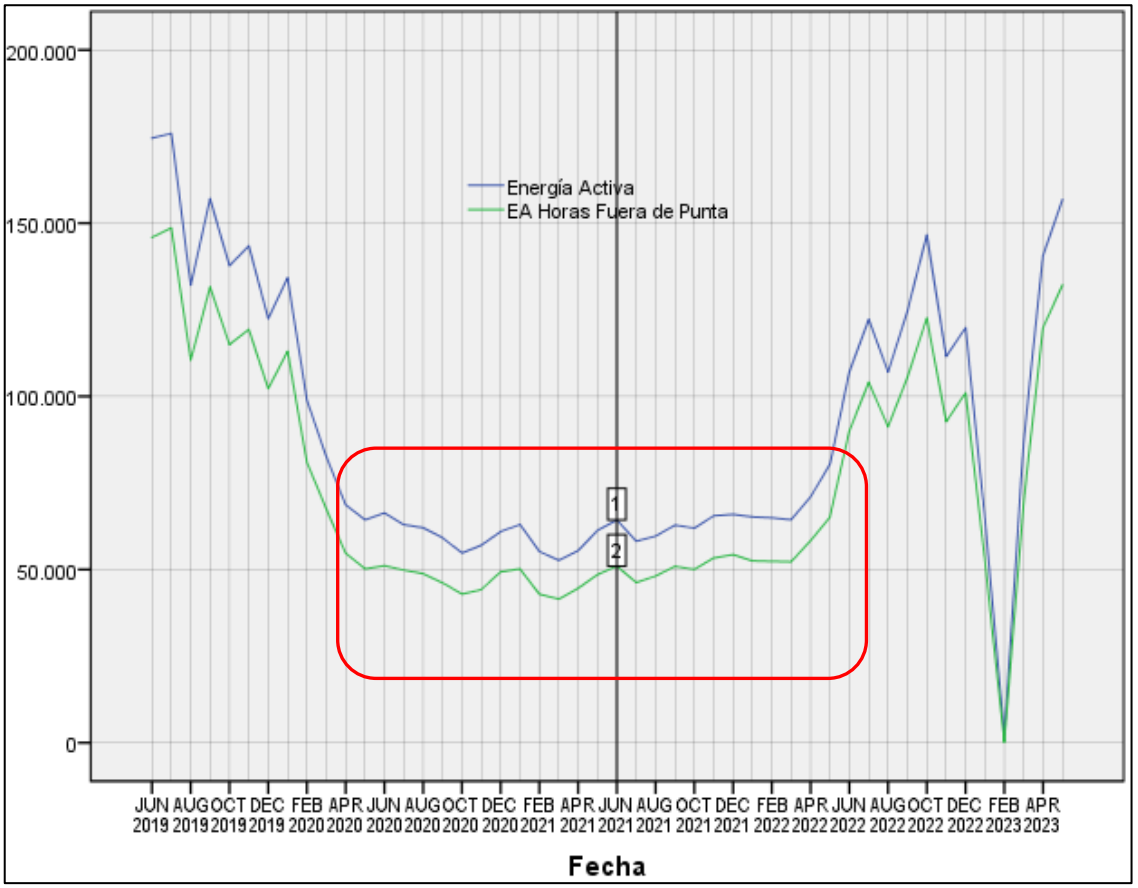


Figura 9. Energía Activa y Energía Activa en horas Fuera de Punta - Suministro Ciudad Universitaria UNAP- 2023

De acuerdo a las tablas 6 y 7 y figura 9 arriba presentada, se puede lograr apreciar que el principal suministro analizado que alimentan a los edificios que albergan a las principales

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

escuelas profesionales además de instalaciones administrativas de la ciudad universitaria, se tiene que como era de esperar en el periodo más crítico o durante el periodo de la pandemia COVID 19, desde el mes de marzo del 2020 hasta el mes de abril del año 2022, se han presentado el consumo y/o demanda de energía más bajo que también nos permite establecer el consumo mínimo para el sistema que permitiría autoabastecer con un suministro de generación renovable a la ciudad universitaria sin necesidad de esperar ser suministrado por parte de la concesionaria, que asciende a 80,909 kWh.

A continuación, para efectos de determinar el comportamiento estacional que por otro lado definirá los meses con mayor o menor consumo energético en el sistema de alimentación a la ciudad universitaria.

Tabla 8

Descripción del Modelo determinación de los factores estacionales de las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta

Descripción del modelo		
Nombre de modelo		MOD_1
Tipo de modelo		Multiplicativo
Nombre de serie	1	Energía Activa
	2	EA Horas Fuera de Punta
Longitud de periodo estacional		12
Método de cálculo de medias móviles		Amplitud igual a la periodicidad y todos los puntos ponderados igualmente
Aplicando las especificaciones de modelo desde MOD_1		

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Tabla 9

Determinación de los factores estacionales de las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta

Factores estacionales		
Nombre de serie	**Período**	**Factor estacional (%)**
Energía Activa	1	110,3
	2	99,1
	3	101,3
	4	105,3
	5	102,2
	6	105,9
	7	105,0
	8	109,9
	9	96,3
	10	85,0
	11	87,8
	12	91,7
EA Horas Fuera de Punta	1	109,3
	2	98,4
	3	102,0
	4	106,2
	5	102,4
	6	106,8
	7	107,4
	8	110,9
	9	95,3
	10	84,8
	11	87,0
	12	89,4

De acuerdo a las tablas 8 y 9 presentados, se puede apreciar que los resultados sobre los factores estacionales de las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta del principal suministro analizado que alimentan a los edificios que albergan a las principales escuelas profesionales además de instalaciones administrativas de la ciudad universitaria, se tiene que los meses de enero y agosto en ambas variables como se requiere aplicar los índices de estacionalidad de mayor ponderación, entendiéndose que dichos meses se presentan menores índices siendo por tanto los mes con menor consumo de energía en la

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

ciudad universitaria, cuyos índices de estacionalidad ascienden alrededor de 110.3% y 109.9% para el consumo general de Energía Activa, del mismo modo con 109.3% y 1010.9% 84.8% para la energía activa en Horas Fuera de Punta, analizado esta variable por ser las horas donde existirá la posibilidad de proyectar el suministro de energía eléctrica con el recurso renovable solar, como alternativa.

Por tanto, en la evaluación de la hipótesis específica 2, de acuerdo a la aplicación estadística de la prueba de determinación de los factores estacionales de las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta, se verifica que si se presentan sus factores estacionales según se muestra en la tabla 9.

4.3 Capacidad generación fotovoltaica en una unidad de suministro del campus de la Universidad Nacional del Altiplano.

En el presente ítem, se organiza y presenta el análisis de los resultados de La capacidad de generación fotovoltaica en una unidad de suministro del campus de la Universidad Nacional Del Altiplano como muestra de la población analizada.

4.3.1 Ubicación proyectada de la Instalación Fotovoltaica

El sistema fotovoltaico proyectado se localizará en una zona adecuada para la utilidad en parte del sistema atendido ubicada en el campus universitario de la ciudad de Puno.

El pabellón proyectado para la instalación comprende una superficie total de 1016 m2 con orientación al Norte de la ciudad lo que favorece la instalación de los módulos Fotovoltaicos al momento considerar su orientación, respecto a la edificación mencionada.

Los módulos serán instalados en la azotea y techo a través de estructuras con disposición fija que tengan una orientación e inclinaciones óptimas. Dicha azotea y techo tienen dos niveles como superficie cubierta total de 1016 m^2 lo que permitirá la instalación de forma correcta del sistema. Es importante indicar sobre la ubicación en coordenadas de georeferencia de la zona de instalaciones que es la siguiente:

- Latitud: -15.825
- Longitud: -70.017

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

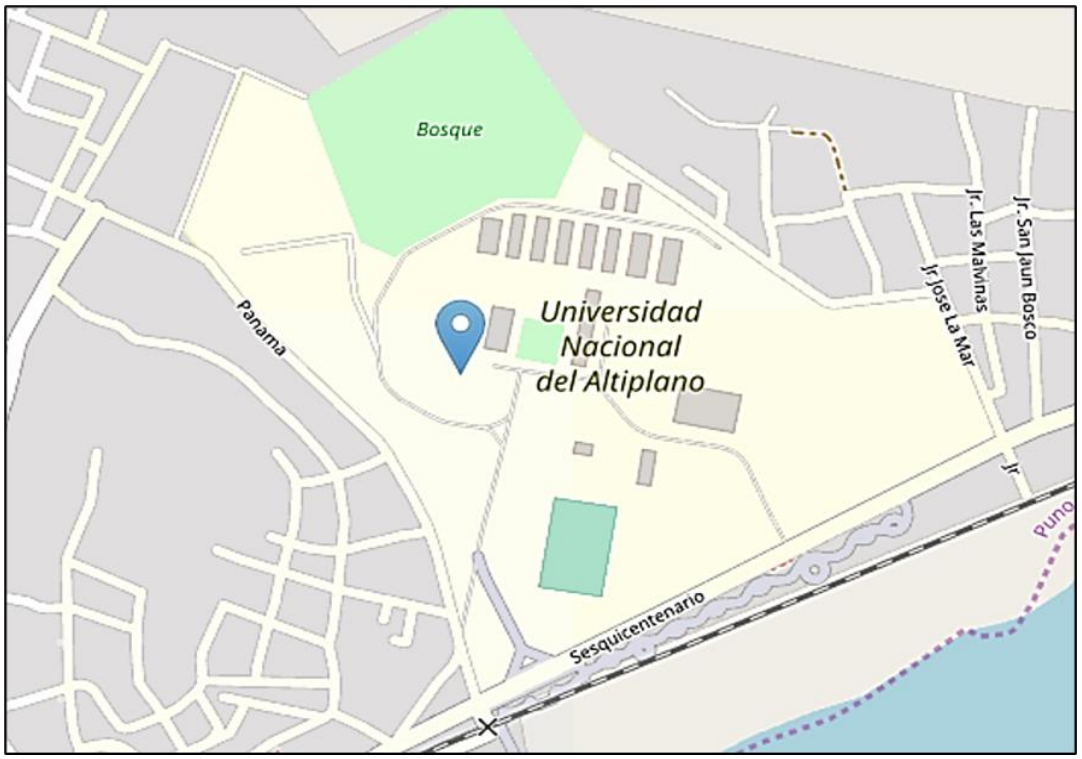


Figura 10. Ubicación geográfica del proyecto

4.3.2 Componentes de la Instalación

La subestación en la cual será conectada el sistema de generación fotovoltaico, tiene las siguientes instalaciones:

Tabla 10

Características de la subestación que contiene el circuito a conectar la generación fotovoltaica

SSEE	Cod. Circuito	Descripción	MD (kW)	Potencia nominal (kVA)
S.E.	CG-1	Parque de Aguas	87.95	320
	CG-2	Parque de Aguas	87.95	
	CG-3	Almacén central UNA	3.05	
		E.P. Administración	12.68	
		E.P. Biología	15.61	
		E.P. Ing. Electrónica	11	
		E.P. Ing. Estadística e Informática	12.5	
		E.P. Ing. Sistemas	11.9	
	CG-4	E.P. Ing. Civil	14.23	
		E.P. Ing. Mecánica Eléctrica	22.99	
	CG-AP	Alumbrado	10	
	CG-Re	Reserva	25	

Fuente: Oficina OAC – UNA Puno

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

En la configuración eléctrica de los sistemas de energía solar fotovoltaica (FV) destinados a conectarse a la red, existen dos enfoques: sistemas flotantes y sistemas aterrizados. Para implementar el sistema de aterrizaje, se conecta un polo del generador FV y las estructuras metálicas de los equipos a la tierra. Este procedimiento previene la creación de diferencias de potencial entre el sistema eléctrico y la tierra física, lo que reduce los riesgos de daño a los equipos debido a fallos, sobretensiones causadas por rayos e interferencias electromagnéticas.

En el diseño de un sistema FV que se conectará a la red eléctrica, es esencial tener en cuenta tanto los objetivos en términos de cantidad y distribución de la electricidad generada, en relación con la carga conectada, como las características específicas del sistema de distribución al que se va a conectar.

4.3.3 Módulos Fotovoltaicos

Se plantean 2 propuestas las misma se presentan en una tabla comparativa según se puede apreciar a continuación:

Tabla 11

Resumen comparativo de los paneles fotovoltaicos

No. de Modelo	**AS-M1443-H(M6)-445**	**AS-M1443-H(M6)-450**	**AS-M1443-H(M6)-455**
Garantía de Producto		15 años	
Características Eléctricas en STC			
Potencia Máxima (Pmax)	445 Wp	450 Wp	455 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	41,05 V	41,32 V	41,51 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	10,84 A	10,89 A	10,96 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	48,8 V	49,05 V	49,35 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	11,3 A	11,37 A	11,44 A
Eficiencia	20,5 %	20,7 %	20,9 %

De las alternativas se selecciona para los cálculos definitivos el panel fotovoltaico modelo AS-M1443-H(M6)-455, para mayor detalle se adjunta su ficha en el anexo 4.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

4.3.4 Interruptor automático diferencial

En nuestra instalación de energía solar fotovoltaica, se incluirá un dispositivo conocido como interruptor automático diferencial, también referido como disyuntor por corriente diferencial o residual. Este dispositivo electromecánico se instala en sistemas de corriente alterna para proteger a las personas contra posibles derivaciones causadas por fallos en el aislamiento entre los conductores activos y la tierra o la carcasa de los equipos. Básicamente, el interruptor diferencial opera con dos bobinas dispuestas en serie en los extremos de la carga, generando campos magnéticos opuestos. Un núcleo o armadura, controlado mecánicamente, puede activar los contactos. Este dispositivo de protección es esencial tanto en entornos domésticos como industriales, ya que trabaja en conjunto con el conductor de tierra para desconectar el circuito en caso de cualquier derivación. Cuando no existe una conexión a tierra o esta no está conectada adecuadamente, el interruptor diferencial se activa si se produce una derivación, por ejemplo, cuando una persona toca partes metálicas y está en contacto con una superficie conductora. Si la corriente supera los 30 miliamperios (mA), esta situación puede ser peligrosa o incluso mortal. Los interruptores diferenciales que protegen hasta 30 miliamperios se denominan de alta sensibilidad.

4.3.5 Medidor Bidireccional

De acuerdo con las normas a establecerse para la conexión de sistemas de energía solar fotovoltaica a la red eléctrica, se establece que se debe utilizar un medidor electrónico multifunción con especificaciones específicas. Este medidor debe ser de 2.5 clases 20 Amperes o 30 clases 200 Amperes, según la carga y el tipo de medición del cliente. Debe ser de 3 fases, 4 hilos, 3 elementos, 120 voltios, con conexión estrella, base tipo "S" y forma 9S o 16S. Además, el medidor debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener una precisión del 0,2%.
- Ser capaz de medir kWh-kW y kVARh inductivos y capacitivos.
- Admitir la medición bidireccional.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

- Contar con un módem interno para la comunicación remota a través de una línea telefónica con una velocidad mínima de 1200 baudios.
- Tener una interfaz de puerto óptico tipo 2 en la parte frontal del medidor, que permita programar, consultar y obtener todos los datos del medidor.
- Ser programable para realizar un restablecimiento de demanda al final de cada mes y estación, conservando las lecturas de tarifas horarias en su memoria para su acceso tanto en pantalla como a través del software.
- Contar con una memoria no volátil para almacenar los datos de programación, configuración y tarifas horarias.
- Tener una pantalla que muestre las tarifas horarias.
- Permitir el restablecimiento de la demanda.
- Ser compatible con computadoras portátiles y ser programable para proporcionar valores relacionados con diferentes tarifas, días, horarios y estaciones, así como el consumo de energía activa y reactiva, y la demanda en intervalos de tiempo específicos.
- Tener un reloj programable basado en la frecuencia de la línea eléctrica o un cristal de cuarzo. Contar con una batería de respaldo con una vida útil mínima de 5 años y capacidad para un mínimo de 30 días continuos o 365 días acumulables.
- Ofrecer la capacidad de colocar el medidor en modo de prueba, ya sea a través de software o hardware, indicando que está funcionando en este modo.
- Incluir una pantalla para mostrar cíclicamente la información en el modo normal, modo alternativo y modo de prueba.
- Garantizar que la interconexión con la red sea segura tanto para los equipos como para las personas en ambos extremos de la conexión. Además, se debe asegurar que esta interconexión no cause perturbaciones en las redes de distribución.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

4.3.6 Cableado

Respecto al cableado del sistema, incluirán tramos tanto de corriente continua como de corriente alterna y estarán dimensionados adecuadamente en relación a la carga y la corriente conectada. Los conductores se eligen considerando las condiciones a las que estarán expuestos, como estabilidad mecánica, resistencia térmica, resistencia a la radiación UV y exposición a ambientes húmedos.

Los conductores utilizados en nuestro sistema FV deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

La tensión de aislamiento no será menor al 125% de la tensión de circuito abierto del generador FV en condiciones estándar de operación, la elección de la temperatura nominal del aislamiento de los conductores se basará en el clima moderado de la ubicación de la instalación, considerando temperaturas del sistema FV que pueden alcanzar hasta 60 °C. Se seguirá el código de colores de la normatividad vigente.

4.3.7 Caja de Conexiones de Continua

Para este proyecto, se empleará una caja de conexiones central adecuada para el propósito, y se dividirá para facilitar la interconexión de cada módulo FV del sistema. La conexión se diseñará para brindar un acceso sencillo tanto para la operación como para el mantenimiento del sistema. Se garantizará que la caja de metal esté conectada al sistema de tierra para evitar diferencias de potencial en ese punto y cumplir con las regulaciones y especificaciones para sistemas FV aterrizados.

La caja de conexiones presentará las siguientes características:

- Contará con barreras de aislamiento entre los polos para evitar cortocircuitos.
- Los conductores de otros sistemas eléctricos no se mezclarán en la misma caja a menos que esté dividida o se realice la interconexión de los sistemas.
- Se conectará a la tierra del sistema FV de manera constante.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

4.3.8 Protecciones del Sistema Fotovoltaico

Las protecciones para este sistema son las requeridas por la concesionaria suministradora de energía, como mínimo necesario para permitir una interconexión segura con el sistema eléctrico nacional, cumpliendo con las normas vigentes.

Desde la perspectiva de su funcionamiento, estas protecciones se clasifican en:

4.3.8.1 Protecciones para el sistema de corriente continua (DC)

a) Subsistema del Generador FV:

Diodos de paso:

Estos diodos se encuentran en los módulos FV y se utilizan para disipar la energía generada por sombras parciales o totales en uno o varios módulos. Son esenciales para evitar daños a los módulos y reducir las pérdidas de potencia debidas al sombreado. En este sistema, el fabricante ya incluye estos diodos.

Diodos de bloqueo:

Estos diodos controlan el flujo de corriente en el sistema FV y son fundamentales para mantener el aislamiento en condiciones normales de operación y en fallas del circuito eléctrico de emergencia. Protegen los módulos contra corriente inversa en caso de falla a tierra en el generador FV, entre otras funciones.

Fusible en serie:

Estos fusibles se utilizan como protección de respaldo contra fallas a tierra en caso de que un diodo de bloqueo esté en cortocircuito. Se instalará fusibles en cada rama sin importar el número de circuitos.

Descargadores de sobretensión:

Estos dispositivos protegen contra sobretensiones en la instalación FV, causadas por fallas internas o factores externos como descargas atmosféricas y transitorios en la red y la carga local.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

4.3.8.2 Protecciones en la sección de continua (Generador - Caja de Continua - Lado DC del Inversor)

Estas protecciones buscan prolongar la vida útil del generador FV y constan de:

Fusible en circuito en serie:

Estos fusibles se utilizan como protección adicional contra fallas a tierra en caso de que un diodo de bloqueo esté en cortocircuito.

Descargadores de sobretensión:

Estos dispositivos se emplean para proteger las barras de unión positivas y negativas de las instalaciones FV y se instalan en zonas de protección contra rayos según las normas IEC 1312-1 e IEC 62305.

Interruptores de corriente continua:

Estos interruptores permiten desconectar segmentos del generador FV para realizar labores de mantenimiento o proteger el sistema contra fallas en sus componentes. Para sistemas con una potencia superior a 2 kWp, se recomienda contar con medios de desconexión para seccionar segmentos cuya tensión de circuito abierto sea inferior a 200 V c.c. y su corriente de cortocircuito no supere los 20 A. Cada equipo tendrá su propio medio de desconexión para aislarlo de otros equipos y de todas las fuentes de energía del sistema. Además, el subsistema de control podrá abrir los interruptores de seccionamiento en caso de detectar una falla en el arreglo FV.

4.3.8.3 Protecciones para el sistema de corriente alterna (AC)

La confiabilidad de nuestro sistema FV al operar de forma segura en paralelo con la red eléctrica de la CFE dependerá en gran medida de las protecciones en la salida del inversor y de la interfaz con la red. El esquema de protección requerido para nuestro SFCR debe considerar las características particulares del uso de un inversor y la capacidad del sistema. Entre las protecciones necesarias para garantizar la seguridad de los equipos y las personas que interactúan con el sistema FV y la red de distribución, se incluyen:

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Disyuntor diferencial:

El sistema FV contará con un interruptor automático diferencial, también conocido como disyuntor por corriente diferencial o residual. Este dispositivo electromecánico se instalará en las instalaciones eléctricas de corriente alterna para proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores activos y la tierra o la masa de los dispositivos. El interruptor diferencial consta de dos bobinas ubicadas en serie con los conductores de alimentación de corriente, que producen campos magnéticos opuestos, y un núcleo o armadura que puede activar contactos mediante un dispositivo mecánico adecuado. Es un dispositivo de protección esencial en todas las instalaciones eléctricas, tanto domésticas como industriales, y funciona en conjunto con el conductor de protección a tierra para desconectar el circuito en caso de cualquier derivación. Si no se dispone de la toma de tierra o no está conectada, el interruptor diferencial se activará cuando ocurra una derivación, por ejemplo, cuando una persona toque las partes metálicas y esté en contacto con un suelo conductor, lo que podría resultar en una descarga eléctrica peligrosa o incluso mortal si la corriente supera ciertos niveles. Los interruptores diferenciales que protegen hasta 30 miliamperios (mA) se denominan de alta sensibilidad.

4.3.9 Dimensionamiento de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red

Iniciamos con la determinación de los parámetros de sitio geográfico de la radiación solar entre otros, el mismo entre otros se pueden utilizar diversos recursos informáticos de información satelital como en el presente caso el aplicativo PVsyst v.7.4, descargado de https://www.pvsyst.com/, como se presenta en la figura a continuación:

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

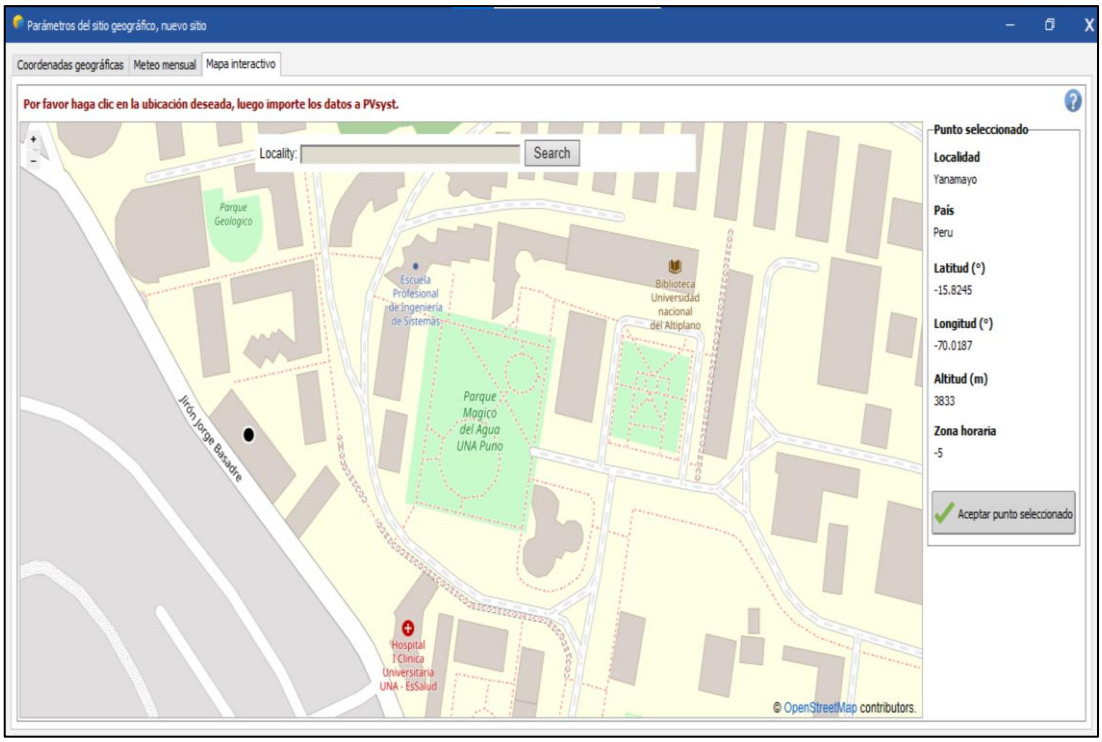


Figura 11. Selección de zona de estudio para determinar parámetros de sitio geográfico de información satelital

Fuente: Software PVsyst v.7.4

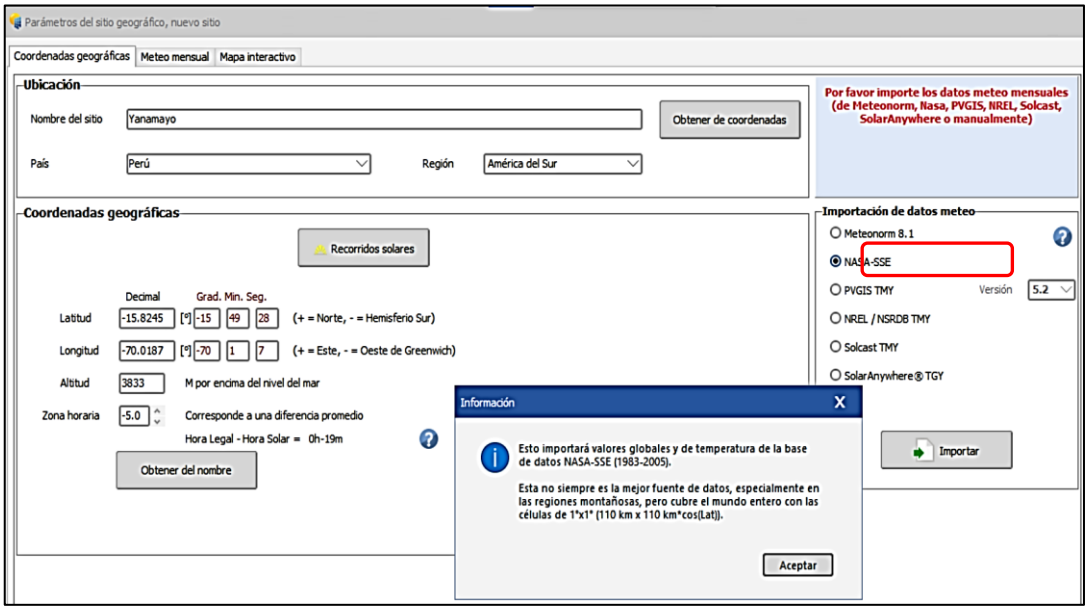


Figura 12. Determinación de los parámetros de sitio geográfico de información satelital A

Fuente**:** Software PVsyst v.7.4

Para determinar de los parámetros de sitio geográfico del PVsyst v.7.4, donde se tiene varias fuentes de información para el presente trabajo se utilizó la fuente de la NASA-

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

SEE, como se muestra en la figura 10, procediéndose a aplicar la opción de importar, obteniéndose los resultados como se presenta en la figura 11 y 12 mostrada a continuación:

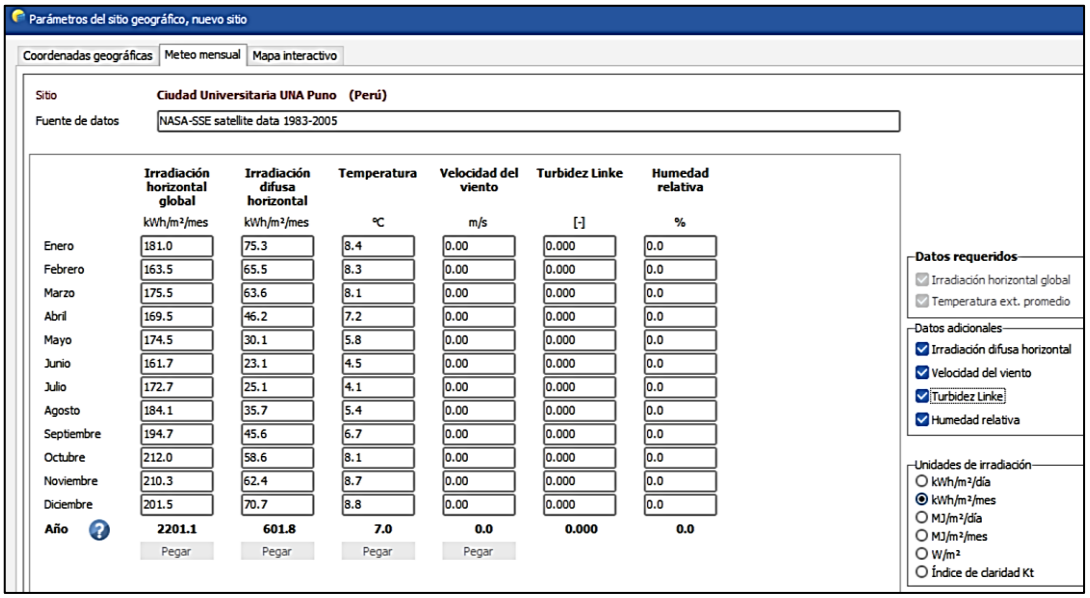


Figura 13. Determinación de los parámetros de sitio geográfico de información satelital B

Fuente**:** Software PVsyst v.7.4

Para la determinación de las características del sistema de generación distribuida de la ciudad Universitaria de la UNA Puno, se realizó tomando en cuenta que para el diseño debemos de considerar como principal criterio para el dimensionamiento, el área disponible para la instalación del sistema fotovoltaico, por lo que la escuela profesional cuenta con o2 edificaciones las mismas pueden ser utilizadas para dicho fin, que aproximadamente es menor a 1000 m^2.

A continuación, se muestran las características de los siguientes elementos:

- **Generador Fotovoltaico y optimizador. - PV module**

Manufacturer	Generic
Model	AS-M1443-H-455 (Original PVsyst database)
Unit Nom. Power	455 Wp
Number of PV modules	360 Units
Nominal (STC)	164 kWp

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Modules	20 string x 18 In series

- **Inversores**

Manufacturer	Generic
Model	AS-IC01-40000-1 (40kW,three-phase with 1 MPPT)

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power	40.0 kWac
Number of inverters	4 units
Total power	160 kWac
Operating voltaje	570-950 V
Pnom ratio (DC:AC)	1.02

Para mayor detalle se adjunta la ficha técnica del inversor AS-IC01-40000-1 (40kw, three-phase with 1 MPPT) seleccionado para el estudio.

Los datos seleccionados de la amplia gama de la base de datos del sistema, se concretó de la siguiente manera:

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

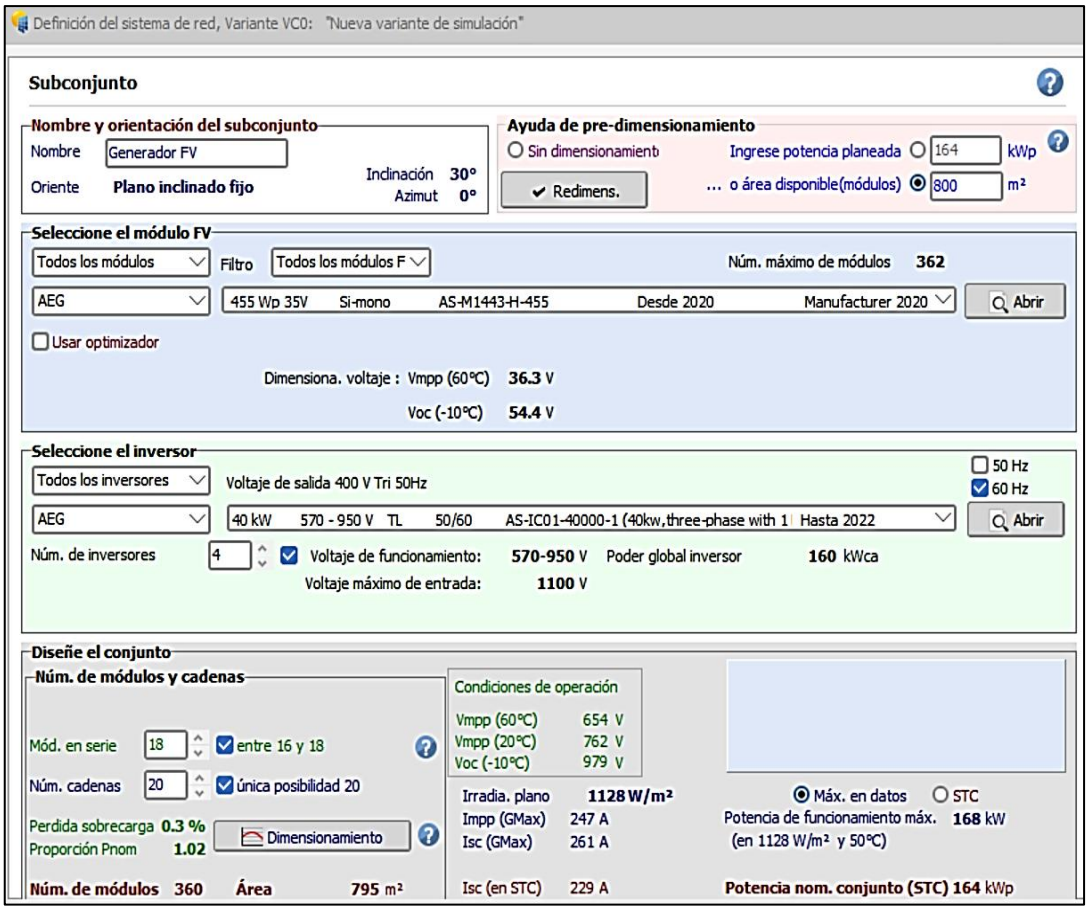


Figura 14. Parámetros de sitio dibujo lineal de horizonte A

Fuente**:** Software PVsyst v.7.4

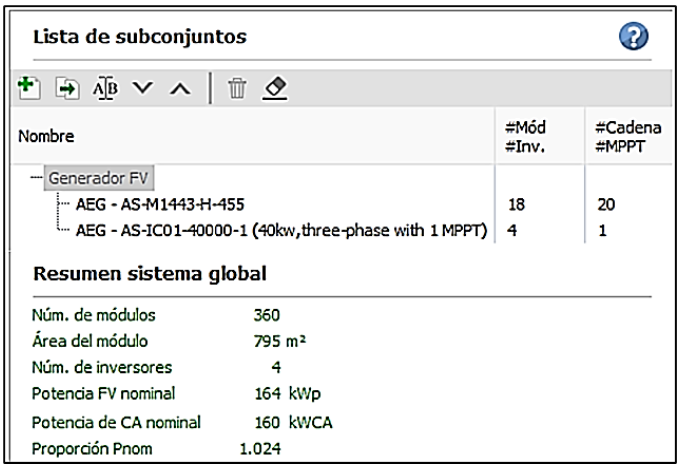


Figura 15. Parámetros de sitio dibujo lineal de horizonte B

Fuente**:** Software PVsyst v.7.4

El diseño se logró concretar el siguiente esquema unifilar que representa al sistema de generación distribuida según se muestra a continuación

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

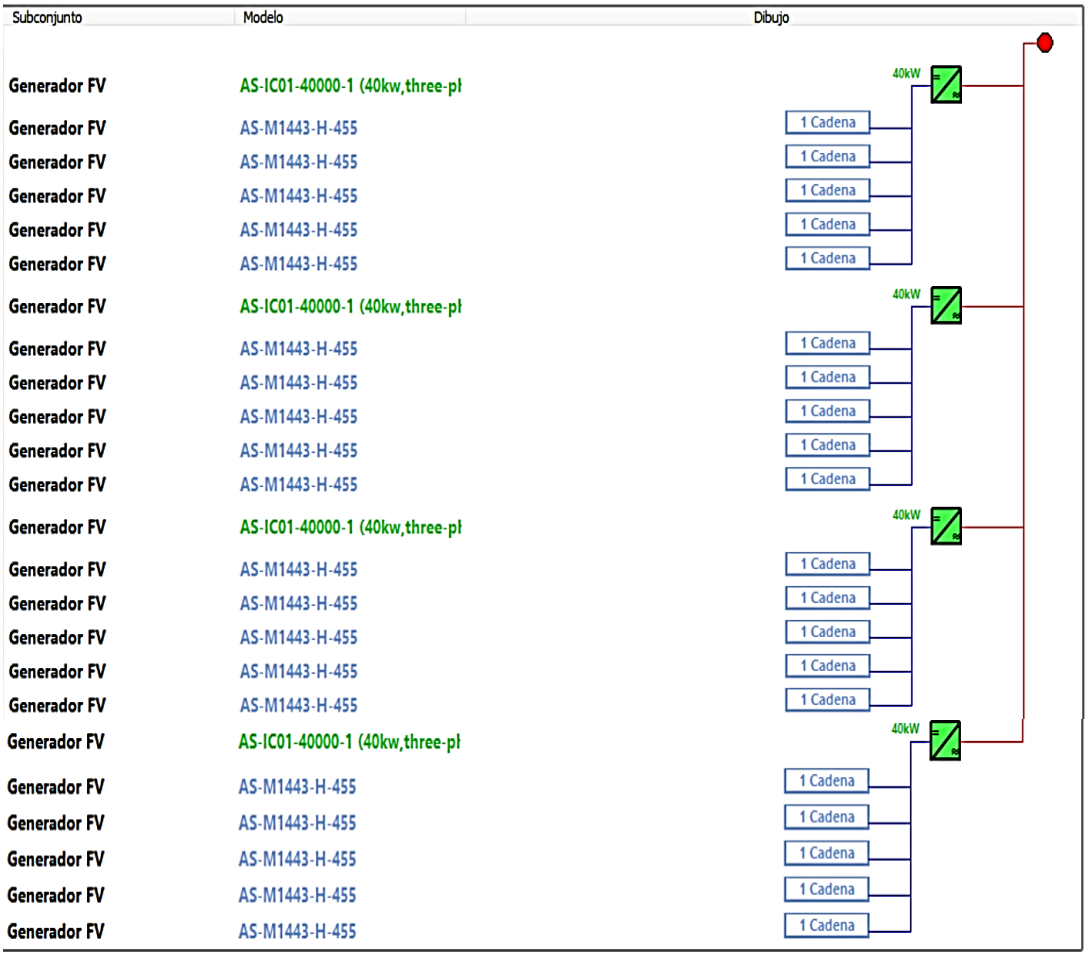


Figura 16. Parámetros de sitio dibujo lineal de horizonte C

Fuente: Software PVsyst v.7.4

A continuación, se presenta el diagrama de perdidas en cada etapa del proceso de generación:

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

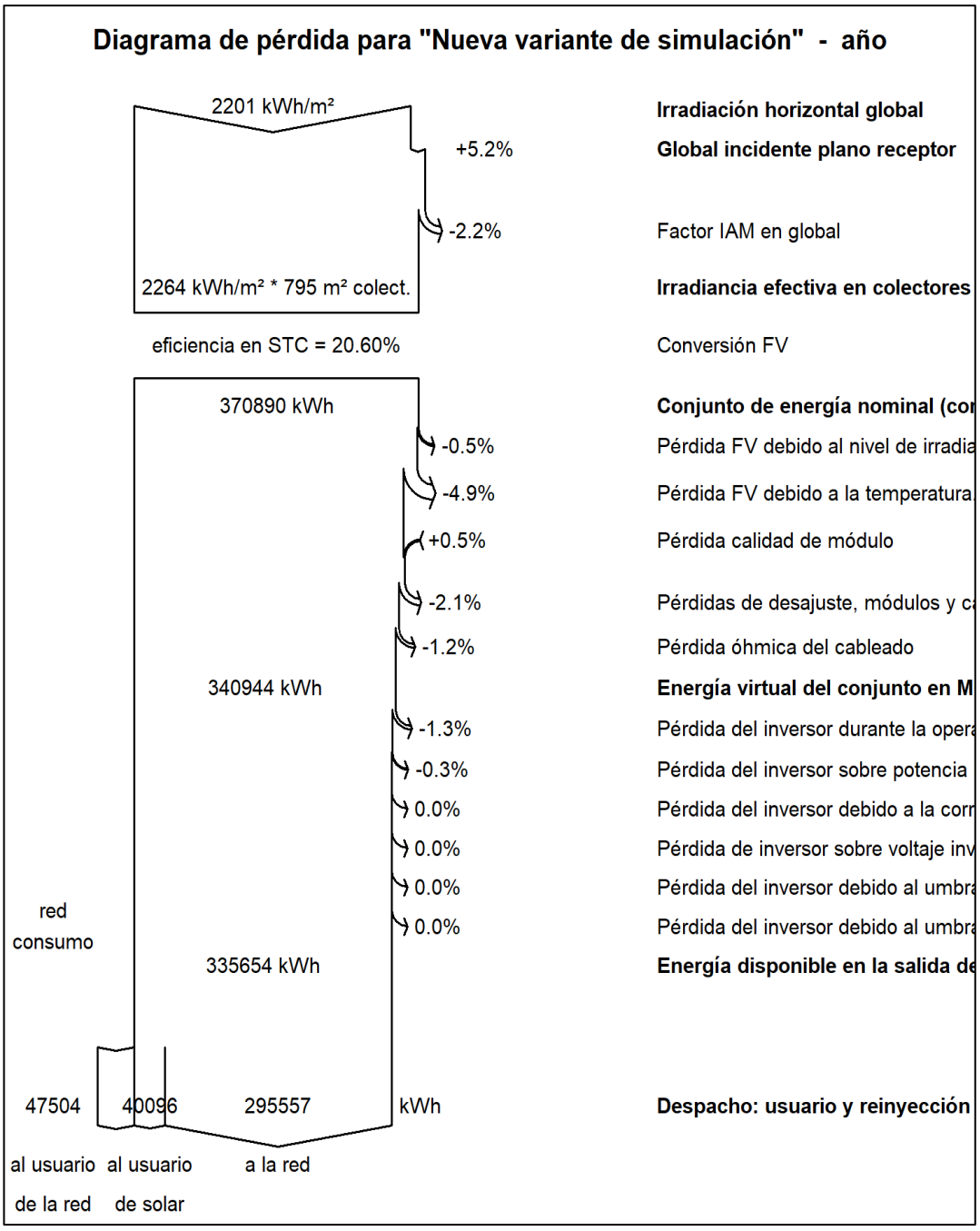


Figura 17. Parámetros de sitio dibujo lineal de horizonte D

Fuente: Software PVsyst v.7.4

A la hipótesis general, de acuerdo a la evaluación y diseño de un sistema de generación distribuida con una capacidad de 370890 kWh, con una efectividad del 79.69% puesto que la energía útil ascenderá a 295557 kWh que no necesariamente es la determinación de la capacidad de generación siendo la demanda muy grande comparada con la factible capacidad de generación en la ciudad universitaria, pero si es necesario una buena configuración para un buen desempeño del sistema de generación distribuida.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

4.3.10 Prueba de Hipótesis Estadística

Para efectuar la prueba de hipótesis general, que consiste en analizar los resultados, según la formuló la hipótesis alterna y la hipótesis nula, según se plantea a continuación:

Hipótesis Estadística Alterna (H_1):

El desarrollo de un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la ciudad universitaria de la UNA Puno, permitirá determinar la correcta configuración y capacidad del sistema de generación distribuida.

$$r_G = (V1 \longleftrightarrow V2) \neq 0$$

Hipótesis Estadística Nula (H_0):

El desarrollo de un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la ciudad universitaria de la UNA Puno, no permitirá determinar la correcta configuración y capacidad del sistema de generación distribuida.

$$r = (V1 \longleftrightarrow V2) = 0$$

A la hipótesis general, de acuerdo al desarrollo y evaluación realizada, se puede determinar que no necesariamente la determinación de la capacidad de generación influirá en la correcta configuración y la capacidad del sistema de generación distribuida, siendo la demanda muy grande comparada con la capacidad de generación de la ciudad universitaria, pero si es correcto que una buena configuración garantizará un buen desempeño del sistema de generación distribuida, las áreas donde se plantea instalar los generadores fotovoltaicos para el sistema de generación distribuida son los techos libres de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la ciudad Universitaria, cuya distribución tentativa se presenta en el anexo 8.

4.4 Discusión de resultados

Apartado destinado para la presentación de la discusión de los resultado del estudio, de acuerdo a la teoría y antecedentes que se presentan en la investigación, los resultados del trabajo presente de acuerdo al desarrollo y evaluación realizada, que se planteó que no necesariamente la determinación de la capacidad de generación influirá en la correcta

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

configuración y la capacidad del sistema de generación distribuida, siendo la demanda muy grande comparada con la capacidad de generación de la ciudad universitaria, pero si es correcto que una buena configuración garantizará un buen desempeño del sistema de generación distribuida. (Matos & Vargas, 2019) en su artículo, empleando este mismo sistema de generación distribuida se lograría también proveer de energía eléctrica mediante la autoproducción a la vez que la generación distribuida para el autoconsumo perfeccionaría el derecho de los consumidores de tener acceso a lo que es el servicio público de electricidad, resultado que como se presenta busca también la evaluación técnica cuyos resultados hallados concuerdan, sin embargo las dimensiones o magnitud de cada proyecto también son muy diferentes a los del presente trabajo de investigación, entendiéndose dichos resultados a la diferencia de realidades de las zonas de intervención.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

CONCLUSIONES

- La variabilidad y/o incertidumbre de los datos de una variable, en este caso sobre la aplicación estadística de la determinación del coeficiente de variabilidad de la variable de la radiación solar, se presentaron como índice que asciende al 69.8%, muy superior al 30% planteado en la hipótesis, representando una alta incertidumbre de la radiación solar que es insumo para la producción de energía en el sistema de generación distribuida, también juega un papel importante en la calidad de energía.

- Los factores estacionales de las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta del principal suministro analizado que alimentan a los edificios que albergan a las principales escuelas profesionales además de instalaciones administrativas de la ciudad universitaria, se tiene que los meses de enero y agosto en ambas variables como se requiere aplicar los índices de estacionalidad de mayor ponderación, entendiéndose que dichos meses se presentan menores índices siendo por tanto los mes con menor consumo de energía en la ciudad universitaria.

- De acuerdo al desarrollo y evaluación realizada, se puede determinar que no necesariamente es necesario la determinación de la capacidad de generación siendo la demanda muy grande comparada con la capacidad de generación de la ciudad universitaria, pero si es correcto que una buena configuración garantizará un buen desempeño del sistema de generación distribuida.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

RECOMENDACIONES

- Las oportunidades y el potencial energético fotovoltaico en la región, hacen de este tipo de estudios representen una oportunidad para desarrollar estudios similares en el futuro a diferentes niveles de formación, inclusive de proyectos de desarrollo.

- Sobre la variabilidad y/o incertidumbre, sobre la aplicación estadística de la determinación del coeficiente de variabilidad de la variable de la radiación solar, se presentaron como índice que asciende al 69.8%, muy superior al 30% planteado en la hipótesis, representando una alta incertidumbre de la radiación solar para la producción de energía en el sistema de generación distribuida.

- Los factores estacionales de las variables Energía Activa y Energía Fuera de Punta del principal suministro analizado que alimentan a los edificios que albergan a las principales escuelas profesionales además de instalaciones administrativas de la ciudad universitaria, se tiene que los meses de enero y agosto en ambas variables como se requiere aplicar los índices de estacionalidad de mayor ponderación, entendiéndose que dichos meses se presentan menores índices siendo por tanto los mes con menor consumo de energía en la ciudad universitaria.

- De acuerdo al desarrollo y evaluación realizada, se puede determinar que no necesariamente es necesario la determinación de la capacidad de generación siendo la demanda muy grande comparada con la capacidad de generación de la ciudad universitaria, pero si es correcto que una buena configuración garantizará un buen desempeño del sistema de generación distribuida.

- Desarrollar la integración curricular de las TIC y la actualización tecnológica, promoviendo la integración de las TIC en el currículo educativo, de manera que se conviertan en una herramienta pedagógica en el desarrollo de las clases y actividades académicas. También mantenerse al día con los avances tecnológicos y las nuevas tendencias en el uso de las TIC en el ámbito educativo, para garantizar que las estrategias utilizadas sean relevantes y efectivas.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, J. (2018). *Diseño y Cálculo de una instalacion fotovoltaica aislada. (Tesis de maestría)*. Universidad Politecnica de Madrid, Madrid, España. Recuperado de https://oa.upm.es/52204/1/PFC_JORGE_ALVARADO_LADRON_DE_GUEVARA.pdf

Andrade, W. R. (2021). *Análisis de la aceptación del uso de energía solar fotovoltaica en la comunidad de la Isla San Cristóbal - Galápagos. (Tesis de grado)*. Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10802/1/202306.pdf

Blanco, N. V. (2021). Generación de energía eléctrica en sistemas de generación distribuida de pequeña escala usando bioenergía en Nicaragua. *Revista Fuentes el Reventón Energético*, *19*(1), 21–31. https://doi.org/10.18273/revfue.v19n1-2021003

Chavez, M. A. (2012). *Proyecto de factibilidad para uso de paneles solares en generacion fotovoltaica de electricidad en el complejo habitacional "San Antonio" de Riobamba. (Tesis de grado)*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2478

Cóndor, H. (2020). *Generación distribuida con energías renovables en Perú. (Tesis de maestría)*. Universidad de Piura, Piura, Perú. Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDEP_b700670e89cc70586be51d933bd6f383

D.L. N° 1221. (2015). *Decreto Legislativo que mejora la regulación de la distribución de electricidad para promover el acceso a la energía eléctrica en el Perú*. Lima: Congreso de la Republica del Perú. Recuperado de https://faolex.fao.org/docs/pdf/per148178.pdf

Dulau, L. I., Abrudean, M., & Bica, D. (2014). Impact of distributed generation upon Reghin ' Lăpuşna Medium Voltage line. *2014 International Symposium on Fundamentals of Electrical Engineering (ISFEE)*, 1–5. IEEE. https://doi.org/10.1109/ISFEE.2014.7050601

Endesa. (2024). *Generación distribuida*. Madrid: Fundación Endesa. Recuperado de https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/generacion-distribuida

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Fernández, L. G., & Cervantes, A. (2017). *Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira. (Tesis de maestría)*. Universidad Tecnologica de Altamira, Altamira, México. Recuperado de https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1004/1927

Gaitan, L. F., & Gomez, J. D. (2017). *Estudio del impacto de la generación distribuida en sistemas de prueba IEEE. (Tesis de grado)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6295/GaitánCubidesLuisFelipe2017.pdf?sequence=1

Galarza, G., Gordillo, C., & Rivera, C. (2012). *Implementación de energía solar y estudio de la energía eólica en puerto Roma. (Tesis de grado)*. Universidad Politecnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2106

Gómez, F. J. (2020). *Diseño y optimización de un sistema híbrido renovable con gestión de la demanda y aplicaciones en Península y modo isla. (Tesis doctoral)* Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España. Recuperado de https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158563/Gómez - DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO RENOVABLE CON GESTIÓN DE LA DEMANDA Y APLICAC....pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gonzales, G., Zambrano, J. C., & Estrada, E. F. (2014). *Estudio, Diseño e implementacion de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragon del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas. (Tesis de grado)*. Universidad Politecnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6553

Gonzales, Z. V. (2020, julio). Marco normativo para la generación distribuida en el Perú. *CITE Energía*, 1–6.

Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de Investigación* (6a ed.). México D.F.: Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. Recuperado de https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2. Hernandez, Fernandez y Baptista-Metodología Investigacion Cientifica 6ta ed.pdf

Huanacuni, N., & Mamani, V. M. (2019). *Diseño de adecuaciones y mejoramiento de instalaciones interiores de sistema eléctrico de la universidad José Carlos Mariátegui filial - Ilo* (Tesis de grado). Universidad José Carlos Mariátegui, Ilo,

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Perú. Recuperado de https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/804?show=full

IRENA. (2020). *Trends in Renewable Energy*. AbuDabi: International Renewable Energy Agency. Recuperado de https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Technologies

Jhoset, C., Milagros, M., Jesus, G., Cabezas, J., & Peñares, F. (2018). Sistemas fotovoltaicos: un análisis de revisión. *Ingenium*, *03*(01). https://doi.org/10.18259/ing.2018007

Ley Nº 28832. (2006). *Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica*. Lima: Congreso de la Republica del Perú. Recuperado de https://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-v3qz6zo6vgznhzz-Ley_Nº_28832,_Ley_para_asegurar_el_desarrollo_eficiente_de_la_generación_eléctrica.pdf

Machaca, J. C., & Coila, bell A. (2017). *Estudio y análisis experimental de la calidad del suministro eléctrico de la universidad nacional del altiplano, utilizando un analizador de redes - 2016* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado de https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/4023

Matos, M., & Vargas, E. E. (2019, octubre). Como Forma De Acceder Al Autoconsumo Eléctrico a pequeña escala. *Revista peruana de energía*, 1–27. Recuperado de https://www.santivanez.com.pe/wp-content/uploads/2019/10/La-generación-distribuida-como-forma-de-acceder-al-autoconsumo-eléctrico-a-pequeña-escala.pdf

Montoya, C. A., López, J. M., & San Román, T. (2021). Estimación del costo de distribución de la energía eléctrica en Colombia considerando generación distribuida fotovoltaica. *Información tecnológica*, *32*(1), 79–88. https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100079

Osinergmin. (2018). *Generación distribuida : marco normativo comparado* (Vol. 11). Lima: OSINERGMIN. Recuperado de https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Electricidad-diciembre-2018-GPAE-OS.pdf

Osinergmin. (2019). Energías Renovables: Experiencia y Perspectivas en la Ruta del Perú Hacia la Transición Energética. En *Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería*.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Pachar, J. X., & Qhizhpi, W. A. (2020). *Impacto técnico económico de la generación distribuida solar fotovoltaico en grandes consumidores conectados a la red de distribución, caso estudio: empresa GRAIMAN, empresa Continental Tire Andina. (Tesis de grado)*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18877/1/UPS-CT008796.pdf

Pazmiño, C. G. (2019). Evaluación del recurso solar y eólico de la isla baltra y santa cruz frente al consumo de combustibles fósiles. (Tesis de maestría). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/21600

Pérez, S. G. (2019). *Factibilidad técnica, económica y social de instalaciones eléctricas solar fotovoltaicas para el consumo doméstico de la localidad de "El Vallecito", Cusco. (Tesis de grado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15352?show=full

Ponce, M. A. (2019). *La energía solar fotovoltaica distribuida y las Smart Grid como modelo para diversificar la matriz energética de Ecuador. (Tesis de doctorado)*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Maponce

Presicce, L. (2019). El periplo de la regulación del autoconsumo enérgetico y generación distribuida en españa: la transición de camino hacia la sostenibilidad. *Revista Vasca de Administración Pública / Herri-Arduralaritzarako Euskal Aldizkaria*, (113), 181–221. https://doi.org/10.47623/ivap-rvap.113.2019.06

Ramirez, C. (2008). *Componentes de una instalación solar fotovoltaica 1*. 24. Recuperado de https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf

Ramos, E. (2020). La generación distribuida: El camino hacia la producción descentralizada de electricidad y pautas para su reglamentación. *Forseti: Revista de Derecho*, *8*(11), 7–35. https://doi.org/10.21678/forseti.v8i11.1255

Romero, V. (2020). *Sistema fotovoltaico autónomo para mayor disponivilidad de energía elétrica en SENATI. (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo, Perú. Recuperado de https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6598?show=full

Sálamo, L. J. (2020). *Generación Eléctrica Renovable mediante tecnología fotovoltaica en edificios y espacios de aparcamiento de los campus de Ciudad Universitaria y*

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Sur de la UPM. (Tesis de maestría). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid, España. Recuperado de https://oa.upm.es/cgi/export/63408/

Sánchez, C. H., & Reyes, M. C. (2015). Metodología y Diseños en la Investigación Científica. En *NBER Working Papers* (5a ed.). Lima: Business Support Anneth,.

Santamaria, G., & Castejon, A. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas (Ciclos Formativos) (Spanish Edition)*. Barcelona: Editorial Editex. Recuperado de https://www.amazon.com/-/es/Germán-Santamaría-Herranz/dp/8497716558

Santos, M. A. (2021). *Análisis de viabilidad técnica y económica de un sistema de microgeneración distribuida fotovoltaica para un edificio multifamiliar en el distrito de Chiclayo Lambayeque. (Tesis de grado)*. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque, Perú. Recuperado de https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9885/Santos_cueva_Marco_Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Urguiles, F., Ortiz, L., & Aguila, A. (2022). Estrategia de identificación no-lineal para Fuentes de Generación Distribuida acopladas electrónicamente a Micro-redes en CA / CC basada en NARX. *RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E48), 576–593. Recuperado de https://pure.ups.edu.ec/es/publications/estrategia-de-identificación-no-lineal-para-fuentes-de-generación

Varón, R. E. (2020). *Contextualización de la generación distribuida de energía eléctrica por sistemas de cogeneración y energías alternativas en Colombia. (Tesis de grado)*. Universidad EAN, Cuenca, Ecuador. Recuperado de https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/9998

Wu, Y., Li, L., Song, Z., & Lin, X. (2019). Risk assessment on offshore photovoltaic power generation projects in China based on a fuzzy analysis framework. *Journal of Cleaner Production*, *215*, 46–62. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.024

Yaurivilca, J. P. (2021). *Microgeneración distribuida fotovoltaica para mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico en el alimentador A4401 de la subestación Chupaca-2021. (Tesis de grado)*. Universidad Continental, Huancayo, Perú. Recuperado de https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10520

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

ANEXOS

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Anexo 1. Muestra de la base de datos de la estación meteorológica Davis Instrument de la ciudad universitaria de la UNA Puno, 2017-2019

Base de datos de Radiación de la estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria UNA Puno

Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index
1/01/2017	05:30:00	11	0	3/01/2018	05:30:00	2	0	1/01/2019	00:00:00	426	3.4
1/01/2017	05:45:00	37	0	3/01/2018	05:45:00	18	0	1/01/2019	08:05:00	461	3.4
1/01/2017	06:00:00	90	0.2	3/01/2018	06:00:00	28	0	1/01/2019	08:10:00	583	4.5
1/01/2017	06:15:00	159	0.7	3/01/2018	06:15:00	50	0	1/01/2019	08:15:00	627	5
1/01/2017	06:30:00	231	1	3/01/2018	06:30:00	80	0.3	1/01/2019	08:20:00	595	4.8
1/01/2017	06:45:00	301	1.5	3/01/2018	06:45:00	191	0.7	1/01/2019	08:25:00	502	4.8
1/01/2017	07:00:00	361	2	3/01/2018	07:00:00	127	0.9	1/01/2019	08:30:00	770	5.8
1/01/2017	07:15:00	426	2.7	3/01/2018	07:15:00	138	1.1	1/01/2019	08:35:00	270	3.8
1/01/2017	07:30:00	489	3.3	3/01/2018	07:30:00	431	1.4	1/01/2019	08:40:00	211	2.9
1/01/2017	07:45:00	547	4	3/01/2018	07:45:00	260	1.3	1/01/2019	08:45:00	188	2.7
1/01/2017	08:00:00	605	4.7	3/01/2018	08:00:00	237	1.6	1/01/2019	08:50:00	220	3
1/01/2017	08:15:00	410	5.5	3/01/2018	08:15:00	336	2.3	1/01/2019	08:55:00	389	4.7
1/01/2017	08:30:00	694	6.3	3/01/2018	08:30:00	317	2.4	1/01/2019	09:00:00	810	7.1
1/01/2017	08:45:00	765	7	3/01/2018	08:45:00	299	1.8	1/01/2019	09:05:00	395	5
1/01/2017	09:00:00	816	7.8	3/01/2018	09:00:00	148	1.3	1/01/2019	09:10:00	622	7.1
1/01/2017	09:15:00	862	8.6	3/01/2018	09:15:00	197	1.3	1/01/2019	09:15:00	797	7.7
1/01/2017	09:30:00	901	9.4	3/01/2018	09:30:00	218	1.8	1/01/2019	09:20:00	931	9.2
1/01/2017	09:45:00	932	10.1	3/01/2018	09:45:00	179	1.8	1/01/2019	09:25:00	906	8.2
1/01/2017	10:00:00	961	10.7	3/01/2018	10:00:00	259	2	1/01/2019	09:30:00	352	6.5
1/01/2017	10:15:00	988	11.2	3/01/2018	10:15:00	266	2.3	1/01/2019	09:35:00	937	10.1
1/01/2017	10:30:00	1014	11.9	3/01/2018	10:30:00	293	2.5	1/01/2019	09:40:00	891	10.1
1/01/2017	10:45:00	1035	12.3	3/01/2018	10:45:00	375	2.8	1/01/2019	09:45:00	380	7
1/01/2017	11:00:00	1051	12.7	3/01/2018	11:00:00	699	6.7	1/01/2019	09:50:00	548	8
1/01/2017	11:15:00	1063	13	3/01/2018	11:15:00	499	6.7	1/01/2019	09:55:00	283	5.3
1/01/2017	11:30:00	1068	13.1	3/01/2018	11:30:00	455	7.3	1/01/2019	10:00:00	907	9.7
1/01/2017	11:45:00	1087	13.3	3/01/2018	11:45:00	455	10	1/01/2019	10:05:00	442	7.6
1/01/2017	12:00:00	973	11.8	3/01/2018	12:00:00	371	4.5	1/01/2019	10:10:00	724	9.4
1/01/2017	12:15:00	929	11.6	3/01/2018	12:15:00	1174	9.3	1/01/2019	10:15:00	793	10
1/01/2017	12:30:00	630	9.7	3/01/2018	12:30:00	374	4.8	1/01/2019	10:20:00	800	10.3
1/01/2017	12:45:00	963	10.9	3/01/2018	12:45:00	318	4	1/01/2019	10:25:00	776	10.3
1/01/2017	13:00:00	726	9.2	3/01/2018	13:00:00	1234	4.4	1/01/2019	10:30:00	748	10.2
1/01/2017	13:15:00	783	9.2	3/01/2018	13:15:00	898	3.2	1/01/2019	10:35:00	668	9.6
1/01/2017	13:30:00	907	10.1	3/01/2018	13:30:00	1059	3.1	1/01/2019	10:40:00	663	9.3
1/01/2017	13:45:00	768	8.4	3/01/2018	13:45:00	1069	2.9	1/01/2019	10:45:00	699	10.1
1/01/2017	14:00:00	607	6.8	3/01/2018	14:00:00	363	3.5	1/01/2019	10:50:00	717	10.3
1/01/2017	14:15:00	642	6.8	3/01/2018	14:15:00	353	4.9	1/01/2019	10:55:00	680	10.3
1/01/2017	14:30:00	479	5.3	3/01/2018	14:30:00	642	5.4	1/01/2019	11:00:00	709	10.6
1/01/2017	14:45:00	518	5.2	3/01/2018	14:45:00	522		1/01/2019	11:05:00	842	11.9
1/01/2017	15:00:00	428	4.2	3/01/2018	15:00:00	411		1/01/2019	11:10:00	982	13.3
1/01/2017	15:15:00	408	3.9	3/01/2018	15:15:00	402		1/01/2019	11:15:00	973	13.6
1/01/2017	15:30:00	372	3.4	3/01/2018	15:30:00	363		1/01/2019	11:20:00	1099	14.9
1/01/2017	15:45:00	429	3.5	3/01/2018	15:45:00	344		1/01/2019	11:25:00	1138	15.3
1/01/2017	16:00:00	357	2.8	3/01/2018	16:00:00	323		1/01/2019	11:30:00	1167	15.5
1/01/2017	16:15:00	311	2.2	3/01/2018	16:15:00	312		1/01/2019	11:35:00	1212	15.9
1/01/2017	16:30:00	189	1.4	3/01/2018	16:30:00	288		1/01/2019	11:40:00	1232	16
1/01/2017	16:45:00	142	1.1	3/01/2018	16:45:00	260		1/01/2019	11:45:00	1219	13.6
1/01/2017	17:00:00	116	0.9	3/01/2018	17:00:00	258	0.7	1/01/2019	11:50:00	1190	15.4
1/01/2017	17:15:00	70	0.6	3/01/2018	17:15:00	198	0.4	1/01/2019	11:55:00	1078	14.6
1/01/2017	17:30:00	59	0.3	3/01/2018	17:30:00	70	0	1/01/2019	12:00:00	1075	14.5
1/01/2017	17:45:00	36	0	3/01/2018	17:45:00	38	0	1/01/2019	12:05:00	1057	14.3
1/01/2017	18:00:00	10	0	3/01/2018	18:00:00	13	0	1/01/2019	12:10:00	1118	14.8
1/01/2017	18:15:00	2	0	3/01/2018	18:15:00	7	0	1/01/2019	12:15:00	1158	15
1/01/2017	6:30 p. m.	0	0	3/01/2017	6:30 p. m.	0	0	1/01/2019	12:20:00	1175	15
2/01/2017	5:15 a. m.	0	0	6/01/2017	5:00 a. m.	0		1/01/2019	12:25:00	1149	14.7
2/01/2017	05:30:00	5	0	6/01/2017	5:15 a. m.	0		1/01/2019	12:30:00	1109	14.1
2/01/2017	05:45:00	32	0	6/01/2018	05:30:00	4		1/01/2019	12:35:00	1105	14.3
2/01/2017	06:00:00	85	0.1	6/01/2018	05:45:00	23		1/01/2019	12:40:00	1100	14.2
2/01/2017	06:15:00	153	0.7	6/01/2018	06:00:00	41		1/01/2019	12:45:00	1111	14.1
2/01/2017	06:30:00	228	1	6/01/2018	06:15:00	62	0	1/01/2019	12:50:00	1075	13.7
2/01/2017	06:45:00	301	1.5	6/01/2018	06:30:00	109	0.1	1/01/2019	12:55:00	1043	13.5
2/01/2017	07:00:00	365	2	6/01/2018	06:45:00	198	0.6	1/01/2019	13:00:00	1056	13.4
2/01/2017	07:15:00	424	2.5	6/01/2018	07:00:00	243	1	1/01/2019	13:05:00	1055	13.1
2/01/2017	07:30:00	483	3.2	6/01/2018	07:15:00	306	1.4	1/01/2019	13:10:00	1060	13
2/01/2017	07:45:00	543	3.8	6/01/2018	07:30:00	360	2	1/01/2019	13:15:00	1035	12.6
2/01/2017	08:00:00	601	4.4	6/01/2018	07:45:00	431	2.6	1/01/2019	13:20:00	1044	12.4
2/01/2017	08:15:00	655	5.2	6/01/2018	08:00:00	325	2.6	1/01/2019	13:25:00	1041	12.1
2/01/2017	08:30:00	708	6.1	6/01/2018	08:15:00	213	2	1/01/2019	13:30:00	932	11.2
2/01/2017	08:45:00	758	6.9	6/01/2018	08:30:00	118	1.1	1/01/2019	13:35:00	1047	10.1
2/01/2017	09:00:00	803	7.7	6/01/2018	08:45:00	155	1.9	1/01/2019	13:40:00	276	4.6
2/01/2017	09:15:00	845	8.4	6/01/2018	09:00:00	529	6.6	1/01/2019	13:45:00	273	4.6
2/01/2017	09:30:00	886	9.2	6/01/2018	09:15:00	383	5.3	1/01/2019	13:50:00	299	4.6
2/01/2017	09:45:00	922	9.9	6/01/2018	09:30:00	619	8	1/01/2019	13:55:00	186	3
2/01/2017	10:00:00	950	10.6	6/01/2018	09:45:00	516	7.2	1/01/2019	14:00:00	128	2.2
2/01/2017	10:15:00	979	11.2	6/01/2018	10:00:00	445	6.3	1/01/2019	14:05:00	98	1.7
2/01/2017	10:30:00	1022	11.9	6/01/2018	10:15:00	545	7.8	1/01/2019	14:10:00	73	1.2

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Base de datos de Radiación de la estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria UNA Puno

Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index
2/01/2017	10:45:00	1048	12.4	6/01/2018	10:30:00	687	9.9	1/01/2019	14:15:00	56	0.5
2/01/2017	11:00:00	1100	12.8	6/01/2018	10:45:00	1041	14.9	1/01/2019	14:20:00	43	0
2/01/2017	11:15:00	1179	13.2	6/01/2018	11:00:00	556	11.4	1/01/2019	14:25:00	37	0
2/01/2017	11:30:00	1104	12.8	6/01/2018	11:15:00	904	12.6	1/01/2019	14:30:00	36	0
2/01/2017	11:45:00	1126	13.1	6/01/2018	11:30:00	699	11.1	1/01/2019	14:35:00	41	0
2/01/2017	12:00:00	1090	13.4	6/01/2018	11:45:00	483	9.4	1/01/2019	14:40:00	47	0
2/01/2017	12:15:00	1065	13	6/01/2018	12:00:00	522	9.8	1/01/2019	14:45:00	52	0
2/01/2017	12:30:00	1040	12.7	6/01/2018	12:15:00	547	8.4	1/01/2019	14:50:00	51	0
2/01/2017	12:45:00	804	10.5	6/01/2018	12:30:00	412	7.3	1/01/2019	14:55:00	49	0
2/01/2017	13:00:00	991	11.3	6/01/2018	12:45:00	278	4.8	1/01/2019	15:00:00	49	0
2/01/2017	13:15:00	981	11.4	6/01/2018	13:00:00	477	8.6	1/01/2019	15:05:00	54	0.1
2/01/2017	13:30:00	946	10.7	6/01/2018	13:15:00	636	11	1/01/2019	15:10:00	61	0.5
2/01/2017	13:45:00	933	10.1	6/01/2018	13:30:00	663	11	1/01/2019	15:15:00	77	0.6
2/01/2017	14:00:00	857	9.2	6/01/2018	13:45:00	904	12.1	1/01/2019	15:20:00	93	0.8
2/01/2017	14:15:00	858	8.2	6/01/2018	14:00:00	875	11.8	1/01/2019	15:25:00	108	0.8
2/01/2017	14:30:00	279	3.6	6/01/2018	14:15:00	446	6.7	1/01/2019	15:30:00	115	0.9
2/01/2017	14:45:00	304	3.3	6/01/2018	14:30:00	179	2.4	1/01/2019	15:35:00	120	0.9
2/01/2017	15:00:00	553	4.7	6/01/2018	14:45:00	113	1.4	1/01/2019	15:40:00	135	0.9
2/01/2017	15:15:00	418	4	6/01/2018	15:00:00	192	2.2	1/01/2019	15:45:00	161	1.1
2/01/2017	15:30:00	496	4.1	6/01/2018	15:15:00	266	2.8	1/01/2019	15:50:00	188	1.2
2/01/2017	15:45:00	441	3.5	6/01/2018	15:30:00	144	1.5	1/01/2019	15:55:00	202	1.2
2/01/2017	16:00:00	443	3.2	6/01/2018	15:45:00	76	0.8	1/01/2019	16:00:00	209	1.3
2/01/2017	16:15:00	218	1.9	6/01/2018	16:00:00	66	0.7	1/01/2019	16:05:00	207	1.2
2/01/2017	16:30:00	125	1.2	6/01/2018	16:15:00	66	0.6	1/01/2019	16:10:00	202	1.2
2/01/2017	16:45:00	114	1	6/01/2018	16:30:00	59	0.3	1/01/2019	16:15:00	196	1.1
2/01/2017	17:00:00	62	0.4	6/01/2018	16:45:00	28	0	1/01/2019	16:20:00	185	1
2/01/2017	17:15:00	27	0	6/01/2018	17:00:00	7	0	1/01/2019	16:25:00	163	0.8
2/01/2017	17:30:00	18	0	6/01/2017	5:15 p. m.	0	0	1/01/2019	16:30:00	131	0.6
2/01/2017	17:45:00	10	0	7/01/2017	5:15 a. m.	0	0	1/01/2019	16:35:00	127	0.6
2/01/2017	18:00:00	5	0	7/01/2017	5:15 a. m.	0	0	1/01/2019	16:40:00	120	0.5
2/01/2017	6:15 p. m.	0	0	7/01/2018	05:30:00	8	0	1/01/2019	16:45:00	97	0.2
3/01/2017	5:15 a. m.	0	0	7/01/2018	05:45:00	16	0	1/01/2019	16:50:00	72	0
3/01/2017	05:30:00	1	0	7/01/2018	06:00:00	27	0	1/01/2019	16:55:00	61	0
3/01/2017	05:45:00	11	0	7/01/2018	06:15:00	37	0	1/01/2019	17:00:00	66	0
3/01/2017	06:00:00	30	0	7/01/2018	06:30:00	55	0	1/01/2019	17:05:00	76	0
3/01/2017	06:15:00	62	0	7/01/2018	06:45:00	68	0.1	1/01/2019	17:10:00	68	0
3/01/2017	06:30:00	191	0.6	7/01/2018	07:00:00	97	0.6	1/01/2019	17:15:00	46	0
3/01/2017	06:45:00	235	0.9	7/01/2018	07:15:00	123	0.8	1/01/2019	17:20:00	33	0
3/01/2017	07:00:00	267	1.3	7/01/2018	07:30:00	137	1	1/01/2019	17:25:00	27	0
3/01/2017	07:15:00	288	1.7	7/01/2018	07:45:00	167	1.4	1/01/2019	17:30:00	24	0
3/01/2017	07:30:00	361	2.3	7/01/2018	08:00:00	196	1.7	1/01/2019	17:35:00	21	0
3/01/2017	07:45:00	486	3.2	7/01/2018	08:15:00	180	1.7	1/01/2019	17:40:00	17	0
3/01/2017	08:00:00	529	3.8	7/01/2018	08:30:00	234	2.3	1/01/2019	17:45:00	16	0
3/01/2017	08:15:00	572	4.3	7/01/2018	08:45:00	266	2.8	1/01/2019	17:50:00	15	0
3/01/2017	08:30:00	622	4.9	7/01/2018	09:00:00	308	3.5	1/01/2019	17:55:00	12	0
3/01/2017	08:45:00	679	5.4	7/01/2018	09:15:00	344	4.1	1/01/2019	18:00:00	8	0
3/01/2017	09:00:00	659	5.7	7/01/2018	09:30:00	368	4.6	1/01/2019	18:05:00	3	0
3/01/2017	09:15:00	645	6.1	7/01/2018	09:45:00	380	4.9	1/01/2018	6:10 p. m.	0	0
3/01/2017	09:30:00	852	7.4	7/01/2018	10:00:00	390	5.2	1/01/2018	9:15 p. m.	0	0
3/01/2017	09:45:00	545	6	7/01/2018	10:15:00	416	5.7	2/01/2018	5:15 a. m.	0	0
3/01/2017	10:00:00	528	5.5	7/01/2018	10:30:00	409	5.7	2/01/2019	05:20:00	8	0
3/01/2017	10:15:00	496	5.8	7/01/2018	10:45:00	349	5	2/01/2019	05:25:00	15	0
3/01/2017	10:30:00	793	8	7/01/2018	11:00:00	391	5.6	2/01/2019	05:30:00	23	0
3/01/2017	10:45:00	583	6.7	7/01/2018	11:15:00	380	5.4	2/01/2019	05:35:00	31	0
3/01/2017	11:00:00	1074	12.2	7/01/2018	11:30:00	352	5.1	2/01/2019	05:40:00	41	0
3/01/2017	11:15:00	1002	11	7/01/2018	11:45:00	225	3.4	2/01/2019	05:45:00	51	0
3/01/2017	11:30:00	1076	12.6	7/01/2018	12:00:00	101	1.6	2/01/2019	05:50:00	61	0
3/01/2017	11:45:00	1046	11.3	7/01/2018	12:15:00	74	1.2	2/01/2019	05:55:00	71	0
3/01/2017	12:00:00	1069	12.2	7/01/2018	12:30:00	40	0	2/01/2019	06:00:00	83	0
3/01/2017	12:15:00	1109	12.9	7/01/2018	12:45:00	71	0.9	2/01/2019	06:05:00	93	0
3/01/2017	12:30:00	670	8.6	7/01/2018	13:00:00	66	0.8	2/01/2019	06:10:00	103	0
3/01/2017	12:45:00	527	7.8	7/01/2018	13:15:00	121	1.7	2/01/2019	06:15:00	115	0
3/01/2017	13:00:00	1047	11.9	7/01/2018	13:30:00	204	2.7	2/01/2019	06:20:00	133	0
3/01/2017	13:15:00	1012	11.6	7/01/2018	13:45:00	236	3.1	2/01/2019	06:25:00	148	0.3
3/01/2017	13:30:00	946	10.9	7/01/2018	14:00:00	254	3.4	2/01/2019	06:30:00	153	0.5
3/01/2017	13:45:00	993	10.5	7/01/2018	14:15:00	311	3.9	2/01/2019	06:35:00	158	0.6
3/01/2017	14:00:00	907	9.7	7/01/2018	14:30:00	546	5.4	2/01/2019	06:40:00	157	0.6
3/01/2017	14:15:00	385	5.5	7/01/2018	14:45:00	753	6	2/01/2019	06:45:00	157	0.7
3/01/2017	14:30:00	545	6.2	7/01/2018	15:00:00	376	3.3	2/01/2019	06:50:00	153	0.8
3/01/2017	14:45:00	544	5.5	7/01/2018	15:15:00	289	2.7	2/01/2019	06:55:00	155	0.8
3/01/2017	15:00:00	806	6.9	7/01/2018	15:30:00	236	2.3	2/01/2019	07:00:00	162	0.9
3/01/2017	15:15:00	761	6.2	7/01/2018	15:45:00	242	2.1	2/01/2019	07:05:00	179	1.1
3/01/2017	15:30:00	685	5.5	7/01/2018	16:00:00	131	1.4	2/01/2019	07:10:00	215	1.3
3/01/2017	15:45:00	602	4.6	7/01/2018	16:15:00	141	1.1	2/01/2019	07:15:00	240	1.4
3/01/2017	16:00:00	549	3.7	7/01/2018	16:30:00	116	0.7	2/01/2019	07:20:00	274	1.6

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Base de datos de Radiación de la estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria UNA Puno

Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index
5/01/2017	07:30:00	455	3.1	9/01/2018	08:30:00	677	6.1	2/01/2019	13:40:00	1011	10.3
5/01/2017	07:45:00	514	3.7	9/01/2018	08:45:00	791	7.4	2/01/2019	13:45:00	1035	8.8
5/01/2017	08:00:00	572	4.5	9/01/2018	09:00:00	829	8.4	2/01/2019	13:50:00	963	10.2
5/01/2017	08:15:00	620	5.1	9/01/2018	09:15:00	901	9.5	2/01/2019	13:55:00	976	9.8
5/01/2017	08:30:00	676	5.9	9/01/2018	09:30:00	526	8.4	2/01/2019	14:00:00	954	8.8
5/01/2017	08:45:00	726	6.7	9/01/2018	09:45:00	1092	11.4	2/01/2019	14:05:00	517	6.7
5/01/2017	09:00:00	776	7.5	9/01/2018	10:00:00	1001	11.1	2/01/2019	14:10:00	332	4.7
5/01/2017	09:15:00	824	8.3	9/01/2018	10:15:00	414	8.3	2/01/2019	14:15:00	269	4
5/01/2017	09:30:00	868	9.1	9/01/2018	10:30:00	802	10.7	2/01/2019	14:20:00	230	3.5
5/01/2017	09:45:00	905	9.8	9/01/2018	10:45:00	904	12.4	2/01/2019	14:25:00	209	3.2
5/01/2017	10:00:00	936	10.6	9/01/2018	11:00:00	691	12	2/01/2019	14:30:00	172	2.6
5/01/2017	10:15:00	970	11.2	9/01/2018	11:15:00	1116	15.2	2/01/2019	14:35:00	118	1.8
5/01/2017	10:30:00	994	11.8	9/01/2018	11:30:00	1102	16	2/01/2019	14:40:00	84	1.3
5/01/2017	10:45:00	1015	12.3	9/01/2018	11:45:00	1161	16	2/01/2019	14:45:00	74	1
5/01/2017	11:00:00	1042	12.7	9/01/2018	12:00:00	1147	13.5	2/01/2019	14:50:00	72	0.9
5/01/2017	11:15:00	1047	13.1	9/01/2018	12:15:00	561	10.9	2/01/2019	14:55:00	78	0.9
5/01/2017	11:30:00	1068	13.4	9/01/2018	12:30:00	937	13.1	2/01/2019	15:00:00	78	0.8
5/01/2017	11:45:00	1076	13.6	9/01/2018	12:45:00	1017	14.5	2/01/2019	15:05:00	72	0.7
5/01/2017	12:00:00	1058	13.2	9/01/2018	13:00:00	966	12.6	2/01/2019	15:10:00	67	0.6
5/01/2017	12:15:00	416	9.3	9/01/2018	13:15:00	441	7.5	2/01/2019	15:15:00	69	0.6
5/01/2017	12:30:00	1032	12.6	9/01/2018	13:30:00	973	10.9	2/01/2019	15:20:00	68	0.6
5/01/2017	12:45:00	854	10.7	9/01/2018	13:45:00	430	6.1	2/01/2019	15:25:00	54	0.3
5/01/2017	13:00:00	607	8	9/01/2018	14:00:00	265	5.2	2/01/2019	15:30:00	30	0
5/01/2017	13:15:00	454	6.3	9/01/2018	14:15:00	481	6.6	2/01/2019	15:35:00	28	0
5/01/2017	13:30:00	531	6.9	9/01/2018	14:30:00	316	4.3	2/01/2019	15:40:00	31	0
5/01/2017	13:45:00	951	10.1	9/01/2018	14:45:00	420	4.8	2/01/2019	15:45:00	32	0
5/01/2017	14:00:00	995	10.3	9/01/2018	15:00:00	537	5.1	2/01/2019	15:50:00	28	0
5/01/2017	14:15:00	839	8.7	9/01/2018	15:15:00	601	4.9	2/01/2019	15:55:00	26	0
5/01/2017	14:30:00	872	8.5	9/01/2018	15:30:00	580	4.2	2/01/2019	16:00:00	22	0
5/01/2017	14:45:00	797	7.5	9/01/2018	15:45:00	474	3.1	2/01/2019	16:05:00	20	0
5/01/2017	15:00:00	707	6.4	9/01/2018	16:00:00	432	2.5	2/01/2019	16:10:00	16	0
5/01/2017	15:15:00	330	3.2	9/01/2018	16:15:00	340	1.4	2/01/2019	16:15:00	13	0
5/01/2017	15:30:00	67	1.3	9/01/2018	16:30:00	332	1	2/01/2019	16:20:00	11	0
5/01/2017	15:45:00	76	1.1	9/01/2018	16:45:00	234	0.7	2/01/2019	16:25:00	9	0
5/01/2017	16:00:00	69	0.7	9/01/2018	17:00:00	136	0.2	2/01/2019	16:30:00	12	0
5/01/2017	16:15:00	55	0.3	9/01/2018	17:15:00	77	0	2/01/2019	16:35:00	16	0
5/01/2017	16:30:00	26	0	9/01/2018	17:30:00	49	0	2/01/2019	16:40:00	22	0
5/01/2017	16:45:00	6	0	9/01/2018	17:45:00	26	0	2/01/2019	16:45:00	28	0
5/01/2017	5:00 p. m.	0	0	9/01/2018	18:00:00	6	0	2/01/2019	16:50:00	28	0
6/01/2017	5:15 a. m.	0	0	9/01/2017	6:15 p. m.	0	0	2/01/2019	16:55:00	27	0
6/01/2017	05:30:00	5	0	10/01/2017	5:00 a. m.	0	0	2/01/2019	17:00:00	26	0
6/01/2017	05:45:00	25	0	10/01/2017	5:15 a. m.	0	0	2/01/2019	17:05:00	21	0
6/01/2017	06:00:00	73	0.1	10/01/2018	05:30:00	4	0	2/01/2019	17:10:00	19	0
6/01/2017	06:15:00	138	0.6	10/01/2018	05:45:00	23	0	2/01/2019	17:15:00	21	0
6/01/2017	06:30:00	211	1	10/01/2018	06:00:00	38	0	2/01/2019	17:20:00	20	0
6/01/2017	06:45:00	281	1.4	10/01/2018	06:15:00	65	0	2/01/2019	17:25:00	16	0
6/01/2017	07:00:00	341	2	10/01/2018	06:30:00	97	0	2/01/2019	17:30:00	16	0
6/01/2017	07:15:00	401	2.6	10/01/2018	06:45:00	180	0.6	2/01/2019	17:35:00	14	0
6/01/2017	07:30:00	464	3.3	10/01/2018	07:00:00	301	1.1	2/01/2019	17:40:00	13	0
6/01/2017	07:45:00	526	4	10/01/2018	07:15:00	411	1.6	2/01/2019	17:45:00	13	0
6/01/2017	08:00:00	588	4.8	10/01/2018	07:30:00	477	2.2	2/01/2019	17:50:00	12	0
6/01/2017	08:15:00	647	5.4	10/01/2018	07:45:00	555	2.9	2/01/2019	17:55:00	10	0
6/01/2017	08:30:00	726	6.4	10/01/2018	08:00:00	659	3.8	2/01/2019	18:00:00	20	0
6/01/2017	08:45:00	779	7.2	10/01/2018	08:15:00	658	4.4	2/01/2019	18:05:00	12	0
6/01/2017	09:00:00	893	8.2	10/01/2018	08:30:00	720	5.4	2/01/2019	18:10:00	13	0
6/01/2017	09:15:00	911	9.2	10/01/2018	08:45:00	749	6.3	2/01/2019	18:15:00	4	0
6/01/2017	09:30:00	928	9.8	10/01/2018	09:00:00	808	7.4	2/01/2018	6:20 p. m.	0	0
6/01/2017	09:45:00	827	8	10/01/2018	09:15:00	864	8.5	3/01/2018	9:15 p. m.	0	0
6/01/2017	10:00:00	895	10.3	10/01/2018	09:30:00	974	9.9	3/01/2018	5:15 a. m.	0	0
6/01/2017	10:15:00	471	7.3	10/01/2018	09:45:00	996	10.6	3/01/2019	05:20:00	4	0
6/01/2017	10:30:00	1040	12.3	10/01/2018	10:00:00	1003	12	3/01/2019	05:25:00	10	0
6/01/2017	10:45:00	1106	13.1	10/01/2018	10:15:00	1053	13.2	3/01/2019	05:30:00	19	0
6/01/2017	11:00:00	836	10.5	10/01/2018	10:30:00	1087	14	3/01/2019	05:35:00	31	0
6/01/2017	11:15:00	496	10.3	10/01/2018	10:45:00	1154	15.3	3/01/2019	05:40:00	39	0
6/01/2017	11:30:00	921	12.5	10/01/2018	11:00:00	1213	15.9	3/01/2019	05:45:00	47	0
6/01/2017	11:45:00	993	12	10/01/2018	11:15:00	1106	15.8	3/01/2019	05:50:00	58	0
6/01/2017	12:00:00	1091	14	10/01/2018	11:30:00	1096	15.4	3/01/2019	05:55:00	65	0
6/01/2017	12:15:00	1057	13.5	10/01/2018	11:45:00	1104	16	3/01/2019	06:00:00	69	0
6/01/2017	12:30:00	1052	13.4	10/01/2018	12:00:00	1062	15.8	3/01/2019	06:05:00	75	0
6/01/2017	12:45:00	918	11.6	10/01/2018	12:15:00	1060	15.7	3/01/2019	06:10:00	79	0
6/01/2017	13:00:00	1013	11.9	10/01/2018	12:30:00	939	13.6	3/01/2019	06:15:00	82	0
6/01/2017	13:15:00	987	12	10/01/2018	12:45:00	651	9.8	3/01/2019	06:20:00	90	0
6/01/2017	13:30:00	910	10.9	10/01/2018	13:00:00	633	9.5	3/01/2019	06:25:00	109	0.1
6/01/2017	13:45:00	908	10.4	10/01/2018	13:15:00	862	11.8	3/01/2019	06:30:00	121	0.5
6/01/2017	14:00:00	711	7.6	10/01/2018	13:30:00	942	12.1	3/01/2019	06:35:00	134	0.6

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Base de datos de Radiación de la estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria UNA Puno

Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index
6/01/2017	14:15:00	431	5.3	10/01/2018	13:45:00	796	10.4	3/01/2019	06:40:00	172	0.7
6/01/2017	14:30:00	440	5.1	10/01/2018	14:00:00	816	9.8	3/01/2019	06:45:00	183	0.8
6/01/2017	14:45:00	388	4.5	10/01/2018	14:15:00	733	8.4	3/01/2019	06:50:00	191	0.9
6/01/2017	15:00:00	276	3.4	10/01/2018	14:30:00	391	5.2	3/01/2019	06:55:00	214	1
6/01/2017	15:15:00	200	2.4	10/01/2018	14:45:00	262	3.5	3/01/2019	07:00:00	242	1.2
6/01/2017	15:30:00	176	1.9	10/01/2018	15:00:00	529	5.3	3/01/2019	07:05:00	254	1.2
6/01/2017	15:45:00	176	1.9	10/01/2018	15:15:00	664	6.1	3/01/2019	07:10:00	256	1.3
6/01/2017	16:00:00	165	1.4	10/01/2018	15:30:00	610	5.1	3/01/2019	07:15:00	227	1.4
6/01/2017	16:15:00	185	1.4	10/01/2018	15:45:00	438	3.5	3/01/2019	07:20:00	228	1.4
6/01/2017	16:30:00	226	1.5	10/01/2018	16:00:00	534	3.5	3/01/2019	07:25:00	241	1.6
6/01/2017	16:45:00	180	1.1	10/01/2018	16:15:00	465	2.5	3/01/2019	07:30:00	249	1.7
6/01/2017	17:00:00	85	0.4	10/01/2018	16:30:00	332	1.3	3/01/2019	07:35:00	262	1.8
6/01/2017	17:15:00	31	0	10/01/2018	16:45:00	316	1.1	3/01/2019	07:40:00	237	1.8
6/01/2017	17:30:00	17	0	10/01/2018	17:00:00	188	0.7	3/01/2019	07:45:00	244	1.9
6/01/2017	17:45:00	33	0	10/01/2018	17:15:00	86	0.2	3/01/2019	07:50:00	263	2.1
6/01/2017	18:00:00	30	0	10/01/2018	17:30:00	31	0	3/01/2019	07:55:00	273	2.2
6/01/2017	18:15:00	15	0	10/01/2018	17:45:00	13	0	3/01/2019	08:00:00	274	2.2
6/01/2017	6:30 p. m.	0	0	10/01/2018	18:00:00	8	0	3/01/2019	08:05:00	303	2.4
7/01/2017	5:15 a. m.	0	0	10/01/2017	18:15:00	1	0	3/01/2019	08:10:00	356	2.8
7/01/2017	05:30:00	4	0	10/01/2017	6:30 p. m.	0	0	3/01/2019	08:15:00	383	3
7/01/2017	05:45:00	13	0	11/01/2017	5:00 a. m.	0	0	3/01/2019	08:20:00	502	3.9
7/01/2017	06:00:00	31	0	11/01/2017	5:15 a. m.	0	0	3/01/2019	08:25:00	570	4.5
7/01/2017	06:15:00	62	0.1	11/01/2018	05:30:00	3	0	3/01/2019	08:30:00	609	5
7/01/2017	06:30:00	110	0.7	11/01/2018	05:45:00	19	0	3/01/2019	08:35:00	606	5.3
7/01/2017	06:45:00	169	1	11/01/2018	06:00:00	27	0	3/01/2019	08:40:00	600	5.5
7/01/2017	07:00:00	204	1.2	11/01/2018	06:15:00	41	0	3/01/2019	08:45:00	601	5.7
7/01/2017	07:15:00	189	1.3	11/01/2018	06:30:00	56	0	3/01/2019	08:50:00	621	5.9
7/01/2017	07:30:00	199	1.6	11/01/2018	06:45:00	93	0.2	3/01/2019	08:55:00	670	6.4
7/01/2017	07:45:00	235	2	11/01/2018	07:00:00	139	0.7	3/01/2019	09:00:00	667	6.6
7/01/2017	08:00:00	299	2.2	11/01/2018	07:15:00	166	0.9	3/01/2019	09:05:00	691	7
7/01/2017	08:15:00	312	2.7	11/01/2018	07:30:00	189	1.2	3/01/2019	09:10:00	711	7.2
7/01/2017	08:30:00	405	3.7	11/01/2018	07:45:00	205	1.5	3/01/2019	09:15:00	696	7.4
7/01/2017	08:45:00	517	4.8	11/01/2018	08:00:00	216	1.8	3/01/2019	09:20:00	682	7.4
7/01/2017	09:00:00	594	5.9	11/01/2018	08:15:00	265	2.3	3/01/2019	09:25:00	728	7.9
7/01/2017	09:15:00	653	6.7	11/01/2018	08:30:00	301	2.9	3/01/2019	09:30:00	719	8
7/01/2017	09:30:00	805	8.3	11/01/2018	08:45:00	276	2.9	3/01/2019	09:35:00	729	8.3
7/01/2017	09:45:00	829	8.6	11/01/2018	09:00:00	250	3.1	3/01/2019	09:40:00	795	8.8
7/01/2017	10:00:00	820	9.9	11/01/2018	09:15:00	238	3.1	3/01/2019	09:45:00	831	9.5
7/01/2017	10:15:00	1049	12	11/01/2018	09:30:00	213	2.7	3/01/2019	09:50:00	826	9.6
7/01/2017	10:30:00	1079	13.2	11/01/2018	09:45:00	279	3.6	3/01/2019	09:55:00	805	9.6
7/01/2017	10:45:00	610	9.1	11/01/2018	10:00:00	218	3.1	3/01/2019	10:00:00	849	10.2
7/01/2017	11:00:00	1035	13.1	11/01/2018	10:15:00	209	3	3/01/2019	10:05:00	911	11
7/01/2017	11:15:00	1112	13.7	11/01/2018	10:30:00	365	5	3/01/2019	10:10:00	980	11.9
7/01/2017	11:30:00	1029	12.9	11/01/2018	10:45:00	564	8.7	3/01/2019	10:15:00	991	12.1
7/01/2017	11:45:00	416	8.8	11/01/2018	11:00:00	523	7.8	3/01/2019	10:20:00	933	11.9
7/01/2017	12:00:00	506	7.8	11/01/2018	11:15:00	519	7.8	3/01/2019	10:25:00	986	12.4
7/01/2017	12:15:00	303	8.8	11/01/2018	11:30:00	842	12	3/01/2019	10:30:00	999	12.7
7/01/2017	12:30:00	361	6.6	11/01/2018	11:45:00	829	12.1	3/01/2019	10:35:00	1064	13.4
7/01/2017	12:45:00	542	9.1	11/01/2018	12:00:00	539	9.6	3/01/2019	10:40:00	1096	13.9
7/01/2017	13:00:00	888	10.6	11/01/2018	12:15:00	1147	15.7	3/01/2019	10:45:00	1122	14.4
7/01/2017	13:15:00	883	10.2	11/01/2018	12:30:00	1047	14.3	3/01/2019	10:50:00	1159	14.9
7/01/2017	13:30:00	731	8.6	11/01/2018	12:45:00	1026	15	3/01/2019	10:55:00	1185	15.1
7/01/2017	13:45:00	958	9.8	11/01/2018	13:00:00	1031	14.8	3/01/2019	11:00:00	1170	14.8
7/01/2017	14:00:00	929	9.1	11/01/2018	13:15:00	962	13.4	3/01/2019	11:05:00	1056	12.1
7/01/2017	14:15:00	654	6.7	11/01/2018	13:30:00	857	11.6	3/01/2019	11:10:00	265	5.4
7/01/2017	14:30:00	743	6.4	11/01/2018	13:45:00	968	12.7	3/01/2019	11:15:00	279	5.2
7/01/2017	14:45:00	252	2.8	11/01/2018	14:00:00	910	11.5	3/01/2019	11:20:00	310	5.5
7/01/2017	15:00:00	102	1.1	11/01/2018	14:15:00	831	9.7	3/01/2019	11:25:00	362	6.1
7/01/2017	15:15:00	86	0.8	11/01/2018	14:30:00	622	7.3	3/01/2019	11:30:00	394	6.4
7/01/2017	15:30:00	126	1.2	11/01/2018	14:45:00	612	6.6	3/01/2019	11:35:00	512	7.8
7/01/2017	15:45:00	62	0.5	11/01/2018	15:00:00	523	5.3	3/01/2019	11:40:00	662	9.2
7/01/2017	16:00:00	30	0	11/01/2018	15:15:00	501	4.5	3/01/2019	11:45:00	850	10.8
7/01/2017	16:15:00	25	0	11/01/2018	15:30:00	492	4	3/01/2019	11:50:00	809	10.6
7/01/2017	16:30:00	19	0	11/01/2018	15:45:00	335	2.7	3/01/2019	11:55:00	768	9.9
7/01/2017	16:45:00	21	0	11/01/2018	16:00:00	274	2.1	3/01/2019	12:00:00	836	10.7
7/01/2017	17:00:00	34	0	11/01/2018	16:15:00	268	1.8	3/01/2019	12:05:00	862	11.2
7/01/2017	17:15:00	32	0	11/01/2018	16:30:00	283	1.3	3/01/2019	12:10:00	947	12.2
7/01/2017	17:30:00	22	0	11/01/2018	16:45:00	191	0.9	3/01/2019	12:15:00	984	12.5
7/01/2017	17:45:00	9	0	11/01/2018	17:00:00	136	0.7	3/01/2019	12:20:00	920	12
7/01/2017	18:00:00	1	0	11/01/2018	17:15:00	115	0.3	3/01/2019	12:25:00	933	12
7/01/2017	6:15 p. m.	0	0	11/01/2018	17:30:00	84	0	3/01/2019	12:30:00	856	11.1
8/01/2017	5:15 a. m.	0	0	11/01/2018	17:45:00	48	0	3/01/2019	12:35:00	842	10.8
8/01/2017	05:30:00	3	0	11/01/2018	18:00:00	23	0	3/01/2019	12:40:00	657	9
8/01/2017	05:45:00	15	0	11/01/2018	18:15:00	8	0	3/01/2019	12:45:00	611	8.6
8/01/2017	06:00:00	68	0	11/01/2017	6:30 p. m.	0	0	3/01/2019	12:50:00	829	10.6

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Base de datos de Radiación de la estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria UNA Puno

Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index
8/01/2017	06:15:00	144	0.6	12/01/2017	5:00 a. m.	0	0	3/01/2019	12:55:00	920	11.4
8/01/2017	06:30:00	220	0.9	12/01/2017	5:15 a. m.	0	0	3/01/2019	13:00:00	989	12
8/01/2017	06:45:00	284	1.3	12/01/2017	05:30:00	1	0	3/01/2019	13:05:00	995	11.8
8/01/2017	07:00:00	336	1.9	12/01/2018	05:45:00	16	0	3/01/2019	13:10:00	985	11.7
8/01/2017	07:15:00	393	2.4	12/01/2018	06:00:00	43	0	3/01/2019	13:15:00	1003	11.9
8/01/2017	07:30:00	453	3	12/01/2018	06:15:00	63	0	3/01/2019	13:20:00	886	10.7
8/01/2017	07:45:00	513	3.6	12/01/2018	06:30:00	100	0	3/01/2019	13:25:00	1034	11.7
8/01/2017	08:00:00	575	4.4	12/01/2018	06:45:00	135	0.6	3/01/2019	13:30:00	995	11.4
8/01/2017	08:15:00	641	5.2	12/01/2018	07:00:00	156	0.9	3/01/2019	13:35:00	964	10.8
8/01/2017	08:30:00	698	6	12/01/2018	07:15:00	232	1.3	3/01/2019	13:40:00	934	10.4
8/01/2017	08:45:00	745	6.8	12/01/2018	07:30:00	260	1.7	3/01/2019	13:45:00	913	10
8/01/2017	09:00:00	796	7.6	12/01/2018	07:45:00	325	2.1	3/01/2019	13:50:00	911	9.7
8/01/2017	09:15:00	849	8.4	12/01/2018	08:00:00	283	2.3	3/01/2019	13:55:00	884	9.3
8/01/2017	09:30:00	895	9.3	12/01/2018	08:15:00	229	2.3	3/01/2019	14:00:00	881	9.1
8/01/2017	09:45:00	931	10.1	12/01/2018	08:30:00	329	3.5	3/01/2019	14:05:00	857	8.7
8/01/2017	10:00:00	959	10.7	12/01/2018	08:45:00	260	3.4	3/01/2019	14:10:00	833	8.3
8/01/2017	10:15:00	996	11.4	12/01/2018	09:00:00	131	1.9	3/01/2019	14:15:00	782	7.7
8/01/2017	10:30:00	1045	12.2	12/01/2018	09:15:00	80	1.1	3/01/2019	14:20:00	734	7.2
8/01/2017	10:45:00	1082	12.9	12/01/2018	09:30:00	66	0.8	3/01/2019	14:25:00	739	7.1
8/01/2017	11:00:00	1112	13.3	12/01/2018	09:45:00	199	2.5	3/01/2019	14:30:00	792	7
8/01/2017	11:15:00	1155	12.8	12/01/2018	10:00:00	423	5.9	3/01/2019	14:35:00	653	5.9
8/01/2017	11:30:00	1155	14.1	12/01/2018	10:15:00	901	10.8	3/01/2019	14:40:00	499	4.9
8/01/2017	11:45:00	1002	12	12/01/2018	10:30:00	524	7.6	3/01/2019	14:45:00	464	4.4
8/01/2017	12:00:00	397	7.7	12/01/2018	10:45:00	469	6.9	3/01/2019	14:50:00	434	4.1
8/01/2017	12:15:00	378	6	12/01/2018	11:00:00	481	7.1	3/01/2019	14:55:00	438	3.9
8/01/2017	12:30:00	363	6	12/01/2018	11:15:00	352	5.4	3/01/2019	15:00:00	444	3.8
8/01/2017	12:45:00	282	5	12/01/2018	11:30:00	565	10.1	3/01/2019	15:05:00	366	3.2
8/01/2017	13:00:00	409	7.2	12/01/2018	11:45:00	1061	14.7	3/01/2019	15:10:00	328	2.9
8/01/2017	13:15:00	1023	11.5	12/01/2018	12:00:00	977	13.7	3/01/2019	15:15:00	285	2.5
8/01/2017	13:30:00	605	8	12/01/2018	12:15:00	1008	14.2	3/01/2019	15:20:00	241	2.1
8/01/2017	13:45:00	499	7.5	12/01/2018	12:30:00	980	14	3/01/2019	15:25:00	228	1.9
8/01/2017	14:00:00	787	8.4	12/01/2018	12:45:00	953	13.5	3/01/2019	15:30:00	213	1.7
8/01/2017	14:15:00	172	3.5	12/01/2018	13:00:00	999	14.1	3/01/2019	15:35:00	193	1.5
8/01/2017	14:30:00	85	1.4	12/01/2018	13:15:00	978	13.4	3/01/2019	15:40:00	181	1.4
8/01/2017	14:45:00	56	0.5	12/01/2018	13:30:00	929	12.7	3/01/2019	15:45:00	144	1.1
8/01/2017	15:00:00	31	0	12/01/2018	13:45:00	901	11.9	3/01/2019	15:50:00	123	0.9
8/01/2017	15:15:00	38	0	12/01/2018	14:00:00	876	11	3/01/2019	15:55:00	117	0.9
8/01/2017	15:30:00	92	0.8	12/01/2018	14:15:00	739	9.1	3/01/2019	16:00:00	123	0.9
8/01/2017	15:45:00	384	2.3	12/01/2018	14:30:00	791	9	3/01/2019	16:05:00	130	0.9
8/01/2017	16:00:00	309	2.4	12/01/2018	14:45:00	745	7.9	3/01/2019	16:10:00	122	0.8
8/01/2017	16:15:00	184	1.6	12/01/2018	15:00:00	708	7	3/01/2019	16:15:00	110	0.7
8/01/2017	16:30:00	133	1.2	12/01/2018	15:15:00	657	6	3/01/2019	16:20:00	97	0.6
8/01/2017	16:45:00	58	0.4	12/01/2018	15:30:00	605	5.1	3/01/2019	16:25:00	88	0.5
8/01/2017	17:00:00	29	0	12/01/2018	15:45:00	552	4.2	3/01/2019	16:30:00	69	0
8/01/2017	17:15:00	45	0	12/01/2018	16:00:00	497	3.4	3/01/2019	16:35:00	36	0
8/01/2017	17:30:00	52	0	12/01/2018	16:15:00	439	2.5	3/01/2019	16:40:00	20	0
8/01/2017	17:45:00	50	0	12/01/2018	16:30:00	374	1.2	3/01/2019	16:45:00	14	0
8/01/2017	18:00:00	30	0	12/01/2018	16:45:00	329	0.9	3/01/2019	16:50:00	13	0
8/01/2017	18:15:00	3	0	12/01/2018	17:00:00	273	0.7	3/01/2019	16:55:00	15	0
8/01/2017	6:30 p. m.	0	0	12/01/2018	17:15:00	192	0.3	3/01/2019	17:00:00	16	0
9/01/2017	5:15 a. m.	0	0	12/01/2018	17:30:00	108	0	3/01/2019	17:05:00	14	0
9/01/2017	05:30:00	1	0	12/01/2018	17:45:00	47	0	3/01/2019	17:10:00	12	0
9/01/2017	05:45:00	12	0	12/01/2018	18:00:00	15	0	3/01/2019	17:15:00	10	0
9/01/2017	06:00:00	27	0	12/01/2018	18:15:00	6	0	3/01/2019	17:20:00	7	0
9/01/2017	06:15:00	116	0.4	12/01/2017	6:30 p. m.	0	0	3/01/2019	17:25:00	7	0
9/01/2017	06:30:00	244	0.9	13/01/2017	5:00 a. m.	0	0	3/01/2019	17:30:00	4	0
9/01/2017	06:45:00	299	1.3	13/01/2017	5:15 a. m.	0	0	3/01/2018	5:35 p. m.	0	0
9/01/2017	07:00:00	372	1.8	13/01/2017	05:30:00	1	0	4/01/2018	9:30 p. m.	0	0
9/01/2017	07:15:00	414	2.5	13/01/2018	05:45:00	14	0	4/01/2018	5:15 a. m.	0	0
9/01/2017	07:30:00	453	3.1	13/01/2018	06:00:00	29	0	4/01/2019	05:20:00	6	0
9/01/2017	07:45:00	512	3.8	13/01/2018	06:15:00	48	0	4/01/2019	05:25:00	8	0
9/01/2017	08:00:00	572	4.5	13/01/2018	06:30:00	101	0	4/01/2019	05:30:00	18	0
9/01/2017	08:15:00	638	5.3	13/01/2018	06:45:00	161	0.5	4/01/2019	05:35:00	26	0
9/01/2017	08:30:00	710	6.3	13/01/2018	07:00:00	219	0.9	4/01/2019	05:40:00	31	0
9/01/2017	08:45:00	799	7.2	13/01/2018	07:15:00	279	1.3	4/01/2019	05:45:00	33	0
9/01/2017	09:00:00	874	8.1	13/01/2018	07:30:00	358	1.8	4/01/2019	05:50:00	39	0
9/01/2017	09:15:00	949	9.2	13/01/2018	07:45:00	355	2.2	4/01/2019	05:55:00	47	0
9/01/2017	09:30:00	1016	10	13/01/2018	08:00:00	281	2.3	4/01/2019	06:00:00	51	0
9/01/2017	09:45:00	723	7.5	13/01/2018	08:15:00	332	2.9	4/01/2019	06:05:00	58	0
9/01/2017	10:00:00	245	5.5	13/01/2018	08:30:00	369	3.4	4/01/2019	06:10:00	70	0
9/01/2017	10:15:00	377	5.9	13/01/2018	08:45:00	320	3.4	4/01/2019	06:15:00	84	0
9/01/2017	10:30:00	740	8.7	13/01/2018	09:00:00	286	3.1	4/01/2019	06:20:00	92	0
9/01/2017	10:45:00	391	7.1	13/01/2018	09:15:00	663	7.2	4/01/2019	06:25:00	77	0
9/01/2017	11:00:00	304	5.8	13/01/2018	09:30:00	645	7.6	4/01/2019	06:30:00	65	0
9/01/2017	11:15:00	1072	13.4	13/01/2018	09:45:00	670	8.9	4/01/2019	06:35:00	59	0

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Base de datos de Radiación de la estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria UNA Puno

Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index
3/01/2017	16:15:00	428	3	7/01/2018	16:45:00	123	0.6	2/01/2019	07:25:00	305	1.8
3/01/2017	16:30:00	198	2	7/01/2018	17:00:00	92	0.2	2/01/2019	07:30:00	319	2
3/01/2017	16:45:00	329	2.1	7/01/2018	17:15:00	70	0	2/01/2019	07:35:00	351	2.2
3/01/2017	17:00:00	189	1.4	7/01/2018	17:30:00	32	0	2/01/2019	07:40:00	382	2.5
3/01/2017	17:15:00	49	0.2	7/01/2018	17:45:00	16	0	2/01/2019	07:45:00	407	2.7
3/01/2017	17:30:00	39	0	7/01/2018	18:00:00	4	0	2/01/2019	07:50:00	437	2.9
3/01/2017	17:45:00	33	0	7/01/2017	6:15 p. m.	0	0	2/01/2019	07:55:00	476	3.3
3/01/2017	18:00:00	8	0	8/01/2017	5:15 a. m.	0	0	2/01/2019	08:00:00	488	3.4
3/01/2017	18:15:00	1	0	8/01/2017	5:15 a. m.	0	0	2/01/2019	08:05:00	489	3.5
3/01/2017	18:30:00	6	0	8/01/2018	05:30:00	7	0	2/01/2019	08:10:00	474	3.6
3/01/2017	6:45 p. m.	0	0	8/01/2018	05:45:00	12	0	2/01/2019	08:15:00	434	3.6
4/01/2017	5:15 a. m.	0	0	8/01/2018	06:00:00	28	0	2/01/2019	08:20:00	457	3.9
4/01/2017	05:30:00	8	0	8/01/2018	06:15:00	38	0	2/01/2019	08:25:00	483	4.1
4/01/2017	05:45:00	30	0	8/01/2018	06:30:00	76	0.1	2/01/2019	08:30:00	505	4.4
4/01/2017	06:00:00	79	0.1	8/01/2018	06:45:00	130	0.7	2/01/2019	08:35:00	564	4.8
4/01/2017	06:15:00	144	0.6	8/01/2018	07:00:00	185	1	2/01/2019	08:40:00	543	4.9
4/01/2017	06:30:00	218	1	8/01/2018	07:15:00	215	1.4	2/01/2019	08:45:00	552	5.2
4/01/2017	06:45:00	288	1.4	8/01/2018	07:30:00	241	1.9	2/01/2019	08:50:00	643	6
4/01/2017	07:00:00	351	1.9	8/01/2018	07:45:00	284	2.4	2/01/2019	08:55:00	686	6.5
4/01/2017	07:15:00	413	2.4	8/01/2018	08:00:00	252	2.6	2/01/2019	09:00:00	753	7.1
4/01/2017	07:30:00	472	3	8/01/2018	08:15:00	299	3.5	2/01/2019	09:05:00	774	7.5
4/01/2017	07:45:00	530	3.6	8/01/2018	08:30:00	607	5.9	2/01/2019	09:10:00	739	7.5
4/01/2017	08:00:00	583	4.3	8/01/2018	08:45:00	784	7.3	2/01/2019	09:15:00	608	6.8
4/01/2017	08:15:00	638	4.9	8/01/2018	09:00:00	513	6.7	2/01/2019	09:20:00	618	6.8
4/01/2017	08:30:00	692	5.6	8/01/2018	09:15:00	684	8.9	2/01/2019	09:25:00	671	7.4
4/01/2017	08:45:00	740	6.4	8/01/2018	09:30:00	633	9.3	2/01/2019	09:30:00	756	8.2
4/01/2017	09:00:00	791	7.2	8/01/2018	09:45:00	480	7.7	2/01/2019	09:35:00	870	9.2
4/01/2017	09:15:00	836	8.1	8/01/2018	10:00:00	507	8	2/01/2019	09:40:00	871	9.5
4/01/2017	09:30:00	875	8.9	8/01/2018	10:15:00	507	8.2	2/01/2019	09:45:00	914	10.2
4/01/2017	09:45:00	912	9.6	8/01/2018	10:30:00	613	9.9	2/01/2019	09:50:00	910	10.5
4/01/2017	10:00:00	942	10.4	8/01/2018	10:45:00	734	12.1	2/01/2019	09:55:00	820	10
4/01/2017	10:15:00	970	10.9	8/01/2018	11:00:00	564	9.8	2/01/2019	10:00:00	825	10.3
4/01/2017	10:30:00	996	11.5	8/01/2018	11:15:00	512	9.1	2/01/2019	10:05:00	918	11.4
4/01/2017	10:45:00	1018	12	8/01/2018	11:30:00	594	10.4	2/01/2019	10:10:00	869	11.2
4/01/2017	11:00:00	1033	12.4	8/01/2018	11:45:00	437	7.5	2/01/2019	10:15:00	956	12.1
4/01/2017	11:15:00	1050	12.8	8/01/2018	12:00:00	394	6.7	2/01/2019	10:20:00	947	12.1
4/01/2017	11:30:00	1051	13	8/01/2018	12:15:00	455	7.4	2/01/2019	10:25:00	1075	13.6
4/01/2017	11:45:00	1055	13.1	8/01/2018	12:30:00	471	7.5	2/01/2019	10:30:00	1077	13.8
4/01/2017	12:00:00	1055	13.1	8/01/2018	12:45:00	553	9.6	2/01/2019	10:35:00	1086	14
4/01/2017	12:15:00	1050	12.9	8/01/2018	13:00:00	1028	13.3	2/01/2019	10:40:00	1077	13.9
4/01/2017	12:30:00	782	11.2	8/01/2018	13:15:00	868	12.4	2/01/2019	10:45:00	1091	14.1
4/01/2017	12:45:00	926	10	8/01/2018	13:30:00	367	6.6	2/01/2019	10:50:00	880	11.5
4/01/2017	13:00:00	1040	12.1	8/01/2018	13:45:00	340	5.2	2/01/2019	10:55:00	625	9.7
4/01/2017	13:15:00	1074	11.6	8/01/2018	14:00:00	396	5.3	2/01/2019	11:00:00	1029	13.6
4/01/2017	13:30:00	447	7.1	8/01/2018	14:15:00	314	4	2/01/2019	11:05:00	1186	15.5
4/01/2017	13:45:00	714	9	8/01/2018	14:30:00	131	1.7	2/01/2019	11:10:00	1146	15
4/01/2017	14:00:00	628	7.3	8/01/2018	14:45:00	59	0.6	2/01/2019	11:15:00	858	11.7
4/01/2017	14:15:00	432	5.1	8/01/2018	15:00:00	41	0.4	2/01/2019	11:20:00	574	9
4/01/2017	14:30:00	342	4.7	8/01/2018	15:15:00	10	0	2/01/2019	11:25:00	548	8.3
4/01/2017	14:45:00	698	6.2	8/01/2018	15:30:00	10	0	2/01/2019	11:30:00	532	7.9
4/01/2017	15:00:00	785	6.6	8/01/2018	15:45:00	10	0	2/01/2019	11:35:00	573	8.3
4/01/2017	15:15:00	349	3.7	8/01/2018	16:00:00	9	0	2/01/2019	11:40:00	591	8.4
4/01/2017	15:30:00	478	4.2	8/01/2018	16:15:00	16	0	2/01/2019	11:45:00	580	8.2
4/01/2017	15:45:00	550	4.2	8/01/2018	16:30:00	26	0	2/01/2019	11:50:00	580	8.2
4/01/2017	16:00:00	482	3.4	8/01/2018	16:45:00	39	0	2/01/2019	11:55:00	564	8
4/01/2017	16:15:00	398	2.6	8/01/2018	17:00:00	46	0	2/01/2019	12:00:00	598	8.4
4/01/2017	16:30:00	261	1.8	8/01/2018	17:15:00	22	0	2/01/2019	12:05:00	604	8.5
4/01/2017	16:45:00	208	1.5	8/01/2018	17:30:00	12	0	2/01/2019	12:10:00	649	9.1
4/01/2017	17:00:00	184	1.1	8/01/2018	17:45:00	11	0	2/01/2019	12:15:00	768	10.5
4/01/2017	17:15:00	34	0.1	8/01/2017	18:00:00	1	0	2/01/2019	12:20:00	844	11.3
4/01/2017	17:30:00	18	0	8/01/2017	6:15 p. m.	0	0	2/01/2019	12:25:00	926	12.1
4/01/2017	17:45:00	17	0	9/01/2017	5:15 a. m.	0	0	2/01/2019	12:30:00	939	12.2
4/01/2017	18:00:00	16	0	9/01/2017	5:15 a. m.	0	0	2/01/2019	12:35:00	966	12.5
4/01/2017	18:15:00	14	0	9/01/2018	05:30:00	7	0	2/01/2019	12:40:00	971	12.6
4/01/2017	18:30:00	1	0	9/01/2018	05:45:00	14	0	2/01/2019	12:45:00	956	12.2
4/01/2017	6:45 p. m.	0	0	9/01/2018	06:00:00	27	0	2/01/2019	12:50:00	1075	13.4
5/01/2017	5:15 a. m.	0	0	9/01/2018	06:15:00	39	0	2/01/2019	12:55:00	1143	13.8
5/01/2017	05:30:00	4	0	9/01/2018	06:30:00	54	0	2/01/2019	13:00:00	1191	13.9
5/01/2017	05:45:00	27	0	9/01/2018	06:45:00	105	0.4	2/01/2019	13:05:00	1212	13.6
5/01/2017	06:00:00	74	0	9/01/2018	07:00:00	130	0.8	2/01/2019	13:10:00	624	10.4
5/01/2017	06:15:00	135	0.6	9/01/2018	07:15:00	172	1.2	2/01/2019	13:15:00	1173	11.1
5/01/2017	06:30:00	201	0.9	9/01/2018	07:30:00	187	1.4	2/01/2019	13:20:00	1140	12.2
5/01/2017	06:45:00	273	1.4	9/01/2018	07:45:00	228	1.8	2/01/2019	13:25:00	1072	11.8
5/01/2017	07:00:00	336	1.9	9/01/2018	08:00:00	322	2.7	2/01/2019	13:30:00	1079	8.6
5/01/2017	07:15:00	385	2.5	9/01/2018	08:15:00	377	3.6	2/01/2019	13:35:00	508	7.1

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Base de datos de Radiación de la estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria UNA Puno

Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index
10/01/2017	17:30:00	32	0	14/01/2018	15:15:00	499	4.3	4/01/2019	12:55:00	1010	12.6
10/01/2017	17:45:00	23	0	14/01/2018	15:30:00	386	3.1	4/01/2019	13:00:00	993	12.3
10/01/2017	18:00:00	10	0	14/01/2018	15:45:00	315	2.4	4/01/2019	13:05:00	973	11.9
10/01/2017	6:15 p. m.	0	0	14/01/2018	16:00:00	287	1.9	4/01/2019	13:10:00	949	11.5
11/01/2017	5:15 a. m.	0	0	14/01/2018	16:15:00	243	1.3	4/01/2019	13:15:00	937	11.2
11/01/2017	05:30:00	6	0	14/01/2018	16:30:00	213	0.9	4/01/2019	13:20:00	927	10.9
11/01/2017	05:45:00	26	0	14/01/2018	16:45:00	200	0.7	4/01/2019	13:25:00	914	10.6
11/01/2017	06:00:00	39	0	14/01/2018	17:00:00	192	0.4	4/01/2019	13:30:00	902	10.3
11/01/2017	06:15:00	44	0	14/01/2018	17:15:00	128	0	4/01/2019	13:35:00	892	10
11/01/2017	06:30:00	92	0.5	14/01/2018	17:30:00	41	0	4/01/2019	13:40:00	877	9.6
11/01/2017	06:45:00	187	1	14/01/2018	17:45:00	18	0	4/01/2019	13:45:00	861	9.3
11/01/2017	07:00:00	157	1.3	14/01/2018	18:00:00	6	0	4/01/2019	13:50:00	848	9
11/01/2017	07:15:00	355	2.2	14/01/2017	6:15 p. m.	0	0	4/01/2019	13:55:00	835	8.7
11/01/2017	07:30:00	571	3.5	15/01/2017	5:00 a. m.	0	0	4/01/2019	14:00:00	822	8.3
11/01/2017	07:45:00	571	4	15/01/2017	5:30 a. m.	0	0	4/01/2019	14:05:00	811	8
11/01/2017	08:00:00	534	3.9	15/01/2017	05:45:00	1	0	4/01/2019	14:10:00	797	7.7
11/01/2017	08:15:00	277	2.5	15/01/2018	06:00:00	15	0	4/01/2019	14:15:00	782	7.4
11/01/2017	08:30:00	195	2	15/01/2018	06:15:00	38	0	4/01/2019	14:20:00	769	7
11/01/2017	08:45:00	257	2.8	15/01/2018	06:30:00	53	0	4/01/2019	14:25:00	755	6.8
11/01/2017	09:00:00	246	2.6	15/01/2018	06:45:00	48	0	4/01/2019	14:30:00	729	6.4
11/01/2017	09:15:00	274	3	15/01/2018	07:00:00	69	0.1	4/01/2019	14:35:00	698	5.9
11/01/2017	09:30:00	304	3.6	15/01/2018	07:15:00	101	0.5	4/01/2019	14:40:00	699	5.7
11/01/2017	09:45:00	354	5.1	15/01/2018	07:30:00	115	0.7	4/01/2019	14:45:00	689	5.5
11/01/2017	10:00:00	951	9.4	15/01/2018	07:45:00	110	0.8	4/01/2019	14:50:00	604	4.9
11/01/2017	10:15:00	484	6.7	15/01/2018	08:00:00	157	1.1	4/01/2019	14:55:00	610	4.7
11/01/2017	10:30:00	1030	11.9	15/01/2018	08:15:00	358	2.1	4/01/2019	15:00:00	640	4.6
11/01/2017	10:45:00	762	9.8	15/01/2018	08:30:00	481	3.4	4/01/2019	15:05:00	608	4.3
11/01/2017	11:00:00	353	5.8	15/01/2018	08:45:00	519	4.1	4/01/2019	15:10:00	554	3.9
11/01/2017	11:15:00	730	8.8	15/01/2018	09:00:00	692	5.6	4/01/2019	15:15:00	541	3.7
11/01/2017	11:30:00	500	7.5	15/01/2018	09:15:00	761	6.5	4/01/2019	15:20:00	532	3.5
11/01/2017	11:45:00	925	12	15/01/2018	09:30:00	380	4.5	4/01/2019	15:25:00	552	3.4
11/01/2017	12:00:00	309	5	15/01/2018	09:45:00	793	8.7	4/01/2019	15:30:00	541	3.2
11/01/2017	12:15:00	351	5.5	15/01/2018	10:00:00	892	9.8	4/01/2019	15:35:00	531	3
11/01/2017	12:30:00	858	10.9	15/01/2018	10:15:00	952	11.6	4/01/2019	15:40:00	527	2.8
11/01/2017	12:45:00	1143	14.2	15/01/2018	10:30:00	811	10.9	4/01/2019	15:45:00	534	2.6
11/01/2017	13:00:00	459	6.9	15/01/2018	10:45:00	774	11.4	4/01/2019	15:50:00	528	2.5
11/01/2017	13:15:00	268	5.3	15/01/2018	11:00:00	666	10.9	4/01/2019	15:55:00	511	2.3
11/01/2017	13:30:00	910	10.8	15/01/2018	11:15:00	1109	14.4	4/01/2019	16:00:00	464	2
11/01/2017	13:45:00	922	10.9	15/01/2018	11:30:00	1059	14.5	4/01/2019	16:05:00	396	1.7
11/01/2017	14:00:00	885	10.1	15/01/2018	11:45:00	1270	16	4/01/2019	16:10:00	373	1.5
11/01/2017	14:15:00	850	9.4	15/01/2018	12:00:00	1198	15.6	4/01/2019	16:15:00	365	1.4
11/01/2017	14:30:00	806	8.5	15/01/2018	12:15:00	927	13.5	4/01/2019	16:20:00	297	1.2
11/01/2017	14:45:00	759	7.6	15/01/2018	12:30:00	761	11.6	4/01/2019	16:25:00	268	1
11/01/2017	15:00:00	784	6.9	15/01/2018	12:45:00	556	9.1	4/01/2019	16:30:00	214	0.8
11/01/2017	15:15:00	208	3.9	15/01/2018	13:00:00	782	12	4/01/2019	16:35:00	120	0.6
11/01/2017	15:30:00	427	4.1	15/01/2018	13:15:00	1055	15.1	4/01/2019	16:40:00	115	0.5
11/01/2017	15:45:00	410	3.6	15/01/2018	13:30:00	1017	14.5	4/01/2019	16:45:00	108	0.3
11/01/2017	16:00:00	330	3.1	15/01/2018	13:45:00	914	12.8	4/01/2019	16:50:00	91	0
11/01/2017	16:15:00	466	3.1	15/01/2018	14:00:00	877	11.8	4/01/2019	16:55:00	66	0
11/01/2017	16:30:00	342	2.3	15/01/2018	14:15:00	904	11.5	4/01/2019	17:00:00	57	0
11/01/2017	16:45:00	273	1.9	15/01/2018	14:30:00	866	10.6	4/01/2019	17:05:00	51	0
11/01/2017	17:00:00	95	1	15/01/2018	14:45:00	825	9.6	4/01/2019	17:10:00	44	0
11/01/2017	17:15:00	66	0.7	15/01/2018	15:00:00	781	8.6	4/01/2019	17:15:00	37	0
11/01/2017	17:30:00	48	0	15/01/2018	15:15:00	738	7.4	4/01/2019	17:20:00	31	0
11/01/2017	17:45:00	30	0	15/01/2018	15:30:00	624	5.5	4/01/2019	17:25:00	25	0
11/01/2017	18:00:00	13	0	15/01/2018	15:45:00	604	5.2	4/01/2019	17:30:00	19	0
11/01/2017	18:15:00	2	0	15/01/2018	16:00:00	583	4.4	4/01/2019	17:35:00	14	0
11/01/2017	6:30 p. m.	0	0	15/01/2018	16:15:00	493	3.4	4/01/2019	17:40:00	10	0
12/01/2017	5:20 a. m.	0	0	15/01/2018	16:30:00	463	2.7	4/01/2019	17:45:00	6	0
12/01/2017	05:35:00	1	0	15/01/2018	16:45:00	469	1.5	4/01/2018	5:50 p. m.	0	0
12/01/2017	05:50:00	12	0	15/01/2018	17:00:00	405	1.1	5/01/2018	5:10 a. m.	0	0
12/01/2017	06:05:00	28	0	15/01/2018	17:15:00	253	0.7	5/01/2018	5:15 a. m.	0	0
12/01/2017	06:20:00	51	0	15/01/2018	17:30:00	128	0.4	5/01/2019	05:20:00	5	0
12/01/2017	06:35:00	71	0.1	15/01/2018	17:45:00	119	0	5/01/2019	05:25:00	10	0
12/01/2017	06:50:00	83	0.6	15/01/2018	18:00:00	53	0	5/01/2019	05:30:00	17	0
12/01/2017	07:05:00	111	0.9	15/01/2018	18:15:00	20	0	5/01/2019	05:35:00	22	0
12/01/2017	07:20:00	151	1.2	15/01/2018	18:30:00	6	0	5/01/2019	05:40:00	29	0
12/01/2017	07:35:00	221	1.6	15/01/2017	6:45 p. m.	0	0	5/01/2019	05:45:00	43	0
12/01/2017	07:50:00	252	2	16/01/2017	5:15 a. m.	0	0	5/01/2019	05:50:00	62	0
12/01/2017	08:05:00	298	2.6	16/01/2017	5:30 a. m.	0	0	5/01/2019	05:55:00	76	0
12/01/2017	08:20:00	316	3	16/01/2018	05:45:00	7	0	5/01/2019	06:00:00	85	0
12/01/2017	08:35:00	339	3.3	16/01/2018	06:00:00	21	0	5/01/2019	06:05:00	101	0
12/01/2017	08:50:00	411	4	16/01/2018	06:15:00	41	0	5/01/2019	06:10:00	112	0
12/01/2017	09:05:00	332	3.6	16/01/2018	06:30:00	65	0	5/01/2019	06:15:00	96	0
12/01/2017	09:20:00	237	2.5	16/01/2018	06:45:00	100	0	5/01/2019	06:20:00	105	0

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Base de datos de Radiación de la estación meteorología Davis Instruments de la Ciudad Universitaria UNA Puno

Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index	Date	Time	Rad.	Index
9/01/2017	11:30:00	1153	14.1	13/01/2018	10:00:00	561	7.8	4/01/2019	06:40:00	61	0
9/01/2017	11:45:00	1114	14.1	13/01/2018	10:15:00	616	8.5	4/01/2019	06:45:00	73	0
9/01/2017	12:00:00	1134	14.2	13/01/2018	10:30:00	849	12	4/01/2019	06:50:00	84	0.5
9/01/2017	12:15:00	1095	13.6	13/01/2018	10:45:00	1070	15.1	4/01/2019	06:55:00	94	0.6
9/01/2017	12:30:00	927	12.2	13/01/2018	11:00:00	1117	15.8	4/01/2019	07:00:00	104	0.7
9/01/2017	12:45:00	902	10.5	13/01/2018	11:15:00	1215	15.9	4/01/2019	07:05:00	98	0.6
9/01/2017	13:00:00	576	8.8	13/01/2018	11:30:00	1167	16	4/01/2019	07:10:00	111	0.8
9/01/2017	13:15:00	560	7.4	13/01/2018	11:45:00	1130	15.8	4/01/2019	07:15:00	111	0.8
9/01/2017	13:30:00	554	7.5	13/01/2018	12:00:00	1089	14.3	4/01/2019	07:20:00	77	0.6
9/01/2017	13:45:00	651	8	13/01/2018	12:15:00	1211	16	4/01/2019	07:25:00	77	0.6
9/01/2017	14:00:00	538	6.3	13/01/2018	12:30:00	1018	13.6	4/01/2019	07:30:00	77	0.6
9/01/2017	14:15:00	133	2.7	13/01/2018	12:45:00	1109	16	4/01/2019	07:35:00	82	0.7
9/01/2017	14:30:00	152	2.4	13/01/2018	13:00:00	1100	15.8	4/01/2019	07:40:00	93	0.8
9/01/2017	14:45:00	97	1.4	13/01/2018	13:15:00	1106	15.2	4/01/2019	07:45:00	91	0.8
9/01/2017	15:00:00	69	0.9	13/01/2018	13:30:00	237	6	4/01/2019	07:50:00	105	0.9
9/01/2017	15:15:00	68	0.7	13/01/2018	13:45:00	907	11.6	4/01/2019	07:55:00	96	0.9
9/01/2017	15:30:00	111	1.1	13/01/2018	14:00:00	894	11.4	4/01/2019	08:00:00	82	0.8
9/01/2017	15:45:00	428	2.8	13/01/2018	14:15:00	862	10.5	4/01/2019	08:05:00	76	0.7
9/01/2017	16:00:00	662	4.1	13/01/2018	14:30:00	798	9.2	4/01/2019	08:10:00	100	0.9
9/01/2017	16:15:00	616	3.8	13/01/2018	14:45:00	707	7.4	4/01/2019	08:15:00	136	1.3
9/01/2017	16:30:00	463	2.9	13/01/2018	15:00:00	725	6.5	4/01/2019	08:20:00	198	1.9
9/01/2017	16:45:00	349	2.1	13/01/2018	15:15:00	691	5.8	4/01/2019	08:25:00	279	2.7
9/01/2017	17:00:00	76	0.4	13/01/2018	15:30:00	628	4.1	4/01/2019	08:30:00	315	3.1
9/01/2017	17:15:00	36	0	13/01/2018	15:45:00	115	1.2	4/01/2019	08:35:00	297	3
9/01/2017	17:30:00	11	0	13/01/2018	16:00:00	64	0.8	4/01/2019	08:40:00	237	2.4
9/01/2017	5:45 p. m.	0	0	13/01/2018	16:15:00	74	0.8	4/01/2019	08:45:00	179	1.9
10/01/2017	5:15 a. m.	0	0	13/01/2018	16:30:00	50	0.1	4/01/2019	08:50:00	201	2.1
10/01/2017	05:30:00	6	0	13/01/2018	16:45:00	58	0.5	4/01/2019	08:55:00	272	2.9
10/01/2017	05:45:00	18	0	13/01/2018	17:00:00	69	0.6	4/01/2019	09:00:00	354	3.7
10/01/2017	06:00:00	39	0	13/01/2018	17:15:00	58	0.1	4/01/2019	09:05:00	350	3.8
10/01/2017	06:15:00	73	0.2	13/01/2018	17:30:00	83	0	4/01/2019	09:10:00	344	3.8
10/01/2017	06:30:00	106	0.6	13/01/2018	17:45:00	51	0	4/01/2019	09:15:00	385	4.3
10/01/2017	06:45:00	177	1.1	13/01/2018	18:00:00	20	0	4/01/2019	09:20:00	417	4.7
10/01/2017	07:00:00	247	1.6	13/01/2018	18:15:00	7	0	4/01/2019	09:25:00	453	5.1
10/01/2017	07:15:00	218	1.7	13/01/2017	6:30 p. m.	0	0	4/01/2019	09:30:00	481	5.5
10/01/2017	07:30:00	243	2	14/01/2017	5:30 a. m.	0	0	4/01/2019	09:35:00	502	6
10/01/2017	07:45:00	267	2.6	14/01/2017	5:30 a. m.	0	0	4/01/2019	09:40:00	559	6.7
10/01/2017	08:00:00	577	4	14/01/2018	05:45:00	6	0	4/01/2019	09:45:00	550	6.7
10/01/2017	08:15:00	634	4.8	14/01/2018	06:00:00	11	0	4/01/2019	09:50:00	512	6.4
10/01/2017	08:30:00	652	5.4	14/01/2018	06:15:00	18	0	4/01/2019	09:55:00	506	6.7
10/01/2017	08:45:00	760	6.6	14/01/2018	06:30:00	24	0	4/01/2019	10:00:00	534	7.8
10/01/2017	09:00:00	852	8	14/01/2018	06:45:00	27	0	4/01/2019	10:05:00	787	9.9
10/01/2017	09:15:00	865	8.6	14/01/2018	07:00:00	25	0	4/01/2019	10:10:00	768	11.2
10/01/2017	09:30:00	921	9.7	14/01/2018	07:15:00	36	0	4/01/2019	10:15:00	1188	14.5
10/01/2017	09:45:00	972	9.7	14/01/2018	07:30:00	48	0	4/01/2019	10:20:00	1106	14.3
10/01/2017	10:00:00	775	8.8	14/01/2018	07:45:00	44	0	4/01/2019	10:25:00	1052	14
10/01/2017	10:15:00	951	10.8	14/01/2018	08:00:00	50	0.1	4/01/2019	10:30:00	1120	14.7
10/01/2017	10:30:00	360	6.1	14/01/2018	08:15:00	68	0.7	4/01/2019	10:35:00	1121	14.8
10/01/2017	10:45:00	1268	12.9	14/01/2018	08:30:00	71	0.6	4/01/2019	10:40:00	1136	14.8
10/01/2017	11:00:00	1141	13.3	14/01/2018	08:45:00	128	1.4	4/01/2019	10:45:00	1102	14.7
10/01/2017	11:15:00	1127	14	14/01/2018	09:00:00	215	2.4	4/01/2019	10:50:00	1196	15.4
10/01/2017	11:30:00	1159	14.5	14/01/2018	09:15:00	390	4.6	4/01/2019	10:55:00	1010	14.4
10/01/2017	11:45:00	1126	14.4	14/01/2018	09:30:00	327	4.2	4/01/2019	11:00:00	1127	15.3
10/01/2017	12:00:00	1099	14.3	14/01/2018	09:45:00	634	7.9	4/01/2019	11:05:00	1121	15.3
10/01/2017	12:15:00	1157	14.7	14/01/2018	10:00:00	563	7.6	4/01/2019	11:10:00	1113	15.3
10/01/2017	12:30:00	1187	14.2	14/01/2018	10:15:00	482	6.6	4/01/2019	11:15:00	1100	15.3
10/01/2017	12:45:00	785	9.3	14/01/2018	10:30:00	559	7.6	4/01/2019	11:20:00	1100	15.3
10/01/2017	13:00:00	249	3.8	14/01/2018	10:45:00	495	7.2	4/01/2019	11:25:00	1088	15.1
10/01/2017	13:15:00	233	3.3	14/01/2018	11:00:00	604	9.3	4/01/2019	11:30:00	1084	15.1
10/01/2017	13:30:00	292	4.2	14/01/2018	11:15:00	501	7.3	4/01/2019	11:35:00	1091	15.1
10/01/2017	13:45:00	297	4.5	14/01/2018	11:30:00	635	9.4	4/01/2019	11:40:00	1006	14.3
10/01/2017	14:00:00	1040	10.1	14/01/2018	11:45:00	898	12.9	4/01/2019	11:45:00	1049	14.7
10/01/2017	14:15:00	915	9.7	14/01/2018	12:00:00	931	13.6	4/01/2019	11:50:00	1061	14.8
10/01/2017	14:30:00	829	8.6	14/01/2018	12:15:00	842	12.5	4/01/2019	11:55:00	1061	14.7
10/01/2017	14:45:00	788	7.8	14/01/2018	12:30:00	931	13.6	4/01/2019	12:00:00	1059	14.7
10/01/2017	15:00:00	755	6.7	14/01/2018	12:45:00	970	14.1	4/01/2019	12:05:00	1063	14.6
10/01/2017	15:15:00	534	5.1	14/01/2018	13:00:00	973	13.9	4/01/2019	12:10:00	1068	14.5
10/01/2017	15:30:00	586	5	14/01/2018	13:15:00	947	12.9	4/01/2019	12:15:00	1075	14.5
10/01/2017	15:45:00	391	3.5	14/01/2018	13:30:00	941	12.5	4/01/2019	12:20:00	1055	14.2
10/01/2017	16:00:00	49	0.2	14/01/2018	13:45:00	927	11.7	4/01/2019	12:25:00	966	13.3
10/01/2017	16:15:00	56	0.3	14/01/2018	14:00:00	851	10	4/01/2019	12:30:00	988	12.7
10/01/2017	16:30:00	60	0.4	14/01/2018	14:15:00	723	8.1	4/01/2019	12:35:00	850	11.6
10/01/2017	16:45:00	31	0	14/01/2018	14:30:00	524	6	4/01/2019	12:40:00	835	11.6
10/01/2017	17:00:00	24	0	14/01/2018	14:45:00	400	4.5	4/01/2019	12:45:00	782	10.9
10/01/2017	17:15:00	24	0	14/01/2018	15:00:00	411	4.2	4/01/2019	12:50:00	968	12.2

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Anexo 2. Registro de datos de consumo de Potencia y Energía de la ciudad Universitaria UNA Puno, 2019 - 2023

DATOS DE CONSUMO DE POTENCIA Y ENERGÍA - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

RUTA:	4111302101152	**DIRECCION:**	**AV. SESQUICENTENARIO S/N TARIFA**		**MT4**	**POT. CONTRATADA:**	250	**MARCA MEDIDOR:**	Elster
CODIGO:	10010063673	**ALIMENTACION:**	**Aerea**	**FASES:**	3	**FACTOR EA:**	1363.5	**SERIE:**	02799508

	CONSUMO								
Mes	**EA**	**EAHP**	**EAHFP**	**ER**	**MD**	**MDHFP**	**MDHP**	**CMDG**	**Excs.**
202305	156802.500	24679.350	132123.150	34,769.250	559.040	559.040	449.960	559.040	0.000
202304	140713.200	20861.550	119851.650	34,223.850	504.500	504.500	395.420	504.500	0.000
202303	86991.300	17452.800	69538.500	12,626.010	327.240	327.240	231.800	327.240	0.000
202302	2167.970	2004.350	163.620	0.000	122.720	122.720	122.720	122.720	0.000
202301	64807.160	12448.760	52358.400	8,508.240	218.160	218.160	136.350	218.160	0.000
202212	119824.380	18816.300	101008.080	25,633.800	518.130	518.130	463.590	518.130	0.000
202211	111534.300	18816.300	92718.000	20,179.800	504.500	504.500	449.960	504.500	0.000
202210	146576.250	23997.600	122578.650	34,087.500	518.130	518.130	477.230	518.130	0.000
202209	124623.900	19089.000	105534.900	26,997.300	490.860	490.860	381.780	490.860	0.000
202208	107034.750	15816.600	91218.150	22,497.750	422.690	422.690	272.700	422.690	0.000
202207	122169.600	18134.550	104035.050	27,406.350	477.230	477.230	286.340	477.230	0.000
202206	107034.750	17043.750	89991.000	22,634.100	381.780	381.780	286.340	381.780	0.000
202205	80446.500	15271.200	65175.300	11,453.400	327.240	327.240	177.260	327.240	0.000
202204	71011.080	12680.550	58330.530	11,548.850	231.800	231.800	149.990	231.800	0.000
202203	64384.470	12135.150	52249.320	9,585.410	204.530	204.530	190.890	204.530	0.000
202202	64902.600	12544.200	52358.400	8,181.000	204.530	204.530	190.890	204.530	0.000
202201	65175.300	12680.550	52494.750	7,771.950	163.620	163.620	109.080	163.620	0.000
202112	65916.230	11610.610	54305.610	9,879.100	163.620	163.620	109.080	163.620	0.000
202111	65518.770	12170.190	53348.570	12,619.600	173.030	173.030	113.580	173.030	0.000
202110	61949.940	11923.810	50026.130	10,344.870	158.580	158.580	109.080	158.580	0.000
202109	62816.720	11881.540	50935.180	8,743.170	168.120	168.120	108.670	168.120	0.000
202108	59663.620	11527.440	48136.190	7,949.340	149.990	149.990	95.450	149.990	0.000
202107	58183.680	11928.990	46254.690	5,642.840	131.440	131.440	104.580	131.440	0.000
202106	64316.300	13358.070	50958.220	6,996.660	124.760	124.760	116.990	124.760	0.000
202105	61294.230	12744.630	48549.600	7,974.290	136.350	136.350	109.080	136.350	0.000
202104	55484.910	10905.550	44579.360	5,802.920	134.440	134.440	98.990	134.440	0.000
202103	52629.460	11158.880	41470.580	8,250.270	107.030	103.900	107.030	107.030	0.000
202102	55204.160	12341.170	42862.990	6,885.540	100.490	99.670	100.490	100.490	0.000
202101	62984.840	12785.810	50199.030	9,094.410	128.850	128.850	113.310	128.850	0.000
202012	60968.900	11622.610	49346.290	10,687.930	124.210	124.210	114.530	124.210	0.000
202011	57006.840	12813.760	44193.080	9,453.550	104.720	102.260	104.720	104.720	0.000

rptSuminCuentaCorrienteMayor.rdl EDE3CB86-3607-42FF-8C3E-B02B94AFBEA4

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

DATOS DE CONSUMO DE POTENCIA Y ENERGÍA - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

RUTA:	4111302101152	**DIRECCION:**	**AV. SESQUICENTENARIO S/N TARIFA**		**MT4**	**POT. CONTRATADA:**	250	**MARCA MEDIDOR:**	Elster
CODIGO:	10010063673	**ALIMENTACION:**	**Aerea**	**FASES:**	3	**FACTOR EA:**	1363.5	**SERIE:**	02799508

	CONSUMO								
Mes	**EA**	**EAHP**	**EAHFP**	**ER**	**MD**	**MDHFP**	**MDHP**	**CMDG**	**Excs.**
202010	54771.930	11829.450	42942.480	9,480.960	102.540	99.940	102.540	102.540	0.000
202009	59176.990	13024.420	46152.570	7,633.420	113.990	109.350	113.990	113.990	0.000
202008	62047.290	13253.490	48793.800	5,604.670	119.170	113.030	119.170	119.170	0.000
202007	62944.750	13119.600	49825.150	6,615.020	119.720	117.260	119.720	119.720	0.000
202006	66335.770	15232.200	51103.570	5,316.560	122.030	117.670	122.030	122.030	0.000
202005	64339.880	14151.770	50188.120	4,438.330	122.580	117.260	122.580	122.580	0.000
202004	68654.410	13967.010	54687.390	4,190.170	128.710	126.940	128.710	128.710	0.000
202003	82549.700	15075.670	67474.020	11,095.620	312.650	312.650	164.850	312.650	0.000
202002	98925.200	18016.200	80909.000	15,732.610	288.520	288.520	159.800	288.520	0.000
202001	134201.120	21252.600	112948.520	36,454.540	502.450	502.450	432.770	502.450	0.000
201912	122442.300	20179.800	102262.500	33,951.150	477.230	477.230	449.960	477.230	0.000
201911	143440.200	24133.950	119306.250	40,495.950	531.770	531.770	449.960	531.770	0.000
201910	137713.500	22770.450	114943.050	35,723.700	518.130	518.130	463.590	518.130	0.000
201909	157075.200	25497.450	131577.750	45,404.550	518.130	518.130	436.320	518.130	0.000
201908	132123.150	21679.650	110443.500	32,724.000	436.320	436.320	368.150	436.320	0.000
201907	175891.500	27270.000	148621.500	49,904.100	640.850	640.850	504.500	640.850	0.000
201906	174528.000	28633.500	145894.500	50,722.200	572.670	572.670	490.860	572.670	0.000

rptSuminCuentaCorrienteMayor.rdl

EDE3CB86-3607-42FF-8C3E-B02B94AFBEA4

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Anexo 3. Registro de datos de Facturación de Potencia y Energía de la ciudad Universitaria UNA Puno, 2019 - 2023

DATOS DE FACTURACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

RUTA:	4111302101152	**DIRECCION:**	AV. SESQUICENTENARIO S/N	**TARIFA**	MT4	**POT. CONTRATADA:**	250	**MARCA MEDIDOR:**	Elster
CODIGO:	10010063673	**ALIMENTACION :**	Aerea	**FASES:**	3	**FACTOR EA:**	1363.5	**SERIE:**	02799508

	MONTOS											
Mes	**CF**	**Energia**	**Potencia**	**AP**	**Mant.**	**Int.**	**IGV**	**Mora**	**ERural**	**Otros No Af.**	**Deuda**	**Total**
202305	14.37	48,248.13	39,036.89	2,400.00	26.85	149.92	16,177.71	0.00	1,552.34	0.09	0.00	**107,606.30**
202304	14.38	44,634.23	35,530.31	2,400.00	26.94	138.85	14,894.05	0.00	1,393.06	-0.02	0.00	**99,031.80**
202303	14.43	27,619.74	29,274.35	1,600.00	27.22	0.00	10,536.43	0.00	861.21	-8,449.48	0.00	**61,483.90**
202302	14.47	693.75	21,490.19	112.00	27.22	141.57	4,046.26	2.13	21.46	-26,549.05	0.00	**0.00**
202301	14.62	21,282.67	26,271.64	1,400.00	27.22	371.38	8,886.16	6.40	641.59	41,673.82	0.00	**100,575.50**
202212	14.62	39,350.33	39,398.60	2,100.00	27.32	338.72	14,621.33	22.45	1,102.38	0.05	0.00	**96,975.80**
202211	14.60	35,869.43	38,534.61	2,100.00	27.67	393.57	13,849.18	28.38	1,026.12	-0.06	0.00	**91,843.50**
202210	14.52	43,723.70	38,231.75	2,100.00	27.51	297.67	15,191.13	18.00	1,348.50	0.02	90,413.60	**191,366.40**
202209	14.54	37,075.61	36,223.40	2,100.00	27.36	202.69	13,615.85	7.65	1,146.54	-0.04	0.00	**90,413.60**
202208	14.48	31,692.99	31,939.54	2,100.00	27.22	313.55	11,895.80	23.57	984.72	0.03	0.00	**78,991.90**
202207	14.25	35,600.22	32,208.35	2,100.00	26.67	213.40	12,639.90	12.87	1,123.96	0.00	71,022.10	**155,020.50**
202206	14.15	31,168.52	25,990.49	2,100.00	26.35	54.28	10,683.68	0.00	984.72	-0.09	0.00	**71,022.10**
202205	13.93	23,313.40	21,490.20	1,400.00	26.39	131.60	8,347.59	8.32	740.11	0.06	0.00	**55,471.60**
202204	13.72	19,755.28	16,216.49	1,225.00	25.93	103.44	6,721.17	5.59	653.30	-0.02	40,524.50	**85,244.40**
202203	13.49	17,911.76	14,625.94	1,225.00	26.09	38.50	6,091.34	0.00	592.34	0.04	0.00	**40,524.50**
202202	13.47	17,965.04	14,169.17	1,225.00	26.25	0.00	6,011.81	0.00	597.10	-8,750.04	0.00	**31,257.80**
202201	13.39	17,714.65	15,660.93	1,225.00	26.82	96.70	6,254.25	5.22	599.61	-41,604.94	0.00	**0.00**
202112	13.36	17,916.03	15,645.79	1,137.50	26.84	52.26	6,262.52	3.17	580.06	-0.03	0.00	**41,637.50**
202111	13.23	17,945.59	16,132.10	1,137.50	26.90	179.30	6,378.23	12.14	576.57	-3.36	0.00	**42,398.20**
202110	13.21	17,160.13	14,705.35	1,137.50	26.83	181.44	5,980.40	19.17	545.16	0.01	38,700.80	**78,470.00**
202109	13.04	16,332.35	14,741.18	1,137.50	26.49	74.87	5,818.58	4.04	552.79	-0.04	35,315.20	**74,016.00**
202108	12.81	15,244.05	12,995.27	1,137.50	26.03	64.94	5,306.51	2.99	525.04	0.06	0.00	**35,315.20**
202107	12.61	14,127.00	11,594.34	1,137.50	25.35	61.50	4,872.10	2.31	512.02	0.03	0.00	**32,453.70**
202106	12.40	15,564.54	11,029.78	1,137.50	24.99	3.16	4,999.03	0.04	565.98	779.98	0.00	**34,117.40**
202105	12.30	14,863.85	11,684.87	1,137.50	24.70	13.71	4,992.65	2.06	539.39	-780.03	0.00	**32,491.00**
202104	12.23	13,704.77	11,724.64	1,137.50	24.54	63.90	4,800.16	3.42	488.27	-0.03	28,630.30	**60,589.70**
202103	11.97	12,931.06	9,755.50	1,137.50	23.99	14.04	4,297.33	0.00	463.14	-4.23	0.00	**28,630.30**
202102	11.91	13,530.54	9,402.42	1,137.50	23.91	0.00	4,339.13	0.00	485.80	-11,565.21	0.00	**17,366.00**
202101	11.72	15,317.91	11,271.53	1,137.50	23.67	56.01	5,007.49	0.84	554.27	-33,381.99	0.00	**0.00**
202012	11.72	14,827.64	10,850.63	1,137.50	23.67	318.40	4,890.52	0.11	524.33	103,595.28	0.00	**136,179.80**
202011	11.68	13,693.04	9,610.71	1,137.50	23.58	645.81	4,522.02	11.55	490.26	103,610.55	0.00	**133,756.70**

rptSuminCuentaCorrienteMayor.rdl

EDE3CB86-3607-42FF-8C3E-B02B94AFBEA4

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

DATOS DE FACTURACIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

RUTA:	4111302101152	**DIRECCION:**	AV. SESQUICENTENARIO S/N	**TARIFA**	MT4	**POT. CONTRATADA:**	250	**MARCA MEDIDOR:**	Elster
CODIGO:	10010063673	**ALIMENTACION :**	Aerea	**FASES:**	3	**FACTOR EA:**	1363.5	**SERIE:**	02799508

	MONTOS											
Mes	**CF**	**Energia**	**Potencia**	**AP**	**Mant.**	**Int.**	**IGV**	**Mora**	**ERural**	**Otros No Af.**	**Deuda**	**Total**
202010	11.54	12,564.68	9,462.92	1,137.50	23.27	184.16	4,209.13	20.13	471.04	0.03	134,742.40	**162,826.80**
202009	11.54	13,575.20	10,189.04	1,137.50	23.27	674.51	4,661.46	64.37	508.92	103,610.64	0.00	**134,742.40**
202008	11.54	14,215.03	12,761.07	1,137.50	23.27	325.39	5,125.28	39.96	533.61	-0.05	139,885.60	**174,058.20**
202007	11.56	14,401.76	14,601.60	1,137.50	23.16	102.54	5,450.06	5.51	541.32	-0.01	103,610.60	**139,885.60**
202006	11.65	15,117.92	17,159.42	1,137.50	22.72	690.92	6,145.22	76.58	570.49	62,678.18	0.00	**103,610.60**
202005	11.65	14,521.51	19,300.03	1,137.50	22.72	587.99	6,404.65	85.65	553.32	0.08	97,990.40	**140,615.50**
202004	11.65	15,495.30	20,337.10	1,137.50	22.72	217.24	6,699.87	18.03	590.43	-0.04	53,460.60	**97,990.40**
202003	11.65	18,631.47	24,599.06	1,300.00	22.72	132.41	8,045.52	7.88	709.93	-0.04	41,492.30	**94,952.90**
202002	11.65	22,366.99	23,809.10	1,300.00	22.72	0.49	8,551.97	0.02	850.76	-15,421.40	0.00	**41,492.30**
202001	11.65	30,544.17	31,613.09	1,950.00	22.72	49.11	11,554.33	0.00	1,154.13	-76,899.20	0.00	**0.00**
201912	11.65	27,867.87	32,299.44	1,800.00	22.72	52.34	11,201.02	0.00	1,028.52	-0.03	0.00	**74,457.40**
201911	11.02	32,403.14	33,486.16	1,650.00	22.73	431.18	12,240.76	2.27	1,204.90	69,748.14	0.00	**151,200.30**
201910	6.75	29,691.03	26,653.96	1,500.00	22.71	253.76	10,463.08	0.00	1,156.79	28,408.02	0.00	**98,156.10**
201909	6.74	32,577.40	26,421.68	1,500.00	22.60	113.91	10,915.62	0.00	1,319.43	0.02	0.00	**72,877.40**
201908	6.70	27,574.10	24,336.01	1,500.00	21.99	37.24	9,625.69	0.00	1,109.83	-0.06	0.00	**64,211.50**
201907	6.70	37,464.89	30,057.25	1,500.00	21.99	107.32	12,444.34	0.00	1,477.49	0.03	0.00	**83,057.10**
201906	6.70	37,174.46	27,419.44	1,500.00	21.99	50.29	11,911.12	0.00	1,466.04	-0.04	0.00	**79,550.00**

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Anexo 4. Ficha técnica del Módulo Fotovoltaico High-efficiency-AS-M1443-H-M6-2021-08-V2

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

AEG

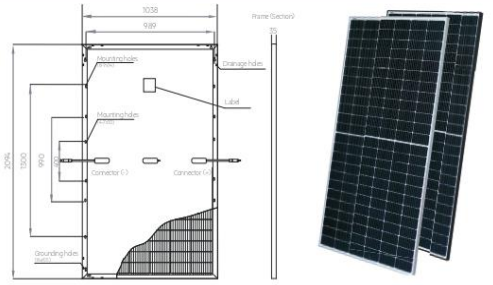
AS-M1443 (M6 CELLS)

PRODUCT SERIES & NAMECODE (PNC)
AEG HIGH EFFICIENCY SERIES
AS-M1443-H(M6)-445/450/455, silver frame
AS-M1443Z-H(M6)-445/450/455, black frame

CERTIFICATIONS		
System	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001	
Product	IEC 61215-1/-2:2016 (EN: 2017)	
	IEC 61730-1/-2:2016 (EN: 2018)	

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC[1,2]				
Nominal Power (Pmax)	[Wp]	445	450	455
Power Sorting[3]	[Wp]	-0/+5	-0/+5	-0/+5
Maximum Power Voltage (Vmp)	[V]	41,05	41,32	41,51
Maximum Power Current (Imp)	[A]	10,84	10,89	10,96
Open Circuit Voltage (Voc)	[V]	48,8	49,05	49,35
Short Circuit Current (Isc)	[A]	11,3	11,37	11,44
Module Efficiency (ηm)	[%]	20,50%	20,70%	20,90%
Maximum System Voltage	[V]	1000	1000	1000
Series Fuse Maximum Rating	[A]	20	20	20

TECHNICAL DRAWINGS

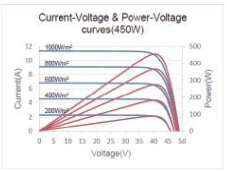


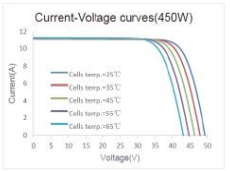
ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NMOT[4]				
Maximum Power (Pmax)	[W]	330,8	334,5	338,2
Maximum Power Voltage (Vmp)	[V]	38,12	38,37	38,55
Maximum Power Current (Imp)	[A]	8,68	8,72	8,78
Open Circuit Voltage (Voc)	[V]	45,7	45,94	46,22
Short Circuit Current (Isc)	[A]	9,1	9,16	9,22

TEMPERATURE CHARACTERISTICS		
NMOT	[°C]	41± 2
Pmax Temp. Coefficient (γ)	[%/°C]	-0.35
Voc Temp. Coefficient (β)	[%/°C]	-0.27
Isc Temp.Coefficient (α)	[%/°C]	+0.05
Operating temperature	[°C]	-40~+85

MECHANICAL CHARACTERISTICS		
Solar cells	monocrystalline silicon, half-cut [pcs]	144
	Dimensions [mm]	M6 Half-cut [166 x 83]
Front glass	high-transparency	Transparent
	Thickness [mm] / [in]	3,2 / 0,126
Backsheet	White	
Encapsulant	EVA	Transparent
Frame	Anodized aluminum alloy	Silver or black
Junction box	Standard	IP68
	Bypass diodes	3
UV-resistant cables	Length [mm] / [in]	1300 / 51,18
	Section [mm²]	4
Connectors	MC4	compatible
Dimensions	H x L x W [mm]	2094 x 1038 x 35
	H x L x W [in]	82,44 x 40,86 x 1,37
Weight	[kg] / [lbs]	23 / 50,69
Maximum load	Wind / Snow [Pa]	2400 / 5400

I/V CURVES - IRRADIANCES





WARRANTIES		
Product warranty	[years]	15 (opt. ext. to 20)
Performance warranty (linear)[5]	[years]	25

PACKAGING		
Packing configuration	[pcs/pallet]	31
Loading capacity	[pcs/40 ft container]	682

CONTACT US
Solar Solutions GmbH
Brückenstrasse 94, 60594 Frankfurt am Main, Germany
+49 (0)69 400500810 | info@aeg-industrialsolar.de
www.aeg-industrialsolar.de

1-Standard Test Conditions (STC): Irradiance 1000 W/m², Air Mass AM = 1.5, Cell Temperature 25°C)

2-Measurement tolerances (IEC 61215:2016): Pmax±3%; Voc±3%; Isc±5%

3-AEG photovoltaic modules are classified according to a principle of positive power tolerance: the Power Output measured at STC of the delivered modules exceeds their assigned Nameplate Nominal Power

4-NMOT: Nominal operating temperature of module, Irradiance 800 W/m², Wind Speed 1m/s; Ambient Temperature 20°C, Air Mass AM=1.5

5-(HE/GB)No less than 98% of the minimum "Peak Power at STC"in the first year; power output decline no more than 0.55% per year thereafter. Full text of the Warranty Terms available at: www.aeg-industrialsolar.de

6-Dimensions in the technical picture are expressed in mm with tolerance ±2 mm (±0.079")

Version 2021.08.V2.EN

© Solar Solutions GmbH. Specifications in this datasheet are subject to change without notice.
AEG is a registered trademark used under license from AB Electrolux (publ).

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Anexo 5. Ficha técnica del Inversor AS-IC01-40000-70000-2-2021-08-V1

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

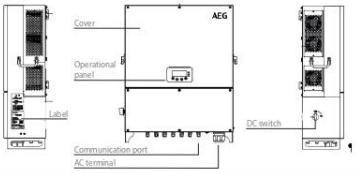
TESIS EPG UNA - PUNO

SERIES	AS-IC01-40000	AS-IC01-50000	AS-IC01-60000	AS-IC01-70000
INPUT (DC)				
Nominal DC input power (W)	40000	50000	60000	70000
Max. DC Input power (W)	55000	66000	72000	77000
Max. DC Input Voltage (V)	1100	1100	1100	1100
Starting Voltage	200	200	200	300
MPPT Operating Voltage Range (V)	570/950	570/950	570/950	570/950
Operation Voltage	600-850	600-850	600-850	600-850
Number of MPPT / String per MPPT	1 / 10	1 / 12	1 / 14	1 / 14
Max. DC Current (A) per MPPT x Nr. of MPPT	74x 1	90 x 1	120 x 1	12.0 x 1
Isc PV (A)	81	99	132	132
Maximum backflow current (inv. backflow to array) (A)	0	0	0	0
DC switch	Integrated			
OUTPUT (AC)				
Rated Output Power (W)	40000	50000	60000	66000
Max. AC Output Current (A)	63.5	72.5	96	96
Maximum Output Ovecurrent Protection (A)	125.7	143.5	190	190
Maximum Output Fault Current (A)	1050A @ 4.75 ms			
AC inrush current	Less than 200A			
Voltage (V) / Frequency (Hz)	230~400 Vac, 50 Hz (47~51.5 Hz)			
Power Factor	-0.8 ~ +0.8 (adjustable)			
THDi	<3% (at rated power)			
AC Output	Three-phase (L1, L2, L3, N, PE)			
SYSTEM				
Cooling	Air cooling			
Max. Efficiency (%)	98.60			
Euro-Efficiency (%)	98.20			
MPPT Efficiency (%)	99.90			
Protection Rating	IP65			
Power Consumption at Night (W)	<1			
Topology and Isolation Mode	Non-isolated			
Operating Temperature	-25°C ~ +60°C (derate after 45°C)			
Relative Humidity	4 ~100%, condensation			
Max. Altitude (m)	≤2000 (derate if the altitude >2000)			
Overvoltage Protection Class and Safety Class	AC:III, PV:II; Safety Class I			
Protection	Input overvoltage protection, input overcurrent protection, DC isolation monitoring, DC monitoring, grounding fault current monitoring, grid monitoring, island protection, short circuit protection, overheating protection			
MECHANICAL PARAMETERS				
Dimensions (H x W x D, mm)	810 x 645 x 235			
Weight (kg)	52			
DC Terminal	BC03A, BC03B			
Installation	Wall-mounting			
Safety certificates / EMC category / Grid Standards	EN 62109-1:2010, EN 62109-2:2011, EN 61000-6-3:2007+A1:2011, EN 61000-6-2:2005			
Noise (dB)	≤55			
DISPLAY AND COMMUNICATION				
Display	LCD			
System Language	English, German, Dutch			
Communication	RS485 + WiFi (Standard), Ethernet (Optional)			

WARRANTY

Product warranty 5 years (optional: 10/15/20 years)

For the full Warranty Terms please visit www.aeg-industrialsolar.de
© Solar Solutions GmbH. Specifications in this datasheet are subject to change without notice. Code: AS-IC01-(40000-70000) version 202108.V1.EN-EU
AEG is a registered trademark used under license from AB Electrolux (publ)



AS-IC01-(40000 ~70000)

CONTACT US

Solar Solutions GmbH | Brückenstrasse 94 | 60594 Frankfurt am Main | Germany
Tel: +49 69 400 500 810 | Mail: info@aeg-industrialsolar.de | www.aeg-industrialsolar.de

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Anexo 6. Reporte de Datos estadísticos analizados en el Software estadístico SPSS

PVSYST
PHOTOVOLTAIC SOFTWARE

Version 7.4.3

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Sistema de Generación Distribuida Ciudad Universitaria UNA Puno

Variant: Nueva variante de simulación

No 3D scene defined, no shadings

System power: 164 kWp

Ciudad Universitaria UNA Puno - Perú

PVsyst TRIAL

Author

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Project summary

Geographical Site
Ciudad Universitaria UNA Puno
Perú

Situation

Latitude	-15.82 °S
Longitude	-70.02 °W
Altitude	3833 m
Time zone	UTC-5

Project settings

Albedo	0.20

Meteo data
Ciudad Universitaria UNA Puno
NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético

System summary

Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation
Fixed plane
Tilt/Azimuth 30 / 0 °

Near Shadings
No Shadings

User's needs
Fixed constant load
10.00 kW
Global
87.6 MWh/Year

System information

PV Array

Nb. of modules	360 units
Pnom total	164 kWp

Inverters

Nb. of units	4 units
Pnom total	160 kWac
Pnom ratio	1.024

Results summary

Produced Energy	335654 kWh/year	Specific production	2049 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	88.48 %
Used Energy	87600 kWh/year			Solar Fraction SF	45.77 %

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Main results 4
Loss diagram 5
Predef. graphs 6
P50 - P90 evaluation 7
Single-line diagram 8

PVsyst TRIAL

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

General parameters

Grid-Connected System — **No 3D scene defined, no shadings**

PV Field Orientation

Orientation		Sheds configuration	Models used	
Fixed plane		No 3D scene defined	Transposition	Perez
Tilt/Azimuth	30 / 0 °		Diffuse	Perez, Meteonorm
			Circumsolar	separate

Horizon
Free Horizon

Near Shadings
No Shadings

User's needs
Fixed constant load
10.00 kW
Global
87.6 MWh/Year

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	Generic
Model	AS-M1443-H-455
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	455 Wp
Number of PV modules	360 units
Nominal (STC)	164 kWp
Modules	20 string x 18 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	149 kWp
U mpp	681 V
I mpp	219 A

Inverter

Manufacturer	Generic
Model	AS-IC01-40000-1 (40kw,three-phase with 1 MPPT)
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	40.0 kWac
Number of inverters	4 units
Total power	160 kWac
Operating voltage	570-950 V
Pnom ratio (DC:AC)	1.02

Total PV power

Nominal (STC)	164 kWp
Total	360 modules
Module area	795 m²

Total inverter power

Total power	160 kWac
Number of inverters	4 units
Pnom ratio	1.02

Array losses

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses
Global array res. 51 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Module Quality Loss
Loss Fraction -0.5 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.2 %

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

PVsyst TRIAL

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

PVsyst V7.4.3
VC0, Simulation date:
09/11/23 20:35
with v7.4.3

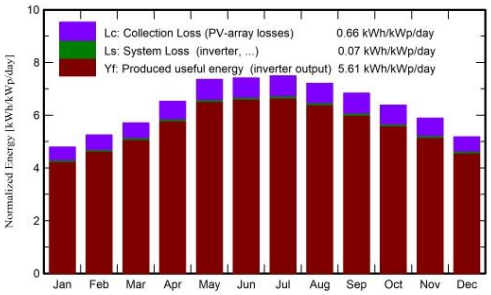
PVsyst TRIAL

Main results

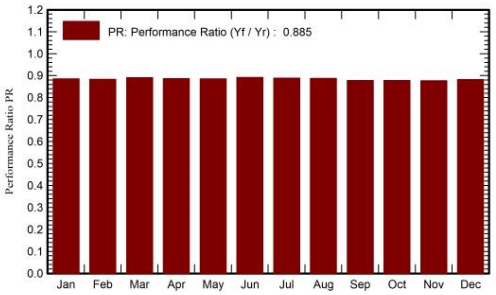
System Production

Produced Energy	335654 kWh/year	Specific production	2049 kWh/kWp/year
Used Energy	87600 kWh/year	Perf. Ratio PR	88.48 %
		Solar Fraction SF	45.77 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_User kWh	E_Solar kWh	E_Grid kWh	EFrGrid kWh
January	181.0	75.33	8.45	148.7	143.5	21896	7440	3525	18058	3915
February	163.5	65.52	8.27	147.1	142.6	21582	6720	3196	18093	3524
March	175.5	63.55	8.10	176.9	172.6	26152	7440	3401	22405	4039
April	169.5	46.20	7.17	195.9	192.3	28818	7200	3232	25231	3968
May	174.5	30.07	5.76	228.3	224.8	33510	7440	3382	29736	4058
June	161.7	23.10	4.47	222.5	219.8	32885	7200	3199	29300	4001
July	172.7	25.11	4.11	232.4	229.4	34212	7440	3272	30532	4168
August	184.1	35.65	5.41	223.6	220.1	32920	7440	3326	29195	4114
September	194.7	45.60	6.71	205.3	200.9	29892	7200	3263	26263	3937
October	212.0	58.59	8.08	197.8	192.7	28812	7440	3399	25035	4041
November	210.3	62.40	8.71	176.7	170.9	25737	7200	3362	22025	3838
December	201.5	70.68	8.76	160.6	154.6	23559	7440	3539	19683	3901
Year	2201.1	601.80	6.99	2315.9	2264.3	339974	87600	40096	295557	47504

Legends

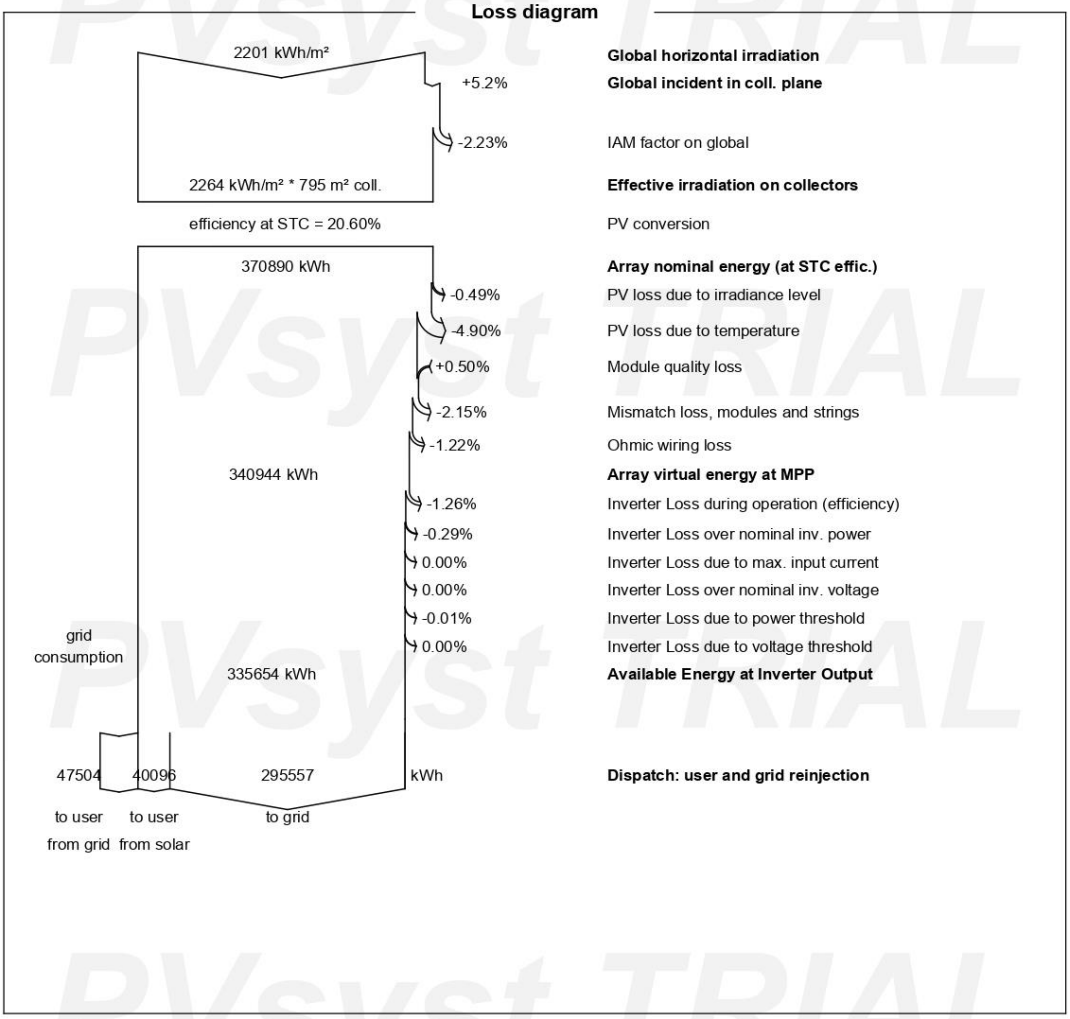
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_User	Energy supplied to the user
T_Amb	Ambient Temperature	E_Solar	Energy from the sun
GlobInc	Global incident in coll. plane	E_Grid	Energy injected into grid
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EFrGrid	Energy from the grid

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Loss diagram



PVsyst TRIAL

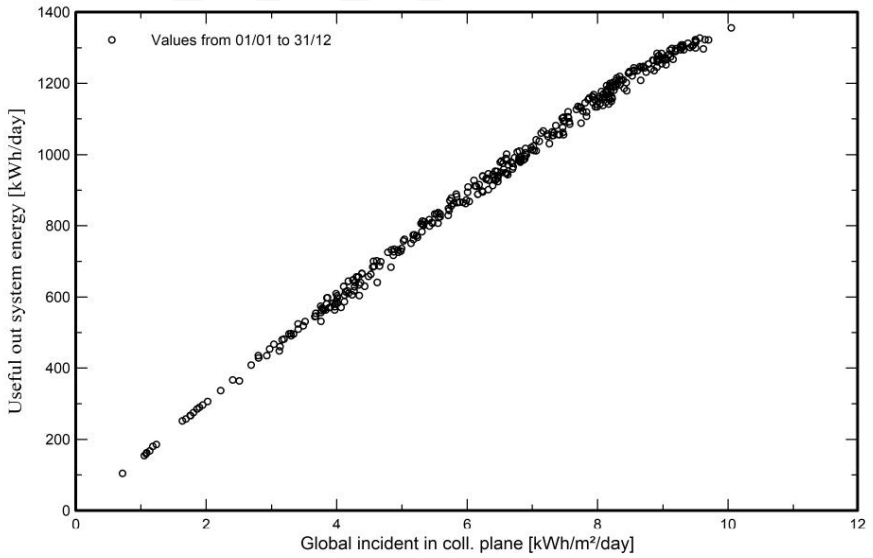
repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

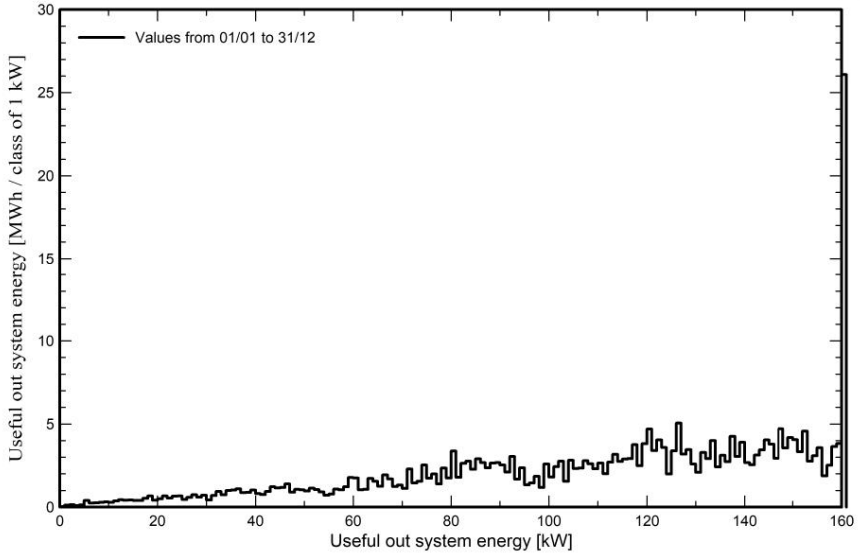
PVsyst TRIAL

Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



PVsyst TRIAL

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

P50 - P90 evaluation

Meteo data

Source	NASA-SSE satellite data 1983-2005
Kind	Not defined
Year-to-year variability(Variance)	0.0 %
Specified Deviation	

Simulation and parameters uncertainties

PV module modelling/parameters	1.0 %
Inverter efficiency uncertainty	0.5 %
Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %
Degradation uncertainty	1.0 %

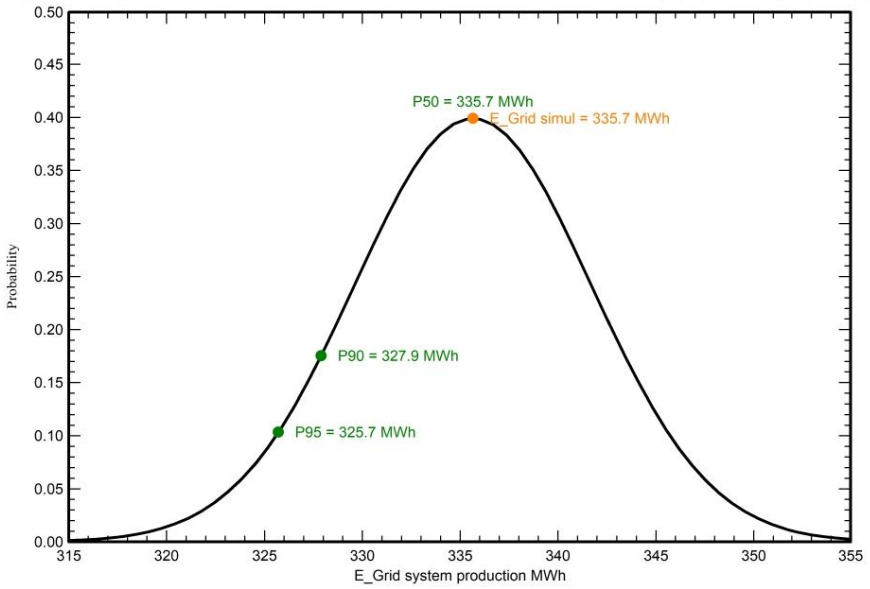
Global variability (meteo + system)

Variability (Quadratic sum)	1.8 %

Annual production probability

Variability	6.1 MWh
P50	335.7 MWh
P90	327.9 MWh
P95	325.7 MWh

Probability distribution

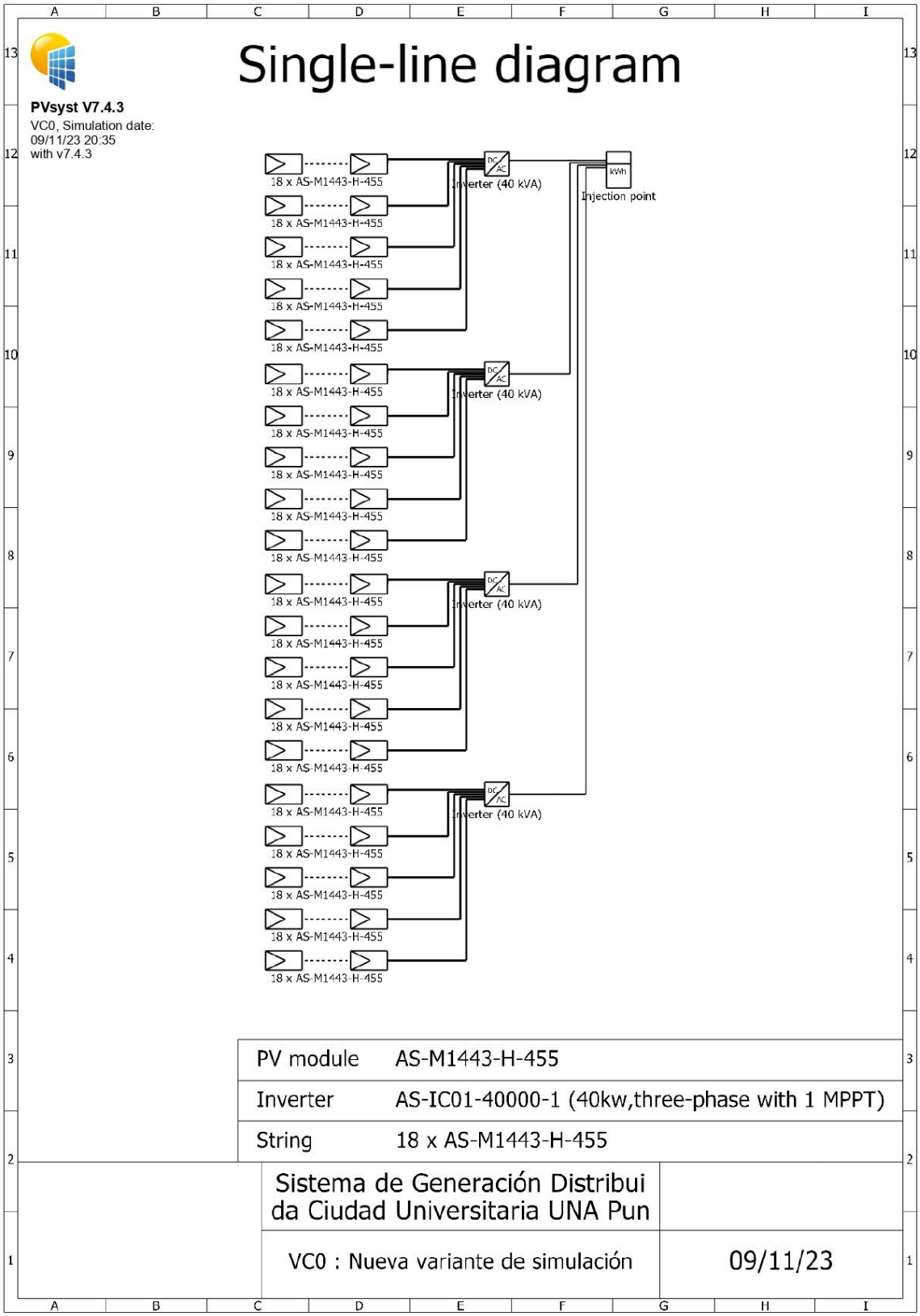


PVsyst TRIAL

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

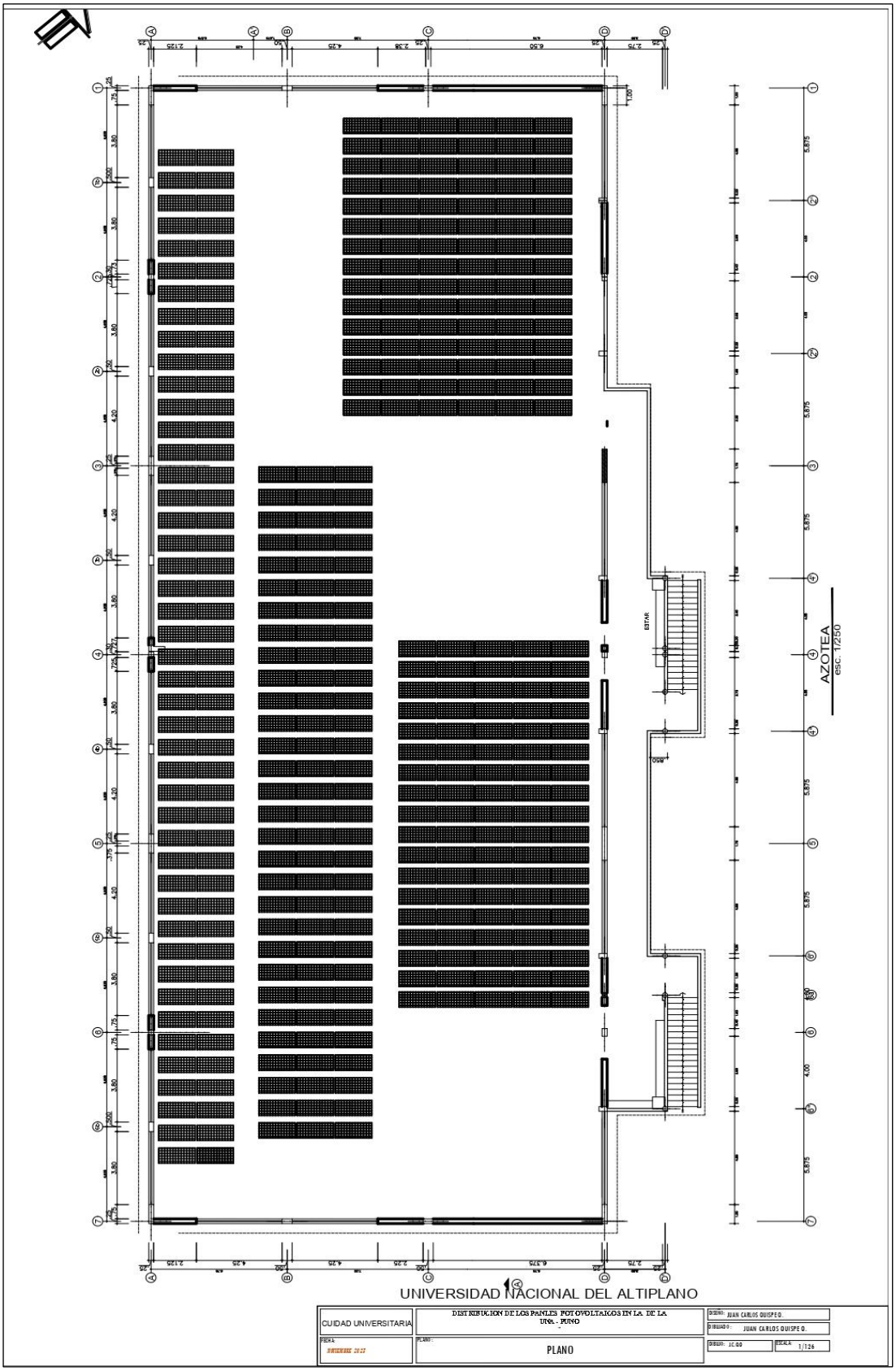
Anexo 7. Diagrama Unifilar del Sistema de Generación Distribuida de la Ciudad Universitaria de la UNA Puno



repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Anexo 8. Distribución física de los paneles en la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica- de la ciudad universitaria



repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Anexo 9. Manual del Software de diseño PVSYST

Manual PVSYST
SISTEMA CONECTADO A RED
Capítulo 1: Enfoque Básico - Mi Primer Proyecto

1.1 Primer contacto con PVsyst

Al abrir PVsyst, se accede a la página principal:

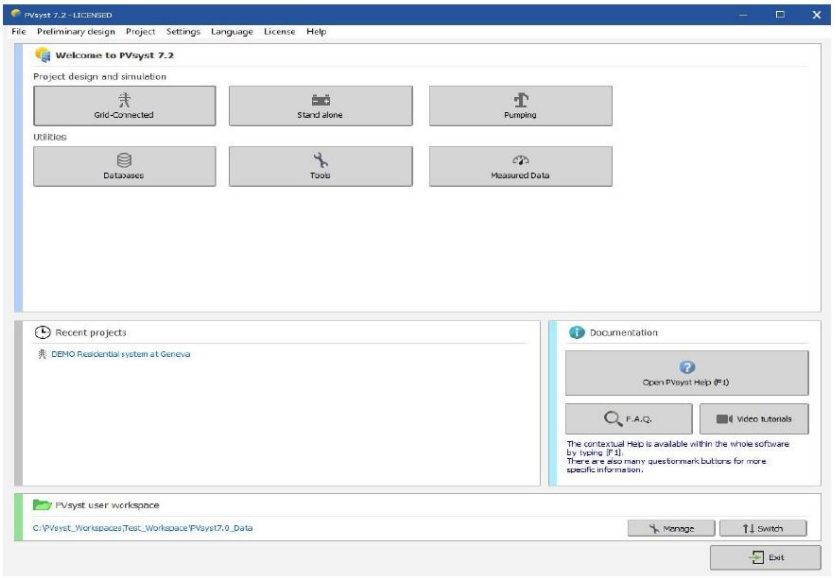


Figura 1: Página principal de PVsyst 7.2.

Esto da acceso a cuatro partes principales del programa:

1. "Diseño y simulación de proyectos" es la parte principal del software y se utiliza para el estudio completo de un proyecto. Implica la elección de datos meteorológicos, el diseño del sistema, los estudios de sombreado, la determinación de pérdidas y la evaluación económica. La simulación se realiza a lo largo de un año completo en pasos de una hora y proporciona un informe completo y muchos resultados adicionales.
2. "Proyectos recientes" te permitirá encontrar y modificar rápidamente tus proyectos recientes.
3. "Documentación" le ayudará a implementar diferentes simulaciones con la ayuda de tutoriales en PDF, vídeos y preguntas frecuentes.
4. "Pvsyst user Workspace" contiene todos los datos creados por el usuario. El lugar predeterminado es C:\Users\<username>\Pvsyst7.0_Data pero el usuario puede cambiarlo.

1.2 Estudio completo de un proyecto de muestra

1.2.1 Especificaciones del proyecto y procedimiento general

Para presentar el desarrollo del diseño de un proyecto en PVsyst, recorreremos paso a paso un proyecto completo. A modo de ejemplo, consideremos una granja ubicada en Suiza cerca de Ginebra. El edificio en cuestión se ilustra en la Figura 2:

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

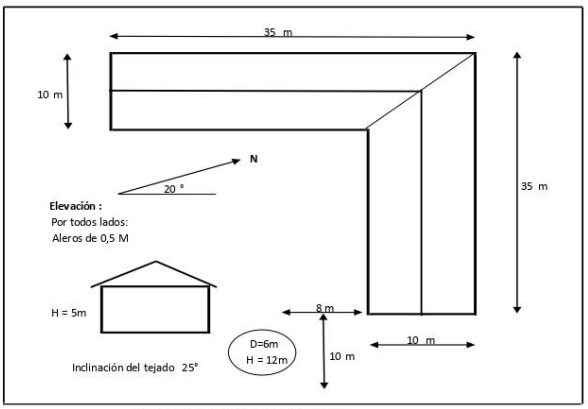


Figura 2: Croquis del proyecto.

El techo de la granja está orientado al sur, se dispone de una superficie de techo de 125 m2 y planeamos cubrir 50^{m2} del techo con módulos fotovoltaicos monocristalinos.

Como se explicó anteriormente, no utilizaremos el "Diseño Preliminar" para un proyecto conectado a la red, sino que comenzaremos con un "Diseño de Proyecto" completo.

Figura 3: Inicio de un proyecto conectado a la red.

Al elegir un proyecto "Conectado a la red", aparece el siguiente panel de gestión de proyectos:

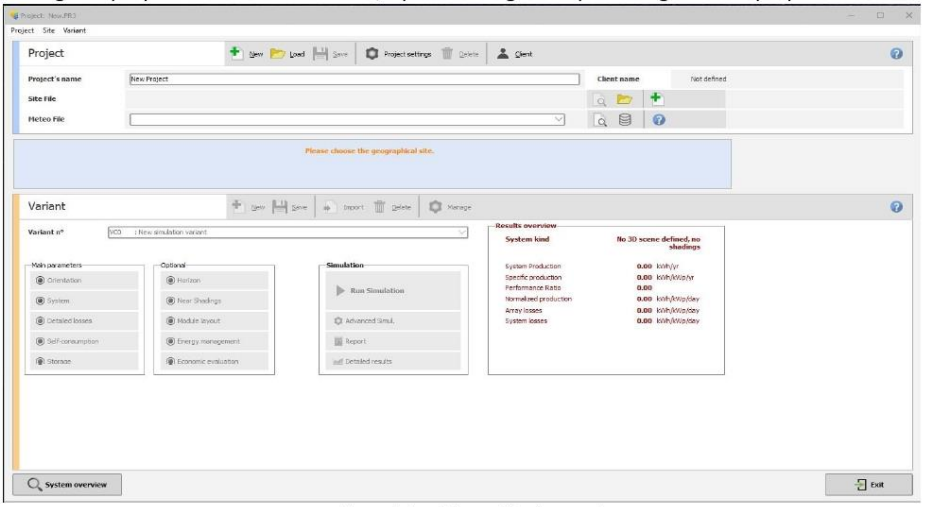


Figura 4: Panel de gestión de proyectos.

El tablero tiene dos partes:

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

1. 'Proyecto': El objeto central que permite la definición básica de su proyecto en el que construirá diferentes variantes (también llamadas configuraciones del sistema o variantes de cálculo) de su sistema. El proyecto contiene el sitio geográfico de su sistema, la referencia a un archivo con los datos meteorológicos y algunos parámetros generales como la definición de Albedo, algunos tamaños condiciones y parámetros específicos de este proyecto. En el espacio de trabajo de PVsyst, obtendrá un nombre de archivo con la extensión *. PRJ.
2. 'Variant': Cada variante del sistema contiene todas las definiciones detalladas de su sistema, lo que dará como resultado un cálculo de simulación. Estas definiciones incluyen la elección y el número de paneles solares e inversores, la disposición geométrica y los posibles sombreados, las conexiones eléctricas, los diferentes escenarios económicos , etc. En la base de datos, los archivos con las Variantes de un proyecto tendrán el nombre de archivo del Proyecto, con extensiones como VC0, VC1, VCA, etc. Puede definir hasta 936 variantes por proyecto.

Pasos en el desarrollo de un proyecto.

Al desarrollar un proyecto en PVsyst, se recomienda proceder en pequeños pasos incrementales:

- Cree un proyecto especificando la ubicación geográfica y los datos meteorológicos.
- Defina una variante básica del sistema, incluyendo solo la orientación de los módulos fotovoltaicos, la potencia requerida o el área disponible y el tipo de módulos fotovoltaicos e inversores que desea utilizar. PVsyst propondrá una configuración básica para esta elección y establecerá valores predeterminados razonables para todos los parámetros que se requieren para un primer cálculo. A continuación, puede simular esta variante y guardarla. Será la primera aproximación aproximada que se refinará en iteraciones sucesivas.
- Definir variantes sucesivas añadiendo progresivamente perturbaciones a este primer sistema, es decir, sombreados lejanos, sombreados cercanos, parámetros de pérdida específicos, evaluación económica , etc. Debe simular y guardar cada variante para poder compararlas y comprender el impacto de todos los details que está agregando a la simulación.

Consejos - Ayuda

En PVsyst, siempre puede acceder al contexto de ayuda pulsando F1. A veces también verá un pequeño botón azul con un signo de interrogación . Al hacer clic en el botón, se accederá a información más detallada sobre el tema en la sección Ayuda.

Cuando PVsyst muestre mensajes en rojo, se recomienda leerlos detenidamente. Pueden ser advertencias o mensajes de error, o pueden ser procedimientos que deben seguirse para obtener un resultado correcto.

1.2.2 Definición del proyecto

En el panel de control del proyecto, haga clic en "Nuevo proyecto" y defina el nombre del proyecto.
A continuación, haz clic en "Sitio y Meteo".

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

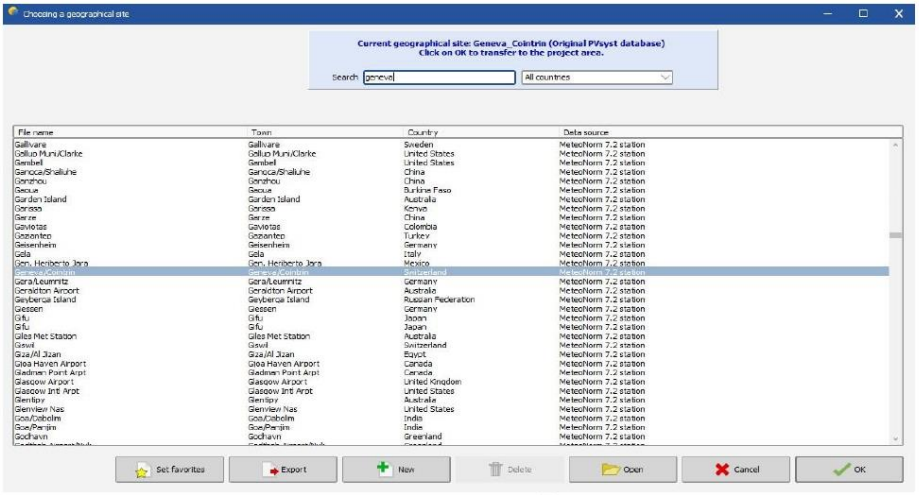


Figura 5: Cuadro de mando para elegir un sitio *geográfico.*

Puede elegir un sitio de la base de datos integrada, que contiene alrededor de 2.550 sitios de Meteonorm, o puede definir un nuevo sitio que se puede ubicar en cualquier parte del mundo. Por favor, consulte el tutorial. "Gestión de datos meteorológicos" si desea crear o importar un sitio diferente a los disponibles en la base de datos.

El sitio del proyecto define las coordenadas (latitud, longitud, altitud y zona horaria) y contiene datos meteorológicos mensuales.

La simulación se basará en un archivo Meteo con datos horarios. Si existe un archivo de meteorología cercana en las proximidades (menos de 20 km), se propondrá. De lo contrario, PVsyst creará un conjunto de datos por hora sintético basado en los valores meteorológicos mensuales de su sitio. Sin embargo, siempre puede elegir otro archivo Meteo en la base de datos. Se emitirá una advertencia si está demasiado lejos de su sitio.

N.B .: Si comienzas eligiendo un archivo meteorológico, tienes la posibilidad de copiar el sitio asociado a este archivo.

En el panel de control del proyecto, puede hacer clic en el botón "Configuración del proyecto" (Figura 6) que le dará acceso a los parámetros comunes del proyecto, es decir, los valores de Albedo , las condiciones de diseño, las limitaciones de diseño y las preferencias de interfaz.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

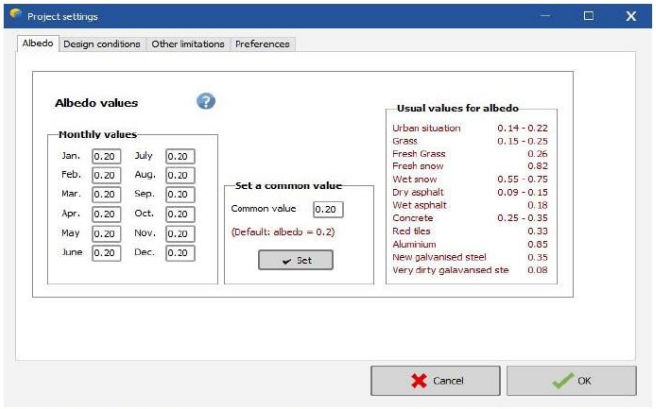


Figura 6: Configuración del proyecto *para acceder* a *los parámetros comunes del proyecto.*

En general, nunca modificará el factor de albedo. El valor de 0,2 es un valor estándar más común. Sin embargo, si, por ejemplo, su sitio está en las montañas, puede definir un factor de albedo más alto, como 0,8, para los meses con una cobertura de nieve significativa.
La segunda pestaña del cuadro de diálogo de parámetros del proyecto contiene la página "Condiciones de diseño", vere Figura 7.

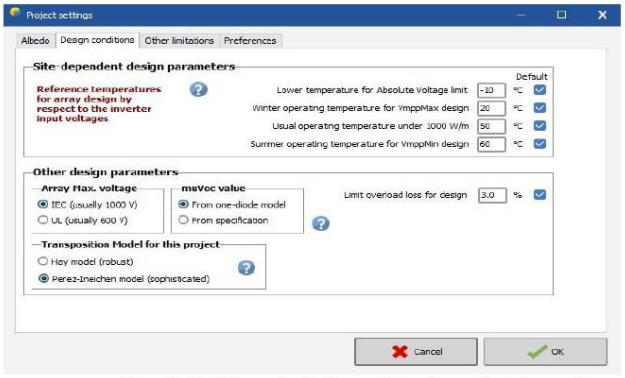


Figura 7: Condiciones de diseño para la configuración del proyecto.

Esta página define las temperaturas de dimensionamiento, que pueden depender del sitio. Estos solo se utilizan durante el dimensionamiento de su sistema y no están involucrados en la simulación. La "Temperatura más baja para el límite de voltaje absoluto " en esta pestaña es un valor importante que depende del sitio, ya que está relacionado con la seguridad de su sistema (determina el voltaje máximo de la matriz en cualquier condición). Idealmente, debería ser la temperatura mínima jamás medida durante el día en este lugar. En Europa Central, la práctica común es elegir -10 ° C (más bajo en climas de montaña).

1.3 Guardar el proyecto

Cuando haya terminado (es decir, haya ido a las opciones de variantes), se le pedirá que guarde el proyecto. El cuadro de diálogo que aparece (Figura 8) le permite cambiar el nombre del proyecto. Le recomendamos que utilice un nombre de archivo simple, ya que se utilizará como etiqueta para todas las variantes.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

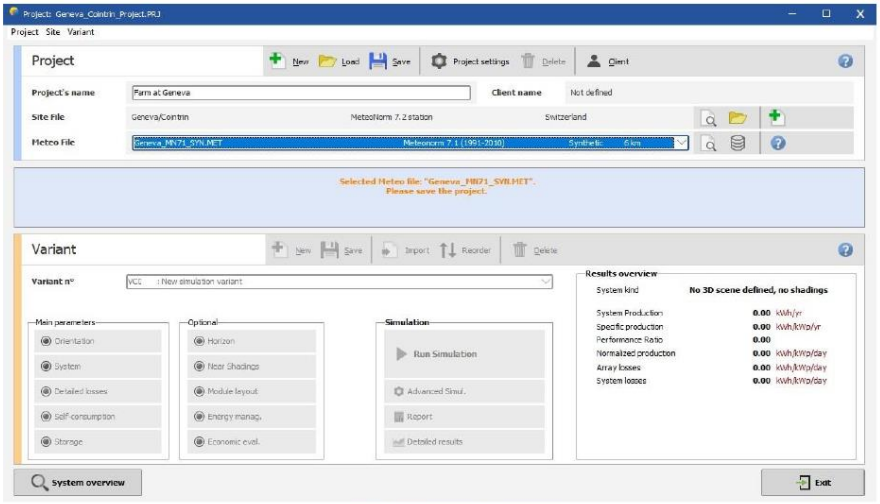


Figura 8: Guardado del proyecto.

1.3.1 Creación de la primera variante (básica) para este proyecto

Después de definir el emplazamiento y la entrada meteorológica del proyecto, se puede proceder a crear el primer

Variante. Notará que al principio, hay dos botones marcados en rojo: "Orientación" y "Sistema S", vea la Figura 9. El color rojo significa que esta variante del proyecto aún no está lista para la simulación, se requiere información adicional. Los parámetros básicos que hay que definir para cualquier variante, y que aún no hemos especificado, son la orientación de los paneles solares, el tipo y el número de módulos fotovoltaicos y el tipo y número de inversores que se utilizarán.

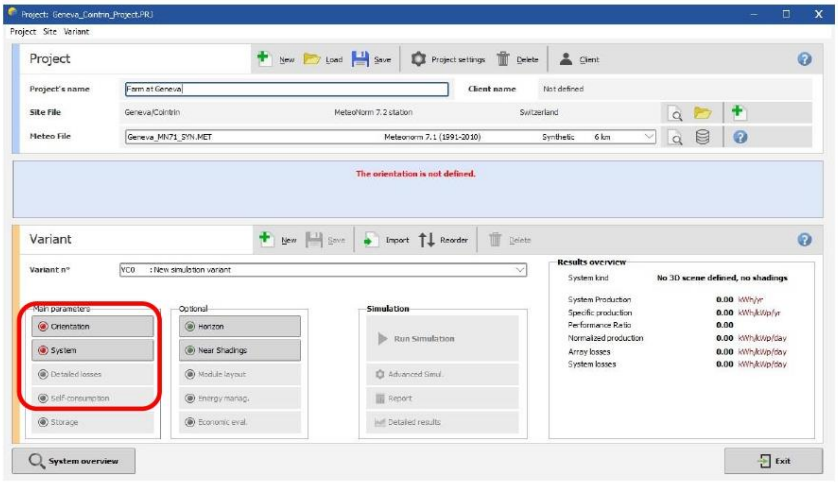


Figura 9: Dos variantes básicas "Orientación" y "Sistema".

Primero, haga clic en "Orientación". Obtendrá el cuadro de diálogo de orientación donde tendrá que proporcionar valores para el tipo de campo para la instalación solar y los ángulos de inclinación y acimut, consulte la Figura 10.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

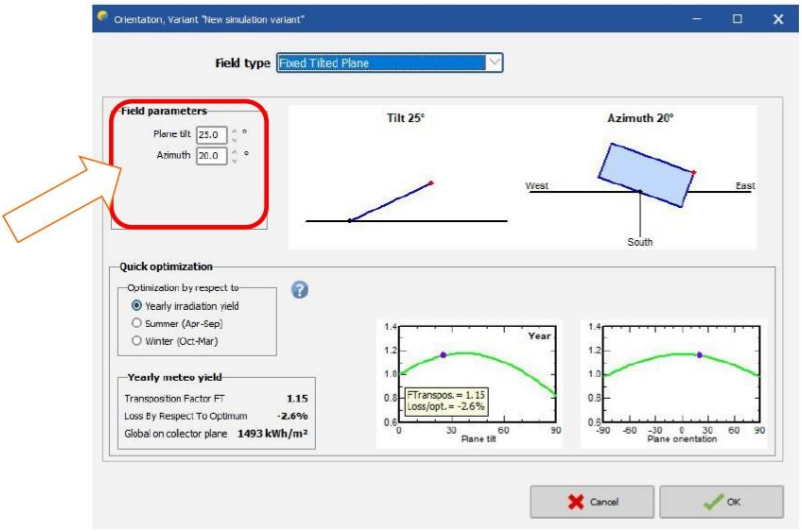


Figura 10: Cuadro de diálogo

Los paneles solares de nuestro ejemplo se instalarán en un plano inclinado fijo . A partir del dibujo del proyecto en la Figura 2, obtenemos los ángulos de inclinación del plano y acimut (25° y 20° oeste respectivamente). El acimut se define por el ángulo entre la dirección Sur y la dirección hacia la que se orientan los paneles. Los ángulos hacia el oeste se consideran positivos, mientras que los ángulos hacia el este se consideran negativos.

Después de configurar los valores correctos de inclinación y acimut, haga clic en "Aceptar" y el botón "Orientación" se volverá verde. A continuación, haga clic en "Sistema".

Ayuda de predimensionamiento: A partir de la descripción del sistema, recordamos que tenemos una superficie disponible de unos 50 m². No es obligatorio definir un valor aquí, pero hacerlo simplificará nuestro primer enfoque, ya que permitirá a PVsyst proponer una configuración adecuada.

Seleccione un módulo fotovoltaico: elija un módulo fotovoltaico en la base de datos. Entre "Todos los módulos", seleccione "Genérico" como fabricante y seleccione el modelo de 300 W . En la parte inferior derecha del cuadro de diálogo, PVsyst mostrará un aviso para elegir el inversor: *"Por favor, elija el modelo del inversor, la potencia total debe ser de 7 kW o más".*

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

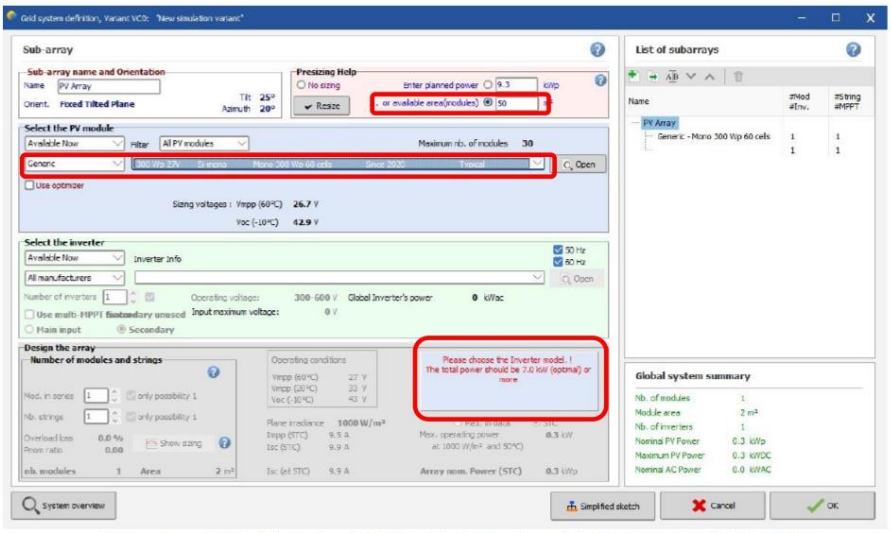


Figura 11: Cuadro de diálogo de definición del sistema de red al seleccionar el módulo fotovoltaico.

Seleccione el inversor: Para la instalación de nuestro ejemplo, podemos elegir un inversor monofásico de unos 7 kW. Elegimos el inversor genérico de 7,5 kW, y PVsyst propone una configuración completa para el sistema: 1 inversor, 2 strings, cada uno con 15 módulos conectados en serie.

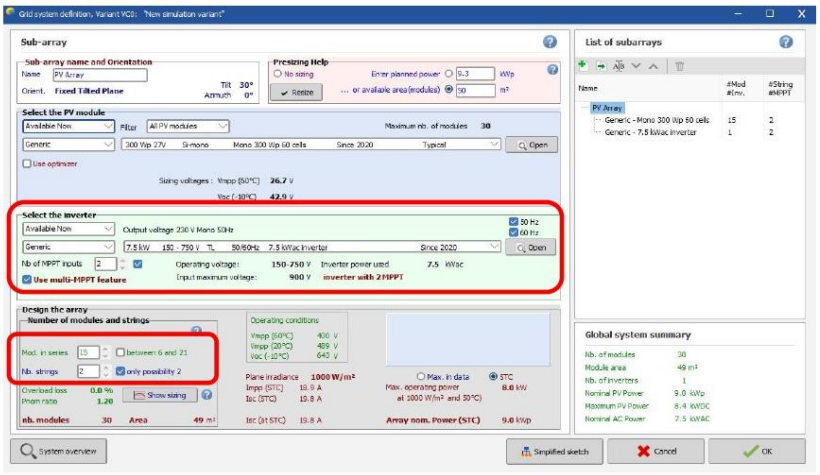


Figura Art Cuadro de diálogo de definición del sistema de red al seleccionar

Después de definir el tipo de módulo, el inversor y el diseño de la matriz, el panel azul en la parte inferior derecha del cuadro de diálogo debe estar vacío o naranja. Si recibe un mensaje de error rojo, compruebe todas las opciones que haya realizado y corríjalas a los valores descritos anteriormente (es posible que el mensaje tarde un breve momento en adaptarse a los cambios que realices).

Ahora hemos definido todos los elementos obligatorios que se necesitan para una primera simulación. Veremos más detalles de este diálogo tan importante más adelante en este tutorial. Por ahora, puede

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

hacer clic en "Aceptar" para validar las opciones. Recibirá un cuadro de mensaje con la advertencia: "La potencia del inversor está ligeramente infradimensionada". Por el momento, lo ignoraremos y simplemente lo confirmaremos con el botón Aceptar.

Colores de los *mensajes* en PVsyst

En muchos de los diálogos de PVsyst se le mostrarán mensajes que están destinados a guiarle a través de los diferentes pasos de la definición y ejecución de una simulación. El color del texto te da una pista de la importancia del mensaje:

- Los mensajes en b lack son información adicional o instrucciones sobre cómo proceder.
- Las advertencias en naranja indican imperfecciones de diseño, pero el sistema sigue siendo aceptable.
- Los errores en rojo significan errores graves, que impedirán la ejecución de la simulación. Un código de olor similar también es válido para los botones del panel de control del proyecto (además, un botón en gris significa "no se ha definido").

1.4 Ejecución de la primera simulación

En el panel de control del proyecto, todos los botones ahora están verdes (posiblemente naranjas) o apagados.
Se activa el botón "Ejecutar simulación" y podemos hacer clic en él.

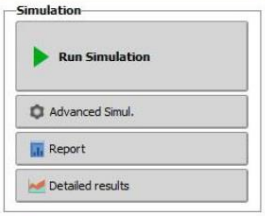


Figura 13: Botón Ejecutar simulación.

Las fechas de simulación son las del archivo de datos meteorológicos subyacente. No los modifique (no puede realizar una simulación fuera de los datos meteorológicos disponibles).

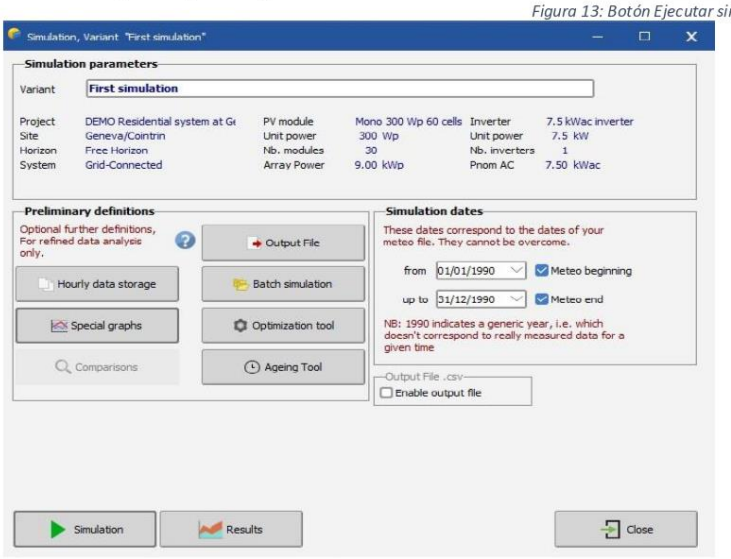


Figura 14: Cuadro de diálogo Variante de simulación.

Las definiciones preliminares son características adicionales que pueden definirse con fines anticipados. Los omitiremos por ahora y haremos clic de inmediato en "Simulación".

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Figura 15: Barra de progreso .

Aparecerá una barra de progreso que indica qué parte de la simulación queda por realizar. Al finalizar, se activará el botón "Aceptar". Al hacer clic en g, accederá directamente al cuadro de diálogo "Resultados".

1.4.1 Análisis de los resultados

El cuadro de diálogo "Resultados" muestra en la parte superior un breve resumen de los parámetros de simulación que debe verificar rápidamente para asegurarse de que no cometió errores obvios en la entrada parámetros. A la derecha hay un marco con seis valores que resumen de un vistazo los principales resultados de la simulación. Solo dan una idea muy aproximada de los resultados y están ahí para detectar rápidamente errores obvios o para obtener una primera impresión de un cambio o una comparación entre ellos. variantes del proyecto.

En la parte inferior del cuadro de diálogo, verá varios diagramas que proporcionan información detallada sobre el comportamiento general del sistema. El "diagrama de entrada/salida diaria" muestra la energía que se inyectó a la red en función de la irradiación incidente global en el plano colector durante un a diario.

- Para un sistema conectado a la red bien dimensionado, debe ser aproximadamente una línea recta que se sature ligeramente para valores de irradiación grandes. Esta curvatura de espesor es un efecto de la temperatura. Si algunos puntos (días) se desvían a altas irradiancias, esto es una indicación de condiciones de sobrecarga.
- En el caso de los sistemas autónomos, una meseta indica un funcionamiento con sobrecarga (batería llena).

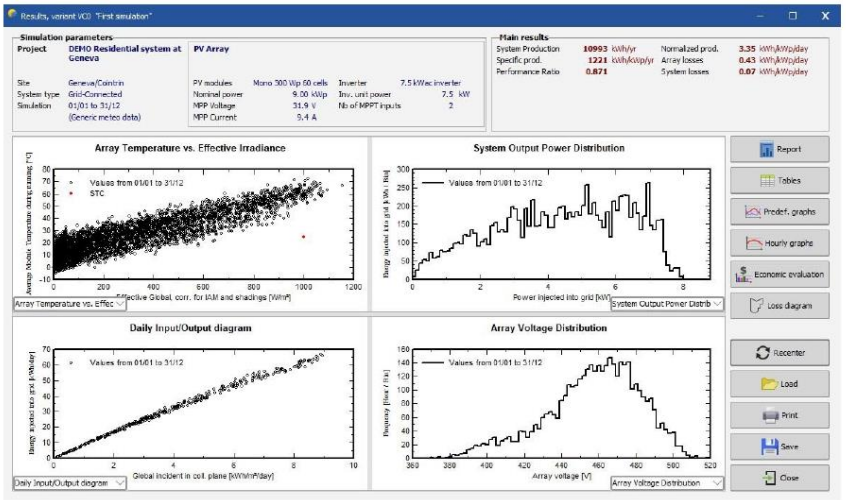
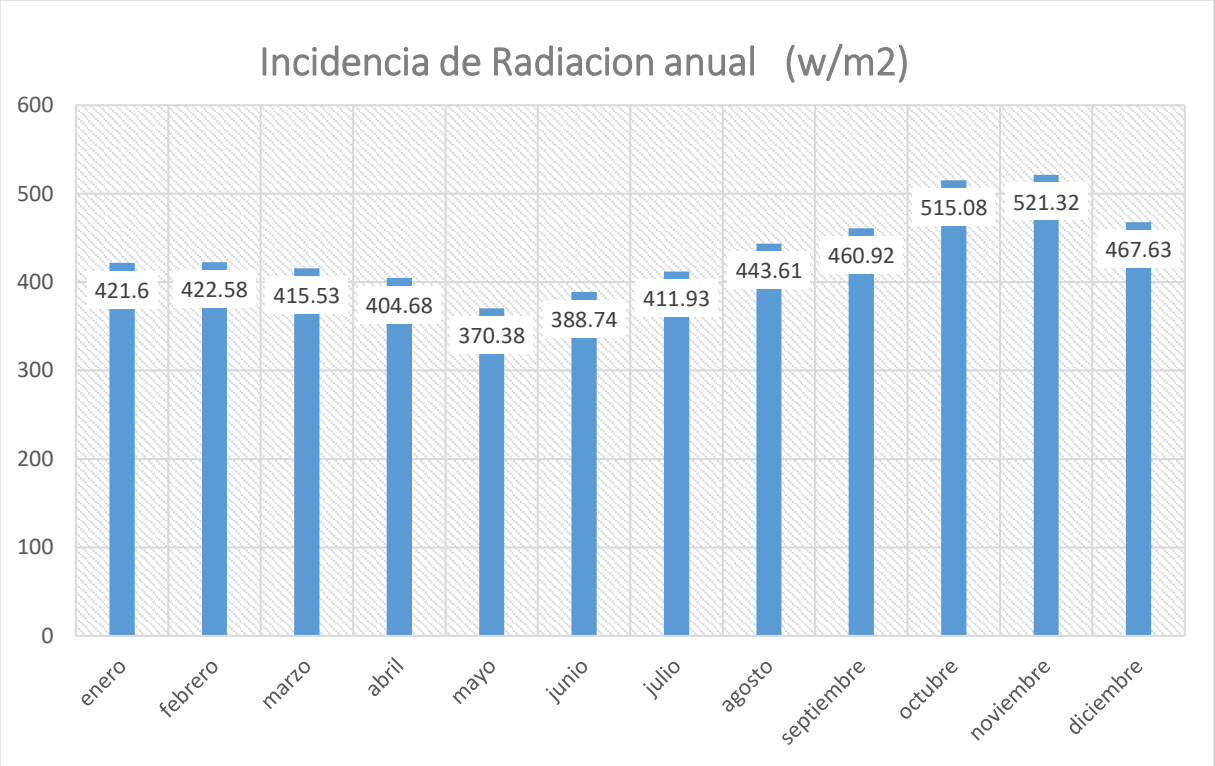


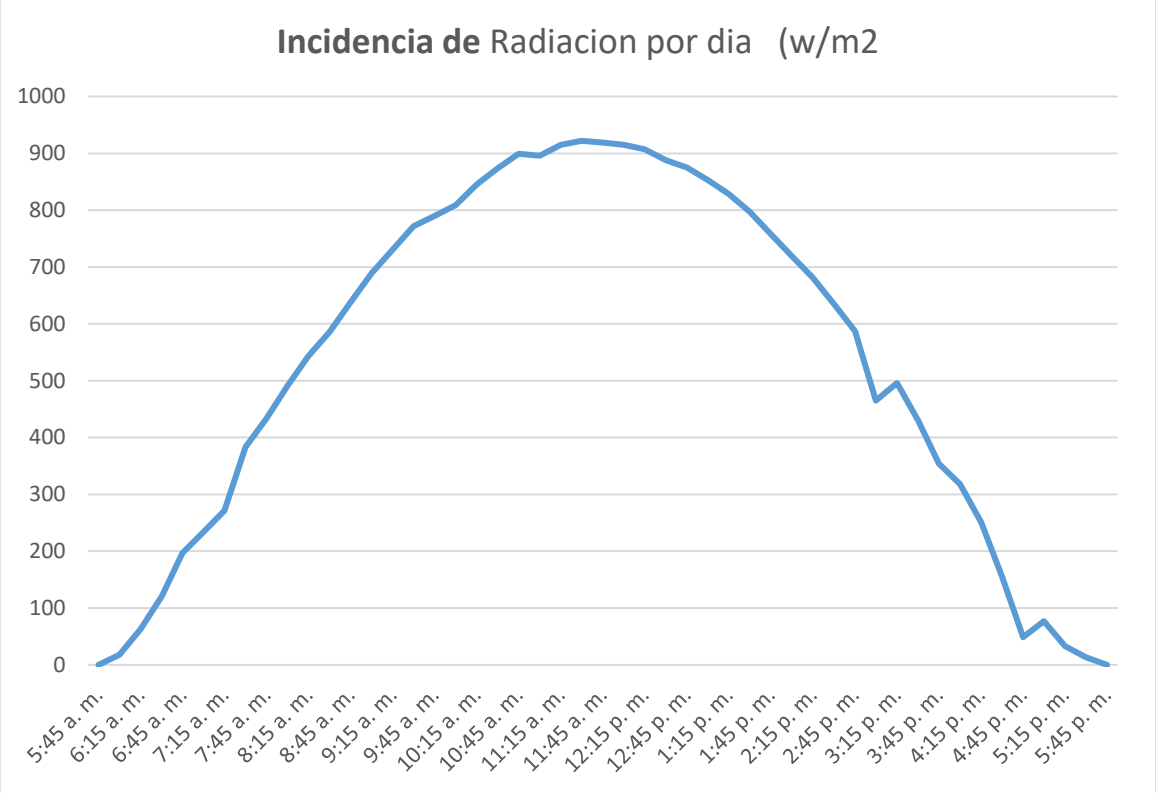
Figura 16: Cuadro de diálogo Resultados.

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional
TESIS EPG UNA - PUNO

Anexo 10. Diagrama de índice de radiación solar





repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Universidad Nacional del Altiplano Puno | Vicerrectorado de Investigación | Repositorio Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Juan Carlos Quispe Quispe,
identificado con DNI 47614385 en mi condición de egresado de:

☐ **Escuela Profesional,** ☐ **Programa de Segunda Especialidad,** ☒ **Programa de Maestría o Doctorado**
Maestria en Ciencias de la Ing. Meca. Electrica con mencion en Gest de Opera.
informo que he elaborado el/la ☒ **Tesis** o ☐ **Trabajo de Investigación** denominada:
" Evaluación sobre la implementación de un sistema de generación distribuida fotovoltaica en la Ciudad Universitaria de la UNA-PUNO 2023. "

Es un tema original.

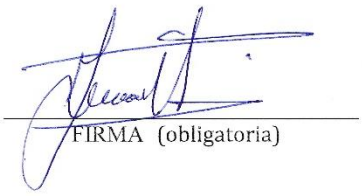
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 20 de Mayo del 2024



FIRMA (obligatoria)

Huella

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO
Repositorio Institucional

TESIS EPG UNA - PUNO

Universidad Nacional del Altiplano Puno | Vicerrectorado de Investigación | Repositorio Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Juan Carlos Quispe Quispe,
identificado con DNI 47614385 en mi condición de egresado de:

☐ **Escuela Profesional,** ☐ **Programa de Segunda Especialidad,** ☒ **Programa de Maestría o Doctorado**
Maestría en Ciencias de la Ing. Mec. Elect. con mención en Gest. Oper. y Mant.
informo que he elaborado el/la ☒ **Tesis** o ☐ **Trabajo de Investigación** denominada:
"Evaluación sobre la implementación de un sistema de Generación distribuida fotovoltaica en la Ciudad Universitaria de la UNA-PUNO 2023."

para la obtención de ☒**Grado,** ☐ **Título Profesional** o ☐ **Segunda Especialidad.**

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 20 de Mayo del 2024

FIRMA (obligatoria)

Huella

repositorio.unap.edu.pe
No olvide citar adecuadamente esta tesis