



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

ELÉCTRICA

**Diseño de sistema eólico para abastecer de energía a la iluminación externa
de la universidad nacional de jaén**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Castro Tavera, Miguel Angel (orcid.org/0000-0002-0771-6883)

Alaya Perez, Larry Frank (orcid.org/0000-0001-8422-7103)

ASESOR:

Mg. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (orcid.org/0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta tesis está dedicado a todo ese esfuerzo que hemos experimentado desde el punto de vista personal, familiar y profesional, para llegar hasta este punto de nuestra trayectoria universitaria y lograr realizar este reto que nos trazamos al iniciar esta travesía.

Dedicado a mi esposa y mis hijos que son ese combustible que hace andar este motor de motivación y ganas de superación.

A mis padres que siempre me enseñaron a no rendirme ante un obstáculo y me inculcaron la perseverancia y el respeto por los demás.

A todos mis familiares y amigos que siempre me alentaron a seguir avanzando y de alguna manera me ayudaron, con alguna palabra de aliento, a lograr culminar mi carrera.

A todos ellos.

Larry y Miguel Ángel.

Agradecimiento

Agradecer a nuestro señor Dios por brindarnos la vida y darnos la oportunidad de lograr culminar con éxito esta etapa de formación universitaria, y también a todos los implicados en esta aventura.

A nuestros docentes, que nos impartieron sus conocimientos y nos dejaron esa majestuosa experiencia y fascinante motivación de darnos cuenta lo que significa ser estudiante de ingeniería y volvernos analíticos e inconformes con la poca información que tenemos de tecnología en nuestro país.

A nuestros amigos que logramos encontrar al estudiar en esta alma mater, hermanos para toda la vida.

Larry y Miguel Ángel.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Resumen.....	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	30
3.2. Variables y Operacionalización.	30
3.3. Población, muestra y muestreo	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimientos.....	33
3.6. Método de análisis de datos.....	33
3.7. Aspectos Básicos de Bioéticos.....	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN.....	110
VI. CONCLUSIONES	114
VII. RECOMENDACIONES	115
REFERENCIAS	116
ANEXOS.....	120

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Potencial eólico en el Perú</i>	10
Tabla 2. <i>Rendimiento máximo de los aerogeneradores según tipo</i>	18
Tabla 3. <i>Velocidad del viento de la UNJ según POWER LARC NASA (Altura = 10m).</i>	38
Tabla 4. <i>Velocidad del viento de la UNJ según POWER LARC NASA (Altura = 50m).</i>	38
Tabla 5. <i>Calculo de la Velocidad Media a 10 m (2017-2021)</i>	39
Tabla 6. <i>Calculo del Error Típico y la Desviación Estándar a 10m (2017-2021):</i> ...40	
Tabla 7. <i>Calcula la velocidad media a 50 m (2017-2021):</i>	41
Tabla 8. <i>Calculo del Error Típico y la Desviación Estándar a 50 m (2017-2021):</i> ..42	
Tabla 9. <i>Parámetros de la data de los últimos 05 años</i>	43
Tabla 10. <i>Velocidades del Viento en el año 2021</i>	43
Tabla 11. <i>Registro de medición con Anemómetro Digital</i>	46
Tabla 12. <i>Resultado de mediciones con Anemómetro</i>	46
Tabla 13. <i>Cuadro General de Cargas de la UNJ</i>	48
Tabla 14. <i>Tabla de Cargas del Perímetro de Iluminación Exterior en KW</i>	49
Tabla 15. <i>Velocidades de Viento en la UNJ</i>	54
Tabla 16. <i>Potencia Eólica total, por Horas</i>	55
Tabla 17. <i>Balance de Oferta y Demanda Eléctrica</i>	56
Tabla 18. <i>Parámetros climáticos promedio de Jaén</i>	60
Tabla 19. <i>Datos Técnicos de Aerogenerador Bornay 1500</i>	66
Tabla 20. <i>Modelo de Aerogenerador Bornay</i>	67
Tabla 21. <i>Caída de Tensión aceptable</i>	75
Tabla 22. <i>Recomendaciones mínimas de instalación, así como del Cableado entre la Batería y el Regulador</i>	76
Tabla 23. <i>Sección adecuada del cable para una transmisión eficiente de la energía</i>	81
Tabla 24. <i>Equivalencias entre conductores eléctricos</i>	81
Tabla 25. <i>Costos principales para el proyecto</i>	101
Tabla 26. <i>Costos principales para el proyecto y Costos de Mano de Obra</i>	102

Tabla 27. <i>Costos adicionales del proyecto</i>	102
Tabla 28. <i>Flujo de Caja de los 20 años del proyecto.</i>	103
Tabla 29. <i>Ingreso anual desde el primer año de instalación</i>	104
Tabla 30. <i>Entrada de capital para los 20 años desde instalado el proyecto</i>	105
Tabla 31. <i>Flujo de Caja (en Soles) del proyecto durante 20 años</i>	106
Tabla 32. <i>Resultado de evaluación económica del diseño de los aerogeneradores.</i>	107

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Potencia generada por una corriente de viento	15
<i>Figura 2.</i> Aerogeneradores de Eje horizontal.....	16
<i>Figura 3.</i> Aerogeneradores de Eje vertical	17
<i>Figura 4.</i> Rendimiento de los aerogeneradores.....	17
<i>Figura 5.</i> Diseño de un generador eólico.	20
<i>Figura 6.</i> Secuencia de Desarrollo del proyecto.	33
<i>Figura 7.</i> Ubicación de la Universidad Nacional de Jaén	34
<i>Figura 8.</i> Imagen de la Universidad Nacional de Jaén	35
<i>Figura 9.</i> Captura tomada de Tabla de Latitudes y Longitudes de Universidades del Perú.....	35
<i>Figura 10.</i> Software POWER LARC NASA	36
<i>Figura 11.</i> Interfaz de Software POWER LARC NASA	37
<i>Figura 12.</i> Anemómetro Digital Amprobe TMA 10A	45
<i>Figura 13.</i> Instalación de anemómetro para medir velocidad el vientos en la UNJ	45
<i>Figura 14.</i> Gráfica de datos del año 2021	47
<i>Figura 15.</i> Diagrama de Carga Horaria Día Normal, Lado Frontal	50
<i>Figura 16.</i> Diagrama de Carga Horaria Día Normal, Lado Posterior	51
<i>Figura 17.</i> Diagrama de Carga Horaria Día Normal, Lado Izquierdo	51
<i>Figura 18.</i> Diagrama de Carga Horaria Día Normal, Lado Derecho	52
<i>Figura 19.</i> Diagrama de Carga Total	52
<i>Figura 20.</i> Curva de Oferta Eléctrica Eólica Total	55
<i>Figura 21.</i> Diagrama de Oferta – Demanda Eléctrica.....	56
<i>Figura 22.</i> Límite de Betz.....	63
<i>Figura 23.</i> Aerogenerador Bornay 6000.....	65
<i>Figura 24.</i> Modelo de Aerogenerador Bornay.....	67
<i>Figura 25.</i> Instalación segura de Regulador y el Banco de Baterías	78
<i>Figura 26.</i> Posición de Regulador en ángulo de 90°.....	78
<i>Figura 27.</i> Conexión del regulador de manera segura y eficiente.	79
<i>Figura 28.</i> Consideraciones a tener en cuenta con aerogenerador Bornay 6000 ..	82
<i>Figura 29.</i> Vista frontal de Panel del Regulador	82

<i>Figura 30.</i> Vista previa de configuración de voltaje de regulación en panel del regulador	83
<i>Figura 31.</i> Vista previa de configuración para modo Reset	83
<i>Figura 32.</i> Ubicación de micro-pulsador de Reset de circuito impreso ubicado en la tarjeta de control del regulador	85
<i>Figura 33.</i> Vista previa de el frenado automático en Modo activado	86
<i>Figura 34.</i> . Vista previa de frenado manual en modo Activado	87
<i>Figura 35.</i> Advertencia de seguridad en caso de posición de Freno	88
<i>Figura 36.</i> Vista previa de mensaje de error por incompatibilidad de Baterías	88
<i>Figura 37.</i> Montaje de Aerogenerador Bornay 6000	89
<i>Figura 38.</i> Vista previa de platina de fijación para instalación de aerogenerador Bornay 6000	90
<i>Figura 39.</i> Timón de orientación Tipo Cola de aerogenerador	91
<i>Figura 40.</i> Sujeción Tubo Cola Alternador	92
<i>Figura 41.</i> Carcasa Protectora de Aerogenerador Bornay 6000.	92
<i>Figura 42.</i> Armadura de Hélices y Cono Frontal	94
<i>Figura 43.</i> Advertencia de mal encaje de hélices de aerogenerador	94
Para evitar la interferencia en el rendimiento de un aerogenerador causada por la disminución de la velocidad del viento en la dirección del viento (conocido como efecto sombra), es necesario mantener una distancia entre los aerogeneradores que está determinada por el diámetro de las palas (D_{palas}). <i>Figura 44.</i> Disposición del viento	96
<i>Figura 45.</i> Separación de aerogeneradores	97
<i>Figura 46.</i> Diseño del sistema eólico para la UNJ	99

Resumen

La generación de electricidad a partir de energía eólica no produce emisiones de dióxido de carbono (CO₂) ni otros gases de efecto invernadero. Al evitar la quema de petróleo para la generación eléctrica, se reduce significativamente la liberación de CO₂ a la atmósfera, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y el efecto invernadero.

La energía eólica es una forma de generación de electricidad que aprovecha la energía cinética del viento para producir energía eléctrica. Este método tiene un impacto positivo en la reducción del consumo de petróleo y la mitigación del efecto invernadero por varias razones. A diferencia de los combustibles fósiles como el petróleo, que son finitos y agotables, el viento siempre estará presente y disponible para ser aprovechado.

La energía eólica es una solución efectiva para producir electricidad de manera sostenible, reduciendo el consumo de petróleo y mitigando el efecto invernadero. Su adopción contribuye a la lucha contra el cambio climático, favorece la independencia energética y promueve el desarrollo sostenible y económico.

La Universidad Nacional de Jaén y nuestra escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica buscan promover el desarrollo de energías renovables no convencionales, como la eólica y solar, sin afectar la estabilidad del sistema interconectado de potencia. Para ello, se propuso la instalación y prueba de un parque eólico en el fundo Yanayaco, camino a San Ignacio, que abastezca la demanda de iluminación del cerco exterior de la universidad. Para asegurar un suministro estable, se considera utilizar sistemas de acumulación, como baterías eléctricas de ion litio o acumulación en hidrógeno mediante hidrolizadores y pilas de combustible, aprovechando precios más bajos debido al avance tecnológico. Esto fomentaría el concepto de prosumidores eléctricos, con prácticas como net Billing y net Metering, facilitando la generación distribuida en redes inteligentes y creando oportunidades de negocio para pequeños emprendimientos tecnológicos o spin-off, en línea con la innovación y desarrollo tecnológico propios de los recién egresados de la universidad.

Palabras clave: Energía, aerogenerador, electricidad, generación, viento.

Abstract

Generating electricity from wind power does not produce carbon dioxide (CO₂) emissions or other greenhouse gases. By avoiding the burning of oil for electricity generation, the release of CO₂ into the atmosphere is significantly reduced, contributing to the mitigation of climate change and the greenhouse effect.

Wind power is a form of electricity generation that harnesses the kinetic energy of the wind to produce electrical power. This method has a positive impact on reducing oil consumption and mitigating the greenhouse effect for several reasons. Unlike fossil fuels like oil, which are finite and exhaustible, the wind will always be present and available to be harnessed.

Wind energy is an effective solution to produce electricity sustainably, reducing oil consumption and mitigating the greenhouse effect. Its adoption contributes to the fight against climate change, favors energy independence and promotes sustainable and economic development.

The National University of Jaén and our School of Electrical Mechanical Engineering seek to promote the development of non-conventional renewable energies, such as wind and solar, without affecting the stability of the interconnected power system. For this, the installation and testing of a wind farm was proposed in the Yanayaco farm, on the way to San Ignacio, which supplies the lighting demand of the exterior fence of the university. To ensure a stable supply, it is considered to use storage systems, such as lithium ion electric batteries or hydrogen storage through hydrolyzers and fuel cells, taking advantage of lower prices due to technological advances. This would foster the concept of electricity prosumers, with practices such as net billing and net metering, facilitating distributed generation in smart grids and creating business opportunities for small technological ventures or spin-offs, in line with the innovation and technological development typical of recent university graduates.

Keywords: Energy, wind turbine, electricity, generation, wind.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de la energía eléctrica se ha vuelto imprescindible para subsistir y pensar siquiera en no contar con energía eléctrica, es una idea inimaginable ya que esta energía actualmente se utiliza en todos los aspectos del ser humano, aunque éste, no sea realmente consciente que el fluido eléctrico está presente en casi todo lo que lo rodea desde la vida en el hogar, el uso industrial, en la fabricación de productos y en las instituciones privadas y públicas, que brindan servicios, así toda infraestructura de la que se dependa para algún tipo de trabajo a dar o recibir debe ser dimensionada con una particularidad delicada en la demanda de energía que requiera, ya que sin ella será prácticamente imposible que pueda desarrollar sus servicios de manera normal.

Sumado a esto la necesidad de iluminación exterior se vuelve una prioridad en las edificaciones, ya que actualmente las tecnologías actuales priorizan iluminar minimizando lo más posible el requerimiento energético, buscando luminarias con grandes periodos de vida, pero con un bajo consumo energético. Esto hace un problema en toda edificación que cuente con áreas comunes grandes o variadas, por lo cual la iluminación exterior es una de las cargas de menor potencia, pero de mayor consumo energético por la cantidad de horas que se utilizan.

La necesidad de iluminación es absoluta en una edificación, la normativa nacional involucra ciertos niveles que hacen que la selección de luminarias sea obligatoria para que las necesidades lumínicas sean satisfechas. En el Perú el Reglamento Nacional de Edificaciones dispone los diferentes niveles de lux para cada área enfocada en los trabajos que se requieren realizar, lo que involucra que toda edificación tenga que utilizar parte de su demanda en energía externa.

Además, que son cargas que se deben prender durante mayor tiempo en la edificación lo que genera un problema para el consumo mensual.

En la Universidad Nacional de Jaén, la proyección de la edificación genera una demanda alta considerando que no se ha tenido en cuenta varios factores de demanda, uno de estos es la carga de energía que se utiliza en la iluminación exterior, debido a que la normativa exige alumbrado en todas las áreas se debe

tener suficiente demanda para poder suministrar energía en la iluminación mencionada, dicha demanda no se ha logrado obtener hasta el momento lo que involucra en la universidad un problema.

Las Universidades en el Mundo y en especial en el Perú, bajo el concepto de la Quintuple Ola, o proceso de transferencia del conocimiento, Universidad, Gobierno (en cualquiera de sus niveles) , así como el mundo empresarial (de dominio, Público y Privado), tiene la responsabilidad social universitaria de generar conocimiento y transferirlo a la sociedad, es pues que en Jaén , zona de un elevado potencial de aprovechamiento de las energías renovables no convencionales, en la nueva ciudad universitaria de Yanayacu, es necesario aprovechar sistemas híbridos, para cubrir las necesidades energéticas, las cuales de manera preferente, deben ser graduales, empezando por las necesidades de iluminación del cerco perimétrico y de las entradas diversas a la ciudad universitaria, para luego poder ampliarse a la iluminación interna y las necesidades de fuerza dentro de la ciudad universitaria. No debemos de perder de vista la posibilidad que una vez se aprueben los reglamentos y normas complementarias, logre ser presumido y generar una fuente de ingresos directamente recaudados para la universidad, además de propiciar la oportunidad de múltiples trabajos de investigación pura y aplicada a los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Analizamos las justificaciones en varias dimensiones: económica, ambiental y Social.

Económicamente, al disminuir los costos iniciales de inversión, o capex de acuerdo a las nuevas terminología utilizadas, hace que el costo de la energía total producida, sea bastante menor y por lo tanto más competitiva y reemplace a las energías eléctricas de fuentes tradicionales, que son distribuidas por las empresas concesionarias eléctricas, generando incluso la posibilidad de negocios o generación de riqueza en el medio rural y así poder ayudar a mejorar el nivel de vida de la gente del campo.

Ambientalmente, la energía eléctrica de origen eólico y fotovoltaico, es mucho menos emisor de gases efecto invernadero, lo que ayuda en la meta, de

descarbonizar la atmósfera y en la producción de energía limpia, de acuerdo a los objetivos del milenio, por lo que incluso se ve beneficiada por la emisión de bonos verdes o bonos de retiro de carbono, lo que ayuda aún más a palanquear la rentabilidad económica de la producción de este tipo de energía.

Socialmente, la generación de energía eólica y fotovoltaica ayuda a generar fuentes de trabajo en el campo e incluso oportunidades de generar su propio empleo, a las generaciones jóvenes, en actividades altamente intensivas en tecnología por lo que deben implementarse y este trabajo de investigación cumple un rol en la generación de energía y trabajo en el medio rural.

Después de analizar la problemática, fue planteada la formulación del problema:

¿Se podrá diseñar un sistema eólico para poder abastecer de energía a la iluminación externa de la Universidad Nacional de Jaén?, y luego trazamos el objetivo general, que fue diseñar un sistema eólico para abastecer de energía a la iluminación externa de la Universidad Nacional de Jaén, luego planteamos los objetivos específicos que fueron: El primero fue evaluar la velocidad eólica en la Universidad Nacional de Jaén, el segundo fue dimensionar y seleccionar aerogenerador para cubrir demanda energética de la iluminación exterior de la Universidad Nacional de Jaén, el tercero fue seleccionar aerogenerador para satisfacer demanda eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, y finalmente el cuarto fue evaluar económicamente el diseño planteado para la demanda de iluminación externa en la Universidad Nacional de Jaén.

Presentado el objetivo general y específicos de esta tesis, se formuló la siguiente hipótesis: Diseñando un sistema eólico se logrará abastecer de energía a la iluminación externa de la Universidad Nacional de Jaén.

II. MARCO TEÓRICO

En base a investigaciones realizadas hasta la fecha, se han desarrollado varios proyectos que argumentan la viabilidad de implementar sistemas de tracción eléctrica en vehículos convencionales. A continuación, se mencionan algunos de estos proyectos:

De acuerdo con el Manual de Planificación Energética OLADE (2017), tanto instituciones públicas como privadas afrontan anualmente importantes gastos para cubrir servicios de energía eléctrica. Además, es esencial considerar las repercusiones ambientales y fomentar un uso consciente de la energía convencional. Por este motivo, diversos espacios optan por alternativas como la energía eólica, que es renovable, no contaminante y reduce la dependencia de combustibles fósiles.

En el estudio de Ching (2017), se diseñó un aerogenerador vertical de tipo helicoidal con rotor SAVONIUS y motor Amp Flow p40-500. Este aerogenerador pudo producir 112 W con una eficiencia del 38%, operando a una corriente de aire de 24 km/h. Además, se desarrolló un sistema de iluminación LED de emergencia alimentado por este aerogenerador.

Gustavo Charaja (2017), investigó la factibilidad de implementar un parque eólico en la zona de irrigación Maje. Su proyecto incluyó un parque mini eólico que generaría 450 kW/año con una potencia de 140 kW-h. El estudio económico respaldó la inversión de \$640,851.86 dólares, realizada por miembros de Agrobanco. Los resultados indicaron que el proyecto sería rentable según indicadores como VAN, TIR y relación B/C.

Mejía (2017), abordó la problemática de altos costos y fallos en el suministro eléctrico en el laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. Su objetivo era diseñar un aerogenerador eólico para abastecer la demanda eléctrica del laboratorio.

Coto (2019) se centró en el diseño de un parque eólico en el municipio de Erro, Navarra. El proyecto contempló 17 aerogeneradores de 3.45 MW, con una potencia

nominal total de 58.65 MW. Aunque se reconocieron la necesidad de estudios precisos sobre el lugar y el recurso eólico, se concluyó que el potencial eólico en la zona podría ser suficiente para el funcionamiento del parque.

Para Vásquez Díaz (2019), se enfocó en el diseño de un prototipo eólico para el caserío Lanchemonchos-Chota Cajamarca. El objetivo era solucionar la falta de acceso a la energía eléctrica en esta zona rural. Se diseñó un prototipo eólico con una potencia instalada de 5.92 kW, aprovechando las velocidades del viento en la región.

Tarrillo Vásquez (2019), abordó la falta de energía eléctrica en el caserío Alto Pongoya en Chimban. Se diseñó un prototipo eólico para abastecer de electricidad a la población. Se concluyó que el proyecto sería viable y se calculó su viabilidad económica.

Mori (2020), emprendió la tarea de diseñar una farola eólica de eje vertical para iluminación exterior. El diseño se basó en parámetros físicos como velocidad y dirección del viento, y se concluyó que el aerogenerador tipo Savonius era óptimo para generar potencia.

Energías Renovables

Las energías renovables son fuentes infinitas que nos proporciona nuestro planeta para que podamos utilizarlo en son de una respuesta fundamental a los desafíos globales de agotamiento de recursos y cambio climático. Entre ellas, la energía eólica, fotovoltaica, mareomotriz, se distinguen como una alternativa clave.

Energía Eólica

Las fuentes de energía renovable, como la energía eólica, se presentan como soluciones cruciales para abordar los desafíos ambientales y energéticos. La energía eólica, generada mediante el uso de aerogeneradores, simboliza una vanguardia en la producción sostenible de electricidad. Estos dispositivos aprovechan la fuerza del viento para generar energía mecánica, que posteriormente se transforma en electricidad a través de un generador. La energía eólica y sus aerogeneradores asociados destacan por su capacidad para proporcionar una

fuelle de energía libre de emisiones y dependiente de recursos naturales inagotables. Este enfoque resalta el potencial de las energías renovables y cómo la tecnología de los aerogeneradores puede ayudar a forjar un futuro más sostenible y resiliente.

En resumen, se han desarrollado múltiples proyectos que exploran la aplicación de la energía eólica en diferentes contextos, desde iluminación de emergencia hasta parques eólicos de mayor envergadura. Estos proyectos resaltan los beneficios ambientales y económicos de aprovechar esta fuente de energía renovable en distintos sectores.

Uso de Aerogeneradores

Los aerogeneradores, dispositivos emblemáticos de la energía eólica, capturan la energía cinética del viento y la convierten en electricidad mediante un proceso eficiente y limpio. Estas estructuras se erigen como símbolos de innovación en la generación de energía, ya que su funcionamiento no emite gases de efecto invernadero ni depende de suministros finitos.

El uso de aerogeneradores no solo reduce la dependencia de combustibles fósiles, sino que también contribuye a la seguridad energética y a la mitigación del cambio climático. Además, su instalación en áreas con buenas condiciones de viento impulsa la economía local y puede generar empleo en la industria de energías renovables. La energía eólica y sus aerogeneradores encarnan la transición hacia una matriz energética más sustentable y diversificada, al tiempo que subrayan la importancia de aprovechar la fuerza natural para un futuro energético más limpio y equitativo.

Instrumentos de medición del viento

Desde una perspectiva matemática, el viento se representa como un vector que típicamente posee dos dimensiones, dado que su componente vertical tiende a ser insignificante en comparación.

Así, en cualquier momento, este vector se puede describir mediante dos coordenadas. Para lograr esto en un sistema cartesiano, se realiza una proyección

del vector sobre ejes predeterminados, comúnmente designados como x e y , aunque su elección es en gran medida arbitraria. Aunque este método es efectivo para la predicción numérica del clima, la descripción natural del viento involucra sus coordenadas polares, a saber, el módulo (o velocidad) y la dirección. Esta manera de expresar el viento resulta conveniente debido a su intuición, así como por el hecho de que los dispositivos de medición tradicionales evalúan de forma independiente estas dos magnitudes. En el contexto de la energía eólica, el anemómetro es el instrumento que generalmente mide directamente la velocidad del viento. Entre estos, el anemómetro de cazoletas es el más común y ampliamente utilizado.

Energía del viento

La capacidad de aprovechar el viento para generar energía se debe a que este contiene energía cinética. Las máquinas específicas diseñadas para este propósito facilitan la conversión de esta energía cinética en energía mecánica y, posteriormente, a través de un generador, en energía eléctrica. En esta sección se presenta el cálculo de la energía contenida en el viento. Para esto, se toma en cuenta un flujo de viento con velocidad U que atraviesa un volumen de longitud diferencial y sección transversal A .

Factores que afectan a la precisión en la estimación del viento medio:

De acuerdo con las conclusiones obtenidas por los investigadores, se identificaron diversas fuentes principales de error en las estimaciones del potencial eólico a través del uso de WindSurvey. Estas fuentes de error incluyen:

- La limitación de la escala de la red de simulación, lo que puede impactar la precisión de las estimaciones.
- Errores asociados a las propiedades estimadas, como la rugosidad del terreno, que pueden influir en la exactitud de los resultados.
- Posibles inexactitudes en las bases de datos de topografía y usos del suelo, lo que podría afectar la calidad de las estimaciones realizadas.

Estas consideraciones subrayan la importancia de abordar y minimizar estas fuentes de error al llevar a cabo análisis de potencial eólico utilizando la herramienta WindSurvey.

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL EÓLICO DEL PERÚ

La estimación de la potencia eólica en el territorio del Perú implica evaluar el potencial de generación de energía eléctrica a partir del viento. Esta evaluación se basa en el análisis de diversos factores, como la velocidad y dirección del viento, la topografía del terreno, la rugosidad superficial y la disponibilidad de áreas adecuadas para la instalación de aerogeneradores.

Los estudios para estimar la potencia eólica en el Perú utilizan técnicas como la simulación numérica, modelos matemáticos y datos meteorológicos reales. Estos enfoques permiten obtener una visión integral del potencial eólico en diferentes regiones del país y evaluar la viabilidad de proyectos de energía eólica.

Es importante considerar que la estimación de la potencia eólica no solo se trata de calcular la energía disponible en el viento, sino también de analizar aspectos económicos, ambientales y de infraestructura para determinar la factibilidad de implementar proyectos eólicos en determinadas áreas.

En el caso específico del Perú, un atlas eólico puede proporcionar información valiosa sobre el potencial de generación eólica en distintas zonas geográficas. Este atlas se basaría en mediciones y modelos climáticos, así como en datos topográficos y de uso del suelo. Estos recursos permiten estimar la velocidad y distribución del viento a diferentes alturas, lo que a su vez se traduce en una estimación de la potencia eólica disponible en esas áreas.

En resumen, la estimación de la potencia eólica en el Perú involucra la evaluación técnica y ambiental de factores clave para determinar el potencial de generación de energía eólica en diversas regiones del país. Estos estudios son fundamentales para el desarrollo sostenible de la industria de energía renovable en el país.

Como parte del estudio, se ha llevado a cabo una estimación de la potencia eólica total y utilizable en el Perú. Este tipo de estimación puede realizarse mediante diversas metodologías y parte de ciertos supuestos que, aunque intentan ser lógicos, son inherentemente arbitrarios. A continuación, se detallan estos supuestos.

Para identificar las áreas con potencial eólico suficiente, se ha evaluado la producción en cada punto simulado en tierra utilizando un generador estándar de 2 MW de potencia nominal y un diámetro de rotor de 80 metros a una altura de 80 metros sobre el suelo. El factor de capacidad, que refleja el rendimiento real de un aerogenerador en una ubicación, se ha calculado como la relación entre la potencia media producida y la potencia nominal del aerogenerador. Este factor toma en cuenta que los aerogeneradores operan a su potencia nominal solo dentro de un rango específico de velocidades de viento, siendo inferior fuera de ese rango.

Para el cálculo de la potencia total, se ha considerado cada nodo de simulación en un territorio disponible de 1x1 km que tenga un factor de capacidad bruto igual o superior al 20%. El umbral de selección varía en función de la retribución de la energía en la región en cuestión, y para este análisis se ha elegido un valor aproximado que se observa en países con un sector eólico desarrollado.

Otro supuesto crucial en el cálculo es el número de aerogeneradores de las características previamente mencionadas que podrían ubicarse en cada cuadrante de 1 km² de la simulación. Aunque en términos geométricos podrían caber 4 aerogeneradores, en la práctica existen otros factores condicionantes, como las variaciones del viento en el área y las complejidades topográficas, que reducen esta cifra. Por lo tanto, se establece que en cada nodo se podría instalar una capacidad de 6 MW.

Con base en estos supuestos, se estima que la potencia eólica total del Perú supera los 77000 MW, excluyendo áreas marítimas (off-shore), y esta distribución se detalla en la segunda columna de la Tabla 3, que se encuentra en esta sección del estudio.

Tabla 1. Potencial eólico en el Perú

Departamento	Potencia Total (MW)	Potencia Aprovechable (MW)
Amazonas	1380	6
Ancash	8526	138
Apurímac	0	0
Arequipa	1992	1158
Ayacucho	114	0
Cajamarca	18360	3450
Callao	0	0
Cuzco	0	0
Huancavelica	0	0
Huánuco	54	0
Ica	18360	9144
Junín	48	0
Libertad	4596	282
Lambayeque	2880	564
Lima	1434	156
Loreto	0	156
Madre de Dios	0	0
Moquegua	144	0
Pasco	0	0
Piura	17628	7554
Puno	162	0
San Martín	504	0
Tacna	942	0
Tumbes	0	0
Ucayali	0	0
TOTAL PERU	77394	22452

Fuente: Elaboración Propia

Viento

Los parámetros del viento disponibles a través de POWER API y DAV incluyen la velocidad y la dirección del viento a varias alturas sobre la superficie. La elección de la comunidad de usuarios determina la disponibilidad de altura exacta.

Parámetros de velocidad media del viento y dirección del viento

Los datos de velocidad y dirección del viento se emplearán para calcular el promedio del flujo de viento en una región en vez de un área local, considerando los impactos de los edificios y la topografía cercana.

Variación del viento.

La modificación en el patrón del viento con la elevación está influenciada principalmente por el transporte vertical de la cantidad de movimientos de las capas superiores de la atmósfera hacia las inferiores, que es provocado por la turbulencia atmosférica.

Asimismo, se ha comprobado que, a mayor altitud, la fuerza del viento aumenta, y esta variación puede ser aproximada mediante la aplicación de la Ley de Hellmann, según lo establecido en el Atlas eólico del Perú publicado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) en el año 2016.

$$W = W_0 * \left(\frac{h}{h_0}\right)^\delta \text{ (m/s)}$$

Donde:

W = velocidad del viento (estudio) (m/s)

W_0 = velocidad del viento referencial. (m/s)

h = altura de estudio. (m)

h_0 = altura de referencia. (m)

δ = exponente de Hellmann, que deriva de la rugosidad del terreno.

Dimensionamiento del Aerogenerador

Para dimensionamiento del aerogenerador, se consideran la fuerza del viento disponible y la fuerza del viento aprovechable. Se estudia la serie de la cantidad de movimiento (límite de Betz), tomando en cuenta la potencia del viento mediante la ecuación de Bernoulli y la distribución de velocidades de viento mediante la ley de Weibull. Esto resulta en la estimación de la energía cinética diaria producida, contrastando datos obtenidos en campo y la información de la página oficial de la NASA.

Una vez obtenidos estos datos, es crucial considerar el consumo de energía calculado para todo el sector de la Universidad Nacional de Jaén. Estos resultados, a su vez, son utilizados para tener en cuenta los costos de instalación, incluyendo las cimentaciones, que suelen realizarse con cemento armado y dependen de la naturaleza del suelo, Mur Amada (2022).

Ley de Weibull.

El Atlas eólico del Perú, MEM (2019), destaca la importancia de conocer la distribución de probabilidades de la velocidad del viento para determinar el potencial eólico disponible en una región específica. Además, a través de esta distribución, se pueden obtener otros parámetros energéticos de interés. La distribución de Weibull se utiliza comúnmente como función densidad de probabilidad para modelar la distribución de velocidades del viento en una zona.

La distribución de Weibull se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$S' = S * \frac{\log \frac{h_b}{y}}{\log \frac{15}{y}}$$

$$S' = S * \frac{\log \frac{h_b}{y}}{\log \frac{60}{y}}$$

Donde:

S = Constante de Weibull a 15 y 60 metros del suelo.

S' = Constante de Weibull a la altura de buje.

h_b = *Altura de buje*

y = rugosidad

La distribución de Rayleigh es un caso particular de la distribución de Weibull, donde k toma el valor de 2.

Estas distribuciones permiten analizar y estimar la frecuencia y la magnitud de las velocidades del viento en un área determinada, lo que es esencial para evaluar el potencial eólico y diseñar sistemas de energía eólica eficientes.

$$F = 1 - e - \left(\frac{x}{C'F}\right)^k$$

Donde:

$C' =$ Constante de weibull.

$k =$ Constante de Weibull.

$x =$ Velocidad del viento.

Mediante este procedimiento, se determina la densidad de las velocidades del viento a lo largo del año. Se utiliza como punto de partida las curvas de producción proporcionadas por el fabricante, las cuales están relacionadas con la velocidad del viento de los aerogeneradores. A partir de estas curvas, se obtienen las curvas de producción que se aplican a las condiciones específicas de la localización de la zona de estudio. Para realizar este cálculo, se realiza primero la estimación de la densidad del aire siguiendo las pautas establecidas en el Atlas eólico del Perú (MEM, 2016).

$$\rho = (p.ref * e^{\frac{H_{hmsnm}}{8435}} - \left(\frac{T^{\circ} - 15}{288}\right))$$

Siendo:

$p.ref =$ Densidad referencial = 1.225

$H_{hmsnm} =$ Altura en nivel del mar.

$T^{\circ} =$ Temperatura media °C.

Producción del aerogenerador = 8435 horas/año

Es utilizado para mantenimiento 325 horas según manifiesta el Atlas Eólico del Perú, (Mena Jiménez, 2016).

Calculamos en la siguiente ecuación:

$$P = \sum (h_{vi} * p_i)$$

Donde:

$P =$ Producción total por año.

$h_{vi} =$ Horas de viento anuales.

$p_i =$ Producción corregida del aerogenerador.

El cálculo del factor de uso del aerogenerador se realizará una vez que se haya obtenido la producción real. Para ello, se calcula previamente una producción teórica máxima, según lo menciona Mena Jiménez en su trabajo de 2016.

$$f = \frac{P/P_{max}}{8435}$$

Donde:

$f =$ Factor de uso.

$P_{max} =$ Producción máxima por año.

$P =$ Producción total al año.

Con base en el factor de uso y la producción anual, se procedió a calcular el modelo del aerogenerador en cada ubicación, y finalmente se seleccionó la opción que se consideró más idónea desde el punto de vista técnico, según la investigación realizada por Schmerler y colaboradores en 2019.

Ley de Betz.

La energía cinética del viento es aprovechada por los aerogeneradores y transformada en energía mecánica. A través de un generador, esta energía mecánica se convierte en energía eléctrica, como se menciona en el trabajo de Mur

Amada (2022), de esta manera, los aerogeneradores son una fuente importante de generación de energía limpia y renovable a partir del viento.

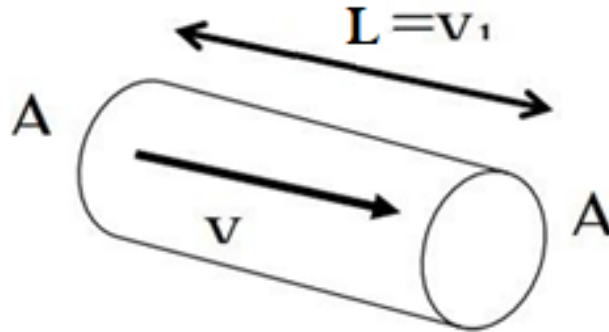


Figura 1. Potencia generada por una corriente de viento
Fuente: Mur Amada (2022).

$$E_c = \frac{m * v^2}{2}$$

Donde:

m = es la masa (kg/m³)

v = es la velocidad de dicha masa en movimiento (m/s).

$$m = \rho * A * v$$

Detalle:

$\rho = 1.225$ (kg/m³) es la densidad del fluido

$A = \pi r^2$ área bordeada por hélices mediante el cual fluye la masa

$v =$ velocidad.

$$P_{viento} = E_c = \frac{m * v^2}{2} = \frac{\rho * A * v^3}{2}$$

La máxima potencia que puede ser aprovechada del viento es:

$$P_{max} = \frac{16}{27} = \frac{\rho * A * v^3}{2}$$

En su curso sobre energía eólica, Mur Amada (2022) explica que la potencia extraíble estará influenciada por el área del rotor y las velocidades del viento, teniendo en cuenta la posición de las palas, ya sea hacia arriba o hacia abajo del rotor.

$$\lambda = \frac{v_{pala}}{v_{viento}} * \frac{m_{rotor} * r_{rotor}}{v_{viento}} = \frac{2\pi}{60} * n_{rpm,rotor} * r_{rotor}$$

Los aerogeneradores de eje horizontal y los de tipo Darrieus se destacan por su capacidad para alcanzar velocidades de rotación muy altas, lo que ocasiona que esta variable se desvincule de la velocidad del viento e, incluso, que la supere en su componente tangencial. Por este motivo, logran mantener un valor de Relación de Velocidad de Punta (TSR) mayor a 1.



Figura 2. Aerogeneradores de Eje horizontal

Fuente: <https://www.renovablesverdes.com/wp-content/uploads/2017/06/aerogeneradores.jpg>

En cambio, en el caso de otros aerogeneradores de eje vertical, es complicado lograr una velocidad rotacional independiente y superior a la impuesta por el viento. Sin embargo, esto no significa que no sea posible lograr un desempeño

aerodinámico efectivo con TSR bajos. Por ejemplo, en el caso del diseño Savonius, se podrían obtener rendimientos más altos para TSR bajos mediante mejoras en la estructura y la aerodinámica de las palas. Precisamente, esta es una de las metas que busca alcanzar el presente proyecto.



Figura 3. Aerogeneradores de Eje vertical

Fuente: <https://redsolar.com/blog/f/los-aerogeneradores-de-eje-vertical-y-sus-ventajas>

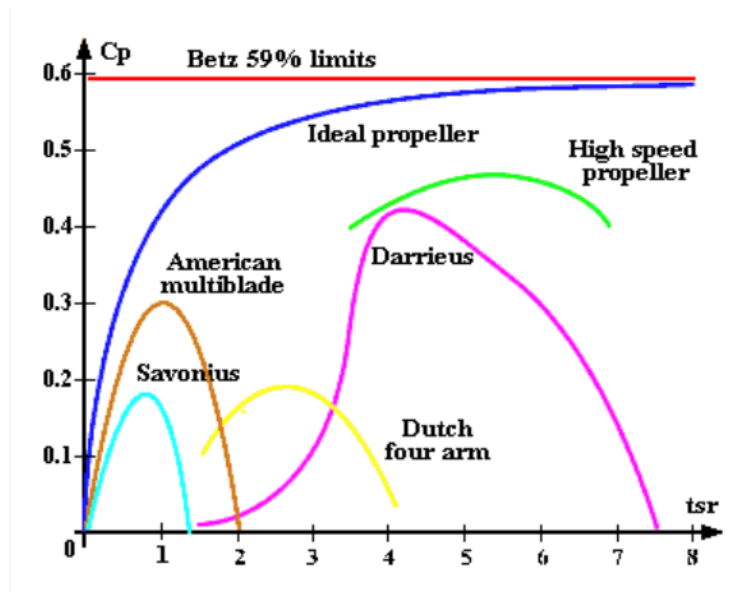


Figura 4. Rendimiento de los aerogeneradores.
Fuente: Lucas et. al (2013)

Tabla 2. Rendimiento máximo de los aerogeneradores según tipo.

TIPO AEROGENERADOR	VELOCIDAD DE OPERACIÓN	TORQUE	COMPLEJIDAD CONSTRUCTIVA	RENDIMIENTO	ROBUSTEZ (%)
EJE HORIZONTAL					
MODERADAS RPM	MODERADA	BAJO	MODERADA	0.2 – 0.35	5 - 10
ALTAS RPM	ALTA	MUY BAJO	DE PRECISIÓN	0.3 – 0.45	< 5
EJE VERTICAL					
PANEMONO	BAJA	MEDIO	EN BRUTO	> 0.1	50
SAVONIUS	MODERADA	MEDIO	MODERADA	0.15	100
DARRIEUS	MODERADA	MUY BAJO	DE PRECISIÓN	0.25 – 0.35	10 - 20
GEOMETRÍA VARIABLE	MODERADA	MUY BAJO	DE PRECISIÓN	0.2 – 0.35	15 - 40

Fuente: Lucas et. al (2013)

Diseño Técnico del Aerogenerador.

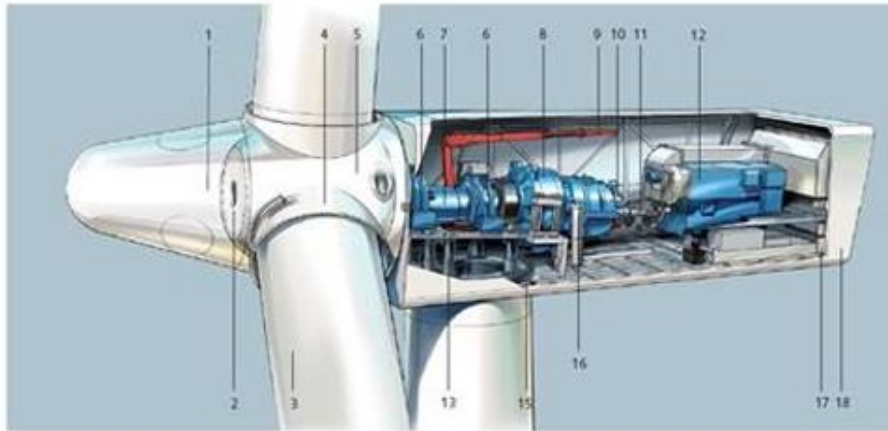
El diseño técnico de un aerogenerador se basa en varios componentes y consideraciones para maximizar la eficiencia y la producción de energía. A continuación, se describen los principales elementos del diseño técnico de un aerogenerador:

- **Rotor:** Es la parte más visible y conocida del aerogenerador. Está compuesto por palas largas y aerodinámicas que capturan la energía del viento. La forma, el tamaño y el número de palas varían según el modelo y la tecnología utilizada. El rotor se coloca en la parte superior del aerogenerador y gira para enfrentar el viento y captar la mayor cantidad de energía posible.
- **Generador:** El rotor está conectado a un generador que transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica. Los generadores más comunes son de tipo síncrono o asíncrono y utilizan principios electromagnéticos para producir electricidad.
- **Torre:** La torre es la estructura que sostiene el rotor y el generador en una posición elevada para aprovechar vientos más constantes y rápidos. Las torres

pueden ser de diferentes alturas dependiendo del lugar de instalación y las condiciones del viento en la zona.

- **Sistema de control:** Un aerogenerador está equipado con un sistema de control que monitorea las condiciones del viento y ajusta automáticamente la orientación de las palas para maximizar la eficiencia y proteger la estructura en situaciones de vientos extremos.
- **Transmisión y sistema mecánico:** La energía cinética del rotor se transmite al generador a través de un sistema mecánico que generalmente incluye una caja de engranajes para aumentar la velocidad de rotación y adaptarla a las necesidades del generador.
- **Sistema de frenado:** Los aerogeneradores están equipados con sistemas de frenado para detener o ralentizar el rotor en caso de emergencia o cuando la velocidad del viento es demasiado alta y podría dañar el equipo.
- **Sistema de almacenamiento y/o conexión a la red eléctrica:** La energía generada por el aerogenerador puede almacenarse en baterías o ser conectada directamente a la red eléctrica para su distribución y consumo.
- **Diseño estructural y materiales:** El diseño estructural del aerogenerador debe ser sólido y resistente para soportar las fuerzas del viento y las condiciones climáticas adversas. Se utilizan materiales duraderos y livianos para optimizar la eficiencia y reducir el peso total del aerogenerador.

El diseño técnico del aerogenerador requiere un enfoque multidisciplinario, combinando conocimientos de ingeniería mecánica, eléctrica, aeroelástica y de materiales. Cada componente se optimiza para garantizar la máxima eficiencia y vida útil del aerogenerador, contribuyendo así al desarrollo de una fuente de energía renovable y sostenible.



1 Rotor	10 Freno a disco
2 Soporte de rotor	11 Acoplamiento
3 Aspa	12 Generador
4 Rulemán de ángulo de incidencia	13 Engranaje de dirección
5 Eje de rotor	14 Torre
6 Rodamiento principal	15 Aro de dirección
7 Eje principal	16 Filtro de aceite
8 Caja de velocidades	17 Ventilador del generador
9 Grúa de mantenimiento	18 Góndola

Figura 5. Diseño de un generador eólico.

Fuente: Lucas et. al (2013)

Para calcular la producción promedio de energía del aerogenerador, es necesario tener en cuenta el consumo energético diario y la velocidad promedio del viento en la ubicación donde se instalará el aerogenerador.

$$P_m = \frac{C_{ed} \left(\frac{Kwh}{día} \right) * V_{mv} \left(\frac{m}{s} \right)}{h}$$

Donde:

P_m = Producción promedio.

C_{ed} = Consumo energético diario.

V_{mv} = Velocidad promedio del viento.

h = Altura del aerogenerador.

Número de aerogeneradores.

En el libro "Energía eólica" de Clemente Álvarez, publicado en 2006, se realizó el cálculo de la cantidad de aerogeneradores utilizando la siguiente fórmula:

$$N_a = \frac{C_{ed}}{P_m}$$

Donde:

N_a = Numero de aerogeneradores.

C_{ed} = Consumo energético diario.

P_m = producción promedio.

Banco de Baterías.

Según las recomendaciones del Ministerio de Energía y Minas (MEM) en la norma DGE características técnicas del sistema eólico para electrificación rural, se establecen ciertas especificaciones para la selección de baterías que deben cumplirse para el almacenamiento de energía del aerogenerador. Estas características técnicas pueden incluir la capacidad de almacenamiento, el voltaje nominal, la corriente máxima de carga y descarga, entre otros aspectos relevantes.

Si las baterías se disponen en serie, significa que se conectan una tras otra, sumando sus voltajes y manteniendo la misma corriente. En cambio, si se disponen en paralelo, se conectan en grupos para aumentar la capacidad total de almacenamiento, manteniendo el mismo voltaje nominal.

Para calcular el número de baterías necesarias, debes considerar la demanda energética diaria del sistema, la capacidad de almacenamiento requerida y las características técnicas específicas de las baterías seleccionadas. A continuación, te proporciono los pasos generales para realizar este cálculo:

Paso 1: Determinar la demanda energética diaria del sistema (en kWh/día).

Paso 2: Establecer la capacidad de almacenamiento requerida de las baterías para cubrir al menos un día de demanda energética, incluyendo un margen de seguridad (en kWh).

Paso 3: Calcular el número de baterías en serie necesarias para alcanzar el voltaje requerido (considerando el voltaje nominal de cada batería).

Paso 4: Calcular el número de grupos de baterías en paralelo para alcanzar la capacidad de almacenamiento requerida.

$$N_B = \frac{C_T}{C_{Bd}}$$

Donde:

N_B = número de baterías.

C_T = Capacidad mínima del banco de baterías, (Ah).

C_{Bd} = Capacidad de batería diseñada.

Regulador o controlador de carga.

Para seleccionar el controlador de carga nos basamos en la norma DGE especificaciones técnicas y procedimientos del ministerio de energía y minas (MEM, 2016).

Teniendo los datos anteriormente calculados, obtenemos como resultado un aerogenerador de 5500 W – 48 V, Sin embargo, en la ecuación (54) vamos a determinar corriente máxima que pueda soportar el regulador eólico, (Guevara Calderón, 2018). Finalmente, Mur Amada (2022)detalla el cálculo de la intensidad máxima que debe soportar el tramo campo eólico – regulador

$$I_{REG} = 1.20 * I_{ccmf} * N^{\circ}_{aerogeneradores}$$

Detalle:

I_{REG} = Corriente máxima del regulador (A).

$I_{cc\ mf}$ = Corriente de cortocircuito del aerogenerador (A).

$N^{\circ}_{aerogeneradores}$ = Numero de aerogeneradores conectados.

1.20 = Este valor representa el factor de sobredimensionamiento más común utilizado naturalmente al 20% según la norma de especificaciones técnicas del sistema eólico rural, Guevara (2018).

Consideremos la corriente máxima generada que soportó el regulador, Donde determinemos el voltaje máximo que soportó el regulador con la siguiente ecuación, Neyra (2020).

$$V_{REG} = 1.20 * V_{nom.reg} * N^{\circ}_{aerogeneradores}$$

Detalle:

V_{REG} = Voltaje máximo del regulador (V).

$V_{nom.reg}$ = Voltaje nominal del regulador (V).

$N^{\circ}_{aerogeneradores}$ = Número de aerogeneradores conectados.

Por lo tanto, se consideró el regulador seleccionado su carga nominal según las especificaciones técnicas, Neyra (2020)

$$N_{reg} = \frac{I_{reg}}{I_{reg.seleccionado}}$$

Detalle:

I_{reg} = Corriente máxima que soportó el regulador (A).

Se consideró un margen de error alto al calcular las intensidades, por consiguiente, el valor obtenido se sugiere redondear a la unidad, es por ello que se propone número de reguladores de carga, Neyra (2020).

Selección del inversor

Principalmente para seleccionar el inversor tienen que cumplir características de acuerdo a norma DGE especificaciones técnicas del sistema eólico y sus componentes para electrificación rural publicados por el Ministerio de Energía y Minas (2015).

Características Principales.

I-CG-1: Debe ser de onda sinodal pura, y con una certificación de la compatibilidad electromagnética según 2004/108/EC (EG), siempre teniendo en cuenta la vida útil no menor a 10 años en condiciones de operación y sea resistente a variaciones climáticas; resaltando las conexiones de ingreso (corriente continua) y de salida (corriente alterna) ser de $220\text{ V} \pm 7.5\%$, con una frecuencia de $60 \pm 1\text{ Hz}$.

La especificación de la norma técnica estipula que debe soportar, como mínimo, sobrecargas de 25 %, de su potencia nominal durante 30 minutos a 25°C.

El autoconsumo del inversor debe ser menor al 3 % de su potencia nominal para cualquier factor de carga y debe tener una eficiencia superior al 80 % para factores de carga desde el 15% de su potencia nominal, Ministerio de Energía y Minas (2015), ahora vamos a determinar la potencia del inversor con la siguiente ecuación:

$$P_{ENT} = \frac{P_{SALI}}{E_{SALI}}$$

Detalle:

P_{ENT} = Potencia de entrada del inversor.

P_{SALI} = Potencia de salida máxima (nominal).

E_{SALI} = Eficiencia del inversor, (ficha técnica).

Calculamos en número de inversores será según Neyra (2020).

$$N^{\circ}_{INVERSORES} = \frac{P_{ENT}}{P_{Nom}}$$

Donde:

P_{ENT} = Potencia de entrada del inversor.

P_{Nom} = Potencia nominal.

Selección de conductores.

Para seleccionar el conductor desde el aerogenerador hacia cada uno de los equipos ya previamente seleccionados tenemos que regirse a la norma técnica donde enseña que mediante fórmulas matemáticas podemos calcular de acuerdo a nuestro equipo de selección y realidad de nuestro proyecto de investigación y se expresa en la siguiente ecuación (26), código nacional de electricidad, MEM (2019)

Paso 1: calculamos corriente máxima de cada aerogenerador, Neyra (2020).

$$I_{GP} = \frac{P_{GP} * N_P}{V_{GP}}$$

Detalle:

I_{GP} = Corriente máxima de cada aerogenerador.

P_{GP} = Potencia máxima del aerogenerador .

V_{GP} = Tensión máxima del aerogenerador.

La caída de tensión aceptable se debe fijar en 1 %de la tensión de funcionamiento.

Para nuestros 48 V por lo que se va utilizar material de cobre cuya conductividad se basa en norma y es de 56 [m/Ω.mm²], donde se utilizará valor estándar de conductividad a 20 C°, Neyra (2020).

Calculamos la corriente nominal del aerogenerador multiplicado por la cantidad de reguladores.

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

Descripción:

S = Diámetro del cable.

L = dimensión del cable.

I = Intensidad máxima de corriente.

ΔV = Caída de tensión reglamentaria por sector (%).

K = Conductividad eléctrica del cobre.

Ahora calculamos el diámetro del conductor por cada sector del sistema eólico ahora aplicamos la ecuación siguiente:

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \text{Cos}\phi}{\Delta V}$$

Donde:

S = Sección conductor (mm^2).

ρ = Conductividad del cobre ($\rho = 0.022\Omega mm^2/m$).

ΔV = Caída de tensión (V).

Puesta a tierra

La Norma técnica peruana puesta a tierra recomienda como base fundamental utilizar materiales cobre , bentonita sódica , sal industrial , una caja de registro con una profundidad de 2.50 m aproximadamente donde detalla que la caja de registro debe tener como mínimo 30 cm de profundidad ya que es considerado protección para las personas y los animales; comúnmente se utilizan en toda instalación medida de prevención por eso es importante instalar un interruptor diferencial para que cual negligencia provocar que se desconecte.

Además de los materiales mencionados para la puesta a tierra, existen otros componentes y consideraciones importantes en un sistema eléctrico:

- 1. Interruptores y Disyuntores:** Estos dispositivos se utilizan para abrir y cerrar circuitos eléctricos. Los disyuntores también ofrecen protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- 2. Transformadores:** Se utilizan para cambiar el voltaje de corriente alterna en un sistema eléctrico, permitiendo la transmisión eficiente de energía a largas distancias.
- 3. Cables y Conductores:** La selección de cables y conductores adecuados es esencial para garantizar la transmisión eficiente de electricidad y para cumplir con la capacidad de corriente requerida.
- 4. Tableros y Cuadros Eléctricos:** Estos componentes son el punto de distribución y control de la electricidad en una instalación. Contienen interruptores, fusibles y otros dispositivos de control.
- 5. Iluminación:** La selección y ubicación adecuada de luminarias y sistemas de iluminación es esencial para garantizar la visibilidad y la seguridad en un entorno.
- 6. Sistemas de Protección contra Sobretensiones:** Estos dispositivos protegen equipos sensibles contra picos de voltaje que pueden dañarlos.
- 7. Sistemas de Control y Automatización:** Permiten la supervisión y el control remoto de equipos y procesos eléctricos.
- 8. Generadores y Fuentes de Energía de Respaldo:** Proporcionan energía en caso de fallas en el suministro principal.
- 9. Instrumentación y Medición:** Incluye medidores de energía, amperímetros, voltímetros y otros dispositivos para monitorear y medir la electricidad.
- 10. Sistemas de Energía Renovable:** Como paneles solares y aerogeneradores, que aprovechan fuentes de energía sostenible.

Es importante destacar que la selección, instalación y mantenimiento de todos estos componentes debe realizarse de acuerdo con las normativas y estándares

aplicables en cada país o región. También se debe considerar la seguridad y el cumplimiento de las normas de buenas prácticas en cada instalación eléctrica.

El Valor Actual Neto (VAN)

Es una métrica financiera utilizada para evaluar la viabilidad de una inversión o proyecto. Representa la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo futuros generados por el proyecto y el costo inicial de la inversión. En otras palabras, el VAN es una forma de determinar si un proyecto generará beneficios económicos suficientes para superar el costo de invertir en él.

Cuando el VAN es positivo, significa que los flujos de efectivo esperados son mayores que el costo inicial de la inversión, lo que sugiere que el proyecto puede ser rentable. Por otro lado, si el VAN es negativo, los flujos de efectivo proyectados no son suficientes para compensar la inversión inicial, lo que indica que el proyecto podría no ser rentable.

En resumen, el Valor Actual Neto es una herramienta valiosa para tomar decisiones financieras informadas y determinar la rentabilidad potencial de un proyecto o inversión.

$$VAN = \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n} - I$$

Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es otra importante métrica financiera utilizada en la evaluación de proyectos o inversiones. Es el porcentaje de rendimiento esperado de una inversión durante su vida útil, lo que hace que el Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero. En otras palabras, es la tasa de descuento a la cual los flujos de efectivo futuros del proyecto se igualan a la inversión inicial.

La TIR es una medida clave para determinar la rentabilidad de un proyecto, y se utiliza junto con el VAN para tomar decisiones financieras informadas. Si la TIR es mayor que la tasa de descuento utilizada para calcular el VAN (la tasa mínima de retorno requerida), entonces el proyecto se considera rentable, ya que los flujos de efectivo futuros generan un rendimiento más alto que la tasa de descuento. Por otro

lado, si la TIR es menor que la tasa de descuento, el proyecto no se considera rentable, ya que no puede generar suficiente rendimiento para cubrir la tasa de descuento requerida.

En resumen, la Tasa Interna de Retorno es una herramienta esencial para evaluar la rentabilidad de un proyecto o inversión y es particularmente útil cuando se combina con el Valor Actual Neto para tomar decisiones financieras sólidas.

$$TIR = \sum_T^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

El Costo Nivelado de Energía (LCOE)

El concepto descrito se refiere al LCOE (Levelized Cost of Energy) o Costo Nivelado de Energía en español. Es una métrica financiera utilizada para evaluar el costo promedio de producir energía eléctrica a lo largo de toda la vida útil de un proyecto de energía eólica u otro tipo de proyecto de generación de energía.

El LCOE toma en cuenta tanto los costos iniciales de inversión como los costos operativos y de mantenimiento a lo largo del tiempo, así como la cantidad de energía generada por el sistema en cada año. Estos costos y beneficios se ajustan a valor presente mediante el uso de una tasa de descuento, que es una tasa utilizada para reflejar el valor actual del dinero en el tiempo.

La fórmula para calcular el LCOE puede variar según la literatura o el contexto específico, pero la Ecuación (30) mencionada en el texto hace referencia a la fórmula específica utilizada por los autores García et al. en su trabajo, y la Ecuación (30) hace referencia a la fórmula utilizada por los autores Osorio y Velo en su investigación.

En resumen, el LCOE es una herramienta valiosa para comparar diferentes opciones de generación de energía y determinar cuál es la opción más rentable en términos de costo por unidad de energía producida a lo largo del tiempo.

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{L_t + M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación: El tipo de investigación es **aplicada**, por el uso de información secundaria, proveniente del ejercicio profesional de la Ingeniería Mecánica Eléctrica en otros experimentos o trabajos de investigación.

Diseño de la investigación: El diseño de investigación es **no Experimental**, pues no se piensa manipular la variable independiente como tentativa. El diseño del estudio se caracteriza por una recopilación de datos a lo largo del tiempo sin intervenciones o manipulaciones de las variables, lo que lo define como un estudio longitudinal.

3.2. Variables y Operacionalización.

Definición conceptual:

Un sistema eólico de generación eléctrica es un tipo de instalación que utiliza la energía cinética del viento para convertirla en energía eléctrica. Este sistema aprovecha la fuerza del viento para hacer girar las aspas de un aerogenerador o una turbina eólica, que a su vez acciona un generador eléctrico para producir electricidad.

Proveer la electricidad necesaria para alimentar los sistemas de iluminación que se encuentran fuera de los edificios y en los espacios exteriores de la Universidad Nacional de Jaén. Esto implica proporcionar la energía eléctrica necesaria para encender y mantener funcionando las luces que iluminan los patios, jardines, calles, estacionamientos y otras áreas al aire libre de la universidad, tanto durante el día como por la noche.

Definición operacional

Dimensionamiento de un sistema eólico

Cálculo de la demanda eléctrica promedio estimada y la demanda máxima.

Variable Independiente

Diseño de un Sistema Eólica de Generación Eléctrica.

Variable Dependiente

Abastecer de energía a la iluminación externa de la Universidad Nacional de Jaén.

El cuadro de Operacionalización de variables, lo ubicamos en el ANEXO 01.

Indicadores: Consideramos como indicadores de variable independiente a Velocidad del viento, Irradiación solar, Selección el aerogenerador, Selección de Controladores, Baterías, Inversores y como variable dependiente La energía diaria estimada promedio proyectada y Máxima demanda de energía Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén – Sede Yanayaco.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Para el presente trabajo de investigación, estará constituida por todos los molinos de viento en la zona de Jaén – Cajamarca, con sus mecanismos de alimentación, transformación y producción de sub productos líquidos y Gaseosos en ambientes seguros, que nos permitan la utilización térmica del gas natural y todos su sub productos, y el análisis a lo largo del tiempo que dura la vida útil económica.

Muestra: En este caso se muestrea con dos criterios el criterio de ubicación geográfica, relacionado con los Molinos de viento en la zona de Jaén - Cajamarca, en toda su variedad de existencia, además con un criterio de ubicación temporal, en el tiempo, especificando el tiempo necesario para focalizar el tiempo de toma de datos muestrales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para la Técnicas de recolección de datos se realizar los siguientes métodos que se detallan a continuación:

Observación, Por su intermedio, se lleva a cabo la técnica de la recolección de datos, relativos a los distintos tipos de mantenimiento, y las distintas formas de mantenimiento de las sub estaciones eléctricas de potencia, sirviendo de apoyo para la determinación del principio de funcionamiento y criterios básicos para la confirmación de modelos de mantenimientos.

a.) Análisis Documentario: Extrae términos para mejorar la definición de la investigación, a fin de que pueda conocerse el tema.

Esta técnica, fue empleada con el fin de lograr información, sobre nuevas tecnologías en energía eólica y su principio de funcionamiento, en manuales, tesis, papers y artículos científicos.

b.) Instrumento de recolección de datos: Es prioritario determinar los datos, en el desarrollo del proyecto. Se utilizaron en esta investigación los siguientes instrumentos:

Cuestionario: Versión mejorada de la encuesta, se basa en una estructura ó rúbrica, que permite sistematizar los resultados. Su objetivo es lograr juntar la información para comprobar las hipótesis de acción y trabajo. La redacción , sintaxis y compilación del cuestionario debe tener presente el diseño de la investigación, es decir el estado del arte, planteamiento y formulación de la problemática, así como los objetivos, la hipótesis verdadera, nula y las variables dependientes e independientes (Arista, 2014).

Encuesta: en el presente trabajo de investigación, queda definido, como el instrumento específico, de recolección de datos, al aplicarse para determinar la lista de requerimientos principales necesarios para la elaboración de los planes de mantenimiento de prototipos. Donde los resultados según las encuestas realizadas nos dan la información que los entrevistados si están interesados en promover la tecnología en energía renovable y la aplicación para este proyecto. Ver ANEXO 02.

Validez y confiabilidad, En condición al control estadístico inferencial y coherente con la correcta y mesurada confiabilidad y además es función de la metodología tomada en cuenta, por las investigaciones de la presente tesis, relacionados a los datos necesarios, para obtener y por lo tanto de las indicaciones y modelos de los datos en el campo a ser obtenidos y el control estadístico inferencial, coherentes con la debida confiabilidad.

3.5. Procedimientos

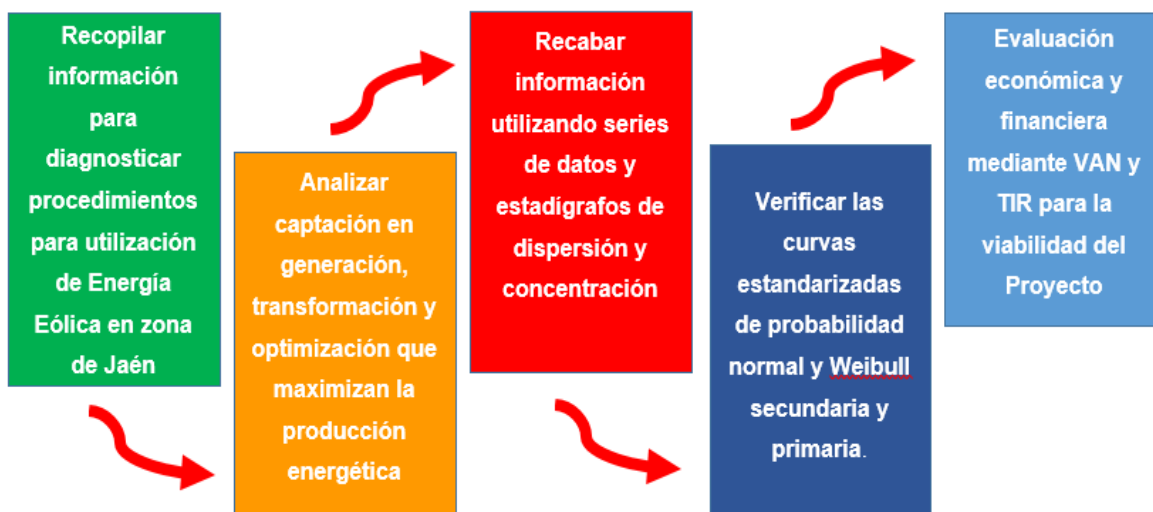


Figura 6. Secuencia de Desarrollo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos, de la presente investigación, luego de su análisis, limpieza y transformación serán sistematizados mediante el uso de gráficos, tablas, cálculos de ingeniería mecánica eléctrica, ya sea de manera manual o con el apoyo de hojas electrónicas, los cuales serán debidamente organizados, para formular conjeturas refutar teorías con el apoyo de la estadística inferencial y determinar los requerimientos necesarios del plan de mantenimiento.

3.7. Aspectos Básicos de Bioética

Nuestra ética tiene la función de garantizar la originalidad del trabajo de investigación, para lo cual aparte de la experiencia del asesor y los jurados, se utilizará software de control de originalidad y no coincidencia, y se respetará el trabajo y la propiedad intelectual de terceros, se mantendrá y respetará la identidad de los participantes, y se registrará de manera justa y equitativa el aporte de sus autores, en el reconocimiento de autoriza para la publicación en repositorio.

IV. RESULTADOS

4.1. EVALUAR LA VELOCIDAD EÓLICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN

Diseñar un sistema eólico para abastecer de energía a la iluminación externa de la Universidad Nacional de Jaén, en Cajamarca, Perú, es un enfoque sostenible y respetuoso con el medio ambiente, lo cual requiere desarrollar los siguientes pasos:

4.1.1. Ubicación de la Universidad Nacional de Jaén

Para lograr evaluar la velocidad eólica producida en la Universidad Nacional de Jaén, primeramente, necesitábamos saber su ubicación, latitud y longitud. Ver ANEXO 03.

Con la ayuda del software Google Earth Pro, logramos recopilar información y obtener los siguientes datos:

- **Ubicación:** Jaén - San Ignacio, 06800
- **Latitud:** -5.673731601513382
- **Longitud:** -78.77622209537837
- **Altitud msnm:** 729



Figura 7. Ubicación de la Universidad Nacional de Jaén
Fuente: Google Earth Pro

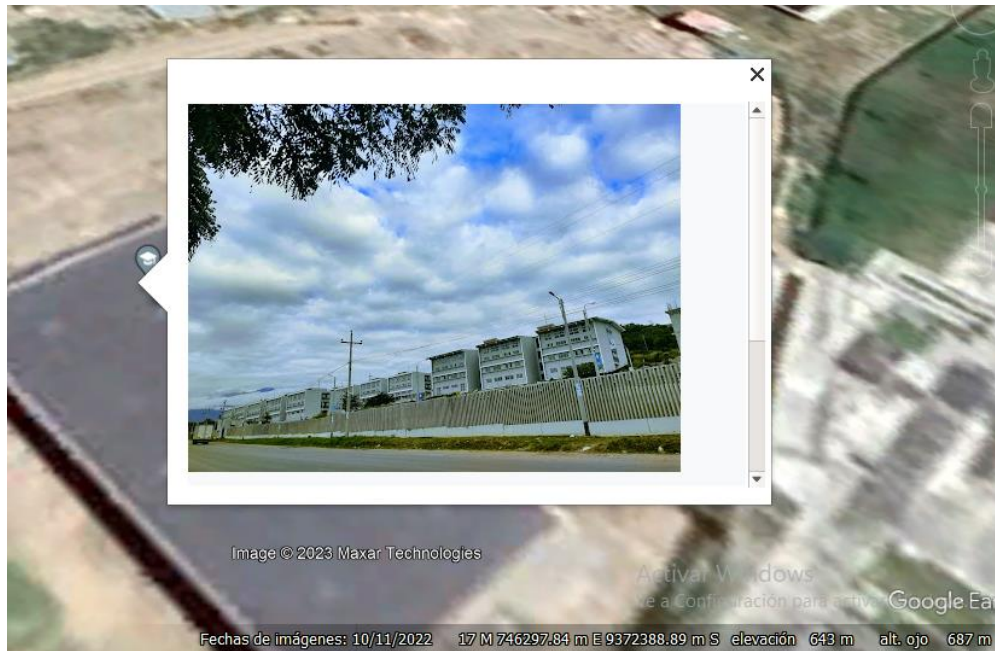


Figura 8. Imagen de la Universidad Nacional de Jaén

Fuente: Google Earth Pro

Consultamos a la web, a través de la data existente acerca de las Latitudes y Longitudes de las Universidades del Perú para corroborar dicha información, y logramos confirmar los parámetros obtenidos por Google Earth Pro fueron exactos.

88	UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS SOCIEDAD ANÓNIMA	PRIVADA SOCIETARIA	EN PROCESO		PUNO	PUNO	PUNO	-15.234875000000001	-70.050314
89	UNIVERSIDAD PERUANA SIMÓN BOLÍVAR S.A.C.	PRIVADA SOCIETARIA	DENEGADA		LIMA	LIMA	PUEBLO LIBRE	-12.046374	-77.042793399999994
90	UNIVERSIDAD PERUANA DE INTEGRACIÓN GLOBAL S.A.C	PRIVADA SOCIETARIA	DENEGADA		LIMA	LIMA	SANTIAGO DE SURCO	-12.046374	-77.042793399999994
91	UNIVERSIDAD PERUANA DEL ORIENTE S.A.C.	PRIVADA SOCIETARIA	EN PROCESO		LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	-4.232472900000003	-74.217932599999997
92	UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA	PUBLICO	LICENCIADA 6		MOQUEGUA	MARISCAL N	MOQUEGUA	-17.192736100000001	-70.932813800000005
93	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ S.A.C.	PRIVADA SOCIETARIA	LICENCIADA 6		LIMA	LIMA	VILLA EL SALVADOR	-12.046374	-77.042793399999994
94	UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES	PRIVADA ASOCIATIVA	LICENCIADA 6		LIMA	LIMA	LOS OLIVOS	-12.046374	-77.042793399999994
95	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA	PUBLICO	LICENCIADA 6		PUNO	SAN ROMAN	JULIACA	-15.234875000000001	-70.050314
96	UNIVERSIDAD PRIVADA JUAN MEJÍA BACA SOCIEDAD ANÓNIMA	PRIVADA SOCIETARIA	EN PROCESO		LAMBAYEQUE	CHICLAYO	CHICLAYO	-6.4776528000000004	-79.9192702
97	UNIVERSIDAD JAIME BAUSATE Y MEZA	PRIVADA ASOCIATIVA	LICENCIADA 6		LIMA	LIMA	JESÚS MARÍA	-12.046374	-77.042793399999994
98	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	PUBLICO	LICENCIADA 6		CAJAMARCA	JAEN	JAEN	-7.1617465	-78.512785500000007
99	UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO	PRIVADA ASOCIATIVA	EN PROCESO		JUNÍN	HUANCAYO	HUANCAYO	-11.335798	-75.341217900000004
100	UNIVERSIDAD PRIVADA ARZOBISPO LOAYZA S.A.C	PRIVADA SOCIETARIA	DENEGADA		LIMA	LIMA	LIMA	-12.046374	-77.042793399999994
101	UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU S.A.C.	PRIVADA SOCIETARIA	LICENCIADA 6		LIMA	LIMA	MIRAFLORES	-12.046374	-77.042793399999994
102	UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO FRANKLIN ROOSVELT	PRIVADA SOCIETARIA	LICENCIADA 6		JUNÍN	HUANCAYO	HUANCAYO	-11.335798	-75.341217900000004
103	UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA	PUBLICO	LICENCIADA 6		PIURA	SULLANA	SULLANA	-5.1782883999999996	-80.654888200000002
104	UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE S.A.C.	PRIVADA SOCIETARIA	DENEGADA		LAMBAYEQUE	CHICLAYO	CHICLAYO	-6.4776528000000004	-79.9192702
105	UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE AMÉRICA LATINA	PRIVADA SOCIETARIA	LICENCIADA 6		LIMA	LIMA	LA MOLINA	-12.046374	-77.042793399999994
106	UNIVERSIDAD PERUANA DE ARTE ORVAL S.A.C.	PRIVADA SOCIETARIA	DENEGADA		LIMA	LIMA	SAN BORJA	-12.046374	-77.042793399999994

Figura 9. Captura tomada de Tabla de Latitudes y Longitudes de Universidades del Perú

Fuente: <https://www.datosabiertos.gob.pe/sites/default/files/Universidades.xlsx>

Después de obtener la información requerida, procederíamos a evaluar la velocidad del viento producida en la zona donde se encuentra ubicada la Universidad Nacional de Jaén, con la finalidad de validar si es factible implementar un sistema eólico en dicha ubicación.

4.1.2. Evaluación de la Velocidad del viento producida en la Universidad Nacional de Jaén (UNJ)

Para obtener información acerca de la velocidad del viento en la ubicación de la Universidad Nacional de Jaén, optamos por investigar en la data de la **NASA** (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio), que ha sido pionera en la investigación y desarrollo de sistemas satelitales que proporcionan datos cruciales para el estudio del clima y los procesos climáticos. Estos datos son de gran importancia para estimar las condiciones climáticas a largo plazo, incluyendo cantidades meteorológicas y flujos de energía solar en la superficie terrestre.

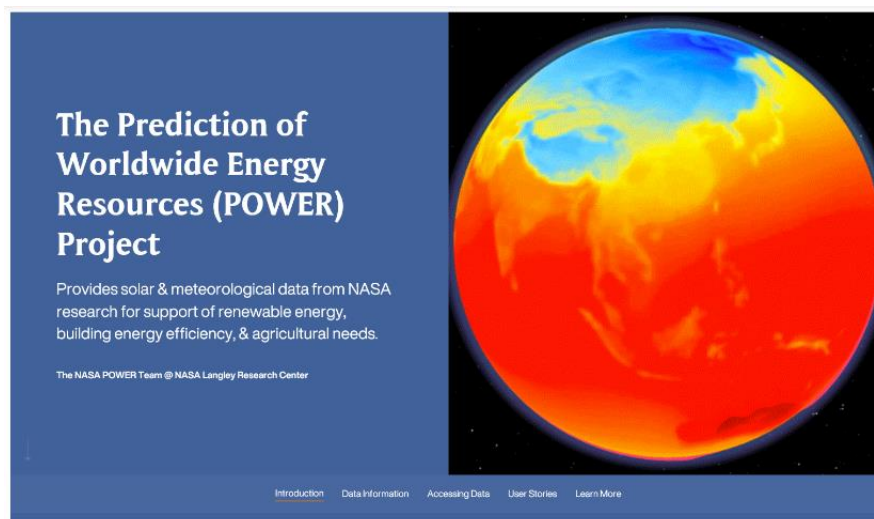


Figura 10. Software POWER LARC NASA

Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/>

Gracias a los productos satelitales y modelos desarrollados por la NASA, es posible obtener estimaciones confiables de recursos solares y condiciones meteorológicas en áreas donde las mediciones de superficie son limitadas o inexistentes. Estos productos incluyen datos promediados a largo plazo y series temporales de valores medios diarios de diversas variables climáticas y energía solar.

La precisión de estos datos ha sido demostrada y su disponibilidad ha facilitado la investigación en diversas áreas relacionadas con el clima y la comprensión de los procesos climáticos. La NASA continúa apoyando programas de investigación de Ciencias de la Tierra para seguir mejorando nuestros conocimientos sobre el clima y sus interacciones en el sistema terrestre.

En su página oficial **NASA Prediction of Worldwide Energy Resources**, que es su web meteorológica, y con la ayuda de su software NASA-POWER (NP), con el cual logramos recopilar información y plasmarlas en tablas sobre la velocidad del viento de los cinco últimos años desde el año 2017 hasta el 2021 de la UNJ.

Cabe resaltar que el software de la Nasa esta actualizado con información desde el año 1981 hasta el año 2021, próximamente volverá a actualizar su data.

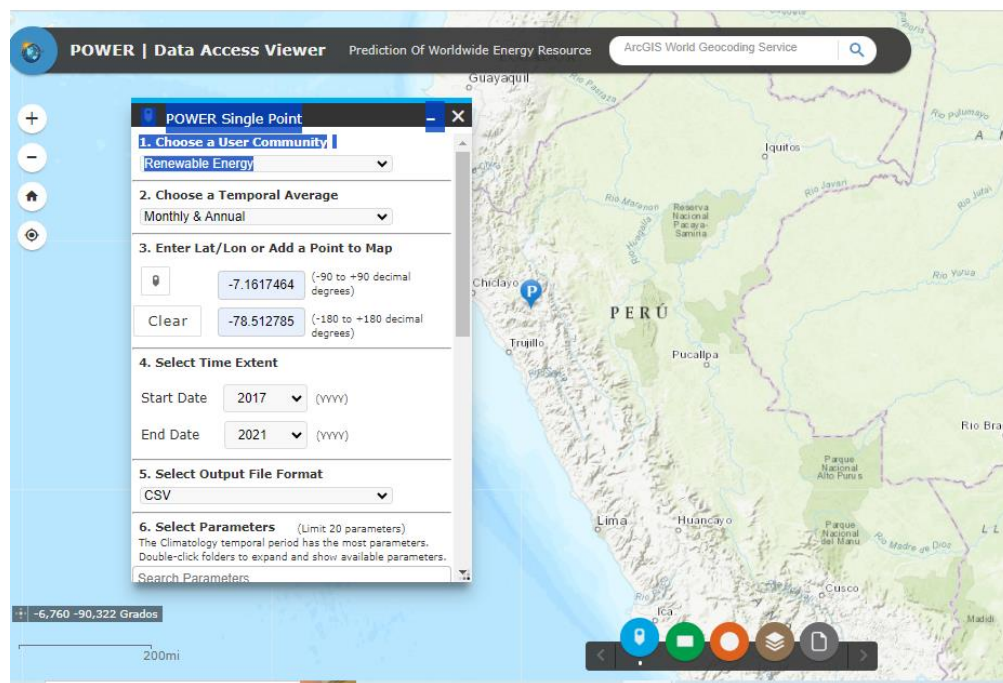


Figura 11. Interfaz de Software POWER LARC NASA

Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/>

Se muestran las tablas de los últimos cinco años (2017 – 2021) recopilados sobre la velocidad del viento en el Sector de Jaén, ubicación de la Universidad Nacional de Jaén.

Tabla 3. Velocidad del viento de la UNJ según POWER LARC NASA (Altura = 10m).

VELOCIDAD DEL VIENTO DE LOS ULTIMOS 05 AÑOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN (ALTURA = 10 MTS)													
PARÁMETRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
WS10M_RANGE	2017	6.91	7.41	6.69	5.95	7.2	6.94	8.32	7.27	7.66	7.8	6.75	5.53
WS10M_RANGE	2018	5.69	6.55	5.67	6.02	5.21	7.63	7.01	7.72	7.13	6.12	6.38	6.48
WS10M_RANGE	2019	6.24	6.84	6.00	5.73	6.69	9.23	8.23	8.59	7.72	6.58	6.42	6.36
WS10M_RANGE	2020	7.88	6.26	7.73	6.13	6.48	6.66	6.73	7.39	7.25	7.43	6.48	7.71
WS10M_RANGE	2021	6.31	7.41	6.62	5.26	6.35	6.26	7.13	7.62	7.86	5.64	5.89	6.02

Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/>

Tabla 4. Velocidad del viento de la UNJ según POWER LARC NASA (Altura = 50m).

VELOCIDAD DEL VIENTO DE LOS ULTIMOS 05 AÑOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN (ALTURA = 50 MTS)													
PARÁMETRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
WS50M_RANGE	2017	7.01	6.82	6.32	7.16	8.56	8.09	9.07	8.34	8.95	9.01	5.83	5.55
WS50M_RANGE	2018	6.2	6.05	6.91	7.25	6.19	7.82	7.52	8.16	8.22	6.45	5.54	7.62
WS50M_RANGE	2019	7.47	6.66	7.00	6.88	7.70	10.45	9.38	9.45	9.55	7.73	6.36	7.02
WS50M_RANGE	2020	9.25	6.94	7.58	7.35	7.70	8.11	8.07	8.32	8.61	8.35	6.40	7.34
WS50M_RANGE	2021	5.59	6.82	6.41	6.20	7.38	7.55	7.54	8.91	8.46	6.54	5.19	5.51

Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/>

De las Tablas mostradas, tomamos los datos recopilados sólo los meses del año 2021 para comparar las lecturas y analizar la velocidad de viento y calcular la velocidad promedio con la finalidad de obtener la información necesaria para el punto de instalación y avanzar en el desarrollo del proyecto.

ANÁLISIS DE DATA DE LOS AÑOS 2017-2021 (ALTURA = 10 M)

Para calcular la velocidad media, el error típico y la desviación estándar de la velocidad del viento a 10 m para los últimos 5 años (2017-2021) en la Universidad Nacional de Jaén, seguimos los siguientes pasos utilizando los datos proporcionados:

1. **Calculo de la Velocidad Media:** La velocidad media es simplemente el promedio de los valores de velocidad del viento para cada mes durante los últimos 5 años. Logramos calcularla sumando todos los valores y dividiéndolos por el número de años (5). Se muestran los cálculos para cada mes:

Tabla 5. *Calculo de la Velocidad Media a 10 m (2017-2021)*

velocidad del viento a 10 m para los últimos 5 años (2017-2021)		
MES	DESARROLLO DEL CALCULO	VELOCIDAD MEDIA
ENERO	$(6.91 + 5.69 + 6.24 + 7.88 + 6.31) / 5$	6.606 m/s
FEBRERO	$(7.41 + 6.55 + 6.84 + 6.26 + 7.41) / 5$	6.774 m/s
MARZO	$(6.69 + 5.67 + 6.00 + 7.73 + 6.62) / 5$	6.542 m/s
ABRIL	$(5.95 + 6.02 + 5.73 + 6.13 + 5.26) / 5$	5.818 m/s
MAYO	$(7.20 + 5.21 + 6.69 + 6.48 + 6.35) / 5$	6.386 m/s
JUNIO	$(6.94 + 7.63 + 9.23 + 6.66 + 6.26) / 5$	7.144 m/s
JULIO	$(8.32 + 7.01 + 8.23 + 6.73 + 7.13) / 5$	7.084 m/s
AGOSTO	$(7.27 + 7.72 + 8.59 + 7.39 + 7.62) / 5$	7.318 m/s
SETIEMBRE	$(7.66 + 7.13 + 7.72 + 7.25 + 7.86) / 5$	7.332 m/s
OCTUBRE	$(7.80 + 6.12 + 6.58 + 7.43 + 5.64) / 5$	6.714 m/s
NOVIEMBRE	$(6.75 + 6.38 + 6.42 + 6.48 + 5.89) / 5$	6.778 m/s
DICIEMBRE	$(5.53 + 6.48 + 6.36 + 7.71 + 6.02) / 5$	6.422 s

Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/>

2. Calculo del Error Típico y la Desviación Estándar: Para calcular el error típico y la desviación estándar de la velocidad del viento a 10 m para cada mes, utilizamos una hoja de cálculo de Microsoft Excel y las funciones "STDEV.S" y "STDEV.P" respectivamente. Se muestran los cálculos para cada mes:

Tabla 6. *Calculo del Error Típico y la Desviación Estándar a 10m (2017-2021):*

MES	ERROR TIPICO	DESVIACIÓN ESTANDAR
ENERO	0.696 m/s	0.656 m/s
FEBRERO	0.577 m/s	0.543 m/s
MARZO	0.669 m/s	0.629 m/s
ABRIL	0.528 m/s	0.496 m/s
MAYO	0.395 m/s	0.372 m/s
JUNIO	1.104 m/s	1.040 m/s
JULIO	0.542 m/s	0.511 m/s
AGOSTO	0.370 m/s	0.348 m/s
SETIEMBRE	0.243 m/s	0.229 m/s
OCTUBRE	0.472 m/s	0.444 m/s
NOVIEMBRE	0.215 m/s	0.202 m/s
DICIEMBRE	0.742 m/s	0.698 m/s

Fuente: Elaboración propia

Recordemos que el error típico se usa cuando tenemos una muestra de una población más grande, mientras que la desviación estándar de la población se usa cuando tenemos todos los datos de la población completa. En este caso, solo tenemos 5 datos, por lo que el error típico y la desviación estándar de la población son muy similares.

ANÁLISIS DE DATA DE LOS AÑOS 2017-2021 (ALTURA = 50 M)

Para calcular la velocidad media, el error típico y la desviación estándar de la velocidad del viento a 50 m durante los últimos 5 años (2017-2021) en la Universidad Nacional de Jaén, seguimos los siguientes pasos utilizando los datos proporcionados:

1. Calcula la velocidad media

La velocidad media es simplemente el promedio de los valores de velocidad del viento para cada mes durante los últimos 5 años. Logramos calcularla sumando todos los valores y dividiéndolos por el número de años (5). Se muestran los cálculos para cada mes:

Tabla 7. Calcula la velocidad media a 50 m (2017-2021):

velocidad del viento a 50 m para los últimos 5 años (2017-2021)		
MES	DESARROLLO DEL CALCULO	VELOCIDAD MEDIA
ENERO	$(7.01 + 6.2 + 7.47 + 9.25 + 5.59) / 5$	7.104 m/s
FEBRERO	$(6.82 + 6.05 + 6.66 + 6.94 + 6.82) / 5$	6.858 m/s
MARZO	$(6.32 + 6.91 + 7.00 + 7.58 + 6.41) / 5$	6.844 m/s
ABRIL	$(7.16 + 7.25 + 6.88 + 7.35 + 6.20) / 5$	6.968 m/s
MAYO	$(8.56 + 6.19 + 7.70 + 7.70 + 7.38) / 5$	7.506 m/s
JUNIO	$(8.09 + 7.82 + 10.45 + 8.11 + 7.55) / 5$	8.004 m/s
JULIO	$(9.07 + 7.52 + 9.38 + 8.07 + 7.54) / 5$	8.107 m/s
AGOSTO	$(8.34 + 8.16 + 9.45 + 8.32 + 8.91) / 5$	8.236 m/s
SETIEMBRE	$(8.95 + 8.22 + 9.55 + 8.61 + 8.46) / 5$	8.358 m/s
OCTUBRE	$(9.01 + 6.45 + 7.73 + 8.35 + 6.54) / 5$	7.416 m/s
NOVIEMBRE	$(5.83 + 5.54 + 6.36 + 6.40 + 5.19) / 5$	5.864 m/s
DICIEMBRE	$(5.55 + 7.62 + 7.02 + 7.34 + 5.51) / 5$	6.408 m/s

Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/>

2. Calcula el error típico y la desviación estándar

Para calcular el error típico y la desviación estándar de la velocidad del viento a 50 m para cada mes, puedes utilizar una hoja de cálculo como Microsoft Excel y las funciones "STDEV.S" y "STDEV.P" respectivamente. Se muestran los cálculos para cada mes:

Tabla 8. *Calculo del Error Típico y la Desviación Estándar a 50 m (2017-2021):*

MES	ERROR TIPICO	DESVIACIÓN ESTANDAR
ENERO	1.486 m/s	1.430 m/s
FEBRERO	0.697 m/s	0.672 m/s
MARZO	0.583 m/s	0.560 m/s
ABRIL	0.294 m/s	0.282 m/s
MAYO	0.344 m/s	0.331 m/s
JUNIO	1.108 m/s	1.066 m/s
JULIO	0.780 m/s	0.750 m/s
AGOSTO	0.496 m/s	0.477 m/s
SETIEMBRE	0.651 m/s	0.626 m/s
OCTUBRE	1.223 m/s	1.175 m/s
NOVIEMBRE	0.683 m/s	0.657 m/s
DICIEMBRE	1.171 m/s	1.125 m/s

Fuente: Elaboración propia

Recordemos que estas medidas de variabilidad (error típico y desviación estándar) indican cuánto varían los datos de velocidad del viento en cada mes, mientras que la velocidad media representa el valor promedio de la velocidad del viento en cada mes durante los últimos 5 años.

Es importante mencionar que el error típico nos indica la dispersión o incertidumbre en la estimación de la media. Un error típico más pequeño significa que la media estimada es más confiable y cercana al valor real de la población.

En la siguiente Tabla 07, podemos apreciar los parámetros de la Velocidad Media, Error típico y Desviación estándar en los últimos 05 años, notamos que el año 2018 la velocidad media de los últimos años fue de 6.31 m/s, baja con respecto al año 2020, que su velocidad media fue 7.02 m/s.

Para este proyecto nos centraremos en los datos del año 2021, donde analizaremos los meses del año a ciertas alturas determinadas de 10 m y de 50 m, con la finalidad de que con la ayuda de la Tabla 08 elijamos la velocidad media que nos servirá para establecer los parámetros en el desarrollo del proyecto.

Tabla 9. *Parámetros de la data de los últimos 05 años*

AÑO	VELOCIDAD MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	ERROR TÍPICO
2017	6.87	1.28	0.37
2018	6.31	0.79	0.23
2019	6.78	1.37	0.4
2020	7.02	0.92	0.27
2021	6.54	1.13	0.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. *Velocidades del Viento en el año 2021*

AÑO 2021	VELOCIDAD EN M/S	
MES	ALTURA DE 10 M	ALTURA DE 50 M
ENERO	6.31	5.59
FEBRERO	7.41	6.82
MARZO	6.62	6.41
ABRIL	5.26	6.20
MAYO	6.35	7.38
JUNIO	6.26	7.55
JULIO	7.13	7.54
AGOSTO	7.62	8.91
SETIEMBRE	7.86	8.46
OCTUBRE	5.64	6.54
NOVIEMBRE	5.89	5.19
DICIEMBRE	6.02	5.51

Fuente: Elaboración propia

Según la data de POWER-NASA se consideró que en los meses de agosto y setiembre la velocidad del viento fue más intensa, donde calculamos la velocidad media del último año 2021, teniendo lo siguientes datos:

- **Velocidad Media_WS10M** $(6.31 + 7.41 + 6.62 + 5.26 + 6.35 + 6.26 + 7.13 + 7.62 + 7.86 + 5.64 + 5.89 + 6.02) / 12$
- **Velocidad Media_WS10M** ≈ 6.51 m/s
- **Velocidad Media_WS50M** $= (5.59 + 6.82 + 6.41 + 6.20 + 7.38 + 7.55 + 7.54 + 8.91 + 8.46 + 6.54 + 5.19 + 5.51) / 12$
- **Velocidad Media_WS50M** ≈ 6.88 m/s

Es importante destacar que la velocidad media a una altura de 10 m fue de 6.51 m/s y que, a una altura de 50 m, la velocidad media fue de 6.88 m/s para el año 2021.

Tengamos en cuenta que estos valores fueron proporcionados por el servicio MERRA-2 de la NASA y no corresponden a mediciones específicas realizadas por la Universidad Nacional de Jaén.

Es por eso que el siguiente paso fue realizar mediciones de la velocidad del viento en la Universidad Nacional de Jaén con un instrumento de medición llamado Anemómetro.

MEDICIONES DEL VIENTO CON INSTRUMENTO DE MEDICIÓN ANEMÓMETRO.

Se procedió a realizar determinadas mediciones para el mes de diciembre del año 2021, para compararla con la data registrada líneas arriba, con el propósito de calcular la velocidad media registrada con este instrumento, y avanzar en el desarrollo del proyecto.

Los datos fueron obtenidos a través de un Anemómetro Digital de marca AMPROBE - TMA 10A. Ver ANEXO 04.



Figura 12. Anemómetro Digital Amprobe TMA 10A
Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Instalación de anemómetro para medir velocidad el viento en la UNJ
Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Registro de medición con Anemómetro Digital

HORA REGISTRADA	DIA	VELOCIDAD DEL VIENTO (ALTURA = 10 M)
9:02 am	03/01/2021	2.648
9:11 am	04/02/2021	2.657
9:03 am	02/03/2021	3.616
9:07 am	01/04/2021	3.621
9:01 am	04/05/2021	2.653
9:22 am	05/06/2021	3.804
9:02 am	03/07/2021	1.681
9:13 am	04/08/2021	3.731
9:18 am	01/09/2021	3.882
9:14 am	02/10/2021	4.875
9:11 am	04/11/2021	3.758
9:22 am	04/12/2021	3.654

Fuente: Elaboración propia

Realizando los cálculos de los registros se obtuvieron los siguientes resultados en la Tabla:

Tabla 12. Resultado de mediciones con Anemómetro

Parámetros	Valor Calculado
Velocidad Media	3.2309
Error Típico	0.3015
Mediana	3.664
Desviación estandar	0.9189
Varianza	0.8441
Coefficiente de Asimetría	-0.4032

Fuente: Elaboración propia

Los resultados los podemos visualizar en el siguiente grafico, donde logramos apreciar que la Velocidad Media es de 3.23 m/s para una altura de 10 m, con la cual

trabajaremos para nuestro proyecto. También recurrimos a la página de SENAMHI a la Dirección de redes de información de datos, para tener otra fuente confiable.

Ver anexo 02, pero trabajaremos con la velocidad media de 3.23 m/s

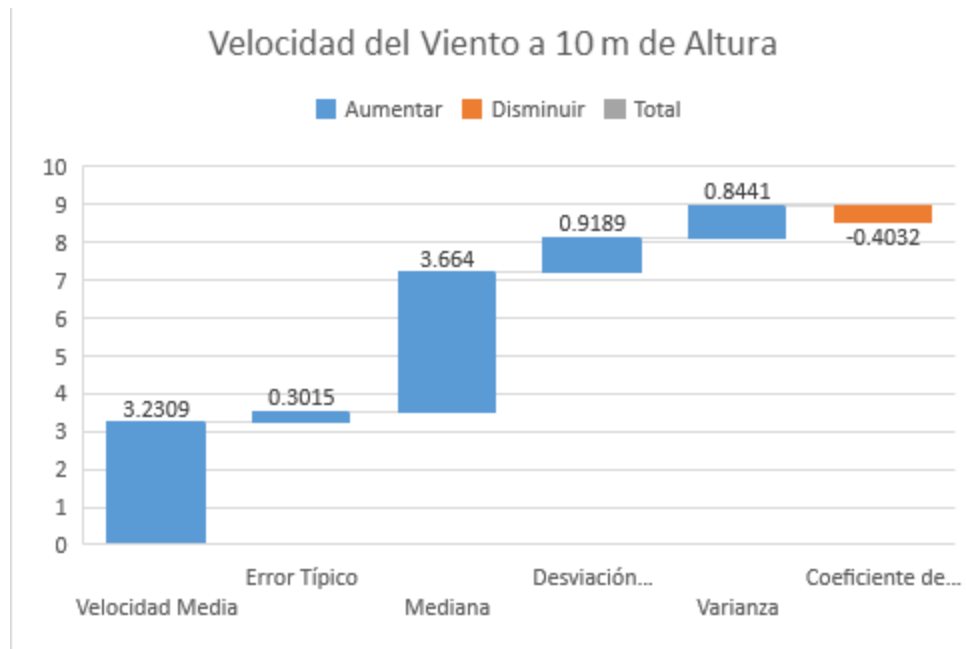


Figura 14. Gráfica de datos del año 2021

Fuente: Elaboración propia

Luego de esto procederemos a determinar la demanda energética requerida sobre la iluminación exterior de la Universidad Nacional de Jaén.

4.1.3. Determinar carga de energía requerida para iluminación externa de la UNJ:

Para calcular la carga de energía necesaria para abastecer la iluminación externa de la universidad, necesitaremos el Cuadro de Cargas General de la Universidad Nacional de Jaén, por lo que recurrimos al personal encargado para brindarnos esta información y logremos calcular la Potencia requerida. Esto dependerá de la cantidad de lámparas, su potencia y el tiempo que estarán encendidas diariamente.

Este proyecto tiene como objetivo abastecer con fuentes de energía renovable no convencional la iluminación exterior del campus universitario de la Universidad

Nacional de Jaén en el período comprendido entre 2023 y 2032. El enfoque operativo se basará en el cumplimiento de los siguientes pasos:

La ejecución se llevará a cabo siguiendo los lineamientos del proyecto de servicio exclusivo, desarrollado conforme a los estándares establecidos en el Código Nacional Eléctrico y los sistemas de utilización de 2006. Además, se considerará la Resolución Directoral N° 018 – 2002 – DGE.

La implementación se alinearán con el expediente eléctrico aprobado para la construcción integral de la ciudad universitaria. Ver ANEXO 05.

Empezamos por mostrar el cuadro de Cargas General:

Tabla 13. Cuadro General de Cargas de la UNJ

ITEM	DESCRIPCIÓN	POTENCIA INSTALADA (Kw)	FD	MAXIMA DEMANDA (Kw)
1	POOL DE AULAS	126.58	1.00	126.58
2	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	349.87	1.00	349.87
3	FACULTAD DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS	274.36	1.00	274.36
4	FACULTAD DE TECNOLOGIA MEDICA	268.40	1.00	268.40
5	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELÉCTRICA	271.10	1.00	271.10
6	FACULTAD DE FORESTAL	268.40	1.00	268.40
7	ILUMINACION EXTERIOR	21.92	1.00	21.92
8	ADMINISTRACIÓN	228.60	1.00	228.60
9	BIBLIOTECA	144.30	1.00	144.30
10	COMEDOR	58.17	1.00	58.17
11	AUDITORIO	25.50	1.00	25.50
12	ESTADIO	27.35	1.00	27.35
13	CISTERNAS	25.36	1.00	25.36
14	RESERVA	103.23	1.00	103.23
POTENCIA INSTALADA		2193.14		
MAXIMA DEMANDA (MD)				2193.14
FACTOR DE SIMULTANEIDAD (fs)				0.80
CARGA CONTRATADA (MDxfs)				1754.51

Fuente: Información brindada por la UNJ

En donde podemos apreciar que la Carga de la iluminación exterior es de 21.92 Kw, al cual se le añade un 5 % por reserva y nos determina el valor de 23.016 Kw, de carga instalada (Considerando que la Potencia Unitaria es de 313 luminarias en uso de 70 Watts por luminaria tipo Leds, más las correspondientes perdidas), redondeando quedaría 23.02 Kw.

Ahora los 23.02 Kw en un día equivalen a: $23.02 \text{ Kw} \times 12 = 276.24 \text{ Kw}$ por día.

Los horarios de funcionamiento, por ser una zona abierta e iluminada, serán de 6 pm a 6 am, sobre todo importa la iluminación entre las 6 pm a 11 pm, pues coincide con el uso vespertino de los alumnos de las escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Forestal – Ambiental, Ingeniería de Industrias Alimentarias y Tecnología Médica y los futuros alumnos de la Escuela de Postgrado.

De acuerdo a la ubicación de las luminarias exteriores instalada en los diferentes puntos de la UNJ, logramos realizar una tabla de cargas del perímetro de los puntos donde se encuentran estas luminarias y analizamos las horas de uso y las horas que no se requieren estas enciendan, logrando lo siguiente:

Tabla 14. *Tabla de Cargas del Perímetro de Iluminación Exterior en KW*

Hora/Carga	Frontal-Este	Posterior-Oeste	Izquierdo-Sur	Derecho-Norte	TOTAL (Kwh)
00 – 01 am	9	9	2.51	2.51	23.02
01 – 02 am	9	9	2.51	2.51	23.02
02 – 03 am	9	9	2.51	2.51	23.02
03 – 04 am	9	9	2.51	2.51	23.02
04 – 05 am	9	9	2.51	2.51	23.02
05 – 06 am	9	9	2.51	2.51	23.02
06 – 07 am	0	0	0	0	0
07 – 08 am	0	0	0	0	0
08 – 09 am	0	0	0	0	0
09 – 10 am	0	0	0	0	0
10 – 11 am	0	0	0	0	0
11 – 12 m	0	0	0	0	0
12 – 01 pm	0	0	0	0	0
01 – 02 pm	0	0	0	0	0
02 – 03 pm	0	0	0	0	0
03 – 04 pm	0	0	0	0	0
04 – 05 pm	0	0	0	0	0
05 – 06 pm	0	0	0	0	0
06 – 07 pm	9	9	2.51	2.51	23.02
07 – 08 pm	9	9	2.51	2.51	23.02
08 – 09 pm	9	9	2.51	2.51	23.02
09 – 10 pm	9	9	2.51	2.51	23.02
10 – 11 pm	9	9	2.51	2.51	23.02
11 – 12 pm	9	9	2.51	2.51	23.02
TOTALES	108	108	30.12	30.12	276.24

Fuente: Expediente Técnico, Elaboración Propia

Es decir, el proyecto lo hemos dividido en varios sectores:

Zonal Frontal – Este, es el más prioritario en su implementación pues ayuda a la seguridad de los alumnos y catedráticos, sobre todos a la hora de salida en la noche, evitando que sean asaltados y/o lastimados.

Zonal Derecha – Norte, zona baldía y por lo tanto propicia para un fácil acceso al campus Universitario y robo de equipos, maquinarias y computadoras.

Zona Posterior – Oeste, zona baldía coincidente con las zonas altas, línea de transmisión y otros, tiene que ver con la seguridad contra robos del campus de la Universidad Nacional de Jaén.

Zona Izquierda – Sur, coincide con zona ya urbanizada y habitada, ayuda también a la seguridad del campus.

Por lo que podemos determinar las curvas de demanda eléctrica por iluminación tanto de manera global como por zona de cercado.

En cuanto al Diagrama de carga de la zona frontal de la iluminación del Perímetro de la Universidad Nacional de Jaén:

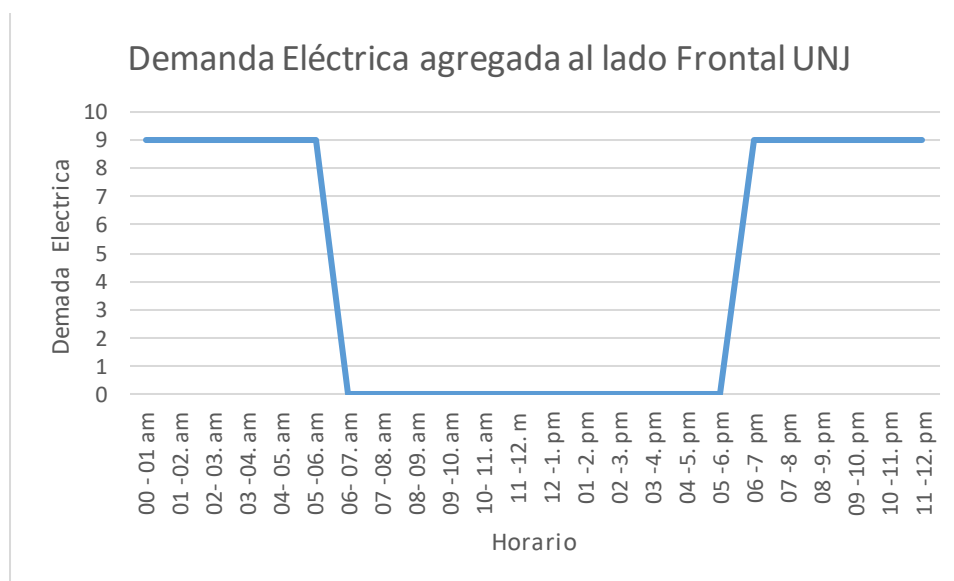


Figura 15. Diagrama de Carga Horaria Día Normal, Lado Frontal
Fuente: Expediente Eléctrico, Elaboración Propia.

En cuanto al Diagrama de carga de la zona posterior de la iluminación del perímetro de la Universidad Nacional de Jaén.

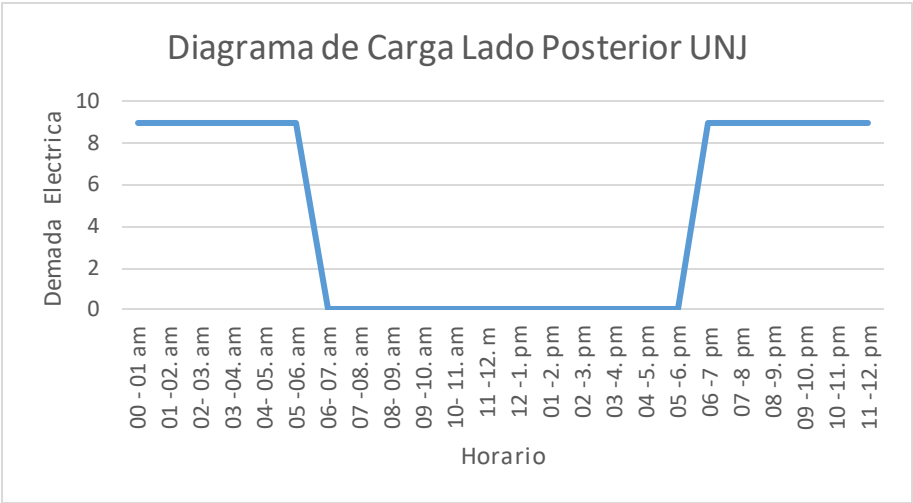


Figura 16. Diagrama de Carga Horaria Día Normal, Lado Posterior
Fuente: Expediente Eléctrico, Elaboración Propia.

En cuanto al Diagrama de carga de la zona Izquierda de la iluminación del Perímetro de la Universidad Nacional de Jaén.

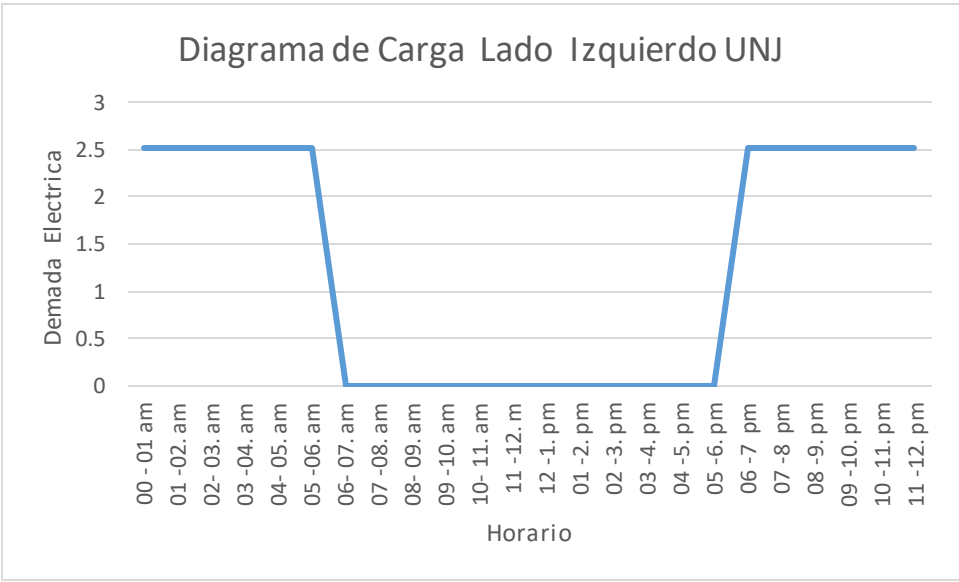


Figura 17. Diagrama de Carga Horaria Día Normal, Lado Izquierdo
Fuente: Expediente Eléctrico, Elaboración Propia

En cuanto al Diagrama de carga de la zona Derecha de la iluminación del Perímetro de la Universidad Nacional de Jaén.

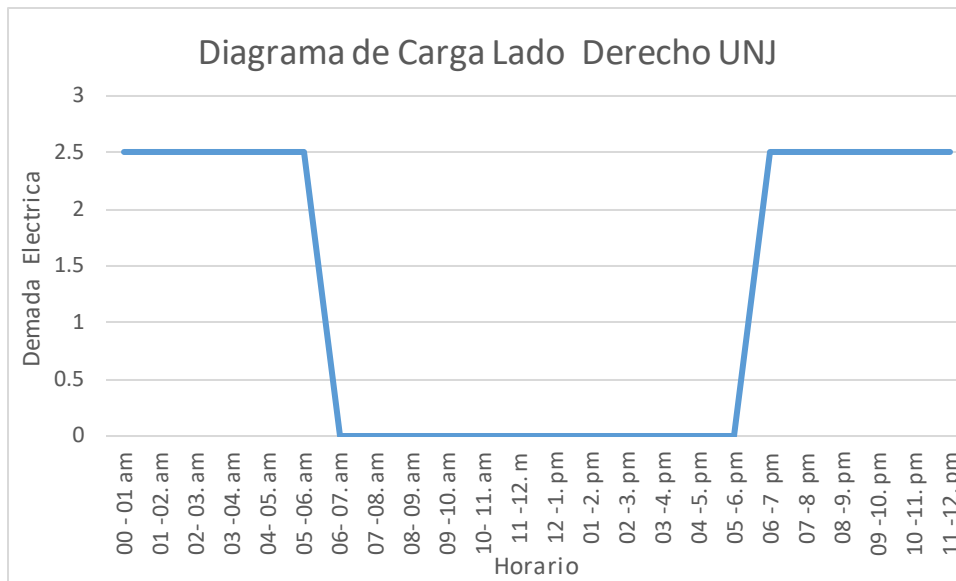


Figura 18. Diagrama de Carga Horaria Día Normal, Lado Derecho
Fuente: Expediente Eléctrico, Elaboración Propia

En cuanto al Diagrama de Carga Total de la Iluminación externa del Fundo Yanayaco - UNJ:

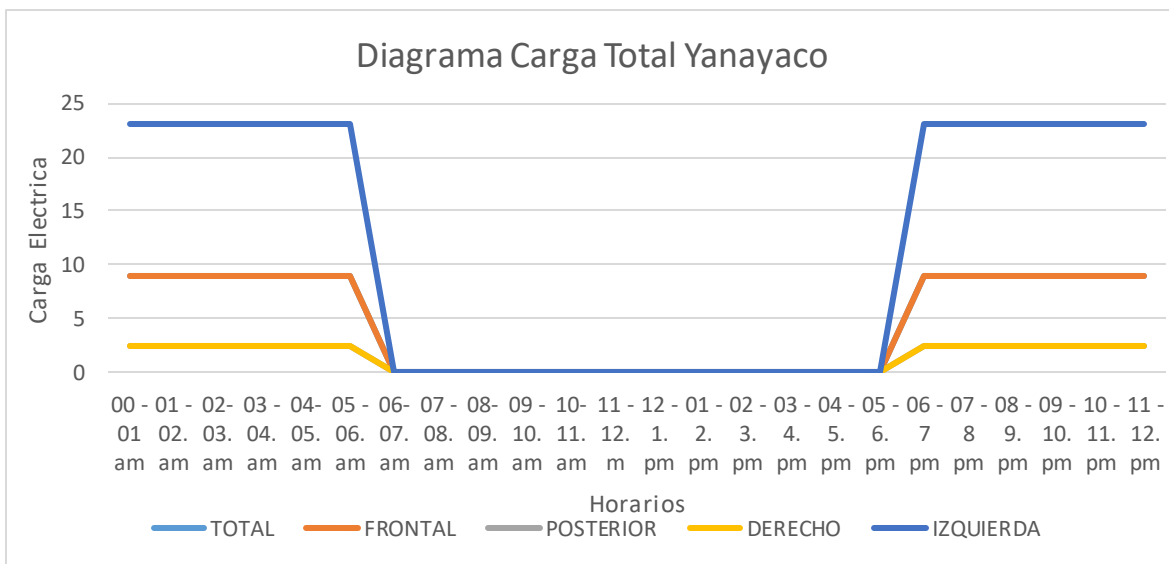


Figura 19. Diagrama de Carga Total
Fuente: Expediente Técnico, Elaboración Propia

- Para realizar el cálculo se planteó lo siguiente:
 - ✓ Potencia en KW: **23.02 Kw** (Máxima Demanda)
 - ✓ Horas de uso: **12 h** (de 06:00 pm a 06:00 am).

- Hallamos los Kwh por día:

$$23.02 \text{ Kw} * 12 \text{ h} = \mathbf{276.24 \text{ Kwh por día}}$$

- Hallamos el Consumo por mes (30 días):

$$276.24 \text{ wh} * 30 \text{ días} = \mathbf{8287.20 \text{ Kwh por mes}}$$

- El Costo económico Mensual, lo calculamos analizando cual es el valor agregado que tiene 1 Kwh, para multiplicarlo por el Consumo por mes.

(**1Kwh = 0.72** Céntimos de Nuevo Sol), calculamos:

$$8287.20 \text{ Kwh por Mes} * 0.72 \text{ Céntimos} = \mathbf{5966.784 \text{ Nuevos Soles por mes.}}$$

- El valor encontrado anteriormente lo multiplicamos por 12 (ya que necesitamos saber cuál es su valor en 12 meses, o sea 1 año), y tenemos lo siguiente:

$$8287.20 \text{ Kwh por Mes} * 12 \text{ meses} = 99446.40 \text{ Kwh anuales}$$

$$99446.40 \text{ Kwh anuales} * 0.72 \text{ Céntimos} = \mathbf{71601.408 \text{ Nuevos Soles por año.}}$$

Por lo cual concluimos que el gasto económico anual es de 71601.408 Nuevos Soles, solamente en Iluminación Exterior de la Universidad Nacional de Jaén, sin contar con la Carga de las demás áreas.

El Mercado Nacional en la actualidad, nos brinda varias alternativas, de luminarias con tecnología Led, entre las cuales podemos destacar las siguientes:

Luminaria Smart Bright Road, especial para la iluminación de calles y Carreteras, con una Capacidad Nominal de 70Watts mas perdidas y un rango de voltaje de 220 a 240 Voltios, 8800 Lúmenes. Ver ANEXO 06.

Para el caso de la Universidad Nacional de Jaén, tenemos los siguientes datos resultados de los promedios, de la campaña de mediciones de viento realizada, se trabajará con la Media sin estacionalidad, con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 1 %.

Tabla 15. Velocidades de Viento en la UNJ

HORA	VIENTO (M/S)
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	3
7	3
8	3
9	3
10	3
11	3
12	4
13	4
14	4
15	5
16	5
17	6
18	6
19	5
20	5
21	5
22	4
23	2
24	2

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de la Universidad Nacional de Jaén con una planta de Capacidad Promedio (No Prime Rate) de 30 Kw (10 Molinos de 6 Kw cada uno), nos determina la siguiente Curva de Oferta eléctrica de origen eólico.

Tabla 16. *Potencia Eólica total, por Horas*

HORA	POTENCIA- KW
1	10
2	10
3	10
4	10
5	10
6	15
7	15
8	15
9	15
10	15
11	15
12	20
13	20
14	20
15	25
16	25
17	30
18	30
19	25
20	25
21	25
22	20
23	10
24	10

Fuente: Elaboración Propia

Con lo cual se puede construir la siguiente Curva de Oferta Eléctrica eólica total:

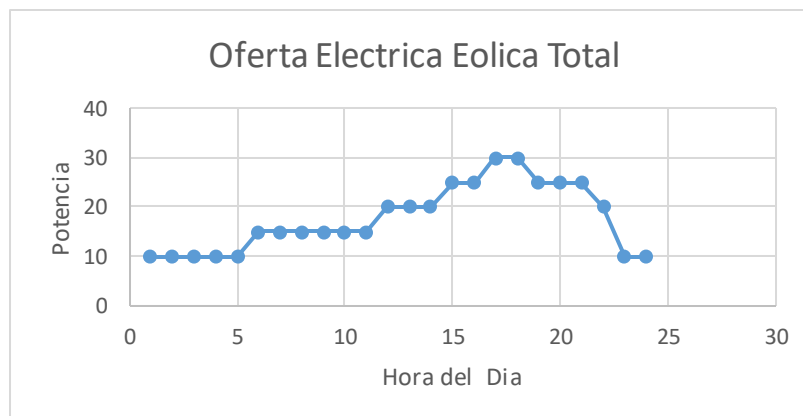


Figura 20. Curva de Oferta Eléctrica Eólica Total

Fuente: Elaboración Propia

Dando la interacción de la oferta y demanda, las necesidades de almacenamiento y posibilidades de intercambio con el sistema eléctrico interconectado.

Tabla 17. Balance de Oferta y Demanda Eléctrica

HORA	OFERTA KW	DEMANDA KW	BALANCE
1	10	23.02	-13.02
2	10	23.02	-13.02
3	10	23.02	-13.02
4	10	23.02	-13.02
5	10	23.02	-13.02
6	15	23.02	-8.02
7	15	0	15
8	15	0	15
9	15	0	15
10	15	0	15
11	15	0	15
12	20	0	20
13	20	0	20
14	20	0	20
15	25	0	25
16	25	0	25
17	30	0	30
18	30	0	30
19	25	23.02	1.98
20	25	23.02	1.98
21	25	23.02	1.98
22	20	23.02	-3.02
23	10	23.02	-13.02
24	10	23.02	-13.02

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo los siguientes diagramas de balance oferta – demanda Eléctrica:

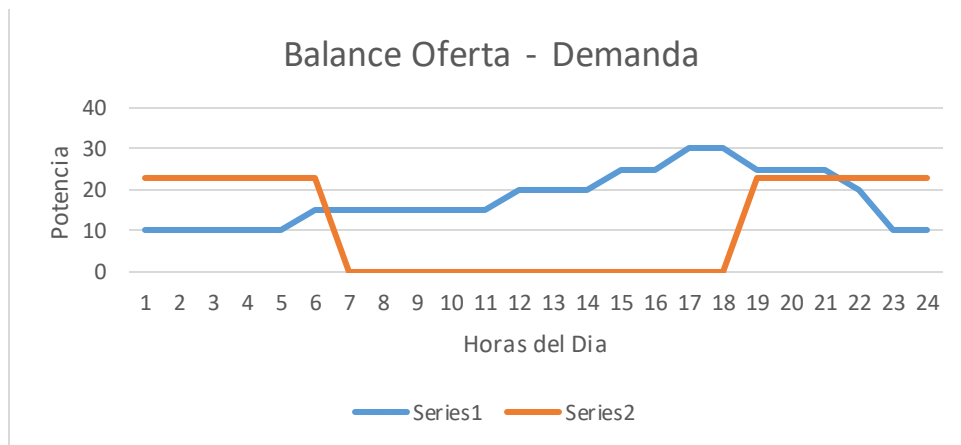


Figura 21. Diagrama de Oferta – Demanda Eléctrica

Fuente: Elaboración Propia

4.2. DIMENSIONAR Y SELECCIONAR AEROGENERADOR PARA CUBRIR DEMANDA ENERGÉTICA DE LA ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA UNIVWERSIDAD NACIONAL DE JAÉN - CAJAMARCA

Dimensionamiento del Aerogenerador

Para dimensionar y seleccionar el aerogenerador se priorizó el comportamiento de la fuerza del viento disponible y la fuerza aprovechable de este mismo, rigiéndonos en la ley de Weibull. Una vez obtenida esta fase es fundamental considerar el consumo de energía calculada de todo el sector de la Universidad Nacional de Jaén con esos resultados a su vez tenemos en cuenta los costos de instalación.

Variaciones de la Fuerza del Viento.

Basándonos en nuestra investigación realizada mediante pruebas de campo en la zona de la Universidad Nacional de Jaén, hemos examinado cómo los cambios en la velocidad del viento están influenciados por las condiciones de temperatura. Además, hemos observado que a medida que la altitud aumenta, la potencia del viento se vuelve más viable para su aprovechamiento, coincidiendo con la información proporcionada en el Atlas eólico del Perú (MEM, 2016).

Se muestra la formula siguiente:

$$V = V_0 * \left(\frac{h}{h_0}\right)^\delta \text{ (m/s)}$$

Donde:

V = velocidad del viento (estudio) (m/s)

V_0 = velocidad del viento referencial. (m/s)

h = altura de estudio. (m)

h_0 = altura de referencia. (m)

δ = exponente de Hellmann, que deriva de la rugosidad del terreno.

Para nuestro caso, obtuvimos la velocidad del viento líneas arriba, la cual fue de 3.23 m/s, debemos conocer algunas variables como V_0 , h y h_0 y δ .

$$V = V_0 * \left(\frac{h}{h_0}\right) * \delta \text{ (m/s)}$$

Cabe mencionar que en Anexo 07, mostramos el análisis de los valores de los exponentes de Hellman (δ)

$$V = 3.23 * \left(\frac{10}{2}\right) * 0.2 \text{ (m/s)}$$

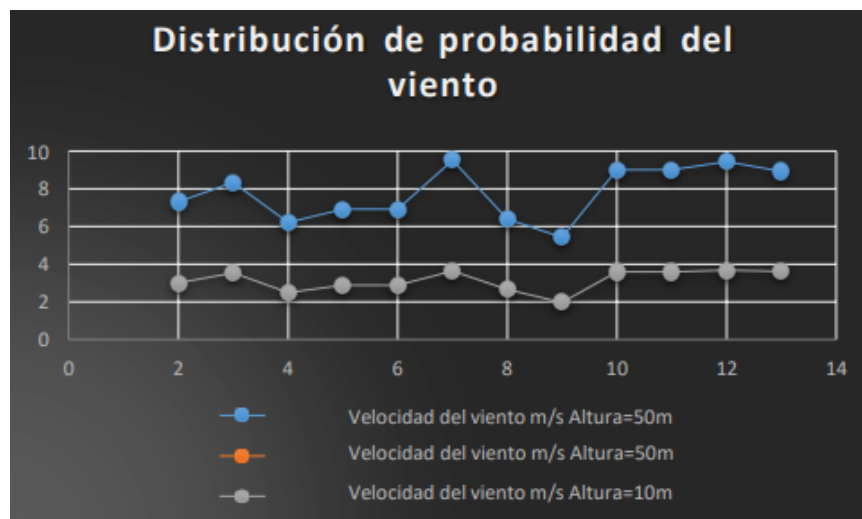
$$V = 3.23 \text{ m/s}$$

3.11.3.2 Aplicación de la Ley de Weibull.

Es de gran importancia conocer la distribución de probabilidades de la velocidad del viento para lograr determinar el potencial eólico disponible, es por eso que aplicaremos y calcularemos con la fórmula siguiente:

$$C' = C * \frac{\log \frac{h_b}{y}}{\log \frac{h_b}{15}} \quad C' = C * \frac{\log \frac{h_b}{y}}{\log \frac{h_b}{60}}$$

La distribución de velocidades que hemos registrado en el área de la Universidad Nacional de Jaén, basándonos en los datos proporcionados por la NASA, corresponde a alturas de 10 m y 50 m. Esta información la hemos representado visualmente en un gráfico.



Analizamos y calculamos la Rectificación de la constante “C” de Weibull deducida y calculada Atlas eólico del Perú (MEM ,2016), donde se expresa de siguiente manera:

$$C' = C * \frac{\log \frac{h_b}{15}}{\log y} \qquad C' = C * \frac{\log \frac{h_b}{60}}{\log y}$$

$$C' = 15 * \frac{\log \frac{10}{15}}{\log^{0.2}} \qquad C' = 50 * \frac{\log \frac{50}{60}}{\log^{0.2}}$$

$$C' = 13.59 \% \qquad C' = 48.40 \%$$

Se considera 15 y 60 metros ya que cada uno representa altura de una mini planta eólica y una mega planta eólica en nuestro Perú, según el ministerio de energía y minas reglamenta en la página 33 del libro atlas eólico del Perú, una vez ya modificada la constante “C” de Weibull, y a partir de “C” y “k” nos da como resultado la verosimilitud acumulada de que se logre unas velocidades del viento a lo largo del año. Por lo que representamos la fórmula de la distribución de Weibull:

$$F = 1 - e^{-\left(\frac{x}{CF}\right)^k}$$

Recordemos que: trabajaremos con la velocidad media a una altura de 10 m fue 3.23 m/s y que, a una altura de 50 m, la velocidad media fue de 6.88 m/s para el año 2021.

$$F = 1 - e^{-\left(\frac{3.23}{13.59}\right)^2} \qquad F = 1 - e^{-\left(\frac{6.88}{48.40}\right)^2}$$

$$F = 1 - e^{-\left(\frac{3.23}{13.59}\right)^2} \qquad F = 1 - e^{-\left(\frac{6.88}{48.40}\right)^2}$$

$$F = 0.91 \qquad F = 0.96$$

Detalle:


C' → una constante de Weibull.

k → una constante de Weibull.

x → la velocidad del viento.

De esta manera se obtiene la densidad de las velocidades del viento a lo largo del año. Partiendo de las curvas de producción en función de la velocidad del viento de los aerogeneradores, distribuidas por el fabricante, obteniendo las curvas de producción en las condiciones de la localización de la zona de estudio. Para ello primero calcular la densidad del aire según Atlas eólico del Perú (MEM ,2016). Recordando que la UNJ, se encuentra a una altitud de 729 m s. n. m. y por estar ubicada dentro del Perú y parte de Selva y posee un clima cálido todo el año, no en vano es considerada como una de las ciudades más calurosas de nuestro país; aparte de Piura, por tal motivo este clima es compensado por frecuentes y refrescantes lluvias. Con la ayuda de la siguiente Tabla obtuvimos la data de la Temperatura media de la ciudad de Jaén.

Tabla 18. Parámetros climáticos promedio de Jaén

Parámetros climáticos promedio de Jaén 													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temp. máx. media (°C)	29.8	30	29.5	29.9	29.8	29.2	28.6	29.6	29.6	30	30.7	30.7	29.8
Temp. media (°C)	24.2	24.5	24.1	24.4	24.2	23.6	23.4	23.9	24.3	24.4	24.8	24.6	24.2
Temp. mín. media (°C)	18.6	19	18.8	18.9	18.6	18.1	18.2	18.2	19.1	18.9	19	18.5	18.7
<u>Precipitación</u> total (mm)	38.8	52.2	55.2	40.8	15.1	4.9	2.2	2.8	8.8	23.8	26.8	28.2	299.6

Fuente: climate-data.org

Siendo:

(ρ . ref.) → Densidad referencial= 1.225

H_{msnm} → altura en nivel del mar: 729

T → la temperatura media C° : 24.2

Producción del aerogenerador = 8435 horas/año

Dato: 325 horas se utiliza en mantenimiento según atlas eólico del Perú, (Mena Jiménez, 2016).

$$\rho = (\rho.ref * e^{\frac{H_{msnm}}{8435}} - (\frac{T^{\circ} - 15}{288}))$$

$$\rho = (1.225 * e^{\frac{729}{8435}} - (\frac{24.2 - 15}{288}))$$

$$\rho = 1.3036366$$

$$\rho = 1.31$$

Calculamos en la siguiente ecuación:

$$P = \sum (h_{vi} * p_i)$$

Donde:

P = Producción total por año.

h_{vi} = Horas de viento anuales: 8435 h/año

p_i = Producción corregida del aerogenerador: 3.45 Kw

Reemplazamos valores:

$$P = \sum (8435 \frac{h}{año} * 3.23Kw)$$

$$P = 27245.05 Kwh/año \rightarrow P = 27 Kwh/año$$

Procedimos al cálculo del factor de uso del aerogenerador. Se calcula previamente una producción teórica máxima, según lo menciona Mena Jiménez en su trabajo de 2016.

$$f = \frac{P/P_{max}}{8435}$$

$$f = \frac{29160}{\frac{27245.05}{8435}}$$

$$f = 0.0001268863263$$

$$f = 1.26e^{-4}$$

Ahora calculamos la potencia y energía cinética del viento, Ley de Betz.

Los aerogeneradores aprovechan la energía cinética del viento para transformarla en energía mecánica y mediante un generador producir energía eléctrica, (Mur Amada, 2022), aplicamos esta ecuación:

$$Ec = \frac{m * v^2}{2}$$

Detalle:

(m) es la masa (kg/m³)

(v) es la velocidad de dicha masa en movimiento (m/s).

$$m = \rho * A * v$$

Detalle:

$\rho = 1.225$ (kg/m³) es la densidad del fluido

$A = \pi r^2$ área bordeada por hélices mediante el cual fluye la masa

$v =$ velocidad.

$$P_{viento} = E_c = \frac{m * v^2}{2} = \frac{\rho * A * v^3}{2}$$

La máxima potencia que puede ser aprovechada del viento es:

$$P_{max} = \frac{16}{27} = \frac{\rho * A * v^3}{2}$$

Para Peralta Berlanga (2019) el coeficiente de potencia de un aerogenerador es el rendimiento: $C_p = 0.59$.

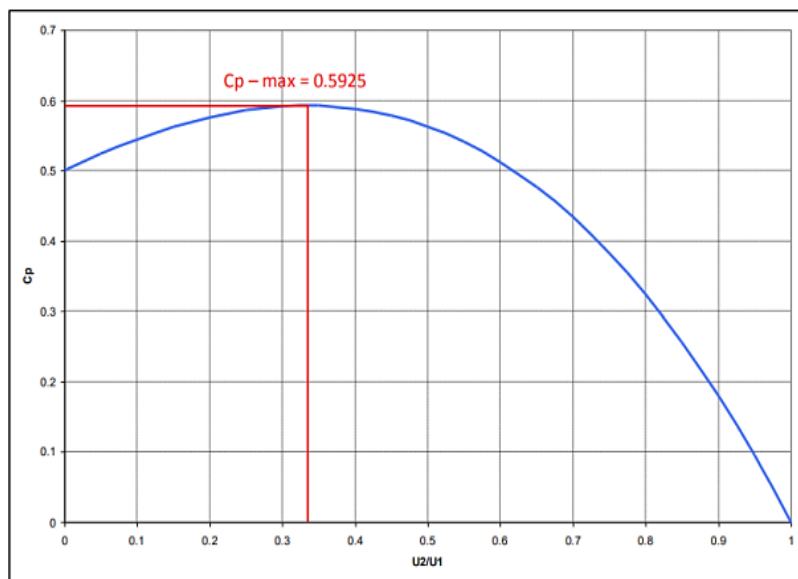


Figura 22. Límite de Betz.

Fuente: Mur Amada, 2022

4.3. SELECCIONAR AEROGENERADOR PARA SATISFACER DEMANDA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Para el diseño del aerogenerador, se tomó en cuenta la velocidad promedio del viento y el consumo energético diario. Se optó por un aerogenerador que cumple con los estándares de calidad y tecnología, en estricta conformidad con la norma IEC 61400-2, SBCC-05/PROSEMER-MINEM. Este enfoque se basa en el estudio para aprovechamiento eólico con fines energéticos y la actualización del atlas eólico del Perú, que fue supervisado por el comité técnico del Ministerio de Energía y Minas y publicado en 2016. Asimismo, se realizó el cálculo de la producción promedio para cada aerogenerador diseñado y posteriormente se determinó el número necesario de aerogeneradores y otros componentes del diseño según los datos proporcionados en el Atlas eólico del Perú (MEM, 2016).

Para calcular la producción promedio de energía del aerogenerador, es necesario tener en cuenta el consumo energético diario y la velocidad promedio del viento en la ubicación donde se instalará el aerogenerador.

$$P_m = \frac{C_{ed} \left(\frac{Kwh}{día} \right) * V_{mv} \left(\frac{m}{s} \right)}{h}$$

$$P_m = \frac{60 \left(\frac{Kwh}{día} \right) * 3.23 \left(\frac{m}{s} \right)}{8m}$$

$$P_m = 24.225 \left(\frac{Kwh}{día} \right)$$

SELECCIÓN DEL AEROGENERADOR:

basándonos en los resultados que muestran una producción de 24.225 kWh por día para un régimen de velocidad media del viento de 3.23 m/s, se procederá al diseño del aerogenerador. Este diseño se llevará a cabo con la condición de cumplir rigurosamente con los estándares de calidad estipulados en la norma técnica

peruana, tal y como se detalla en el Atlas eólico del Perú publicado por el Ministerio de Energía y Minas en 2016.

Se adquirió un aerogenerador Bornay 6000 que cumple con abastecer la demanda máxima y el consumo de energía mensual o anual, según sus graficas de curvas características, que depende primordialmente de la velocidad promedio del viento de lugar de estudio. (Ver Anexo 08).

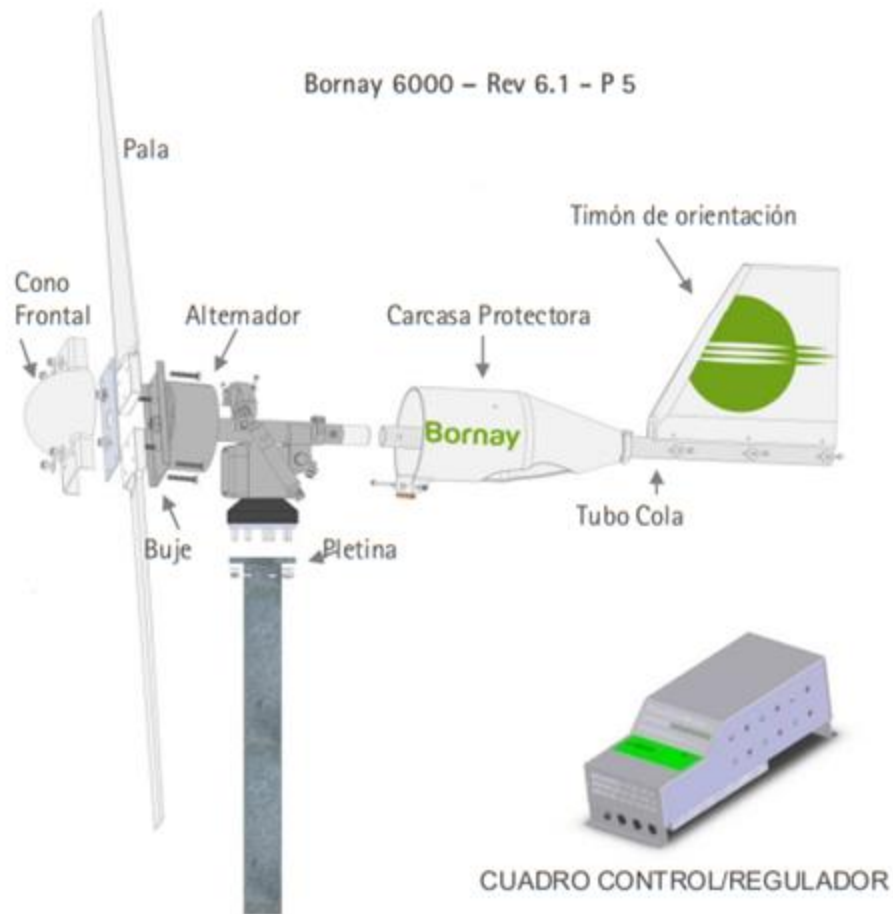


Figura 23. Aerogenerador Bornay 6000
Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Hasta el momento se han seleccionado los siguientes componentes del sistema eólico:

Aerogenerador de marca Bornay 6000, que incluye un regulador de carga (24 V- 80 A) y una torre de 13 metros de altura. Ver ANEXO en 8

Tabla 19. Datos Técnicos de Aerogenerador Bornay 1500

BORNAY 1500	
Especificaciones Técnicas	
Número de Hélices	3
Diámetro	4 mts.
Material	Fibra de Vidrio, Carbono
Dirección de rotación	Anti horaria
Especificaciones eléctricas	
Alternador	Trifásico de Imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia Nominal	6000 W
Voltaje	24, 48, 120 v.
RPM	@600
Regulador	24v 80 Amp.
	48v 40 Amp.
	120v Conexión a red
Velocidad del Viento	
Para arranque	3.5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima	60 m/s
Especificaciones Físicas	
Peso aerogenerador	107 Kg
Peso regulador	18 Kg
Embalaje	1200 x 800 x 800 mm. – 147 Kg
Dimensiones – peso	2600 x 400 x 150 mm – 22 Kg.
Total	0.91 m3 – 171 Kg.
Garantía	3 años

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Tabla 20. Modelo de Aerogenerador Bornay

MODELO	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)
Bornay 600	1000	1120	350	360	1470
Bornay 1500	1430	1670	370	470	2040
Bornay 3000	2000	2140	470	645	2610
Bornay 6000	2000	2640	495	645	3135

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

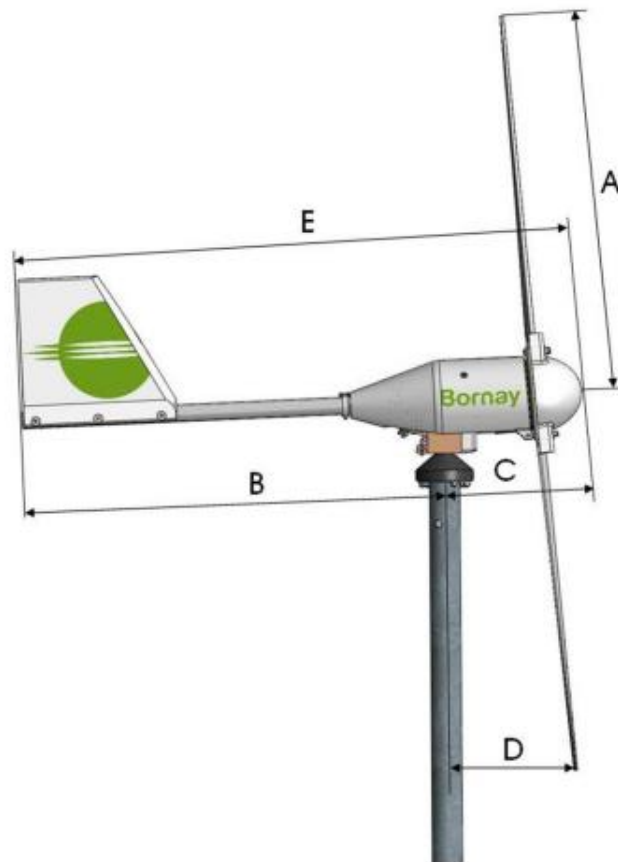


Figura 24. Modelo de Aerogenerador Bornay

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

En la siguiente sección se detalla el procedimiento para dimensionar el regulador de carga. Los demás componentes a determinar incluyen el banco de baterías, el inversor y el conductor de comunicación o alimentación entre el aerogenerador y el regulador de carga. Estos serán determinados en base a la demanda energética requerida. Este enfoque garantiza que el sistema esté adecuadamente

dimensionado y pueda satisfacer las necesidades energéticas de manera eficiente y confiable.

Cálculo para el número de aerogeneradores

Para llevar a cabo el cálculo, es esencial tener en cuenta tanto el consumo energético diario como la producción promedio del aerogenerador diseñado, tal y como indica Clemente Álvarez en su trabajo publicado en 2006. Estos dos factores serán fundamentales para determinar la viabilidad y eficiencia del sistema.

El consumo energético diario de la Universidad Nacional de Jaén (UNJ) = 276.24 Kw.h/día

Producción promedio por día es = 27 Kw.h/día.

Realizamos el cálculo para el número de aerogeneradores, aplicando la siguiente ecuación:

$$N_a = \frac{C_{ed}}{P_m}$$

$$N_a = \frac{276.24 \text{ Kwh/día}}{27 \text{ Kwh/día}}$$

$$N_a = 10.2322$$

$$N_a = 10 \text{ aerogeneradores}$$

Selección de Banco de Baterías.

Para la selección de las baterías, nos basamos en la normativa establecida por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) en el documento "Características Técnicas del Sistema Eólico para Electrificación Rural" publicado en 2015. Este documento proporciona recomendaciones específicas sobre el tipo de baterías que deben cumplir con los requisitos necesarios para el almacenamiento de energía generado por el aerogenerador. Ver ANEXO 09.

Se detallan las características técnicas esenciales que deben poseer las baterías para garantizar un funcionamiento eficiente y confiable del sistema:

Propiedades Generales.

El tipo de baterías seleccionado es plomo-ácido de 2V, de acuerdo con las recomendaciones del Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2015). Estas baterías están diseñadas para sistemas eólicos y fotovoltaicos y ofrecen una autonomía de carga de hasta 80 horas. Es importante destacar que este tipo de baterías tiene una profundidad de descarga máxima que oscila entre el 70% y el 80%.

Cuando mencionamos la profundidad de descarga máxima, estamos considerando la cantidad de energía que puede extraerse de la batería antes de que sea necesario recargarla. Este valor puede variar dependiendo de si las baterías se conectan en serie o en paralelo.

A continuación, se llevará a cabo el cálculo para determinar el número de baterías que se utilizarán en el sector del Pongo, de acuerdo con las pautas proporcionadas por el Ministerio de Energía y Minas en 2015.

- Voltaje de la instalación : 48 VDC
- Consumo diario : 276240 Wh/día
- Autonomía de batería : 1 día y medio sin Velocidad del viento

$$C_m = \frac{N_d * E_{elec}}{C_{1min.} * V_t * Xn_{inv.} * Xn_{rb.}}$$

Donde:

C_m : Capacidad mínima del banco de baterías, expresada en Ah

N_d : Número de días de autonomía (rango entre 1 a 3 días)

E_{elec} : Energía eléctrica total media diaria (Wh/día)

$C_{1min.}$: Factor de profundidad de descarga máxima diaria 0,8

V_t : Tensión de trabajo del sistema eólico elegido por el proyecto

$Xn_{inv.}$: Eficiencia del inversor.

$Xn_{rb.}$: Eficiencia del conjunto regulador batería

$$C_m = \frac{1.5 * 276240}{0.8 * 48 * 0.93 * 0.99}$$

$$C_m = 11720.023 \text{ Ah}$$

Basándonos en los cálculos realizados, se determina que las baterías necesarias para garantizar un día y medio de autonomía para el sistema eólico serán de 250 Ah con un voltaje nominal de 48 V. Estos valores se respaldan en la fuente proporcionada por Neyra y Bazán en el año 2020.

$$N_B = \frac{C_T}{C_{Bd}}$$

$$N_B = \frac{11720.023 \text{ Ah}}{250 \text{ Ah}}$$

$$N_B = 46.88 \quad \rightarrow \quad N_B = 47 \text{ baterías}$$

Elección del Controlador Eólico ó Regulador.

La selección del controlador de carga se fundamenta en las especificaciones técnicas y procedimientos establecidos en la norma DGE del Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2016).

Con los cálculos previamente realizados, se obtiene un aerogenerador de 6000 W - 48 V como resultado. Sin embargo, en la ecuación (54), se determinará la corriente máxima que el regulador eólico es capaz de soportar, según lo indicado por Guevara Calderón en 2018. Esto es crucial para asegurar el funcionamiento óptimo y seguro del sistema.

$$I_{REG} = 1.20 * I_{ccmf} * N_{aerogeneradores}^o$$

Detalle:

I_{REG} = Corriente máxima del regulador (A).

I_{ccmf} = Corriente de cortocircuito del aerogenerador (A).

$N_{aerogeneradores}^o$ = Numero de aerogeneradores conectados.

1.20 = Este valor representa el factor de sobredimensionamiento más común utilizado naturalmente al 20% según la norma de especificaciones técnicas del sistema eólico rural, (Guevara Calderón, 2018).

$$I_{REG} = 1.20 * I_{cc\ mf} * N^{\circ}_{aerogeneradores}$$

$$I_{REG} = 1.20 * 108.4 * 10$$

$$I_{REG} = 1300.80\ A$$

Considerando la corriente máxima generada que el regulador fue capaz de soportar, que es de 1300.80 A, procederemos a determinar el voltaje máximo que el regulador pudo manejar utilizando la ecuación proporcionada por Neyra y Bazán en el año 2020.

Este dato es esencial para evaluar la capacidad y la resistencia del regulador ante las condiciones de operación específicas del sistema eólico.

$$V_{REG} = 1.20 * V_{nom.reg} * N^{\circ}_{aerogeneradores}$$

Detalle:

$$V_{REG} = \text{Voltaje máximo del regulador (V).}$$

$$V_{nom.reg} = \text{Voltaje nominal del regulador (V).}$$

$$N^{\circ}_{aerogeneradores} = \text{Número de aerogeneradores conectados.}$$

$$V_{REG} = 1.20 * 240\ V * 10$$

$$V_{REG} = 2880\ V$$

En consecuencia, se ha tomado en cuenta la carga nominal del regulador seleccionado de 100 A, de acuerdo a las especificaciones técnicas proporcionadas por Neyra y Bazán en 2020. Esto asegura que el regulador esté adecuadamente dimensionado para gestionar la corriente máxima generada por el sistema eólico.

$$N_{reg} = \frac{I_{reg}}{I_{reg.seleccionado}}$$

Detalle:

I_{reg} = Corriente máxima que soporta el regulador (A)

$$N_{reg} = \frac{1300.8 A}{100 A}$$

$$N_{reg} = 13 \text{ reguladores}$$

Se ha tenido en cuenta un margen de error considerable al calcular las intensidades. Por lo tanto, se recomienda redondear el valor obtenido a la unidad más cercana. Es por esta razón que se propone el número de 130 reguladores de carga de 100 A, según lo indicado por Neyra y Bazán en 2020. Este enfoque garantiza una operación segura y eficiente del sistema eólico.

Selección del inversor CC/CA y Características Principales.

Para la selección del inversor, es crucial que cumpla con una serie de características según las especificaciones técnicas establecidas en la norma DGE del Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2015). Las características clave incluyen:

1. **Tipo de Onda:** Debe ser de onda sinodal pura.
2. **Certificación de Compatibilidad Electromagnética:** Debe contar con una certificación que confirme su compatibilidad electromagnética, conforme a la directiva 2004/108/EC (EG).
3. **Vida Útil:** Se espera que tenga una vida útil no menor a 10 años en condiciones de operación.
4. **Resistencia a Condiciones Climáticas Variables:** Debe ser resistente a las variaciones climáticas.
5. **Conexiones Eléctricas**

Entrada (Corriente Continua): 220 V \pm 7.5 %

Salida (Corriente Alterna): 220 V \pm 7.5 %

Frecuencia: 60 ± 1 Hz.

6. : Capacidad de Sobrecarga:

El inversor debe ser capaz de soportar, como mínimo, sobrecargas de un 25% de su potencia nominal durante 30 minutos a una temperatura de 25°C.

Estos criterios son esenciales para asegurar que el inversor seleccionado sea compatible con el sistema eólico y cumpla con las condiciones operativas y de seguridad necesarias.

El autoconsumo del inversor debe ser menor al 3 % de su potencia nominal para cualquier factor de carga y debe tener una eficiencia superior al 80 % para factores de carga desde el 15% de su potencia nominal, Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2015). Ver ANEXO 10.

Ahora vamos a determinar la potencia del inversor con la siguiente ecuación:

$$P_{ENT} = \frac{P_{SALI}}{E_{SALI}}$$

Detalle:

P_{ENT} = Potencia de entrada del inversor.

P_{SALI} = Potencia de salida máxima (nominal).

E_{SALI} = Eficiencia del inversor, (ficha técnica).

$$P_{ENT} = \frac{6 \text{ Kw}}{0.93}$$

$$P_{ENT} = 6.45 \text{ Kw}$$

Vamos a determinar el número de inversores siguiendo las pautas presentadas por Neyra y Bazán en su trabajo del año 2020.

$$N^{\circ}_{INVERSORES} = \frac{P_{ENT}}{P_{Nom}}$$

Donde:

P_{ENT} = Potencia de entrada del inversor.

P_{Nom} = Potencia nominal.

$$N^{\circ}_{INVERSORES} = \frac{6.45 \text{ Kw}}{6 \text{ Kw}}$$

$$N^{\circ}_{INVERSORES} = 1.075$$

Selección de conductores.

Para elegir el cableado que conectará el aerogenerador con los equipos seleccionados previamente, es imperativo seguir las directrices establecidas en la normativa técnica. Esta norma proporciona fórmulas matemáticas que permiten calcular, de acuerdo a la selección de equipos y las características específicas de nuestro proyecto de investigación, la capacidad necesaria de los conductores. Esta información está detallada en la fórmula establecida en el Código Nacional de Electricidad (MEM, 2019).

Además, se realizará el cálculo de la corriente máxima de cada aerogenerador de acuerdo a los datos proporcionados por Neyra y Bazán en el año 2020. Este proceso es crucial para asegurar la correcta capacidad de los conductores y garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema.

$$I_{GP} = \frac{P_{GP} * N_P}{V_{GP}}$$

Detalle:

I_{GP} = Corriente máxima de cada aerogenerador.

P_{GP} = Potencia máxima del aerogenerador .

V_{GP} = Tensión máxima del aerogenerador.

$$I_{GP} = \frac{6000 \text{ W} * 10}{220}$$

$$I_{GP} = 272.73 \text{ A}$$

Tabla 21. Caída de Tensión aceptable

Subsistema	Máxima Caída de Tensión	Minúsculas
Aerogenerador - Regulador	3 %	3 %
Regulador - Baterías	3 %	1 %
Baterías - Inversor	1 %	1%

Fuente: (Neyra y Bazán, 2020).

La caída de tensión aceptable ha sido establecida en un 1% de la tensión de operación, lo que equivale a 0.48 V en nuestro caso (para una tensión de funcionamiento de 48 V). Para garantizar esta caída de tensión, se empleará material de cobre con una conductividad de 56 [$m/\Omega.mm^2$], basada en la norma estándar a 20°C, como especificado por Neyra y Bazán en 2020.

El cálculo de la corriente nominal del aerogenerador se obtendrá multiplicando la corriente nominal por la cantidad de reguladores utilizados, pero primero hallamos la Corriente Nominal de Aerogenerador realizando el siguiente cálculo:

Por lo tanto, hallamos la Corriente Nominal:

- Potencia del Aerogenerador: 6000 W
- Voltaje nominal del Regulador: 240 V

$$P = V * I \quad I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{6000 \text{ W}}{240 \text{ V}} \quad \rightarrow \quad I = 25 \text{ A}$$

Luego realizamos el Cálculo de la corriente nominal del Aerogenerador para multiplicarlo por la cantidad de Reguladores obtenidos anteriormente:

$$25 \text{ A} * 13 = 325 \text{ A}$$

Este proceso es fundamental para determinar el tamaño adecuado de los conductores y garantizar una transmisión eficiente de la energía generada por el aerogenerador.

Ahora para el diámetro del conductor eléctrico, El fabricante sugiere que el primer paso en el proceso de conexión eléctrica es instalar el banco de baterías adecuado, siguiendo la configuración correcta y el conexionado conforme a las especificaciones proporcionadas. Esto garantizará el voltaje y la capacidad apropiados para la instalación que se va a llevar a cabo. Existen diversas categorías de baterías, pero en el caso de instalaciones domésticas híbridas eólicas/solares, se aconseja utilizar baterías de plomo ácido abiertas. Dependiendo de las capacidades de carga de la instalación, se requieren ciertos criterios mínimos de instalación para asegurar el funcionamiento correcto y la longevidad de la instalación.

Las pautas mínimas de instalación, así como las especificaciones de cableado entre la batería y el regulador, son las siguientes:

Tabla 22. *Recomendaciones mínimas de instalación, así como del Cableado entre la Batería y el Regulador*

Modelo	Cable Batería	Batería Mínima
Bornay 600 / 12V	16 mm ²	550 Ah C ₁₀₀
Bornay 600 / 24V	16 mm ²	250 Ah C ₁₀₀
Bornay 600 / 48V	10 mm ²	150 Ah C ₁₀₀
Bornay 1500 / 24V	25 mm ²	660 Ah C ₁₀₀
Bornay 1500 / 48V	16 mm ²	350 Ah C ₁₀₀
Bornay 3000 / 24V	35 mm ²	1100 Ah C ₁₀₀
Bornay 3000 / 48V	25 mm ²	600 Ah C ₁₀₀
Bornay 6000 / 48V	50 mm ²	1200 Ah C ₁₀₀

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Para este caso para el Aerogenerador Bornay 6000, necesitaremos un Conductor de 50 mm².

Para instalar el regulador, sigue estos pasos:

- Selecciona y monta la batería adecuada en la instalación.
- Fija el regulador a la pared utilizando los cuatro orificios ubicados en su carcasa metálica: dos en la parte superior y dos en la inferior. Utiliza tirafondos y tacos plásticos para asegurar la sujeción.
- Ten en cuenta que el regulador dispone de resistencias internas para la disipación de calor. La parte superior del regulador puede calentarse en días de viento, especialmente una vez que las baterías están completamente cargadas.
- No cubras la parte superior del regulador; los orificios de la tapa superior deben permanecer despejados para permitir una adecuada ventilación.
- Coloca el regulador en un lugar bien ventilado, en posición vertical y a una altura aproximada de 1.20 metros del suelo. Asegúrate de que haya al menos 50 centímetros de distancia entre el regulador y las baterías para evitar el contacto con los gases que estas puedan generar.

Estas instrucciones proporcionan una guía completa para una instalación segura y eficaz del regulador.



Figura 25. Instalación segura de Regulador y el Banco de Baterías

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Para una instalación eficiente, es recomendable colocar el cuadro de regulación, las baterías y el posible convertidor en un punto centralizado cercano al punto de consumo, y lo más próximo entre sí.

En cuanto a la instalación del regulador, sigue estos pasos:

Levanta la tapa del regulador, específicamente la parte pequeña que forma un ángulo de 90 grados, quitando los cuatro tornillos que la sujetan.

De esta manera, el regulador quedará configurado como se ilustra en la siguiente figura.



Figura 26. Posición de Regulador en ángulo de 90°

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Aquí están los pasos detallados para conectar el regulador:

- Conecte el negativo de la batería al regulador, asegurándose de mantener la polaridad correcta.
- Conecte el cable del positivo de la batería al regulador, asegurándose de mantener la polaridad correcta.
- Conecte los cables trifásicos del aerogenerador al regulador. Dado que se trata de una conexión trifásica alterna, el orden de los cables no es crucial. Sin embargo, es importante realizar esta conexión antes de proceder con el montaje del aerogenerador. En caso de que el aerogenerador ya esté montado, asegúrese de que esté completamente frenado antes de realizar esta conexión.

Estos pasos proporcionan una guía clara y detallada para llevar a cabo la conexión del regulador de manera segura y eficiente.

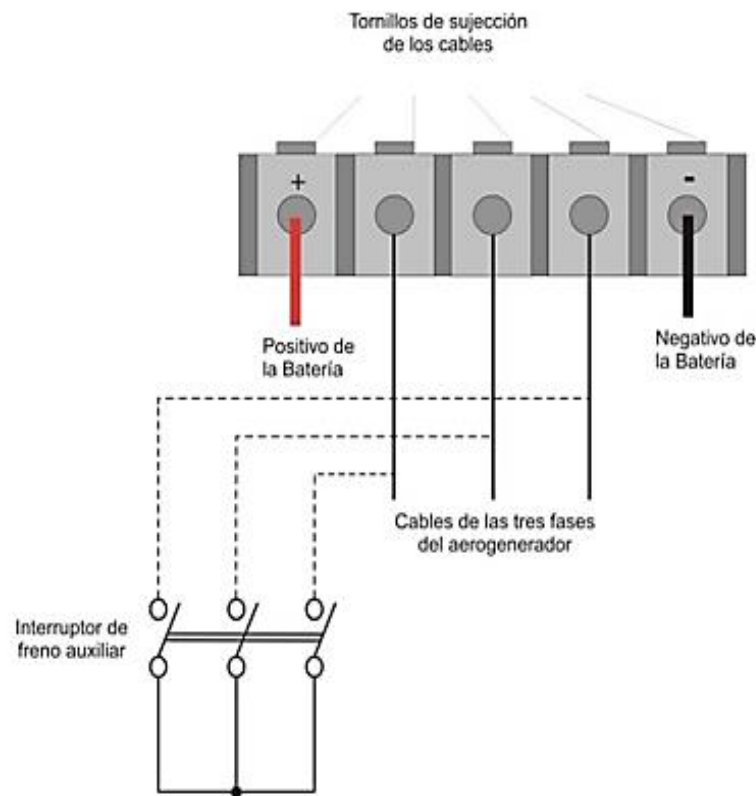


Figura 27. Conexión del regulador de manera segura y eficiente.

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Aquí están los pasos para desconectar el regulador por cualquier motivo, ya sea durante la instalación o durante el uso continuado de la instalación:

- **Cortocircuitar el Aerogenerador:** Conecte los tres cables descendentes del aerogenerador para frenarlo por completo.
- **Verificar el Frenado del Aerogenerador:** Asegúrese de que el aerogenerador esté completamente frenado y luego desconecte los cables que van al aerogenerador.
- **Desconexión del Cable Positivo de la Batería:** Desconecte primero el cable positivo de la batería.
- **Desconexión del Cable Negativo de la Batería:** Luego, desconecte el cable negativo de la batería.

Una vez que las baterías están instaladas y el regulador está conectado, el siguiente paso será cablear entre el regulador y la parte superior de la torre donde se instalará el aerogenerador.

Es importante reducir al máximo la distancia entre el aerogenerador y el cuadro de regulación para minimizar las posibles pérdidas eléctricas. En ningún caso esta distancia deberá superar los cien metros.

Para determinar la sección del cable de bajada que debes utilizar, ten en cuenta las características del aerogenerador y la distancia que lo separa de su cuadro de control. Consulta la siguiente tabla para cable conductor de cobre:

Tabla 23. Sección adecuada del cable para una transmisión eficiente de la energía

Modelo	Iac x Fase (A)	0 – 20 mts.	20 – 40 mts.	40 – 60 mts.	60 – 80 mts.	80 – 100 mts.
Bornay 600 / 12V	17	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
Bornay 600 / 24V	8.8	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 600 / 48V	4.5	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
Bornay 1500 / 24V	22	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 1500 / 48V	11	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 3000 / 24V	42	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
Bornay 3000 / 48V	21	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
Bornay 6000 / 48V	42	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Esta tabla te proporcionará la información necesaria para seleccionar la sección adecuada del cable y así asegurar una transmisión eficiente de la energía generada por el aerogenerador al cuadro de regulación.

se presenta a continuación, la equivalencia entre las secciones en mm² y el calibre AWG, así como los diámetros correspondientes en milímetros (mm) y pulgadas (").

- Sección (mm²) - AWG
- Diámetro (mm) - Diámetro (")

Esto proporciona una guía útil para entender las equivalencias entre diferentes sistemas de medición de cables eléctricos.

Tabla 24. Equivalencias entre conductores eléctricos

Sección mm²	4	6	10	16	25	35	50
Sección AWG	11	9	7	5	3	1	0
Diámetro (mm)	2.26	2.76	3.57	4.51	5.64	6.68	7.98
Diámetro (in)	0.088	0.108	0.141	0.178	0.222	0.263	0.314

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

El regulador opera en dos etapas principales. Primero, convierte la energía alterna generada por el aerogenerador en corriente continua, que es adecuada para cargar el banco de baterías. En segundo lugar, supervisa el estado de la batería para prevenir sobrecargas y también supervisa el funcionamiento del aerogenerador.

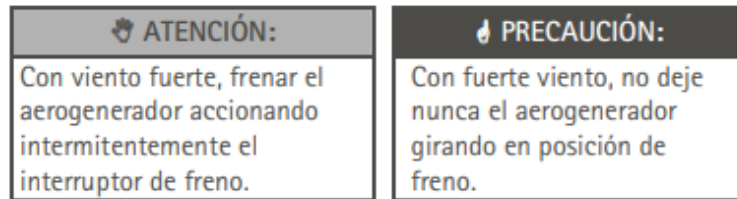


Figura 28. Consideraciones a tener en cuenta con aerogenerador Bornay 6000

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

El regulador ha sido específicamente desarrollado para operar en conjunto con el aerogenerador. Con este propósito, el regulador cuenta con los siguientes terminales de conexión:

- 1.- Entrada trifásica del aerogenerador.
- 2.- Salida +/- a batería

Interpretación Visual del Panel Frontal:

El diseño físico del panel frontal del regulador se ilustra en la figura que sigue, en la que se detalla la función de cada uno de sus elementos constituyentes.

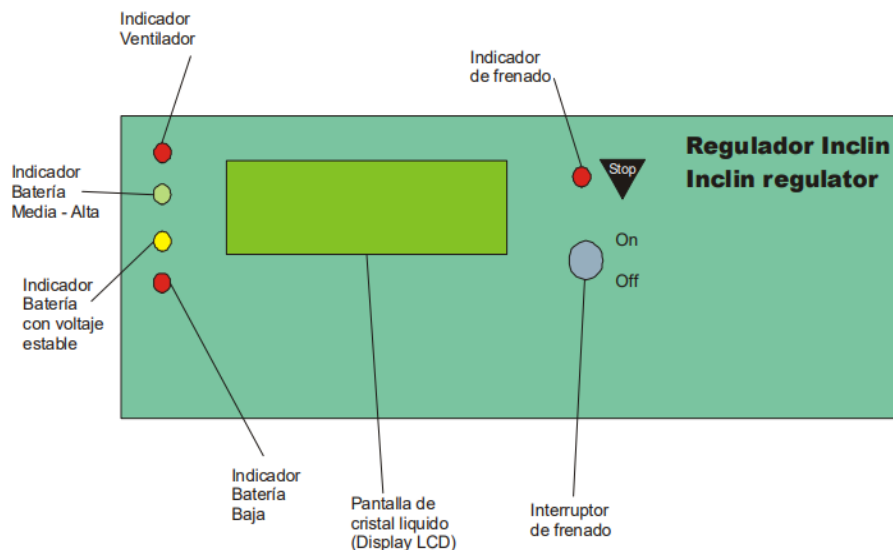


Figura 29. Vista frontal de Panel del Regulador

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Funcionamiento del sistema

El regulador opera de la siguiente manera:

- **Carga de Baterías:** Utiliza la energía generada por el aerogenerador para cargar las baterías y proporcionar energía para el consumo eléctrico del usuario. Esto ocurre siempre que las baterías estén descargadas y las condiciones climáticas lo permitan.
- **Control de Sobrecargas:** Cuando las baterías alcanzan el nivel de carga preestablecido, el regulador activa el frenado del aerogenerador. Este frenado se logra mediante impulsos eléctricos, es decir, mediante la introducción de cargas eléctricas controladas en el aerogenerador.

El voltaje de regulación viene predefinido de fábrica y se identifica con una letra "B" seguida de un número. Esta configuración es importante para asegurar que las baterías no se sobrecarguen y que el sistema funcione de manera eficiente y segura.

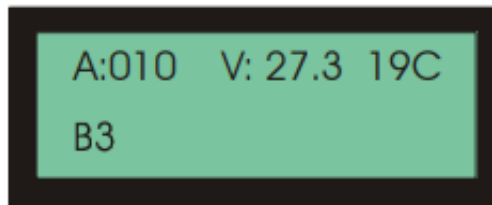


Figura 30. Vista previa de configuración de voltaje de regulación en panel del regulador

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

- **Reset del sistema:** cuando se conecta el aparato o se realiza un reset por algún motivo, el regulador mostrará una pantalla inicial que puede variar dependiendo del modelo específico. Esta pantalla inicial proporcionará información relevante para la configuración y monitoreo del sistema.

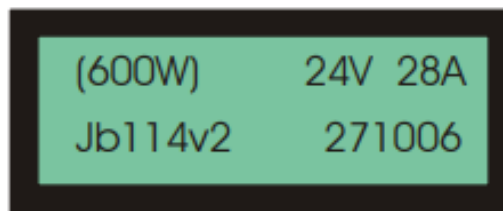


Figura 31. Vista previa de configuración para modo Reset

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

La pantalla del regulador muestra la siguiente información:

Línea superior:

Modelo del regulador: Indica el modelo específico del regulador que se está utilizando.

De izquierda a derecha:

- **Potencia del aerogenerador:** Muestra la potencia nominal del aerogenerador al que está conectado el regulador.
- **Voltaje del aerogenerador:** Indica el voltaje que está generando el aerogenerador en ese momento.
- **Corriente máxima aceptada:** Representa la corriente máxima que el regulador puede aceptar del aerogenerador.

Línea inferior:

Versión del sistema: Muestra la versión actual del sistema o del software que controla el regulador.

Esta información es crucial para monitorear y gestionar el rendimiento del aerogenerador y asegurar un funcionamiento óptimo del sistema en general.

NOTA:

Si las baterías se han descargado excesivamente o se detecta alguna anomalía en el funcionamiento del regulador, se puede llevar a cabo un RESET para verificar si el equipo vuelve a su estado normal.

Para realizar el RESET, hay un micro-pulsador de circuito impreso ubicado en la tarjeta de control del regulador, es decir, debajo de la tapa del regulador. Si el error persiste después de realizar el RESET, se recomienda ponerse en contacto con el fabricante para recibir asistencia adicional.



Figura 32. Ubicación de micro-pulsador de Reset de circuito impreso ubicado en la tarjeta de control del regulador

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Frenado fijo del aerogenerador:

El aerogenerador puede quedar frenado de manera permanente por diversas razones, como:

1. **Freno Automático Activo:** Si el sistema de frenado automático está activado, el aerogenerador permanecerá detenido hasta que se desactive manualmente o hasta que el voltaje de la batería caiga por debajo del umbral de activación.
2. **Batería Completamente Cargada:** Si el sistema detecta que la batería está completamente cargada, puede mantener el aerogenerador en estado de frenado para evitar sobrecargar la batería.
3. **Freno Manual Activado:** Si el conmutador manual de freno está en posición ON, el aerogenerador se mantendrá detenido hasta que se coloque nuevamente en posición OFF.
4. **Viento Excesivo:** En condiciones de viento extremadamente fuerte, el aerogenerador puede permanecer frenado para evitar daños en el sistema.
5. **Contador de Impulsos de Frenado:** Si se ha alcanzado un límite predeterminado de impulsos de frenado en un periodo específico de tiempo,

el aerogenerador puede detenerse automáticamente como medida de seguridad.

6. **Freno Auxiliar Incorporado:** Si se ha instalado un sistema de freno adicional al regulador, este puede mantener el aerogenerador detenido por motivos de seguridad.

Es importante entender las posibles razones por las cuales el aerogenerador puede quedar frenado, ya que cada una de estas situaciones tiene un propósito específico para asegurar el correcto funcionamiento y la seguridad del sistema.

Forma automática:

Esta función tiene como objetivo principal mejorar la seguridad del equipo y reducir el desgaste de los componentes mecánicos del sistema.

Funciona a través de un contador interno que registra la cantidad de impulsos de frenado realizados en un período de 120 minutos de forma continua. Cuando se han efectuado al menos 1500 impulsos de frenado en ese periodo, el aerogenerador reduce automáticamente su velocidad de giro.

En este escenario, el sistema asume que la batería está completamente cargada. Hasta que el voltaje no disminuya por debajo de los niveles especificados (12.5v – 25v – 50v), el aerogenerador no será liberado para volver a operar libremente.

Cuando se detecta esta situación y el frenado automático está activado, se mostrará un mensaje de estado al final de la segunda línea, tal y como se muestra en la imagen proporcionada.

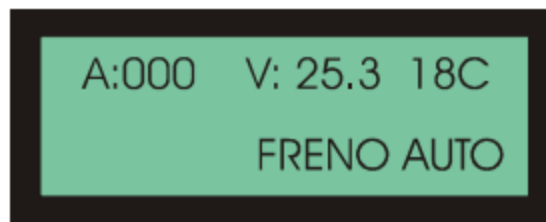


Figura 33. Vista previa de el frenado automático en Modo activado

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

En condiciones de viento muy fuerte, es posible que el aerogenerador no se detenga completamente, a pesar de que la energía generada se esté disipando en las resistencias de frenado. Esto puede suceder debido a la intensidad extrema del viento, que puede mantener el rotor en movimiento a pesar de la acción de frenado. Es importante tener en cuenta esta posibilidad al operar el aerogenerador en condiciones de viento muy alto.

NOTA: Si el equipo está en el estado de FRENO AUTO y se desea que vuelva a la posición de carga sin tener que esperar a que el voltaje de la batería descienda hasta el valor de desactivación, se debe colocar el conmutador (frenado manual) en la posición ON y luego volver a la posición OFF inmediatamente. De esta manera, se eliminará el estado de frenado automático y el equipo comenzará a generar energía de inmediato si hay viento suficiente. Al mismo tiempo, se reinician los contadores de tiempo e impulsos.

Frenado manual:

Cuando el conmutador se coloca en la posición ON, se ejecuta una secuencia de impulsos para frenar el aerogenerador hasta que se detiene por completo. En algunos casos, si hay vientos fuertes, es posible que el aerogenerador siga girando a baja velocidad después de la secuencia de frenado.



Figura 34. . Vista previa de frenado manual en modo Activado

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Cuando se activa el conmutador manual de freno, aparece una indicación al final de la segunda línea y el LED de indicador de frenado se ilumina. Si se vuelve a colocar el conmutador en la posición OFF, el aerogenerador se libera inmediatamente y se habilita nuevamente para generar energía, apagándose el LED de freno. Se

recomienda llevar a cabo esta operación de manera periódica para asegurarse de que los elementos de frenado estén en buen estado. Si en condiciones de viento suave el aerogenerador no se detiene completamente, se debe verificar el cuadro eléctrico.

Como una medida auxiliar opcional para incrementar la seguridad en la instalación, se puede añadir un freno adicional al regulador. Este freno tiene la capacidad de detener el aerogenerador cuando se desea desactivarlo por cualquier motivo. Este sistema de freno implica la unión de las tres fases del aerogenerador.

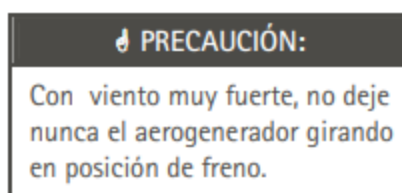


Figura 35. Advertencia de seguridad en caso de posición de Freno

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Señales de Aviso:

En este caso, el regulador tiene la capacidad de detectar automáticamente el voltaje de entrada de las baterías y se ajusta de manera automática, siempre y cuando ese voltaje esté dentro de los parámetros permitidos para la potencia que está programada. Si el voltaje de las baterías no se encuentra dentro de los límites permitidos para la potencia programada, el regulador mostrará un mensaje indicando que el voltaje no es el adecuado. Esto es una característica muy útil para asegurar un funcionamiento seguro y eficiente del sistema.

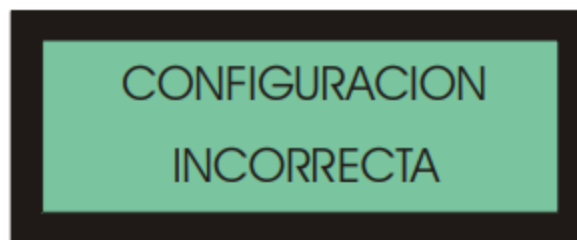


Figura 36. Vista previa de mensaje de error por incompatibilidad de Baterías

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Exacto, si el regulador está diseñado para un aerogenerador de 6000W y está configurado para trabajar con baterías de 48V, mostrará un mensaje de error si detecta que el voltaje de las baterías es de 12V o 24V. Además, este mensaje de error también se mostrará si las baterías están muy descargadas. Esto es una medida de seguridad importante para asegurarse de que el sistema funcione de manera óptima y para prevenir posibles daños a las baterías o al regulador.

Montaje del aerogenerador

Antes de proceder con el montaje del aerogenerador en la torre, es crucial realizar la instalación eléctrica y conectar las baterías al regulador. Una vez que los componentes eléctricos y el cableado estén en su lugar, se procede con el montaje del aerogenerador. Para facilitar este proceso, se puede utilizar un soporte vertical asegurado a la torre con una polea. Este soporte debe estar firmemente fijado a la torre y contar con una polea en el extremo donde se pasará una cuerda que se utilizará para amarrar el aerogenerador. Con este sistema, se podrá elevar el aerogenerador sin dificultades.



Figura 37. Montaje de Aerogenerador Bornay 6000
Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Platina de fijación

La función de esta unión es mantener el aerogenerador en su lugar y facilitar su desmontaje en cualquier momento. La unión se logra mediante dos pletinas, una de ellas está soldada en la torre y la otra en el aerogenerador. La pletina cuenta con una ranura para guiar los cables eléctricos y seis orificios para los tornillos allen M-10 x 40, los cuales se aseguran con arandelas M-10 en ambos lados y seis tuercas M-10. Los tornillos se proporcionan en una bolsa separada del resto de la tornillería y se incluyen junto con la pletina en caso de que no hayan sido enviados previamente o no se adjunten con la torre.



Figura 38. Vista previa de platina de fijación para instalación de aerogenerador Bornay 6000

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Timón de orientación / Tubo cola

El propósito del timón de orientación es asegurar que el rotor permanezca alineado con el viento en todo momento. Consiste en dos componentes: el timón de orientación, hecho de polietileno, y un tubo de acero. La conexión se lleva a cabo mediante tres tornillos M-6 x 100, los cuales se aseguran con seis arandelas M-6 de tipo ancho que se colocan en ambos lados del tornillo, y tres tuercas autoblocantes M-6.



Figura 39. Timón de orientación Tipo Cola de aerogenerador

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Sujeción Tubo Cola Alternador

En esta sección es donde se conecta el tubo de cola con el alternador.

Es importante colocar la carcasa protectora dentro del tubo antes de fijar esta unión, ya que una vez que el tubo esté montado en el alternador, no será posible insertar la carcasa. La unión del tubo al alternador consta de dos partes, una de ellas es pasante y la otra tiene forma de brida.

Para unir el tubo a la parte trasera del alternador, es necesario alinear los orificios de ambas piezas y asegurarse de que la ranura del tubo esté hacia abajo. Se colocan tornillos hexagonales M-8 x 90 en los orificios, junto con dos arandelas M-8, una en cada lado, y una tuerca autoblocante M-8.

Estos deben apretarse con una fuerza de 2,5 kg. En la parte superior, se cuenta con un sistema de apriete en forma de brida. Basta con ajustar el tornillo que sujeta la brida a 3 kg una vez que esté en su posición correcta.

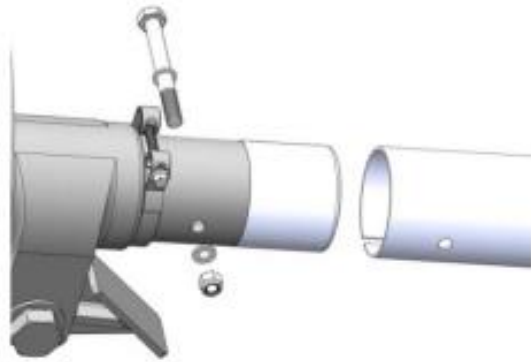


Figura 40. Sujeción Tubo Cola Alternador

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Carcasa protectora:

La finalidad de la carcasa es resguardar el alternador de las condiciones meteorológicas. Para asegurar la fijación de la carcasa, se emplean cinco tornillos: Tres en la parte superior, uno en la parte trasera en forma de abrazadera y, por último, uno en la parte inferior frontal, simulando una brida.



Figura 41. Carcasa Protectora de Aerogenerador Bornay 6000.

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

En la parte superior de la carcasa, encontrará tres orificios diseñados para alojar tres tornillos M-8 x 20, cada uno con sus correspondientes arandelas M-8 de tipo

ancho y una arandela grover. Estos se enroscan directamente sobre el puente del alternador.

El orden de instalación es el siguiente:

Primero el tornillo, luego la arandela grover y finalmente la arandela de tipo ancho. Después, apriete el tornillo de la abrazadera en la parte posterior de la carcasa.

Para concluir, en la parte frontal inferior, en las dos pestañas que están conformadas a modo de brida, se debe colocar el tubo de latón de 160 mm de longitud y con un diámetro exterior de 12 mm.

A cada lado de este tubo se inserta una varilla roscada M-8 x 198 junto con una arandela M-8 de tipo ancho.

Este conjunto se sitúa en el área interna de la carcasa, entre las dos pestañas. Finalmente, instale una nueva arandela y la tuerca de seguridad M-8 autoblocante.

Hélices y Cono Frontal

Las hélices, fabricadas con fibra de vidrio y reforzadas con carbono, son la parte que interactúa directamente con el viento. Su diseño aerodinámico, específicamente concebido para los aerogeneradores Bornay, permite que el alternador funcione al girar en respuesta a la velocidad del viento.

Se colocan fijándolas al buje con el logotipo en relieve orientado hacia la parte trasera, es decir, mirando hacia el alternador. Los dos tornillos exteriores y el central deben ser de M-10 x 70, mientras que los dos interiores (los más cercanos al eje) deben ser de M-10 x 75 (estos también sujetan el cono frontal).

En los tres tornillos exteriores se deben colocar arandelas M-10 de la serie ancha, seguidas por tuercas autobloqueo. Utilizando una llave dinamométrica, se debe aplicar un apriete inicial de 2 kg a todas las tuercas. Una vez que todas estén apretadas, deben ser reajustadas a 2,5 kg.

Después, se instala el cono frontal. Una vez colocado, se introduce una arandela M-10 de la serie ancha y una tuerca autobloqueo M-10 en los dos tornillos interiores.

Nuevamente, con la ayuda de una llave dinamométrica, se debe aplicar un apriete inicial de 2 kg a todas las tuercas.

Una vez que todas estén apretadas, deben ser reajustadas a 2,5 kg. Consulte las imágenes a continuación para obtener más detalles

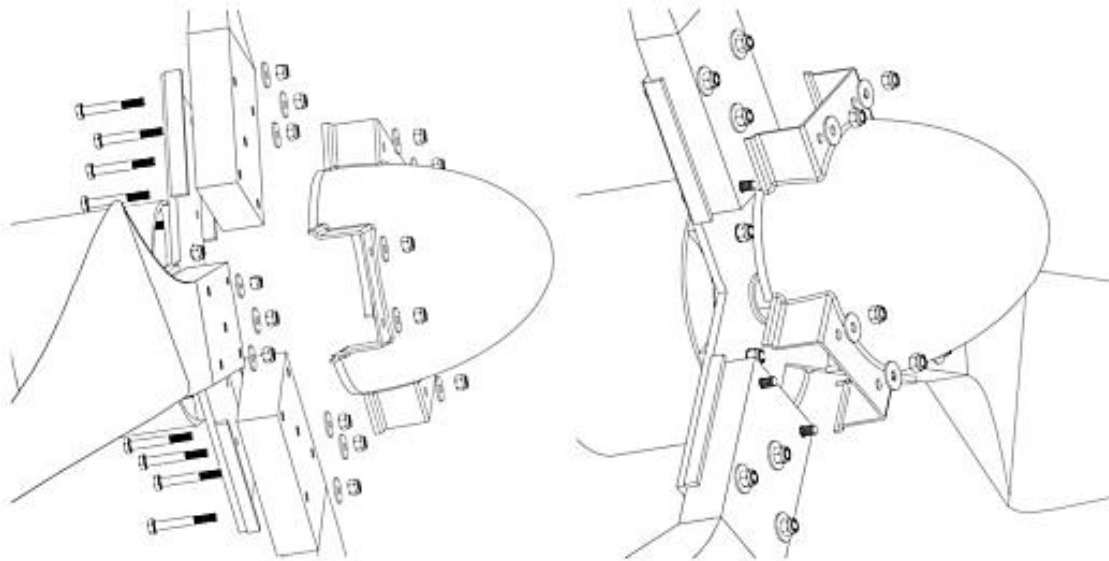


Figura 42. Armadura de Hélices y Cono Frontal

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

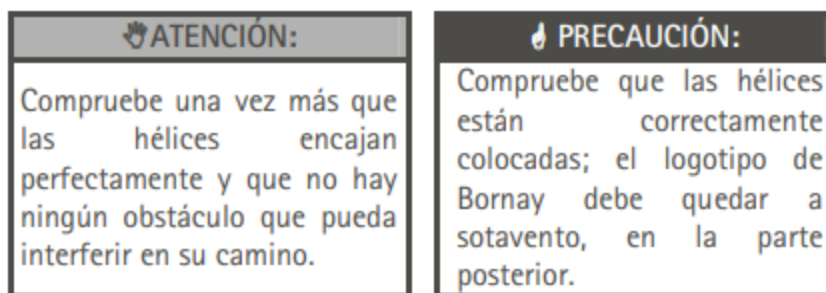


Figura 43. Advertencia de mal encaje de hélices de aerogenerador

Fuente: <https://www.bornay.com/media/download/428>

Precauciones

- Evite manipular el aerogenerador y el cuadro de control en días ventosos.
- No permita que el generador funcione sin estar conectado a las baterías, ya que esto podría dañar el sistema de carga. Si necesita desconectarlo de las baterías, asegúrese de frenarlo.
- Tenga en cuenta que cuando el aerogenerador funciona libremente, el sistema de frenado automático por inclinación no está activo, lo que podría resultar en daños irreparables en el aerogenerador.
- No modifique las resistencias del regulador.
- Asegúrese de no invertir la polaridad.
- Utilice el cableado adecuado.

Después de la instalación:

Un mes después de instalar el aerogenerador, se sugiere volver a apretar todos los tornillos.

Mantenimiento continuo:

Para garantizar la durabilidad de su aerogenerador, se recomienda seguir estos consejos de mantenimiento:

Cada seis meses, preferiblemente durante los cambios de estación, se aconseja llevar a cabo una inspección de mantenimiento en la cual se deben revisar los siguientes puntos:

- Verificar y volver a apretar todos los tornillos.
- Evaluar el estado de los cables.
- Realizar una inspección visual de las hélices.
- Revisar el sistema de frenado automático, activándolo manualmente.

- Se requerirían diez generadores eólicos de 6000 vatios cada uno para satisfacer la demanda. Aunque lo óptimo sería evitar el uso de más de un generador eólico debido al efecto de sombra que se produce cuando hay varios alineados. Esto se debe a que los generadores que están ubicados detrás del primero en la dirección del viento no funcionan con la misma eficiencia. Sin embargo, en este caso, se optará por esta disposición. Para la instalación, se elegirán diez generadores eólicos BORNAY de 6000 vatios.

Disposición física.

Para evitar la interferencia en el rendimiento de un aerogenerador causada por la disminución de la velocidad del viento en la dirección del viento (conocido como efecto sombra), es necesario mantener una distancia entre los aerogeneradores que está determinada por el diámetro de las palas (D_{palas}).

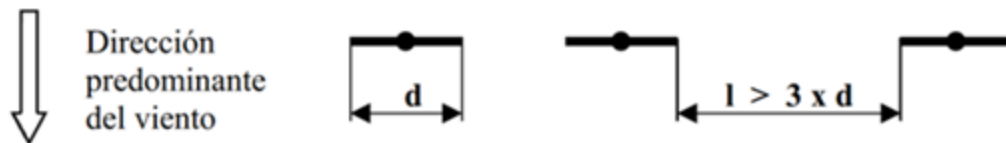


Figura 44. Disposición del viento

Fuente: Elaboración propia

Los aerogeneradores deben ser instalados a una distancia mínima entre ellos, de manera que se evite el efecto sombra, de $D \geq 3 \cdot D_{\text{palas}} = 3 \cdot 4 = 12$ metros. Dado que el diámetro de las palas es de 4 metros según la información proporcionada por el fabricante, se ha decidido adoptar una separación entre los tres aerogeneradores de 15 metros, siguiendo las indicaciones del fabricante que se dieron por teléfono. Por lo tanto, la disposición física de los tres aerogeneradores quedaría de la siguiente manera:

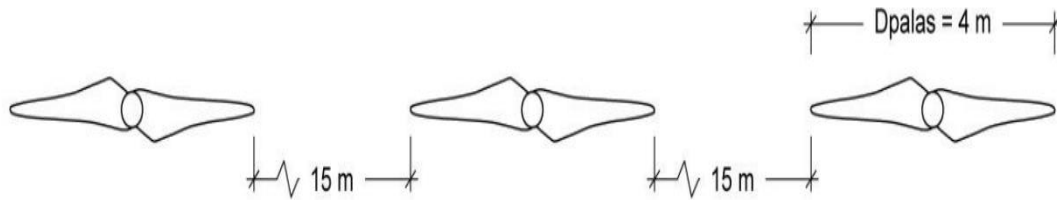


Figura 45. Separación de aerogeneradores
Fuente: Elaboración propia

Puesta a tierra

Es proporcionada la información detallada sobre la normativa de puesta a tierra y los materiales recomendados para su implementación. Es esencial seguir las directrices establecidas para garantizar la seguridad y eficiencia de la instalación. Aquí se destaca la importancia de utilizar materiales de calidad, como cobre y bentonita sódica, así como la necesidad de una caja de registro adecuadamente dimensionada.

Se indica también la importancia de instalar un interruptor diferencial como medida de prevención, ya que este dispositivo puede desconectar el sistema en caso de alguna negligencia o falla.

Además, se considera esencial conectar la puesta a tierra a la estructura de la torre eólica y a la toma a tierra de las baterías y caja de mandos de los equipos eólicos, siguiendo las directrices del Código Nacional de Electricidad.

Se especifica el uso de materiales y dimensiones precisas, como la varilla de puro cobre de 3/4 de pulgada y 2.50 metros de longitud, el conector de cobre puro tipo AB, la Caja de registro de Polipropileno para Puesta a Tierra de la marca THORTEL y el conductor de cobre de 16 mm. Asimismo, se establece un límite de resistencia de puesta a tierra por debajo del valor de 25 Ω .

Es recomendable utilizar bentonita según las recomendaciones del Organismo Peruano de Normalización (OPN) para mejorar la conductividad del suelo alrededor del electrodo de tierra en un sistema de puesta a tierra. La bentonita es un material que, cuando se mezcla con agua y se coloca alrededor del electrodo, mejora el contacto eléctrico entre el electrodo y el suelo, lo que resulta en una puesta a tierra más efectiva.

La bentonita es particularmente útil en suelos de baja conductividad eléctrica, ya que ayuda a reducir la resistencia del suelo y, por lo tanto, mejora la eficiencia del sistema de puesta a tierra.

Es importante seguir las recomendaciones y directrices del Organismo Peruano de Normalización o de cualquier otra autoridad reguladora local en lo que respecta a la cantidad y el método de aplicación de la bentonita en la instalación de puesta a tierra. Esto asegurará que el sistema cumpla con los estándares de seguridad y rendimiento establecidos.

En resumen, este proyecto cumple con las regulaciones y normativas pertinentes para asegurar una puesta a tierra efectiva y segura en instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios.

Esquema de diseño del sistema eólico

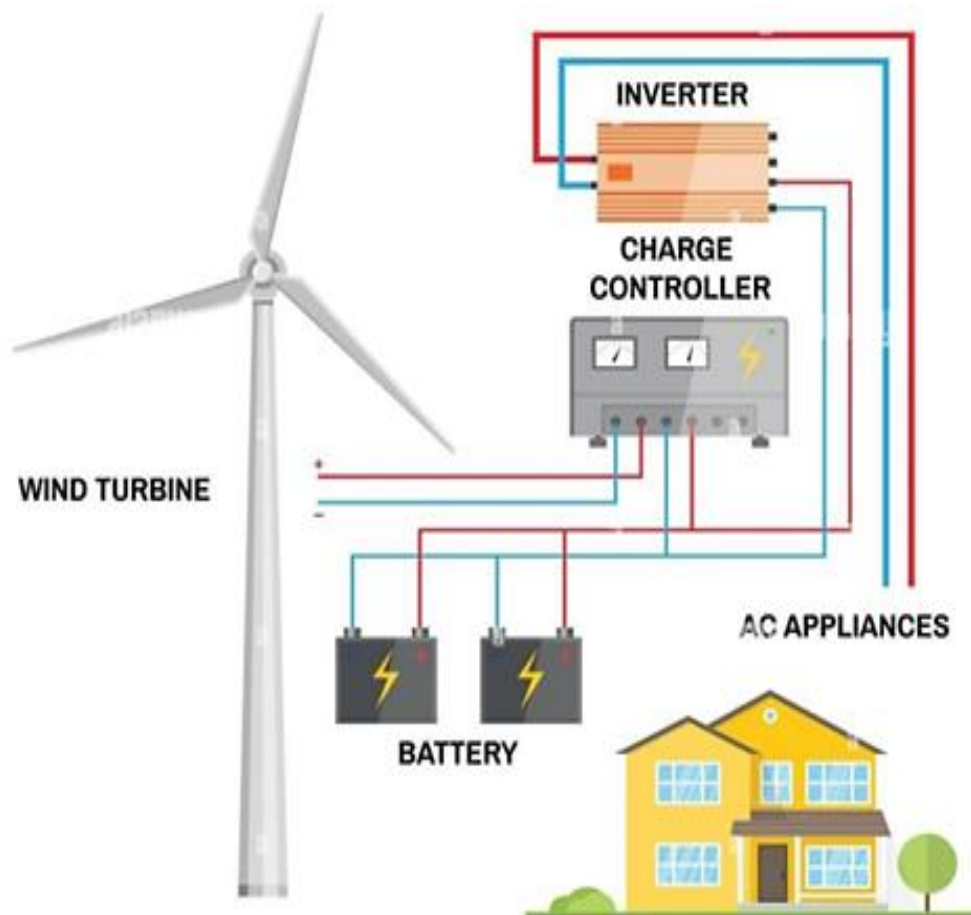


Figura 46. Diseño del sistema eólico para la UNJ

Fuente: Enair e70pro, (2021)

4.4. EVALUAR ECONÓMICAMENTE EL DISEÑO PLANTEADO PARA LA DEMANDA DE ILUMINACIÓN EXTERNA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN.

Para la obtención del análisis de costos y beneficios es esencial para determinar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto. En este caso, se llevó a cabo una evaluación detallada del proyecto para sustentar y verificar su viabilidad financiera. Esto se logra a través del cálculo de indicadores clave como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), como mencionaron Neyra y Bazán en su trabajo del año 2020.

Valor Actual Neto (VAN): El VAN representa la diferencia entre los flujos de efectivo presentes provenientes del proyecto y los costos de inversión inicial. Un VAN positivo indica que el proyecto puede generar rendimientos económicos.

Tasa Interna de Retorno (TIR): La TIR es la tasa de descuento que iguala el VAN a cero, es decir, representa la tasa de rendimiento que se espera obtener del proyecto. Una TIR mayor que la tasa de descuento requerida indica una mayor rentabilidad.

Estos indicadores proporcionan una base sólida para tomar decisiones sobre la ejecución de un proyecto, ya que permiten evaluar si los beneficios futuros superan los costos iniciales de inversión.

Iniciamos calculando la inversión del proyecto cotizando los requerimientos promedio para llevar a cabo el proyecto:

Investigamos la distribución de los Aerogeneradores Bornay 6000, y encontramos que la empresa BORNAY AEROGENERADORES, SL, es la que se encarga de fabricar y comercializar estos aerogeneradores eólicos.

Se procedió a realizar la cotización para el presupuesto del proyecto para cubrir la demanda para el Suministro de energía eléctrica para la Universidad Nacional de Jaén.

Los gastos netos (excluyendo el IGV) de los elementos principales que integran la instalación son los siguientes:

COSTOS INICIALES:

Tabla 25. *Costos principales para el proyecto*

POR CONCEPTO DE:	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Aerogenerador Bornay 6000 / 48 Voltios	10	29 820.79	29 820.79
Torre tubular autosoportado de 13 mts.	10	3 902.08	39 020.8
Batería a 48 Voltios de 1200 Ah C ₁₀₀	47	3 475.02	163 325.94
Inversor Victron 48/10000/140-100/100	6	17 702.01	106 212.06
PRECIO NETO TOTAL			338 379.589

Fuente: Elaboración propia

Esto conduce a un costo de la instalación de energía eólica por vatio pico (Wpico) de aerogeneradores (10 x 6000 = 60 000 Wpico) de:

$$\text{Costo por Wpico: } \frac{\text{Costo Neto}}{\text{Potencia total pico}}$$

$$\text{Costo por Wpico: } \frac{338\,379.589}{60\,000}$$

$$\text{Costo por Wpico: } 5.64 \text{ Soles/Wpico}$$

Si Consideramos el Costo de la mano de obra, del montaje (incluyendo la grúa), así como los materiales auxiliares, que son Conductores eléctrico para sistema eólico, conexiones, Conectores, ITM'S, etc. y los honorarios del Ingeniero proyectista al 10% del precio total neto, tendremos:

$$\text{Costo total neto} = 1.10 \times 338\,379.589$$

$$\text{Costo total neto} = 372\,217.55 \text{ Soles}$$

El costo total neto por Wpico será ahora:

$$\text{Costo total neto por Wpico} = \frac{372\,217.55}{60\,000}$$

$$\text{Costo total neto por Wpico} = 6.20 \text{ Soles/Wpico}$$

El costo total de la instalación de energía eólica con IGV incluido se muestra en la tabla siguiente, junto con el desglose de lo que representa este impuesto.

Tabla 26. *Costos principales para el proyecto y Costos de Mano de Obra*

POR CONCEPTO DE:	COSTO TOTAL (S/)
Aerogenerador Bornay 6000 / 48 Voltios	29 820.79
Torre tubular autoportado de 13 mts.	39 020.8
Batería a 48 Voltios de 1200 Ah C ₁₀₀	163 325.94
Inversor Victron 48/10000/140-100/100	106 212.06
Costo de mano de obra, Puestas a Tierra, materiales y Costo del Proyectista	33 837.96
PRECIO TOTAL NETO	372217.55
IGV (18%)	66999.159
PRECIO TOTAL (CON IGV)	439216.709

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. *Costos adicionales del proyecto*

DESCRIPCIÓN	COSTOS POR UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL
MATERIALES			
CABLE EÓLICO CENTELSA 14 AWG - 5 Kv - XLPE	4.20	120	504.0
CABLE EÓLICO CENTELSA 12 AWG - 5 Kv - XLPE	5.60	250	1400.0
LLAVE TERMOMAGNÉTICA DE 25A, BTICINO	56.00	15	840.0
INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 25A, BTICINO	120.00	4	480.0
VARIOS (CANALETAS, PORTAFUSIBLES, TERMINALES, ETC)	30.00	20	600.0
COSTO DE MATERIALES			3824.00
MANO DE OBRA	1600.00	6	9600.00
SUBTOTAL			13424.0
IGV (18%)			2416.32
TOTAL S/.			15840.3

Fuente: Elaboración propia

EGRESOS

Tabla 28. *Flujo de Caja de los 20 años del proyecto.*

AÑO	PRESUPUESTO S/.	INGRESOS CONSUMO ENERGÉTICO: TOTAL DE INGRESOS	EGRESOS			TOTAL, EGRESOS	FLUJO EFECTIVO NETO
			EQUIPOS	MATERIALES	MONTAJE DE INSTALACIÓN MANO DE OBRA		
0	439216.709						-439216.709
1		S/ 68,179.97		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 54,755.97
2		S/ 69,543.57		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 56,119.57
3		S/ 70,934.44		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 57,510.44
4		S/ 72,353.13		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 58,929.13
5		S/ 73,800.19		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 60,376.19
6		S/ 75,276.20		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 61,852.20
7		S/ 76,781.72		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 63,357.72
8		S/ 78,317.35		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 64,893.35
9		S/ 79,883.70		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 66,459.70
10		S/ 81,481.38		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 68,057.38
11		S/ 83,111.00		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 69,687.00
12		S/ 84,773.22		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 71,349.22
13		S/ 86,468.69		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 73,044.69
14		S/ 88,198.06		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 74,774.06
15		S/ 89,962.02		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 76,538.02
16		S/ 91,761.26		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 78,337.26
17		S/ 93,596.49		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 80,172.49
18		S/ 95,468.42		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 82,044.42
19		S/ 97,377.79		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 83,953.79
20		S/ 99,325.34		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 85,901.34

Fuente: Elaboración propia

INGRESOS

El cuadro 29 presenta el coste nivelado de generación (expresado en S/. por kWh) durante toda la vida útil del sistema eólico, multiplicado por el precio de S/. 0.72 por kWh, conforme a lo establecido en la cuarta disposición transitoria del reglamento de la ley general de electrificación rural, aprobado mediante decreto supremo N° 025-2007-MEM (Osinergmin, 2007).

Tabla 29. *Ingreso anual desde el primer año de instalación*

MES	CONSUMO EN KWH	VALOR POR KWH	ENTRADA POR MES (S/.)
ENERO	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
FEBRERO	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
MARZO	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
ABRIL	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
MAYO	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
JUNIO	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
JULIO	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
AGOSTO	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
SETIEMBRE	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
OCTUBRE	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
NOVIEMBRE	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
DICIEMBRE	7891.2	S/ 0.72	S/ 5,681.66
TOTAL (S/.)	94694.4		S/ 68,179.97

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 29, se toma en cuenta un consumo anual de 94,694.4 kWh y una entrada por consumo eléctrico de S/ 68,179.97. Esto considera un incremento anual del 2% en los costos de operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil del sistema eólico, de acuerdo con el decreto supremo N° 025-2007-MEM (Osinergmin, 2007).

Tabla 30. *Entrada de capital para los 20 años desde instalado el proyecto*

AÑOS	ENTRADAS TOTALES (S/.)
1	S/ 68,179.97
2	S/ 69,543.57
3	S/ 70,934.44
4	S/ 72,353.13
5	S/ 73,800.19
6	S/ 75,276.20
7	S/ 76,781.72
8	S/ 78,317.35
9	S/ 79,883.70
10	S/ 81,481.38
11	S/ 83,111.00
12	S/ 84,773.22
13	S/ 86,468.69
14	S/ 88,198.06
15	S/ 89,962.02
16	S/ 91,761.26
17	S/ 93,596.49
18	S/ 95,468.42
19	S/ 97,377.79
20	S/ 99,325.34
	S/ 1,656,593.94

Fuente: Elaboración propia

Ahora procedemos a analizar el flujo de efectivo del proyecto, teniendo en cuenta su viabilidad financiera y cómo se relaciona con las entradas y salidas de dinero a lo largo de los 20 años de duración del proyecto. Es esencial considerar tanto los ingresos (por ejemplo, ventas, ganancias, etc.) como los gastos (costos, desembolsos, inversiones, etc.) en cada periodo para evaluar adecuadamente la rentabilidad del proyecto.

FLUJO DE CAJA TOTAL

Tabla 31. Flujo de Caja (en Soles) del proyecto durante 20 años

AÑO	PRESUPUESTOS S/.	INGRESOS	EGRESOS			TOTAL, EGRESOS	FLUJO EFECTIVO NETO
		CONSUMO ENERGÉTICO: TOTAL DE INGRESOS	EQUIPOS	MATERIALES	MONTAJE DE INSTALACIÓN MANO DE OBRA		
0	439216.709						-439216.709
1		S/ 68,179.97		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 54,755.97
2		S/ 69,543.57		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 56,119.57
3		S/ 70,934.44		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 57,510.44
4		S/ 72,353.13		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 58,929.13
5		S/ 73,800.19		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 60,376.19
6		S/ 75,276.20		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 61,852.20
7		S/ 76,781.72		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 63,357.72
8		S/ 78,317.35		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 64,893.35
9		S/ 79,883.70		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 66,459.70
10		S/ 81,481.38		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 68,057.38
11		S/ 83,111.00		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 69,687.00
12		S/ 84,773.22		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 71,349.22
13		S/ 86,468.69		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 73,044.69
14		S/ 88,198.06		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 74,774.06
15		S/ 89,962.02		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 76,538.02
16		S/ 91,761.26		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 78,337.26
17		S/ 93,596.49		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 80,172.49
18		S/ 95,468.42		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 82,044.42
19		S/ 97,377.79		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 83,953.79
20		S/ 99,325.34		S/ 3,824.00	S/ 9,600.00	S/ 13,424.00	S/ 85,901.34

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Resultado de evaluación económica del diseño de los aerogeneradores.

FORMULACIÓN DE DATOS		FLUJO NETO
	439216.709	-439216.709
f1 =	S/ 54,755.97	
f2 =	S/ 56,119.57	
f3 =	S/ 57,510.44	
f4 =	S/ 58,929.13	
f5 =	S/ 60,376.19	
f6 =	S/ 61,852.20	
f7 =	S/ 63,357.72	
f8 =	S/ 64,893.35	
f9 =	S/ 66,459.70	
f10 =	S/ 68,057.38	
f11 =	S/ 69,687.00	
f12 =	S/ 71,349.22	
f13 =	S/ 73,044.69	
f14 =	S/ 74,774.06	
f15 =	S/ 76,538.02	
f16 =	S/ 78,337.26	
f17 =	S/ 80,172.49	
f18 =	S/ 82,044.42	
f19 =	S/ 83,953.79	
f20 =	S/ 85,901.34	
n=	20 años	
int. =	10%	

Fuente: Elaboración propia

Analizamos el VAN y el TIR:

- Número de Años (n): 20 años
- Tasa de Interés (int): 10%

CALCULO DEL VAN:

$$VAN = \sum_{T=0}^{20} \frac{Flujo_{neto_t}}{(1 + 0.10)^t}$$

$$VAN = \frac{54755.97}{(1 + 0.10)^1} + \frac{56119.57}{(1 + 0.10)^2} + \dots + \frac{85901.34}{(1 + 0.10)^{20}}$$

$$VAN = 51525.43 + 46731.20 + \dots + 13016.06 = -1595.48 \text{ Soles}$$

El VAN resulta en aproximadamente – 1595.48 Soles

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero.

Resultados:

Valor Actual Neto (VAN):

El VAN es aproximadamente -1,595.48 Soles. Esto indica que el proyecto podría ser rentable considerando una tasa de descuento del 10%.

Tasa Interna de Retorno (TIR):

La TIR es aproximadamente del 16.24%. Indica la tasa de retorno que el proyecto generaría.

En resumen, con una tasa de descuento del 10%, el proyecto parece ser rentable, ya que el VAN es positivo. La TIR del 16.24% sugiere la tasa de retorno que el proyecto generaría.

Otra forma de considerar es la siguiente:

Recordando los datos mencionados líneas arriba, tenemos que:

- La Universidad Nacional de Jaén, tiene un consumo energético de 21.92 Kw y 12 horas de Uso (6:00 am – 6:00 pm), obteniéndose 263.04 Kwh/día.
- En el periodo de 01 mes, consume 263.04 Kw/día x 30 días, se obtiene: 7891.2 Kwh por mes.

- Ahora en 12 meses (01 Año), su consumo es de: 7891.2 Kwh Z/por mes x 12 meses, equivale a 94 694.4 Kwh por año.
- Este consumo lo multiplicamos por el valor que tiene cada Kw: 01 Kw= 0.72 Nuevos soles), nos resulta:

$$94\ 694.4 \times 0.72 = 68\ 179.968 \text{ Nuevos Soles}$$

- Esto quiere decir que:
Si dividimos el monto total del proyecto que es: 439 216.709 dividido entre los q paga la UNJ en un año que es 68 179.968 es igual a:

$$439\ 216.709 / 68179.968 = 6.44$$

- Por lo tanto, esto quiere decir que en 06 años y casi 5 meses, es recuperada la inversión

V. DISCUSIÓN

- La Universidad Nacional de Jaén y su escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, en acuerdo con las expectativas futuras respecto a energías renovables, deseaban experimentar y contribuir al desarrollo de nuevas formas de aprovechamiento energético, en este caso específico con la instalación y prueba de un parque eólico, que sirva para abastecer la demanda estable de iluminación del cerco exterior de la universidad en el fundo Yanayaco, camino a San Ignacio, con la instalación de sistemas de acumulación, que podrían ser baterías eléctricas de ion litio o acumulación en hidrógeno con el uso de hidrolizadores y pilas de combustibles con precios rebajados por el mayor desarrollo tecnológico, impulsando la figura del prosumidor eléctrico, con los conceptos de net Billing y net Metering, lo cual permitiría ayudar a la mayor difusión por el camino de la rentabilidad de la generación distribuida en redes inteligentes y dando lugar a la generación de oportunidades de negocio para pequeños emprendimientos, tecnológicos o los llamados spin off, que reflejan la presencia de emprendimientos innovativos y de desarrollo tecnológico propio de los ingenieros recién egresados de la Universidad, fue comprobada mostrando la viabilidad económica, técnica, ambiental, social y académica que si es posible implementar un parque eólico que utilice la fuente energética dado por las corrientes cambiantes de aire, para abastecer un parque eólico.
- Una vez que se cuenta con la densidad del aire y la distribución de velocidades del viento, se pueden calcular las curvas de producción de los aerogeneradores en las condiciones específicas de la localización de la zona de estudio. Estas curvas de producción son esenciales para evaluar el rendimiento y la viabilidad económica de un proyecto de energía eólica en esa región en particular.
- Es importante señalar que al generar energía eólica se producen fluctuaciones de potencia y para ello un sistema que ayude y favorezca al almacenamiento de la energía, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos. Para la generación constante de energía se implementaron sistemas de almacenamiento de energía que se aplica a la distribución y transmisión de energía.

- En lo que concierne en eficiencia energética y ahorro económico, se destaca el alto consumo de energía para la iluminación exterior de la Universidad Nacional de Jaén, lo que implica un gasto significativo en electricidad.
- Según las recomendaciones del Ministerio de Energía y Minas (MEM) en la norma DGE características técnicas del sistema eólico para electrificación rural, se establecen ciertas especificaciones para la selección de baterías que deben cumplirse para el almacenamiento de energía del aerogenerador. Estas características técnicas pueden incluir la capacidad de almacenamiento, el voltaje nominal, la corriente máxima de carga y descarga, entre otros aspectos relevantes.
- Si las baterías se disponen en serie, significa que se conectan una tras otra, sumando sus voltajes y manteniendo la misma corriente. En cambio, si se disponen en paralelo, se conectan en grupos para aumentar la capacidad total de almacenamiento, manteniendo el mismo voltaje nominal.
- Para calcular el número de baterías necesarias, debes considerar la demanda energética diaria del sistema, la capacidad de almacenamiento requerida y las características técnicas específicas de las baterías seleccionadas
- Se plantea la posibilidad de implementar tecnología LED como una alternativa más eficiente y económica.
- En el Impacto Medioambiental, la planta de energía eólica de la universidad es una fuente de energía renovable y sostenible. Se podría discutir cómo esta fuente de energía contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Dentro de los factores climáticos, se proporcionan datos sobre las velocidades del viento, lo que sugiere que la ubicación de la universidad podría ser adecuada para aprovechar la energía eólica.
- En consideraciones de mantenimiento y viabilidad técnica, se necesitaría una evaluación detallada para determinar la viabilidad técnica de implementar una planta de energía eólica en la universidad, incluyendo el mantenimiento y los costos asociados.

- En planificación a largo plazo, la discusión podría incluir consideraciones sobre la planificación a largo plazo para la universidad en términos de eficiencia energética y sostenibilidad.
- En el análisis de Costos y Beneficios, se debe realizar un análisis detallado de los costos de implementar tecnología LED y una planta de energía eólica en comparación con los beneficios a largo plazo en términos de ahorro de energía y reducción de costos.
- En la Integración con la Red Eléctrica, se debe considerar cómo la energía generada por la planta eólica se integrará con la red eléctrica existente y si se requiere algún tipo de almacenamiento de energía.
- Con respecto al Impacto en la Comunidad Universitaria, sería importante considerar cómo estas decisiones afectarán a la comunidad universitaria en términos de costos, comodidad y sostenibilidad.
- Este trabajo tiene gran impacto ecológico debido a que no acrecienta agentes contaminantes que perjudiquen el medio ambiente y es un aporte tecnológico que beneficia a la comunidad universitaria, debido a que es un punto de partida para los futuros estudiantes sobre investigaciones sobre proyectos con energía eólica
- Esta discusión proporciona una base para considerar los aspectos clave que surgen de los datos presentados. Para tomar decisiones informadas, es esencial llevar a cabo un análisis más detallado y, posiblemente, buscar asesoramiento de expertos en energía y sostenibilidad.
- Es necesario implementar este sistema de abastecimiento, de energía eléctrica de origen eólico, para abastecer de energía eléctrica al sistema de iluminación del local principal de la Universidad Nacional de Jaén, y de esta manera incrementar el nivel de investigaciones energéticas para el desarrollo económico y energético de la región Cajamarca Provincia de Jaén e incentivar nuevas investigaciones de los estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo.
- Las Tecnologías eólicas en los últimos años han desarrollado paneles más potentes, más duraderos y sobre todo más económicos, por lo que los aprovechamientos solares son totalmente viables, fáciles de instalar sin mayor

complicación técnica y con altos índices de confiabilidad operacional y productiva, también la Universidad Nacional de Jaén en su nueva ciudad universitaria, debe dar ejemplo y ser modelo de innovación tecnológica y científica, con sistemas de energía renovable no convencional a fin de ser utilizados para fines futuros.

- Recordemos que, los cálculos pueden variar según las especificaciones particulares del sistema y las baterías utilizadas. Es importante asegurarse de seguir las recomendaciones de la norma DGE del MEM y considerar factores como la eficiencia de carga y descarga de las baterías, la profundidad de descarga, y el rendimiento en condiciones específicas del clima y el entorno de instalación.
- Con una tasa de descuento del 10%, el proyecto parece ser rentable, ya que el VAN es positivo. La TIR del 16.24% sugiere la tasa de retorno que el proyecto generaría.
- El VAN resultó en aproximadamente -1,595.48 Soles, lo que indica una posible pérdida según la tasa de descuento del 10%.
- La TIR es aproximadamente del 16.24%, lo que sugiere una tasa de retorno del 16.24% si el proyecto se ejecuta.

VI. CONCLUSIONES

- La producción de electricidad mediante energía eólica disminuye la necesidad de usar combustibles fósiles, como el petróleo, para generar energía. Esto reduce la dependencia de fuentes de energía no renovables y volátiles, lo que aumenta la seguridad energética y disminuye la exposición a fluctuaciones en los precios del petróleo en el mercado internacional.
- La energía eólica se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible al promover una fuente de energía limpia y respetuosa con el medio ambiente. Al adoptar tecnologías eólicas, se fomenta un modelo de desarrollo más sostenible y responsable con el medio ambiente y las futuras generaciones.
- Es necesario implementar este sistema de abastecimiento, de energía eléctrica de origen eólico, para abastecer de energía eléctrica al sistema de iluminación del local principal de la Universidad Nacional de Jaén, y de esta manera incrementar el nivel de investigaciones energéticas para el desarrollo económico y energético de la región Cajamarca Provincia de Jaén e incentivar nuevas investigaciones de los estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo.
- Los cálculos de VAN y TIR son herramientas valiosas, pero deben complementarse con un análisis exhaustivo de otros factores como riesgos, aspectos legales y consideraciones estratégicas. También es recomendable contar con asesoramiento financiero o de expertos en el campo para tomar decisiones informadas.

VII. RECOMENDACIONES

- Una evaluación exhaustiva y precisa del recurso eólico permitirá tener una mejor comprensión de la idoneidad del lugar para la instalación de un sistema eólico. También ayudará a dimensionar y diseñar adecuadamente el generador eólico y otros componentes del sistema para maximizar su rendimiento y eficiencia energética. Por lo tanto, se recomienda contar con la asesoría de expertos en energía eólica para llevar a cabo esta etapa de manera precisa y efectiva.
- Es recomendable realizar un análisis riguroso del potencial eólico para tener conocimiento sobre cuánta energía se puede generar.
- Es recomendable ejecutar este tipo de investigaciones en zonas donde el acceso a la energía eléctrica es carente o no aplique, para lograr justificar la investigación.
- Es recomendable implementar el uso de aerogeneradores para el suministro de energía eléctrica en localidades que no cuentan con ese servicio.
- Tanto la Universidad César Vallejo de Chiclayo como la Universidad Nacional de Jaén representan instituciones que están orientadas hacia un futuro de desarrollo en investigación. Se recomienda a los profesores y a la comunidad estudiantil fomentar y estimular la investigación en el campo de las energías renovables, especialmente en la energía eólica. Esto se debe a que muchos profesionales optan por conservar nuestro entorno en condiciones favorables y libres de contaminación. Se enfatiza la importancia de analizar la viabilidad de proyectos que aprovechen este recurso y llevarlos a cabo en áreas cercanas que carezcan de acceso a la electrificación tradicional.
- Se sugiere a otros investigadores continuar explorando el recurso eólico, con el propósito de obtener datos confiables sobre este recurso. Esto nos permitiría ampliar nuestro conocimiento y mejorar nuestra eficiencia en el uso de dicha energía.

REFERENCIAS

- Abrill, P. (2018). *Variacion de la Corriente de Operacion de Paneles Fotovoltaicos* . PANAMA: COLON.
- Alzate, j. (2017). *Energia Eolica* . BARCELONA: BOLIVAR.
- Aparcarian, J. (2020). *Tendencias en el Diseño de Torres para aereo generadores* . BOGOTA: ISARED.
- Arista. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Lima: EDUSMP.
- Arrieta, F. (2018). *Principios de funcionamiento de los Paneles fotovoltaicos*. MEXICO: UNAM.
- Arroyo, A. (2019). *Perdidas en el Transsformador y Eficiencia* . Huancayo: UNCP.
- Basombrio, C. (2018). *Optimizacion de la Fabricacion Geometrica de Paneles Solares* . BOGOTA: JAVERIANA.
- Benavent, J. (2019). *Electronica de Potencia* . VALENCIA: UPV.
- Canarias, L. (2018). *Energias Renovables y eficiencia Energetica*. CANARIAS: CELSA.
- Carranza, M. (2019). *Eficiencia y Eficaccia en sistemas de Paneles Solares Fotovoltaicos* . MONTEVIDEO: NACIONAL.
- Charaja Zapana, H. G. (2017). *Estudio de factibilidad para la implementación de un parque eólico en el entorno de una operación vitícola en la irrigación Majes*. Arequipa, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN .
- Ching, V. (2017). *Diseño y Construccin de una autogenerador de eje Vertical*. LIMA: PUCP.
- Contact, S. (2019). *Energia y Energia Renovable* . LIMA: WILLEY.
- Coto, R. (2019). *Diseño de un Parque Eolico en el Municipio de Erro*. NAVARRA: BALAGUER.
- (2019). *Diseño de un sistema electrico hibrido eólico - solar simulado con homer para atender la demanda electrica del caserío Lanchemonchos - Chota - Cajamarca*. Lambayeque: Repositorio de Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Escudero, L. (2020). *Manual de Energia Eolica* . MADRID: MUNDI - PRENSA .
- Espejo, R. (2019). *The viable system model , a briefing about organizational* . SAN DIEGO: USNAVY.
- Fermosell , R. (2019). *Suelo Solar*. NAVARRA: ESCRIBA.

- Fernandez, B. (2018). *Energía Solar : Electricidad Fotovoltaica* . MADRID: LIBERFACTORY.
- Gallo, M. (2018). *Diagnostico y Mantenimiento de Transformador de Campo* . BOGOTA : GERENCIA.
- Garfias, A. (2017). *Modernas tecnicas de mantenimiento y su prospectiva* . Lima: UNI.
- Gasquet, H. (2018). *Manual de Sistemas Fotovoltaicos* . AUSTIN : TEXAS.
- Gonzales, S. (2019). *Analisis de eficiencia de los componentes de un Sistema integral Fotovoltaico*. VASORVIA: POLKS.
- Guerronero, U. (2018). *Convertidores y Controladores de Redes Fotovoltaicas* . RECIFE: OGLOBO.
- Guevara, B. (2018). *Aprovechamiento de la energía solar para la generación de energía eléctrica y reducción de emisiones de CO2 en el caserío Nuevo Eden –Yambrasbamba - Amazonas*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional “Pedro Ruiz.
- Lazarte, W. (2019). *Optimizacion de la Geometria de los Paneles Fotovoltaicos*. MEXICO: PUEBLA .
- Leon, R. (2019). *Manual actualizado de Energía Solar Fotovoltaica* . BOGOTA: WILLEY.
- Lopez, V. (2020). *Ingenieria de la EneEGIA eOLICA*. BARCELONA: MARCOMBO.
- Lucas, A. y. (2013). *Diseño de un aerogenerador para uso particular*. Madrid.
- Luminotecnia. (2020). *Instalaciones en Edificaciones* . Piura: PIRHUA.
- Luque, A. (2018). *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. JERSEY: Wiley.
- Manzano, J. (2018). *Criterios para la fabricacion de Paneles Solares Tipo Sandwich*. AUSTIN : DALLAS.
- Marmol, P. (2018). *Conexionado en Serie de Baterias de Paneles Fotovoltaicos* . TRUJILLO: UNT2024.
- Martinez, A. (2018). *Energía Eolica*. ZARAGOZA: UNZESP.
- Mejía, E. (2017). *Diseño de un Sistema Fotovoltaico Autonomo para el suministro de energía eléctrica al Laboratorio de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Univeersodad Politécnica Amazónica S.A.C*. Bagua Grande - Amazonas.
- Ministerio de Energía y Minas, M. (2015). *Especificación Técnica del Sistema Fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural*.

- Ministerio de Energía y Minas, M. (2016). *SBCC-05/PROSEMER-MINEM Estudio para aprovechamiento eólico con fines energéticos y actualización del Atlas Eólico del Perú*. Obtenido de En Atlas eólico del Perú (1.a Edic. Vol. 01). Dirección General de Electricidad: <https://www.google.com/search?q=NTP-Mena>
- Ministerio de Energía y Minas, M. (13 de Mayo de 2019). https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/95952/RM_139_1982_DM.pdf
- Ministerio de Energía y Minas, MEM. (2 de Enero de 2019). Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/95952/RM_139_1982_DM.pdf
- Monterozzo, C. (2018). *Tipos y Modalidades de conexión de celdas en Paneles Fotovoltaicos*. LIMA: CERUNI.
- Moreno, L. (2018). *Luminotecnia : El arte de la correcta Iluminación* . MADRID: LIMUSA.
- Mori, S. (2020). *Determinación de los Parámetros Físicos para un Prototipo de Farola Eólica* . TAMPA : DALE.
- Moya, R. (2017). *Sección Manual Técnico*. CUENCA: DONSI.
- Mujal, R. (2019). *Tecnología Eléctrica*. BARCELONA : UPS.
- Mur Amada, J. (2022). Wind Power Variability in the Grid. Obtenido de <https://scholar.google.com/citations?user=NZRU3pcAAAAJ&hl=es>
- Neyra, L. (2020). *Estimación del Potencial de energía empleando minería de datos para el diseño de un sistema fotovoltaico para el sector San Isidro, Jaén – Perú*. Jaén, Perú: Universidad Nacional de Jaén.
- Ñaupas, P. (2016). *Metodología de la investigación científica en Ingeniería* . Bogota: Limusa.
- OLADE, O. L. (2017). *Manual de Planificación Energética*.
- Ortega, W. (2019). *Handbook de Sistemas Fotovoltaicos* . SANTIAGO: TENIENTE.
- Pareja, A. (2020). *Técnicas de Conexión en Serie de Paneles Solares* . LOJA: CUENCA.
- Pintado, M. (2018). *Nuevas Tecnologías en la Fabricación de Paneles Fotovoltaicos*. SAN FRANCISCO: MINERVA.
- Promelsa. (2017). *Optimización de funcionamiento de Luminaria* . LIMA: PROMELSA.

- Reynaldo. (2018). Mantenimiento en Sub Estaciones Electricas. *Ingenieria del Mantenimiento*, 45, 61.
- Rio, P. (2019). *Rango de Produccion de Paneles fotovoltaicos*. LA PAZ: UROS.
- Rivera, P. (2016). *Optimizacion del despacho economica, caso subestaciones electricas de Potencia* . Miami: Willey.
- Rubio, J. (2017). *Medidas electricas en Paneles Foto voltaicos* . CONCEPCION : HUASCAR.
- Saldarriaga, M. (2019). *Tipos de Conexiones en Paralelo de Paneles Solares* . CARTAGENA: INDIAS.
- Sandia National Laboratories. (2017). *Photovoltaic Systems Reserch*. MARSELLA: FRANCE.
- Tarrillo Vásquez, K. A. (2019). *Utilización de la energía eólica y solar como fuente para el suministro de energía eléctrica al caserío Alto Pongoya en Chimban Provincia de Chota Departamento de Cajamarca*. Lambayeque, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO.
- Tassara, P. (2017). *Conexiones complejas en Paneles Solares Fotovoltaiicos* . VERACRUZ: CANCUN.
- Torres, Y. (2017). *Trasformadores de Potencia*. ambato: ECUACIER.
- Ugarriza, N. (2016). *Instrumentos para la investigacion Educacional*. Lima: UNMSM.
- Ventura, E. (2019). *Diseño y Fabricacion de Panleles Fotovoltaiicos* . PHONEIX: DHL.
- Villasante, M. (2013). *Diseño de un proyecto de Investigacion*. Cuzco: IIUR.
- Zeña, L. (2017). *Reflexiones acerca de la Determinacion de la Potencia Firme de Paneles solares* . SANTIAGO : COLLINS.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRÍZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Diseño de un Sistema Eólico de Generación Eléctrica</p>	<p>Un sistema eólico de generación eléctrica es un tipo de instalación que utiliza la energía cinética del viento para convertirla en energía eléctrica. Este sistema aprovecha la fuerza del viento para hacer girar las aspas de un aerogenerador o una turbina eólica, que a su vez acciona un generador eléctrico para producir electricidad.</p>	<p>Dimensionamiento de un sistema eólico</p>	<p>Velocidad del viento</p> <p>Irradiación solar</p> <p>Seleccionar el aerogenerador</p> <p>Selección de Controladores</p> <p>Baterías inversores</p>	<p>Razón</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p>
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Abastecer de energía a la iluminación externa de la Universidad Nacional de Jaén.</p>	<p>Proveer la electricidad necesaria para alimentar los sistemas de iluminación que se encuentran fuera de los edificios y en los espacios exteriores de la Universidad Nacional de Jaén. Esto implica proporcionar la energía eléctrica necesaria para encender y mantener funcionando las luces que iluminan los patios, jardines, calles, estacionamientos y otras áreas al aire libre de la universidad, tanto durante el día como por la noche.</p>	<p>Cálculo de la demanda eléctrica promedio estimada y la demanda máxima.</p>	<p>La energía diaria estimada promedio proyectada</p> <p>Máxima demanda</p>	<p>Intervalo</p> <p>Razón</p>

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 02

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR

NOMBRE DEL EVALUADO:

.....EDAD.....

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI		NO		EN TRÁMITE	
-----------	--	-----------	--	-------------------	--

2.. Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA		REGULAR		MALA	
--------------	--	----------------	--	-------------	--

E

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA		REGULAR		MALA	
--------------	--	----------------	--	-------------	--

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI		NO		ME DA IGUAL	
-----------	--	-----------	--	--------------------	--

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI		NO		ME DA IGUAL	
-----------	--	-----------	--	--------------------	--

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI		NO		NUNCA	
-----------	--	-----------	--	--------------	--

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI		NO		NI IDEA	
-----------	--	-----------	--	----------------	--

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI		NO		NI IDEA	
-----------	--	-----------	--	----------------	--

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI		NO		NO ME INTERESA	
-----------	--	-----------	--	-----------------------	--

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI		NO		NO ME INTERESA	
-----------	--	-----------	--	-----------------------	--

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI		NO		NO ME INTERESA	
-----------	--	-----------	--	-----------------------	--

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI		NO		NO ME INTERESA	
-----------	--	-----------	--	-----------------------	--

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Gracias por tu tiempo.

 Nombre del Entrevistado
 DNI:

ENCUESTA 01

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	9:00 AM / 22 / 08 / 2023	Jaén

NOMBRE DEL EVALUADO: Lucía Fernández González EDAD: 37

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		EN TRÁMITE	
----	-------------------------------------	----	--	------------	--

2.- Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA	<input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR		MALA	
-------	-------------------------------------	---------	--	------	--

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA		REGULAR		MALA	<input checked="" type="checkbox"/>
-------	--	---------	--	------	-------------------------------------

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		ME DA IGUAL	
----	-------------------------------------	----	--	-------------	--

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		ME DA IGUAL	
----	-------------------------------------	----	--	-------------	--

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NUNCA	
----	-------------------------------------	----	--	-------	--

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NI IDEA	
----	--	----	-------------------------------------	---------	--

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

Por supuesto. Con este proyecto estamos ayudando a muchos familias que no cuentan con energía eléctrica, sobre todo en zonas rurales.

Gracias por tu tiempo.



Nombre del Entrevistado
DNI: 43130513
Lucila Fernández González.

ENCUESTA 02

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	22/08/2023 9:30 AM	JAEN

NOMBRE DEL EVALUADO: MARCO PEREZ SILVA. EDAD: 53.

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		EN TRÁMITE	
----	-------------------------------------	----	--	------------	--

2.- Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA		REGULAR		MALA	
-------	--	---------	--	------	--

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA		REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>	MALA	
-------	--	---------	-------------------------------------	------	--

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		ME DA IGUAL	
----	-------------------------------------	----	--	-------------	--

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		ME DA IGUAL	
----	-------------------------------------	----	--	-------------	--

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NUNCA	
----	-------------------------------------	----	--	-------	--

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

INTERESANTE PUESTO QUE ES UNA FUENTE
DE ENERGIA ALTERNATIVA LIMPIA, ILIMITADA
Y DE BAJO COSTO Y CUYA INVERSION SE
PUEDE RECUPERAR EN EL CORTO O MEDIANO
PLAZO.

Gracias por tu tiempo.



Nombre del Entrevistado
DNI: 18072189
MARCO LUIS PEREZ SILVA

ENCUESTA 03

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	22/08/2023 9:45 AM	

NOMBRE DEL EVALUADO: FRANKLIN CRUZ DIAZ EDAD 30

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		EN TRÁMITE	
----	-------------------------------------	----	--	------------	--

2.. Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA		REGULAR		MALA	
-------	--	---------	--	------	--

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA	<input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR		MALA	
-------	-------------------------------------	---------	--	------	--

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	
----	--	----	-------------------------------------	-------------	--

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	
----	--	----	-------------------------------------	-------------	--

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NUNCA	
----	-------------------------------------	----	--	-------	--

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NI IDEA	
----	--	----	-------------------------------------	---------	--

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA
----	-------------------------------------	----	--	---------

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA
----	-------------------------------------	----	--	----------------

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA
----	-------------------------------------	----	--	----------------

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA
----	-------------------------------------	----	--	----------------

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA
----	-------------------------------------	----	--	----------------

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

La Novedad que se tiene que invertir en energías renovables para poder economizar y aportar al medio ambiente hay mucho calentamiento global con esto estaríamos aportando un grano de arena para reducir el calentamiento además Jaén tiene un buen clima solar para energías fotovoltaicas pero solo falta el fomento de energía renovable y así poder que invierta en energías renovables

Gracias por tu tiempo.

FRANKLIN ABIZ SAIZ

Nombre del Entrevistado

DNI: 47691071

ENCUESTA 04

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	22/08/23 9:50 AM	Jaén

NOMBRE DEL EVALUADO:
...Deivi Eric García Campos..... EDAD 43.....

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		EN TRÁMITE	
----	-------------------------------------	-------------------------------------	----	--	------------	--

2.. Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA	<input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR		MALA	
-------	-------------------------------------	---------	--	------	--

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA	<input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR		MALA	
-------	-------------------------------------	---------	--	------	--

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	
----	--	----	-------------------------------------	-------------	--

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	
----	--	----	-------------------------------------	-------------	--

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NUNCA	
----	-------------------------------------	----	--	-------	--

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

.....El tema es si sería económicamente eficiente la.....
.....aplicación actual de energías renovables en comparación.....
.....con el sistema actual.....
.....
.....
.....
.....
.....

Gracias por tu tiempo.

DEIBI E. GARCÍA CAMPOS

Nombre del Entrevistado

DNI: 80204224

ENCUESTA 05

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	22/08/22 10:00 AM	JAFU

NOMBRE DEL EVALUADO: MARIO FELIX OLIVERA ALDANA..... EDAD 58.....

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		EN TRÁMITE	
----	-------------------------------------	----	--	------------	--

2.- Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA		REGULAR		MALA	
-------	--	---------	--	------	--

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA	<input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR		MALA	
-------	-------------------------------------	---------	--	------	--

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	
----	--	----	-------------------------------------	-------------	--

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	
----	--	----	-------------------------------------	-------------	--

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NUNCA	
----	-------------------------------------	----	--	-------	--

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

... ES UN TIPO DE ENERGIA RENOVABLE, PERO DEPENDE
 ... DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO y LA ZONA NO ES
 ... PROPICIA EN ESTE CASO
 ... RECOMENDACION:
 ... UNA ENERGIA SOLAR ROTORICA SEA ADECUADA

Gracias por tu tiempo.

MARIO OLIVERA ALDANA

Nombre del Entrevistado

DNI: 17801976

ENCUESTA 06

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	22/08/23 11:10 AM	Jaén

NOMBRE DEL EVALUADO: Jorge Luis Alvarado López EDAD: 33

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	EN TRÁMITE	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	------------	--------------------------

2.. Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input type="checkbox"/>	MALA	<input type="checkbox"/>
-------	--------------------------	---------	--------------------------	------	--------------------------

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA	<input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR	<input type="checkbox"/>	MALA	<input type="checkbox"/>
-------	-------------------------------------	---------	--------------------------	------	--------------------------

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	-------------	--------------------------

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	-------------------------------------	-------------	--------------------------

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NUNCA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	-------	--------------------------

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NI IDEA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	---------	--------------------------

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

Sí es algo novedoso, e importante ya que la población necesita energía sustentable para su día a día.

Gracias por tu tiempo.



Nombre del Entrevistado
DNI: 46266187.

ENCUESTA 07

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	22/08/23 11:25 AM	JAE

NOMBRE DEL EVALUADO: Don Enrique Niemann Jorda EDAD 27

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	EN TRÁMITE	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	------------	--------------------------

2.- Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input type="checkbox"/>	MALA	<input type="checkbox"/>
-------	--------------------------	---------	--------------------------	------	--------------------------

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>	MALA	<input type="checkbox"/>
-------	--------------------------	---------	-------------------------------------	------	--------------------------

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	-------------	--------------------------

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	-------------------------------------	-------------	--------------------------

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NUNCA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	-------	--------------------------

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NI IDEA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	---------	--------------------------

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NI IDEA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	---------	--------------------------

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NO ME INTERESA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	----------------	--------------------------

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NO ME INTERESA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	----------------	--------------------------

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NO ME INTERESA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	----------------	--------------------------

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NO ME INTERESA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	----------------	--------------------------

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

Que es algo novedoso e importante para la sociedad

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Gracias por tu tiempo.



Nombre del Entrevistado
DNI: 74878565

ENCUESTA 08

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	23/08/23 09:30 AM	Jaén

NOMBRE DEL EVALUADO: Valery Zapata C. EDAD: 36

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		EN TRÁMITE	
----	-------------------------------------	----	--	------------	--

2.- Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA	<input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR		MALA	
-------	-------------------------------------	---------	--	------	--

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA		REGULAR		MALA	<input checked="" type="checkbox"/>
-------	--	---------	--	------	-------------------------------------

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI		NO		ME DA IGUAL	
----	--	----	--	-------------	--

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	
----	--	----	-------------------------------------	-------------	--

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NUNCA	
----	-------------------------------------	----	--	-------	--

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

Es algo importante difundir información sobre energía limpia y barata.

Gracias por tu tiempo.

Valery Zapata C.

Nombre del Entrevistado

DNI: 44273966

ENCUESTA 09

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	23/08/23 10:00	JAÉN

NOMBRE DEL EVALUADO:
Lina Isid Ruiz Navarrete EDAD 27 años

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		EN TRÁMITE	
----	-------------------------------------	----	--	------------	--

2.. Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA		REGULAR		MALA	
-------	--	---------	--	------	--

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA		REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>	MALA	
-------	--	---------	-------------------------------------	------	--

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		ME DA IGUAL	
----	-------------------------------------	----	--	-------------	--

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	
----	--	----	-------------------------------------	-------------	--

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NUNCA	
----	-------------------------------------	----	--	-------	--

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NI IDEA	
----	-------------------------------------	----	--	---------	--

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		NO ME INTERESA	
----	-------------------------------------	----	--	----------------	--

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

..... Considero que es una propuesta innovadora que permite apostar
 por procesos y tecnologías sostenibles.

Gracias por tu tiempo.



Nombre del Entrevistado
 DNI: 70041953
 Lina Lesli Ruiz Navarrete.

ENCUESTA 10

ENCUESTA TÉCNICA SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES A LA POBLACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Nº DE EXPEDIENTE	FECHA Y HORA DE LA ENCUESTA	LUGAR
	23/08/23 10:20 AM	JAÉN

NOMBRE DEL EVALUADO: Jaime Homeno Acosta EDAD 57

MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA:

1.- cuenta con Suministro Eléctrico en su domicilio:

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	EN TRÁMITE	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	------------	--------------------------

2.- Si eligió "NO", ¿Le gustaría contar con el servicio eléctrico con energías renovables?

BUENA	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input type="checkbox"/>	MALA	<input type="checkbox"/>
-------	--------------------------	---------	--------------------------	------	--------------------------

3.- Si eligió "SI", ¿cuál sería su opinión acerca del servicio brindado por la concesionaria del servicio eléctrico de su localidad?

BUENA	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>	MALA	<input type="checkbox"/>
-------	--------------------------	---------	-------------------------------------	------	--------------------------

4.- Si eligió "SI", ¿A tenido inconvenientes con el servicio brindado por su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	-------------	--------------------------

5.- En estos tiempos de Pandemias y de pocas oportunidades laborales en nuestro país, ¿Ud. Cree que nuestra economía nos permite solventar el pago del recibo del servicio eléctrico puntual?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	ME DA IGUAL	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	-------------------------------------	-------------	--------------------------

6.- ¿A escuchado Ud. sobre energías renovables, en este caso energía producida por la fuerza del viento, tiene conocimiento sobre esta tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NUNCA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	-------	--------------------------

7.- ¿Sabe Ud. ¿Que podría generar su propia energía eléctrica, con este tipo de tecnología?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	NI IDEA	<input type="checkbox"/>
----	-------------------------------------	----	--------------------------	---------	--------------------------

8.- ¿Estaría dispuesto a producir su propia energía sin tener que depender de su concesionaria?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NI IDEA
----	-------------------------------------	----	---------

9.- ¿Le gustaría implementar esta tecnología en su localidad?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO ME INTERESA
----	-------------------------------------	----	----------------

10.- ¿Ud. Invertiría en esta tecnología, sabiendo que es un Sistema rentable?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO ME INTERESA
----	-------------------------------------	----	----------------

11.- ¿Estaría de acuerdo en que se implemente esta tecnología en la Universidad Nacional de Jaén?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO ME INTERESA
----	-------------------------------------	----	----------------

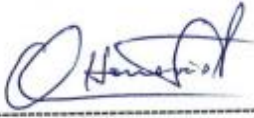
12.- ¿Le gustaría recibir más información sobre Energías Renovables, producidas por el Viento y también por el Sol?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NO ME INTERESA
----	-------------------------------------	----	----------------

13.- Cual sería su opinión sobre lo que estamos planteando con esta encuesta, ¿cree Ud. Que es algo novedoso, compártanos su opinión:

..... Sería algo favorable para reducir el impacto
..... al medio ambiente
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Gracias por tu tiempo.

Jaime Honorio Acosta 

Nombre del Entrevistado

DNI: 18 8476 47

ANEXO 03

Estación : JAEN , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : CAJAMARCA			Provincia : JAEN			Distrito : JAEN			Ir : 2021-12			
Latitud : 5° 40' 35.89"			Longitud : 78° 46' 26.96"			Altitud : 618						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Dic-2021	30.2	19.4	22	28	25.4	21	24	23	34.5	0	C	
02-Dic-2021	29.8	19	22	27.4	25	20.6	24	23	11	0	SW	2
03-Dic-2021	32.5	18.6	22	29	26.4	21	23	22	0	0	SW	2
04-Dic-2021	28.4	19	23.2	28	25	20.8	23	22.6	0	0	SW	2
05-Dic-2021	25	19.8	23	24	23.4	21.4	22	22	0	6.2	C	
06-Dic-2021	29.8	19.4	22.2	27	25.6	21.6	24	22.8	0	0	SW	2
07-Dic-2021	30	19.4	22.4	28.4	25.2	21.8	24	23	1.2	1.5	N	2
08-Dic-2021	32.2	19	22	30.4	25.6	21	24.4	23	0	0	SW	2
09-Dic-2021	31.2	21	23.2	29	25	22	24.2	22.8	0	0	SW	2
10-Dic-2021	32	20.2	23.2	28	25.2	22	24	22	0	1.6	N	2
11-Dic-2021	32.6	19.2	22.6	29	25.4	21.4	24.8	23	1.4	0	SW	2
12-Dic-2021	36	19.6	24	33	29	21.6	24	23.2	0	0	C	
13-Dic-2021	35	17.2	21	32.6	26.4	19.6	25	21.6	0	0	S	2
14-Dic-2021	34.2	20	22	32.6	26.2	21	24.6	22	0	0	SW	2
15-Dic-2021	33	20	24	32.4	25	22	24	21	0	0	SW	2
16-Dic-2021	28	20	23	25.4	23	21.6	23	22.2	0	3	SW	2
17-Dic-2021	30	19.4	22.4	29	25.4	21.4	24	22.6	1.5	0	SW	2
18-Dic-2021	29	20	23	28.2	23	21.6	23	22	0	5.2	SW	2
19-Dic-2021	31	19.2	22.2	30	26.2	21	24	22.8	5.3	0	SW	2
20-Dic-2021	33	19.8	22.6	30	26	21.6	24.2	23	2.8	0	SW	2
21-Dic-2021	32	20.6	23.2	30.4	26.4	22	25	23	12	1.4	C	
22-Dic-2021	32.4	20	23	31	25.6	22	24.8	22.8	0	0	SW	2
23-Dic-2021	33.4	19.2	22.4	32.2	26	21	25	23	19	0	SW	2
24-Dic-2021	33.6	18.4	21.4	30	26.2	20.4	24.6	23	0	0	SW	2
25-Dic-2021	34.4	19	23	32	27	22	25	23	0	0	SW	2
26-Dic-2021	35	19.2	21.6	33.6	27	20	25.4	23	2	0	SW	2
27-Dic-2021	35.6	21	24	33.2	28	22.2	25.6	23	0	0	SW	2
28-Dic-2021	31.4	21.2	24.2	31	26	22.6	25.2	23	0	0	SW	2
29-Dic-2021	31.2	20.2	23	30	27	21.8	24.4	23	0	0	SW	2
30-Dic-2021	31	20	24	28	26	22	24	22.8	0	0	SW	2
31-Dic-2021	34	18.6	21.2	32.4	28	20	25.4	23	0	0	C	

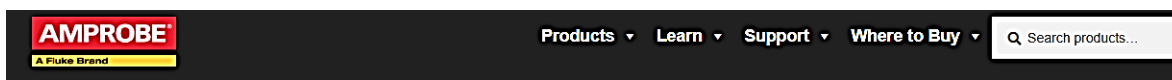
* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

* Informacion sin Control de Calidad

* El uso de esta Informacion es bajo su entera Responsabilidad

ANEXO 04

AMPROBE TMA 10



Home > HVAC Tools > Anemometers > Amprobe TMA10A Anemometer with Flexible Precision Vane



Amprobe TMA10A Anemometer with Flexible Precision Vane

★★★★★ (3 customer reviews)

- Measure air velocity or air flow
- RS232 interface output with optional software and cable, TM-SWA
- Continuous moving average for up to 2 hours
- MIN/MAX/AVG reading on a single point
- Air Velocity average for multiple points
- Data Hold to freeze measurement display of both readings
- Auto power off function
- Obtain air flow (CFM) average for multi-point

WHERE TO BUY

2847795 SKI: Category: Anemometers

Especificaciones

Función	Rango	Mejor precisión
Velocidad del aire	0,40 → 25,00 m/s	+/- 2% de la escala completa
	125 → 4900 pies/min	+/- 2% de la escala completa
Flujo de aire	0,01 → 99,99 m3/seg	0 → 9,999 metros
	1 pie → 9999 cfm	0 → 9,999 pies
Temperatura del aire °F (°C)	32 °F → 122 °F (0 °C a 50 °C)	+/- 0,8 °C (1,5 °F)

Especificaciones	
Mostrar	LCD dual de 4 dígitos (9999 recuentos)
Temperatura de funcionamiento	32 °F a 122 °F (0 °C a 50 °C)
Humedad de funcionamiento	Máx. 80 % humedad relativa
Fuente de alimentación	Batería de 9 V (alcalina de alta resistencia)

ANEXO 05

MEMORIA DESCRIPTIVA DE INSTALACIONES ELECTRICAS

1. PROYECTO

"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADEMICOS Y ADMINISTRATIVOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

2. CODIGOS Y REGLAMENTOS

Los códigos y Reglamentos a aplicar serán como requerimiento mínimo según las últimas ediciones y/o enmiendas de los siguientes:

- El Código Nacional de Electricidad del Perú (CNE).
- Normas Técnicas peruanas (NTP).
- Normas DGE del MEM vigentes. Y
- Reglamento Nacional de Edificaciones.

Así mismo se deberá cumplir con todo lo especificado en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad-2013 (RESESATE 2013) Cuando sea requerido podrá emplearse las normas, recomendaciones y guías equivalentes de los siguientes Códigos y Estándares Alternativos equivalentes:

- CSA Canadian Standards Association
- DIN Deutsche Industrie Normen
- IEC International Electro technical Commission
- AS Standard Australia

3. UBICACIÓN

El Proyecto está localizado en:

Región : Cajamarca

Provincia : Jaén

Distrito : Jaén

Localidad : Jaén

4. ALCANCE DEL PROYECTO

El objetivo de los Planos y Especificaciones Técnicas complementadas por la presente Memoria Descriptiva, es mostrar el sistema eléctrico completo.

El presente proyecto comprende lo siguiente:

Suministro e instalación de los Tableros Generales ubicados en la sub-estaciones, los alimentadores, sub alimentadores, tableros y sub-tableros, circuitos derivados, sistema de protección, sistema de puesta a tierra.

Suministro e instalación de materiales para la ejecución de todas las salidas de alumbrado, tomacorrientes, tomacorriente estabilizadas etc.

Suministro e instalación de materiales para la ejecución de las salidas eléctricas y electroductos (tuberías, cajas y cables).

Suministro e instalación de los artefactos de alumbrado indicados en los planos del proyecto.

Suministro e instalación Luces de Emergencia

Suministro e instalación de los artefactos de sistema contar incendio indicados en los planos del proyecto.

Suministro e instalación de los artefactos de aire acondicionado indicados en los planos del proyecto.

Pruebas y puesta en servicio del sistema eléctrico ejecutado.

5. ESPECIFICACIONES Y PLANOS

El carácter general y alcances de los trabajos, están ilustrados en los diversos planos de instalaciones y las especificaciones técnicas respectivas.

Detalles menores de trabajo y materiales no usualmente mostrados en planos, especificaciones y metrados, pero necesarias para la instalación deben ser incluidos en el trabajo del Contratista, de igual manera que si hubiere sido mostrado en los documentos mencionados.

6. DESCRIPCION DEL PROYECTO

6.1. SUMINISTRO ELECTRICO

Por el mejoramiento de la Universidad Nacional de Jaén, el suministro eléctrico será en MT, el otorgamiento de la Factibilidad de suministro y Fijación del Punto de diseño correspondiente al presente proyecto, ha sido otorgada por **Electro Oriente**, el punto de entrega es la estructura de concreto existente de MT identificada con código N° E-68, que se ubica en la carretera Jaén San Ignacio que pertenece al alimentador de MT JAE-201, cuya tensión es 22.9 kV-Trifásico-3 hilos,

Para el suministro de energía eléctrica a cada uno de los ambientes de la universidad de Jaén, se diseñarán dos subestaciones de MT (Ver Expediente de MT), donde estarán ubicados los Tableros Generales en baja tensión que alimentaran eléctricamente a cada uno de las instalaciones de la universidad, que será a un nivel de tensión 380V-220V, 3Ø.

Máxima Demanda calculada en el presente proyecto es de 2193.14 kW se está asumiendo un factor de simultaneidad de 0.80 por lo tanto la carga a contratar deberá ser de 1754.51

CUADRO DE CARGAS GENERAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN				
ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA (KW)	FD	MAXIMA DMANDA (KW)
1	POOL DE AULAS	126.58	1.00	126.58
2	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	349.87	1.00	349.87
3	FACULTAD DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS	274.36	1.00	274.36
4	FACULTAD DE TECNOLOGIA MEDICA	268.40	1.00	268.40
5	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	271.10	1.00	271.10
6	FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL	268.40	1.00	268.40
7	ILUMINACION EXTERIOR	21.92	1.00	21.92
8	ADMINISTRACION	228.60	1.00	228.60
9	BIBLIOTECA	144.30	1.00	144.30
10	COMEDOR	58.17	1.00	58.17
11	AUDITORIO	25.50	1.00	25.50
12	ESTADIO	27.35	1.00	27.35
13	CISTERNAS	25.36	1.00	25.36
14	RESERVA	103.23	1.00	103.23
POTENCIA INSTALADA		2193.14		
MAXIMA DEMANDA (MD)				2193.14
FACTOR DE SIMULTANEIDAD (fs)				0.80
CARGA CONTRATADA (MDxfs)				1754.51

Que serán repartidas en dos subestaciones, que a continuación se muestra en el siguiente cuadro de cargas.

CUADRO DE CARGAS DE LA SUBESTACION N°1 DE LA UNIVERSIDAD DE JAEN				
ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA (KW)	FD	MAXIMA DMANDA (KW)
1	ADMINISTRACION	228.60	1.00	228.60
2	COMEDOR	58.17	1.00	58.17
3	BIBLIOTECA	144.30	1.00	144.30
4	AUDITORIO	25.50	1.00	25.50
5	ESTADIO	27.35	1.00	27.35
6	ILUMINACION EXTERIOR	11.80	1.00	11.80
7	CISTERNA 1	8.95	1.00	8.95
8	CISTERNA 2	8.95	1.00	8.95
9	RESERVA	25.68	1.00	25.68
POTENCIA INSTALADA		539.31		
MAXIMA DEMANDA (MD)				539.31
FACTOR DE SIMULTANEIDAD (fs)				0.80
CARGA CONTRATADA (MDxfs)				431.45

CUADRO DE CARGAS DE LA SUBESTACION N°2 DE LA UNIVERSIDAD DE JAEN				
ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA (KW)	FD	MAXIMA DMANDA (KW)
1	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	349.87	1.00	349.87
2	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	271.10	1.00	271.10
3	FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL	268.40	1.00	268.40
4	FACULTAD DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS	274.36	1.00	274.36
5	FACULTAD DE TECNOLOGIA MEDICA	268.40	1.00	268.40
6	POOL DE AULAS	126.58	1.00	126.58
7	ILUMINACION EXTERIOR	10.12	1.00	10.12
8	CISTENA 3	7.46	1.00	7.46
9	RESERVA	78.81	1.00	78.81
POTENCIA INSTALADA		1655.09		
MAXIMA DEMANDA (MD)				1655.09
FACTOR DE SIMULTANEIDAD (fs)				0.80
CARGA CONTRATADA (MDxfs)				1324.07

6.2. TABLEROS ELECTRICOS

Estarán constituidos por gabinetes metálicos, con puerta, cerradura, barras de cobre, interruptores diferenciales e interruptores Termomagnético caja moldeables y del tipo riel DIN, para los Tableros eléctricos TG de cada uno los ambientes de la universidad.

Estos tableros tienen la función de servir como medio de maniobra y protección de los alimentadores y circuitos derivados proyectados en el presente proyecto en cumplimiento CNE-Utilización (Regla 150-400).

6.3. CIRCUITOS DERIVADOS

Desde cada uno de los tableros proyectados, se ha previsto la instalación de los diferentes circuitos derivados de alumbrado, tomacorrientes, etc., los cuales estarán constituidos por tuberías de plástico pesado, alambres ó cables de los tipos indicados y accesorios diversos y se instalarán de acuerdo a lo proyectado en los planos del presente proyecto.

6.4. ILUMINACION

La iluminación en general se hará por medio de artefactos con lámparas fluorescentes lineales, circulares de nueva generación con equipos de alto factor de potencia y de arranque normal, así como con artefactos del tipo spot light. Los cuales se controlarán por medio de interruptores unipolares indicados en los planos y se emplearán interruptores bipolares solo para los proyectores instalados de acuerdo a lo proyectado en plano.

6.5. ILUMINACION DE LA CANCHA DEL ESTADIO

La iluminación de la cancha deportiva se hará por medio de reflectores Integrados con Lámpara de Halogenuro Metálico de 400W, con flujo luminoso de 35000 lm, serán montados en poste de 18 metros que estarán ubicados a 15m con respecto al NPT, como se muestra en los planos

6.6. TOMACORRIENTES

Todos los tomacorrientes deberán ser dobles, de norma americana y de doble espiga con toma a tierra, serie pesada, con tapa plástica que evite cruces accidentales entre línea y tierra, debiendo instalarse de modo tal que no alteren la estética del local. En caso de cableado externo, debe ir en su caja galvanizada de protección.

6.7. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA.

El sistema que permite conducir y/o disipar los tipos de corriente eléctrica de falla.

Los pozos de tierra estarán ubicados en el exterior de cada edificación, cumpliendo de antemano las normas y pruebas técnicas que se requieren para el sistema.

El sistema de puesta a tierra consistirá de pozo de puesta a tierra de una profundidad 2.40m en donde estará el electrodo de cobre clavado en una tierra mezclada con dos dosis de bentonita colocada compactadamente en el pozo y protegidos por una tapa de concreto.

El cable de protección a Tierra llega junto con el alimentador principal. Es del tipo NH80 de sección de acuerdo a lo que se indica en el diagrama unifilar que se muestra en los planos.

Para puesta a tierra de equipos en 220V se tendrá un sistema de puesta a tierra, con una resistencia que será igual o menor a 20 ohmios.

7. PLANOS

Además de esta Memoria Descriptiva, el Proyecto se integra con los planos y las especificaciones técnicas, los cuales tratan de presentar y describir un conjunto de partes esenciales para la operación completa y satisfactoria del sistema eléctrico propuesto debiendo por lo tanto, el Contratista suministrar y colocara todos aquellos elementos necesarios para tal fin, estén o no específicamente indicados en los planos o mencionados en las especificaciones.

En los planos se indica el funcionamiento general de todo el sistema eléctrico, disposición de los alimentadores, ubicación de circuitos, salidas, interruptores, etc., así como el detalle de los tableros eléctricos proyectados.

Las ubicaciones de las salidas, cajas de artefactos y otros detalles mostrados en planos, son solamente aproximados.

La posición definitiva se fijará después de verificar las condiciones que se presenten en la obra.

8. SIMBOLOS

Los símbolos que se emplearán, corresponden a los indicados en la Norma DGE - Símbolos Gráficos en Electricidad, aprobada por R.M. N° 091-2002-EM/VME, los cuales se encuentran descritos en la Leyenda respectiva.

9. PRUEBAS

Antes de la colocación de los artefactos de alumbrado y demás equipos se efectuarán pruebas de resistencia de aislamiento en toda la instalación.

Valores de aislamiento aceptables.

La resistencia, medida con megóhmetro y basada en la capacidad de corriente permitida para cada conductor, debe ser por lo menos:

- a) Para circuitos de conductores de sección hasta 4 mm²: 1'000,000 Ohmios.
- b) Para circuitos de conductores de secciones mayores de 4 mm², de acuerdo a la siguiente tabla:
- 21 a 50 Amp. Inclusive 250,000 Ohms.
 - 51 a 100 Amp. Inclusive 100,000 Ohms.
 - 101 a 200 Amp. Inclusive 50,000 Ohms.
- c) Los valores indicados se determinarán con el tablero de distribución, portafusibles, interruptores y dispositivos de seguridad en su sitio.
- d) Cuando estén conectados todos los portafusibles receptáculos, artefactos y utensilios, la resistencia mínima para los circuitos derivados que dan abastecimiento a estos equipos deberán ser por lo menos la mitad de los valores indicados anteriormente.

10. BASES DE CÁLCULO

El Proyecto ha sido realizado, teniendo en cuenta las indicaciones dadas en el Código Nacional de Electricidad, Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley N° 28544 y su reglamento.

ANEXO 06

Especificaciones Técnicas de Luminaria SmartBright Road

SmartBright Road

BRP130 LED88/WW 70W 220-240V DM GM

8800 lm - 70 W - 3000 K

SmartBright Road es ideal para calles nuevas y para renovar instalaciones existentes, esta gama asequible de soluciones de iluminación combina una luz limpia y de alta calidad con ahorros de energía importantes y mantenimiento reducido.

Datos del producto

Funcionamiento de emergencia		Material de cubierta/lente óptico	
Color de la fuente de luz	Blanco cálido	Policarbonato	
Controlador incluido	Si	Longitud total	383 mm
Tipo de cubierta/lente óptico	Recipiente transparente con cubierta transparente	Ancho total	249 mm
Interfaz de control	-	Altura total	85 mm
Conexión	Bloque de conexión con tornillos de 3 polos	Área proyectada efectiva	0,08 m ²
Cable	Cable de 0,5 m sin enchufe	Color	Gris
Clase de protección IEC	Clase de seguridad I		
Mecánicos y de carcasa		Aprobación y aplicación	
Tensión de entrada	220-240 V	Código de protección de ingreso	IP66 [Protección contra el ingreso de polvo, a prueba de chorro de agua]
Frecuencia de entrada	50 o 60 Hz	Código de protección de impacto mec.	IK08 [5 J protección contra vandalismo]
Corriente de irrupción	15 A		
Factor de potencia (mín.)	0.9	Información general	
		Initial luminous flux (system flux)	8800 lm
		Tolerancia del flujo luminoso	+/-10%
		Eficacia de la luminaria LED inicial	125 lm/W
		Temperatura de color correlacionada inic.	3000 K
		Init. Color Rendering Index	>70
		Cromaticidad inicial	7
		Potencia de entrada inicial	70 W
Controles y regulación			
Con regulación de intensidad	No		
Datos técnicos de la luz			
Material de la carcasa	Aluminio		

Especificaciones Técnicas de Luminarias Green Visión Xceed Gen2 Modelo BRP381 LED138/WW 105W 220-240V DM PSR.

Datos del producto

Funcionamiento de emergencia		Clase de protección IEC	Clase de seguridad I
Color de la fuente de luz	730 blanco cálido	Salida lumínica constante	No
Fuente de luz reemplazable	No		
Controlador/unidad de potencia/transformador	Fuente de alimentación reguladora	Mecánicos y de carcasa	
Controlador incluido	Si	Tensión de entrada	220 a 240 V
Tipo de cubierta/lente óptico	Óptica de microlente de policarbonato	Frecuencia de entrada	50 o 60 Hz
Interfaz de control	Analógico	Factor de potencia (mín.)	0.9
Conexión	-		
Cable	-		

Especificaciones de Luminarias Road Flair Gen2.

Road Flair Gen2 BRP491 LED115/NW 80W 220-240V DM GM 11500 lm - 80 W -
4000 K

Datos del producto

Funcionamiento de emergencia		Controles y regulación	
Color de la fuente de luz	740 blanco neutro	Con regulación de intensidad	Si
Controlador incluido	Si		
Tipo de cubierta/lente óptico		Datos técnicos de la luz	
Tipo de cubierta/lente óptico	Óptica de microlente de policarbonato	Material de la carcasa	Aluminio fundido a presión
Interfaz de control	Análogo	Material de cubierta/lente óptico	Policarbonato
Conexión	Bloque de conexión con tornillos de 3 polos	Longitud total	355 mm
Cable	-	Ancho total	230 mm
Clase de protección IEC	Clase de seguridad I	Altura total	136 mm
Mecánicos y de carcasa		Color	Aluminio y gris
Tensión de entrada	220 a 240 V		
Frecuencia de entrada	50 o 60 Hz	Aprobación y aplicación	
Factor de potencia (mín.)	0.95	Código de protección de ingreso	IP66 [Protección contra el ingreso de polvo, a prueba de chorro de agua]

ANEXO 07

ANÁLISIS DE VALORES DE LOS EXPONENTES DE HELLMAN

Exponentes de Hellman	
Sectores planos con hielo o hierba	0.08 / 0.12
Sectores planos (mar y costa)	0.14
Sectores poco abruptos	0.13 / 0.16
Sectores rurales	0.2
Sectores abruptos o con poca vegetación alta	0.2 / 0.26
Sectores muy abruptos y Ciudades	0.25 / 0.4

Fuente: Atlas Eólico del Perú (MEM, 2016)

ANEXO 08



Aerogenerador Bornay 6000

Manual de Usuario

Montaje
Operación
Mantenimiento

ESP

Owner's Manual

Installation
Operation
Maintenance

GB



Nº Serie / Serial #	Voltaje / Voltage

Bornay Aerogeneradores, sl.u

P.I. Riu, Cno. del Riu, s/n
03420 Castalla (Alicante) España

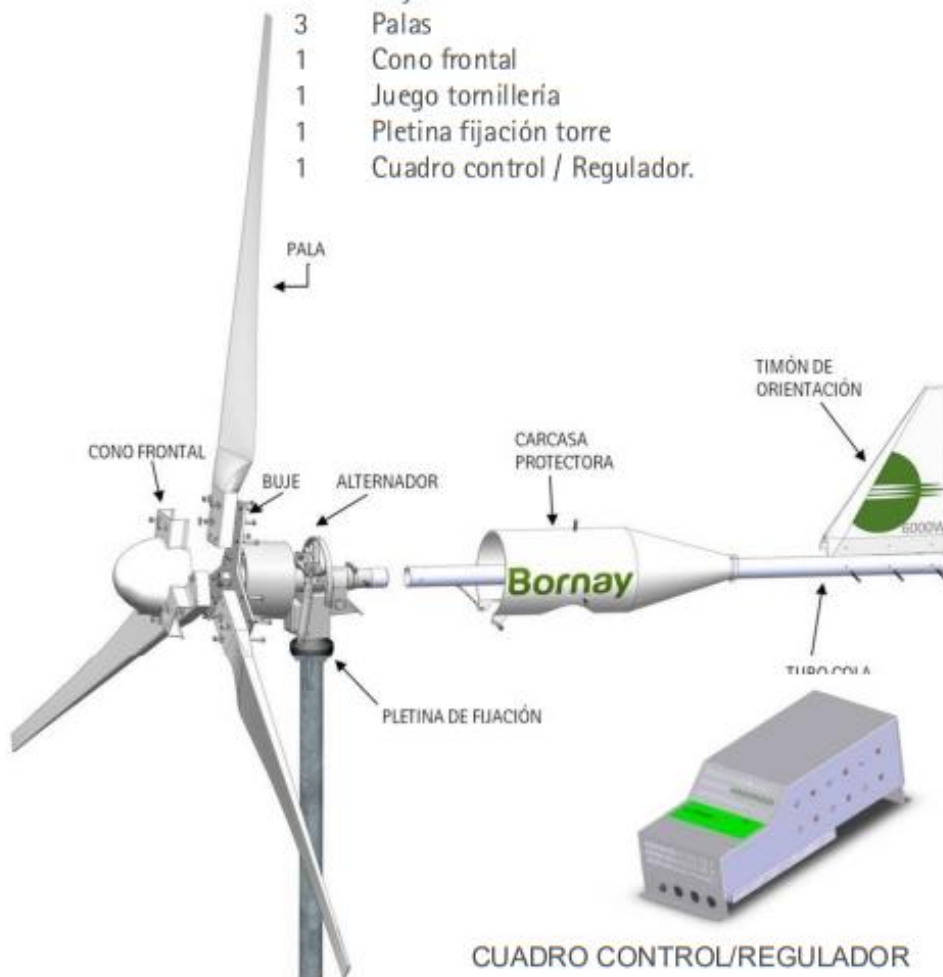
Tel. +34/965560025
Fax +34/965560752

bornay@bornay.com
www.bornay.com

Componentes del aerogenerador

Junto a esta documentación, dentro del embalaje original, encontrará el siguiente material, el cual puede estar ensamblado en parte:

- 1 Timón de orientación
- 1 Tubo Cola
- 1 Carcasa protectora
- 1 Alternador
- 1 Buje
- 3 Palas
- 1 Cono frontal
- 1 Juego tomillería
- 1 Pletina fijación torre
- 1 Cuadro control / Regulador.



ESP

Datos técnicos

Bornay 6000

Especificaciones técnicas

Número de hélices	3
Diámetro	4 mts.
Material	Fibra de vidrio / carbono
Dirección de rotación	Anti-horaria

Especificaciones eléctricas

Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia nominal	6000 W
Voltaje	48, 120 v.
RPM	@ 600
Regulador	48v 150 Amp 120v Conexión a red

Velocidad de viento

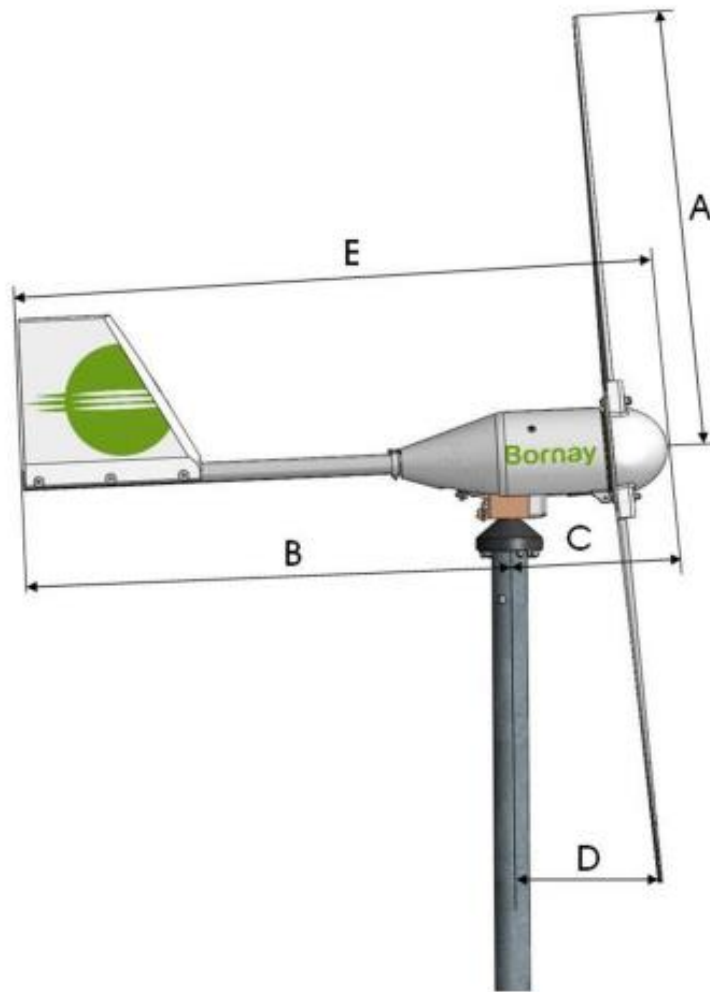
Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima	60 m/s

Especificaciones físicas

Peso aerogenerador	107 Kg
Peso regulador	18 Kgr
Embalaje	1200 x 800 x 800 mm. – 149 Kg
Dimensiones – peso	2600 x 400 x 150 mm – 22 Kg
Total	0.91 m ³ – 171 Kgr.
Garantía	3 años

Modelo	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)
Bornay 600	1000	1120	350	360	1470
Bornay 1500	1430	1670	370	470	2040
Bornay 3000	2000	2140	470	645	2610
Bornay 6000	2000	2640	495	645	3135

ESP



Emplazamiento del aerogenerador

La energía que se puede captar del viento es proporcional al cubo de su velocidad, esto es, cuando la velocidad del viento se duplica, la potencia que se puede producir con un aerogenerador es hasta ocho veces superior.

⚠ ATENCIÓN:

Para más información sobre la influencia de obstáculos vea el Anexo 2.

ESP

Por ello, interesa, instalar el aerogenerador en un lugar donde el viento sople con la mayor velocidad y constancia posibles. La velocidad del viento depende en gran medida del terreno sobre el que se mueve el aire; la vegetación, tipo de terreno, construcciones cercanas, etc., frenan el viento y producen turbulencias.

El lugar idóneo para un aerogenerador, es una zona libre de obstáculos, y lo más alto posible respecto de los obstáculos.

Montaje

Antes de empezar, se deben de tener en cuenta los pasos a seguir para el correcto montaje del aerogenerador y tomar una serie de precauciones importantes.



Las precauciones a seguir deben de ser:

- No planifique la instalación del aerogenerador en días de viento.
- No deje el generador funcionando libremente. Con el aerogenerador funcionando libremente, el sistema de frenado automático por inclinación no funciona, esto podría producir daños irreparables en el aerogenerador.
- Utilice el cableado adecuado.

La Torre

Es aconsejable colocar el aerogenerador sobre una torre independiente separada de la vivienda para evitar que esta pueda provocar turbulencias, así como cualquier tipo de vibración que pueda ser transmitida a la vivienda.

El anclaje de la torre se realizará según el tipo a instalar, sujeta al suelo firmemente, generalmente con una cimentación de hormigón, totalmente vertical y nivelada, para evitar un mal funcionamiento de su aerogenerador.

⚠ ATENCIÓN:

En todo momento se debe de comprobar que la torre quede totalmente vertical y nivelada.

ESP

En el caso de torres de poca base que precisen tensores, una vez anclada la base y colocada la torre, se le colocarán 3 ó 4 tensores cuyos soportes se anclarán firmemente al suelo, generalmente con una base de hormigón.

La torre debe quedar totalmente inmóvil y consistente.

Los tensores deberán ser cables de acero de 6 a 10 mm. de grosor, y su sujeción a la torre en la parte alta deberá estar por debajo del diámetro de las hélices.

Para una mayor seguridad eléctrica es recomendable la instalación de una placa toma-tierra conectada a la base de la torre y situada a unos metros de la base de la misma.

No es recomendable la instalación de para-rayos cercanos, dentro del área del aerogenerador.



⚠ ATENCIÓN:

El aerogenerador debe girar libremente 360° sin que llegue a rozar con ningún obstáculo.

⚠ PRECAUCIÓN:

Cualquier objeto que entre en contacto con las hélices en movimiento, puede dañarlas y desequilibrarlas.



Una vez instalado el aerogenerador sobre la torre, debe de comprobarse que este es capaz de girar libremente y que no existe ningún obstáculo dentro del diámetro de las hélices.

Las hélices ante la presión del viento pueden llegar a tener una torsión de hasta 15 cm, por lo que es necesario que entre las hélices y el punto más cercano exista como mínimo una distancia de 20 cm.

⚠ PRECAUCIÓN:

Cualquier objeto que entre en contacto con las hélices en movimiento, puede dañarlas y desequilibrarlas.

Cableado eléctrico

Previo a la instalación del aerogenerador y una vez instalada la torre, debe de realizarse el cableado eléctrico.

⚠ ATENCIÓN:

No instalar el aerogenerador sin conectar primero las baterías y el regulador.

⚠ PRECAUCIÓN:

No invertir la polaridad.

Utilice el cableado adecuado.

El primer paso en el conexionado eléctrico, es colocar el banco de baterías adecuado, en su configuración correcta y conexionado conforme a las especificaciones del fabricante, obteniendo como resultado el voltaje y capacidad adecuados para la instalación que vamos a realizar.

Existen diferentes tipologías de baterías, en el caso de instalaciones domésticas híbridas eólico / solares, se recomienda el uso de baterías de plomo ácido abiertas, y en función de las capacidades de carga de la instalación, se precisan de unos requisitos mínimos de instalación para asegurar el correcto funcionamiento y la durabilidad de la instalación.

Las recomendaciones mínimas de instalación así como del cableado entre la batería y el regulador son:

Modelo	Cable Batería	Batería Mínima
Bornay 600 / 12V	16 mm ²	550 Ah C ₁₀₀
Bornay 600 / 24V	16 mm ²	250 Ah C ₁₀₀
Bornay 600 / 48V	10 mm ²	150 Ah C ₁₀₀
Bornay 1500 / 24V	25 mm ²	660 Ah C ₁₀₀
Bornay 1500 / 48V	16 mm ²	350 Ah C ₁₀₀
Bornay 3000 / 24V	35 mm ²	1100 Ah C ₁₀₀
Bornay 3000 / 48V	25 mm ²	600 Ah C ₁₀₀
Bornay 6000 / 48V	50 mm ²	1200 Ah C ₁₀₀

⚠ ATENCIÓN:

Se recomienda el uso de baterías estacionarias de Plomo Ácido abiertas

⚠ PRECAUCIÓN:

El uso de una batería inadecuada puede provocar daños irreparables en su aerogenerador

Con la batería adecuada seleccionada y montada en la instalación, se procederá a instalar el regulador sobre la pared, este se fijará a través de los cuatro orificios situados en la carcasa metálica del mismo, dos superiores y dos inferiores. La fijación a la pared se hará mediante tirafondos y tacos plásticos.

El regulador posee unas resistencias internas de disipación, y la parte superior del regulador puede calentarse en día de viento, una vez las baterías están cargadas.

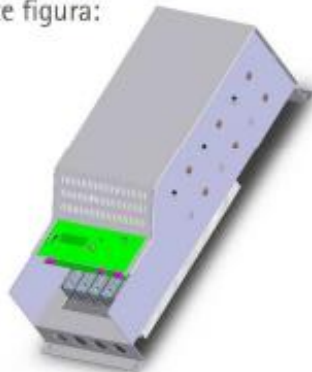
⚠ PRECAUCIÓN:

El regulador dispone de resistencias internas. No cubrir la parte superior. Instalar en un lugar ventilado.

No cubrir la parte superior del regulador, los orificios de la tapa superior deben de estar descubiertos para una correcta ventilación.



Para la instalación del regulador, levantar la tapa inferior del regulador (sólo la pequeña que forma un ángulo de 90°) quitando los cuatro tornillos que la sujetan. De este modo, el regulador quedará tal y como se muestra en la siguiente figura:

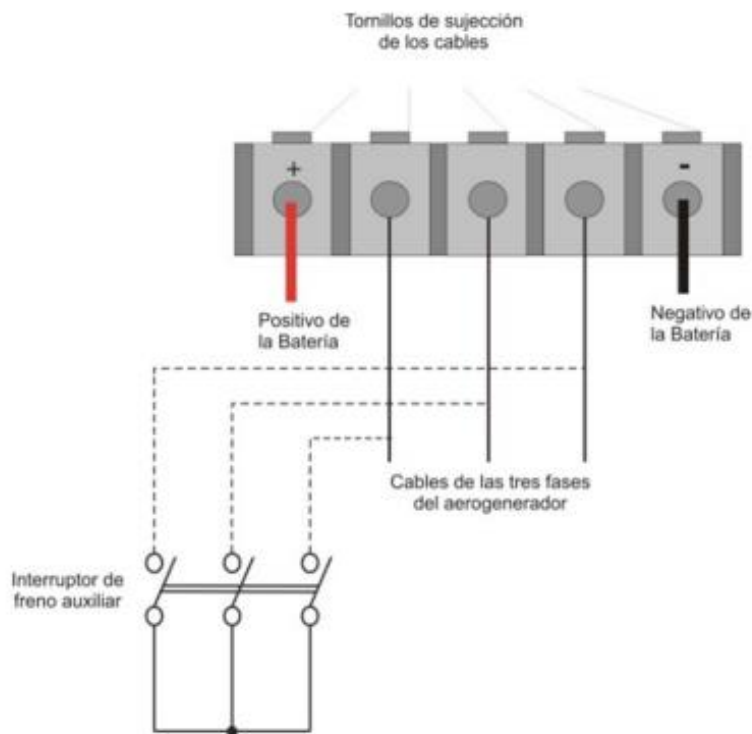


⚠ PRECAUCIÓN:

No invertir la polaridad. Un cambio de polaridad puede dañar el regulador.

A la hora de conectar el regulador se han de seguir los siguientes pasos:

- Conecte el negativo de la batería al regulador (Asegure la correcta polaridad).
- Conecte el cable del positivo de la batería al regulador (Asegure la correcta polaridad).
- Conecte los cables trifásicos del aerogenerador al regulador. Por tratarse de una conexión trifásica alterna no importa el orden de los cables. Esta conexión se realiza previa al montaje del aerogenerador, de lo contrario el aerogenerador debe de estar frenado.



En el caso de que haya que desconectar el regulador por algún motivo, durante la instalación o durante la vida útil de su instalación, se han de seguir los pasos siguientes:

- Cortocircuite el aerogenerador, juntando los tres cables de bajada dejándolo frenado.

- Compruebe que el aerogenerador está **totalmente frenado** y desconecte los cables del aerogenerador.
- Desconecte el cable del positivo de la batería.
- Desconecte por último el cable negativo.

Una vez instaladas las baterías y conexionado el regulador, pasaremos a cablear entre el regulador y la puntera de la torre donde se instalará el aerogenerador.

ESP

Con el fin de minimizar pérdidas eléctricas, la distancia entre el aerogenerador y el cuadro de regulación deberá ser la menor posible, sin superar en ningún caso los cien metros.

Para determinar la sección del cable de bajada que se debe utilizar, en función de las características del aerogenerador y la distancia que le separa de su cuadro de control, véase la siguiente tabla para cable conductor de cobre:

Modelo	Iac x fase (A)	0-20 mts	20-40 mts	40-60 mts	60-80 mts	80-100 mts
Bornay 600 / 12v	17	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
Bornay 600 / 24v	8.8	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 600 / 48v	4.5	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
Bornay 1500 / 24v	22	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 1500 / 48v	11	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 3000 / 24v	42	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
Bornay 3000 / 48v	21	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
Bornay 6000 / 48v	42	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²

A continuación se muestra la equivalencia entre las secciones en mm² y AWG y los diámetros correspondientes a esas secciones en mm y en pulgadas.

Sección mm ²	4	6	10	16	25	35	50
Sección AWG	11	9	7	5	3	1	0
Diámetro (mm)	2.26	2.76	3.57	4.51	5.64	6.68	7.98
Diámetro (in)	0.088	0.108	0.141	0.178	0.222	0.263	0.314

ANEXO 09

Batería estacionaria 48V BAE 8 PVS 1200 de 1160 Ah en C100

[Opina sobre este producto](#)

Batería estacionaria BAE 8 PVS 1200 de 48v y 1160Ah en C100. para almacenamiento de energía eléctrica en instalaciones aisladas con un consumo elevado.

Su excelente calidad le aportan un elevado número de ciclos de carga y son capaces de soportar elevadas profundidades de descarga lo cual aporta una elevada autonomía a la instalación. Con **8000 ciclos con una profundidad de descarga del 20%**, la batería estacionaria BAE de 48 voltios ofrece una larga durabilidad de entre 15 y 20 años.



Capacidad de la batería BAE 8 PVS 1200

C100: 1160Ah

C10: 886Ah

Diseño:

Placa positiva- gran resistencia a la corrosión gracias a la placa positiva tubular protegida con funda de poliéster y rejilla de aleación de bajo contenido en antimonio

Placa negativa- placa rejilla hecha con un material de larga duración y con una aleación con bajo contenido en antimonio

Separación- mediante un separador microporoso

Electrolito- Ácido sulfúrico con una densidad de 1.24 kg/l a 20°C

Contenedor- muy resistente a los impactos y transparente. SAN y UL-94 rating: HB

Tapones- con laberinto para detener aerosoles; opcionalmente se pueden suministrar tapones cerámicos de ventilación con o sin embudo

Bornes BAE Panzerpol- 100% resistentes a gas y electrolito, deslizante, revestimiento de plástico

Protección - IP 25 conforme a la norma DIN 40050, protección contra contactos conforme a la norma VBG 4

*Con el sistema de **válvula reguladora llamada Panzerpole** que evita el levantamiento del polo positivo por sulfatación y que acaba rompiendo la batería.

Número de ciclos de una batería y profundidad de descarga

Se denomina **ciclo** de una batería a la sucesión de una **descarga** seguida de su posterior **recarga** hasta recuperar completamente la energía extraída. Se denomina **profundidad de descarga** a la relación entre la **capacidad nominal** de la batería y la **capacidad descargada**.

Cuanto **mayor sea la profundidad de descarga, menor será la cantidad de ciclos** que la batería podrá entregar. Además **profundidades de descarga elevadas pueden llegar a deteriorar la batería**. Por ejemplo, una batería de coche que haya sido descargada al 80% sufrirá daños irreversibles y acortará su vida significativamente. Las baterías especiales para instalaciones solares se denominan de descarga profunda, pudiendo tener descargas de hasta el 80% sin dañarse.

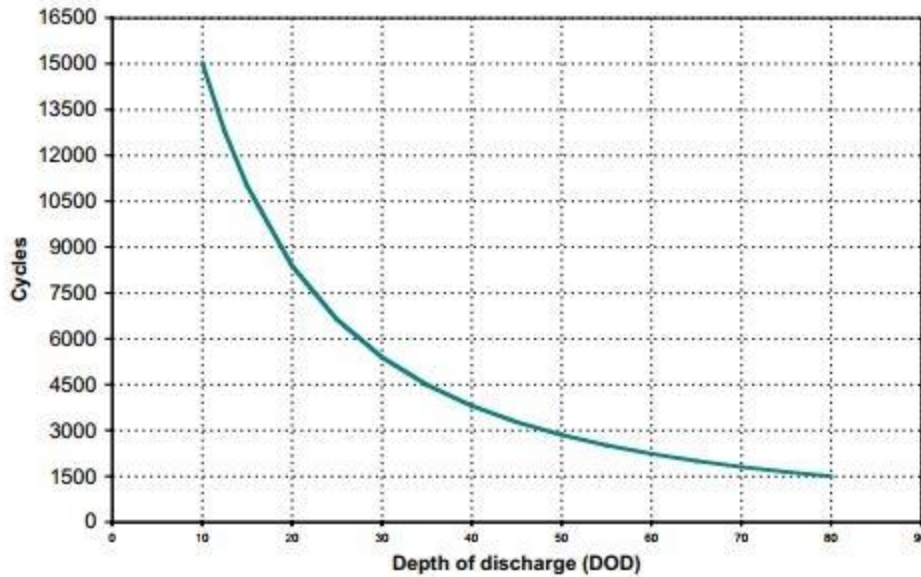
Las baterías estacionarias Bae son capaces de soportar:

más de 8000 ciclos con profundidades de de descarga del 20%. Más de 20 años de vida útil

unos 3000 ciclos con profundidades de descarga del 50%. Más de 8 años de vida útil

unos 1500 ciclos con profundidades de descarga del 80%. Más de 4 años de vida útil

Por lo tanto es **muy importante diseñar la batería para que la mayoría de los ciclos se realizan con profundidades de descarga cercanas al 20%**. Y esto es equivalente a **diseñar la batería con una autonomía de 3-4 días**.



ANEXO 10

Inversor Cargador Victron Energy Quattro 48/10000/140-100/100 230V VE.Bus

Inversor/cargador Quattro

3kVA - 15kVA compatible con baterías de Lítio-Ion

www.victronenergy.com



Quattro
48/5000/70-100/100



Quattro
48/15000/200-100/100

Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la toma de puerto o a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la funcionalidad "no-break" (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la toma de puerto/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del Quattro tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

Opción de fase dividida

Se puede obtener una fuente CA de fase dividida conectando nuestro autotransformador (ver ficha técnica en www.victronenergy.com) a un inversor «europeo» programado para suministrar 240 V/60 Hz.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 4 grupos de tres unidades de 15 kVA pueden conectarse en paralelo para lograr una potencia del inversor de 144 kW/180 kVA y más de 2400 A de capacidad de carga.

PowerControl - En caso de potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la toma de puerto (hasta 16 A por cada Quattro de 5 kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red eléctrica.

PowerAssist - Refuerzo de la potencia del generador o de la toma de puerto

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que Quattro complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el Quattro compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El Quattro puede utilizarse en sistemas FV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos. Hay disponible software de detección de falta de suministro.

Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Monitor de baterías, panel Multi Control, Color Control GX y otros dispositivos, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

Seguimiento y control a distancia

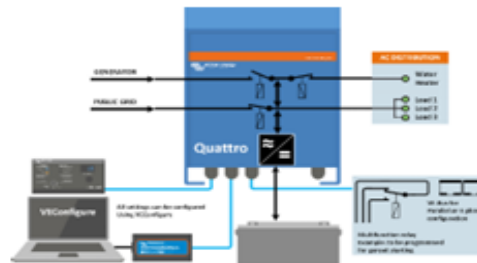
Color Control GX y otros dispositivos. Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con Color Control GX u otros dispositivos GX si está conectado a Ethernet.



Color Control GX mostrando
Una aplicación FV



Quattro	12/3000/120-50/50 24/3000/70-50/50	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100	48/15000/200-100/100
PowerControl / PowerAssist	SI				
Conmutador de transferencia integrado	SI				
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1				
Corriente máxima de alimentación (A)	2x 50	2x100	2x100	2x100	2x100
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%				
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2400	4000	6400	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	3700	5500	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	1700	3000	3600	4500	7000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000	25000
Eficiencia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96	96
Consumo en vacío (W)	20 / 20	30 / 30 / 35	60 / 60	60	110
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	15 / 15	20 / 25 / 30	40 / 40	40	75
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	8 / 10	10 / 10 / 15	15 / 15	15	20
CARGADOR					
Tensión de carga de 'absorción' (VCC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6	57,6
Tensión de carga de 'flotación' (VCC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2	55,2
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8	52,8
Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140	200
Corriente de carga batería arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)				
Sensor de temperatura de la batería	SI				
GENERAL					
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50	50
Relé programable (6)	3x	3x	3x	3x	3x
Protección (2)	a - q				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
Puerto de comunicaciones de uso general	2x	2x	2x	2x	2x
On/Off remoto	SI				
Características comunes	Temp. de trabajo: -40 a +65 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%				
Altitud máxima	3500 m				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21				
Conexión a la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)				
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm. ² (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45 / 41	51	72
Dimensiones (a) x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280 444 x 328 x 240 444 x 328 x 240	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	572 x 488 x 344
NORMATIVAS					
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1				
Emisiones, Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3				
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4				
Antesala	Visite nuestra página web				



Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Mochila VE.Bus Smart

Mide la tensión y la temperatura de la batería y permite monitorizar y controlar Multis y Quattros con un smartphone u otro dispositivo con Bluetooth.



Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX y otros dispositivos

Monitorizar y controlar, de forma local e remota, con [Portal VRM](#).



Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure!](#))



Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Conecta el dispositivo a una red marina electrónica marítima NMEA 2000. Consulte la [guía de Integración NMEA 2000 y MF2](#)

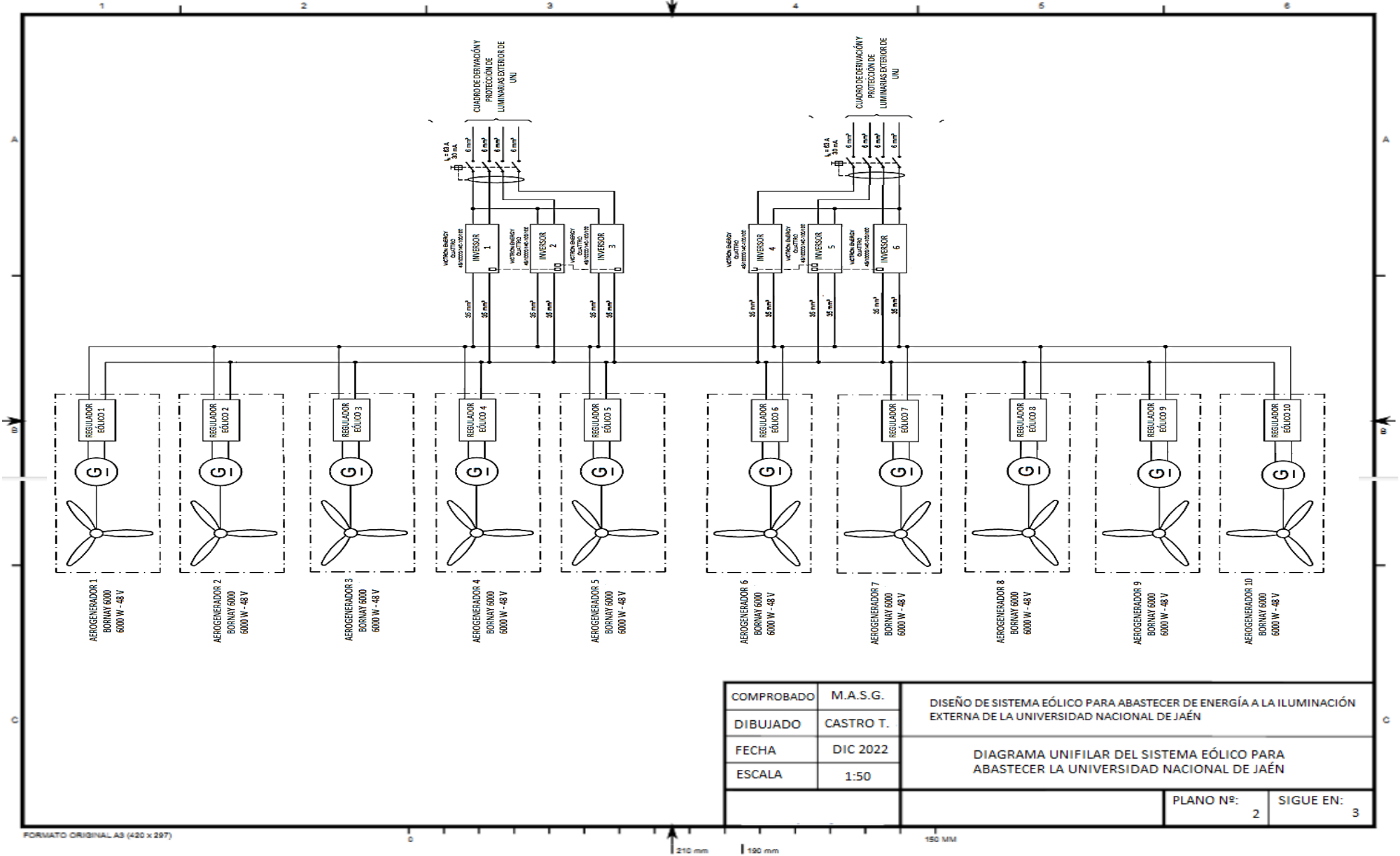


Monitor de baterías BMW-712 Smart

Utilice un [smartphone](#) u otro dispositivo con Bluetooth para:

- personalizar los ajustes,
- consultar todos los datos importantes en una sola pantalla,
- ver los datos del historial y actualizar el software conforme se vayan añadiendo nuevas funciones.

ANEXO 11



COMPROBADO	M.A.S.G.	DISEÑO DE SISTEMA EÓLICO PARA ABASTECER DE ENERGÍA A LA ILUMINACIÓN EXTERNA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
DIBUJADO	CASTRO T.		
FECHA	DIC 2022		
ESCALA	1:50	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA EÓLICO PARA ABASTECER LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
		PLANO Nº: 2	SIGUE EN: 3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de sistema eólico para abastecer de energía a la iluminación externa de la Universidad Nacional de Jaén", cuyos autores son CASTRO TAVARA MIGUEL ANGEL, ALAYA PEREZ LARRY FRANK, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

CHICLAYO, 10 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS DNI: 16720249 ORCID: 0000-0003-4412-8789	Firmado electrónicamente por: AJSALAZARM el 10- 12-2022 12:18:54

Código documento Trilce: TRI - 0481889