



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

Propuesta de una Central Eólica para Suministro de Energía Eléctrica en el Distrito De Salaverry en Zona Urbana – Trujillo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Medina Rosales Hirvin Oscar (ORCID: 0000-0003-1195-0581)

ASESOR:

Mg. Julca Verastegui, Luis Alberto (ORCID: 0000-0003-1208-1242)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

TRUJILLO - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A DIOS:

Por protegerme durante todo mi camino y permitir llegar a este momento tan especial en mi vida, brindándome las fuerzas para poder superar cualquier obstáculo y momento difícil a lo largo de toda mi vida él está conmigo, me ayuda a cumplir todo lo que me propongo y ha sido y seguirá siendo mi guía en mis futuros proyectos.

A MI FAMILIA:

A mis padres Oscar y Albertina por darme la oportunidad de haber tenido una familia y agradecerles por sus enseñanzas, apoyo, consejos, amor y su ayuda brindada en el trayecto de mi vida, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. Sobre todo, haber tenido el valor de educarme y quererme siempre y darme las fuerzas para seguir adelante ellos fueron el motor y motivación de primera meta y decirles que depende de uno mismo lograr nuestros propios anhelos, objetivos y retos. Y todo lo que se inicia se culmina con dedicación y esfuerzo.

A MIS DOCENTES:

Ya que gracias a ellos con sus enseñanzas puede llevar a cabo mi vida profesional y el desenvolvimiento en las empresas donde pude laborar.

Gracias a todas las personas que me ayudaron directamente e indirectamente en la realización de mi Tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios y a mis padres por la comprensión, confianza, perseverancia, cariño de ayudarme a conseguir una carrera de ingeniería mecánica eléctrica, a mis docentes por brindarme su paciencia, conocimiento y fuerzas en lo necesario. Un sincero agradecimiento al Ingeniero Julca Verastegui, Luis Alberto por la oportunidad de brindarme su apoyo con información que se requiere y asesoramiento en mi Tesis

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Gráficos	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MARCO TEÓRICO.....	11
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipos y diseño de investigación	20
3.2. Variables, Operacionalización	20
3.3 Población, muestra y muestreo	20
Población	20
Muestra.....	21
Muestreo.....	21
No probabilístico, intencionado, elegido por los investigadores.	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos Tabla 2: Técnicas e Instrumentos de la investigación.....	21
3.5 Procedimiento	21
3.6 Métodos de análisis de datos	22
3.7 Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	66
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES	73
VIII. REFERENCIAS	74

ANEXOS

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Potencia de fricción.....	07
Figura 2: Cuanto de energía se requiere del aire en la Ley de Betz.....	08
Figura 3: Curva de termino de Betz de eficacia para distintos aerogeneradores	09
Figura 4: Weibull su función de distribución.....	09
Gráfica 1: Frecuencia Relativa Acumulada y velocidad del viento	20
Gráfica 2: Frecuencia Relativa Acumulada y velocidad del viento	21
Gráfica 3: Frecuencia Relativa Acumulada y velocidad del viento	22
Gráfica 4: Línea reajustada Torre 1	24
Gráfica 5: Weibull su distribución Torre 1.....	25
Gráfica 6: Línea reajustada Torre 2.....	26
Gráfica 7: Weibull su distribución Torre 2.....	27
Gráfica 8: Línea reajustada Torre 3.....	28
Gráfica 9: Weibull su distribución Torre 3.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de para algunos tipos de terreno	18
Tabla 2: Técnica e Instrumento de la investigación.....	13
Tabla 3: Potencial Eólico.....	16
Tabla 4: Datos y los intervalos de la Torre 1.....	19
Tabla 5: Datos y los intervalos de la Torre 2.....	19
Tabla 6: Datos y los intervalos de la Torre 3.....	19
Tabla 7: Acumulada frecuencia relativa Torre 1	20
Tabla 8: Acumulada frecuencia relativa Torre 2.....	21
Tabla 9: Acumulada frecuencia relativa Torre 3.....	22
Tabla 10: Regresión lineal Torre 1	23
Tabla 11: Regresión lineal Torre 2	25
Tabla 12: Regresión lineal Torre 3	27

Resumen

En la Zona Urbana del distrito de Salaverry actualmente utilizan energía eléctrica a partir de combustibles fósiles. En este trabajo se determinaron las características técnicas y económicas de una central eólica. Teniendo como objetivos determinar la demanda máxima actual y proyectada, determinar el potencial eólico disponible, realizar un estudio de localización, evaluar diferentes perfiles aerodinámicos, realizar planos, evaluar económicamente la instalación y operación de la central eólica.

Se calculó la demanda máxima proyectada de 4.92 MW, luego se obtuvo la velocidad promedio del viento de 8.59 m/s en altamar; procediendo con el dimensionamiento y selección de 3 aerogeneradores V80/ 2 MW con transformadores 2500 kVA - 22.9kV con frecuencia de 60 Hz.

La localización de la central eólica en altamar es a 18 km de la orilla del mar hacia dentro.

La inversión a realizar alcanza la suma de S/ 3,200,750.00 la cual se recuperaría en 3 años y se tendría el costo beneficio de S/ 1,166,629.06.

Palabras claves: Aerogenerador, potencial eólico, demanda eléctrica.

Abstract

In the urban area of the district of Salaverry, fossil fuels are currently used forelectric energy. In this work, the technical and economic characteristics of a wind power plant were determined. The objectives were to determine the current and projected maximum demand, determine the available wind potential, carry out a location study, evaluate different aerodynamic profiles, draw up plans, and economically evaluate the installation and operation of thewind power plant.

The maximum projected demand of 4.92 MW was calculated, then the averagewind speed of 8.59 m/s at sea was obtained; proceeding with the sizing and selection of 3 wind turbines V80/ 2 MW with 2500 kVA - 22.9kV transformers with 60 Hz frequency.

The location of the offshore wind power plant is 18 km inland from the seashore.

The investment to be made reaches the sum of S/ 3,200,750.00 which would be recovered in 3 years and the cost benefit would be S/ 1,166,629.06.

Keywords: Wind turbine, power transformers, maximum demand, average wind speed.

I. INTRODUCCIÓN

En España se ha hallado 438 parques eólicos, la cual se encuentran distribuidos en distintas regiones, así como Galicia cuenta con la más alta producción de 22.41% del parqueeólico español. (Cortez, 2013, p. 12-20). Además, en Estado Unidos se ha incrementado los sistemas eólicos en estos últimos años, la cual se ha conseguido incrementar la potencia de los aerogeneradores de 1 833 MW, así mismo se logró aumentar el 51 628 MW de potencia, en consonancia con American Wind Energy Association (AWEA). De esta manera la Energía Eólica llega a ser una de las Primeras Fuentes que suministran Energía Eléctrica a los Estados Unidos. (Petersson, 2012, p. 15).

Con el propósito de diversificar su Matriz Energética en Brasil, se planteó entregar impulso a los Aerogeneradores, alcanzado una producción de 300 MW, por la cual se obtuvo una proyección de 143 000 MW. El producto obtenido es gracias a los 59 parques eólicos instalados, de tal manera que es la región del Noreste, la que más sobresale, por la cual ha permitido suministrar de energía eléctrica a unos 7,5 millones de habitantes por mes. (Albuquerque, et al., 2015,p. 13)

En la actualidad la rentabilidad de los establecimientos eólicos se ha incrementado el triple en correspondencia de la velocidad del viento. Con la finalidad de lograr el máximo aprovechamiento de la energía eólica, estas maquinarias sesitúan sobre las torres más altas posible. Los más grandes parques eólicos de la actualidad poseen una potencia nominal, la cual se encuentra entre los 4 y 6 megavatios (MW). La estructura ideal de las torres debe llegar a medir los 200 metros, 120 metros aproximadamente debe tener la altura del buje. 65 metrosdeben alcanzar las hélices del rotor (Osinergmin, 2019).

En el Perú actualmente hay cinco parques eólicos, las cuales se encuentran empalmados a la red pública con una amplitud nominal de 356 MW: (a) parque eólico Marcona, ubicado en Marcona “Ica”, con una potencia nominal de 32 MW, generado por 11 turbinas, con una

producción de energía anual de 148.378 GWh, con una inversión aproximada de 61.1 millones USD, (b) parque eólico Cupisnique, ubicado en La Libertad – Pacasmayo, con una potencia nominal de 83.15 MW, generado por 45 turbinas de la marca Vestas de 1.8 MW cada uno, con una producción de energía anual de 302.952 GWh, la planta dispone de una subestación y una línea de transmisión de 200KV la cual está conectada directamente al sistema eléctrico, así mismo esta interconectado a través de la subestación Guadalupe de 220 KV, con una inversión aproximado de 242 millones USD, (c) parque eólico Talara, ubicado en Talara “Piura”, con un potencial anual de 30.86 MW, generado por 17 turbinas de la marca Vestas de 1.8 MW cada uno, con una producción de energía anual de 119.673 GWh, la planta posee una subestación y línea de transmisión 220 KV que se conecta directamente al sistema internacional a través de la subestación Pariñas, con una inversión aproximado de 101.1 millones USD, (d) parque eólico Tres Hermanas, ubicado en Marcona “Ica”, con una potencia anual de 97.15 MW, generado por 33 turbinas, con una producción de energía anual de 573 GWh, con una inversión aproximado de 165.8 millones USD, (Osinergmin, 2017) (e) parque eólico, Wayra I, ubicado en Marcona “Ica”, con una potencia anual de 126 MW, generado por 42 turbinas, con una producción de energía anual de 573 GWh, con una inversión aproximado de 165.8 millones USD, (f) parque eólico Duna y Huambos, ubicado en Huambos “Cajamarca”, con una potencia anual de 18.9 MW, generado por 14 turbinas, con una producción de energía anual de 165.6 GWh, con una inversión aproximado de 51.8 millones USD (Hurtado Diaz, 2021).

A nivel nacional el ministerio de energía y minas realizó una investigación de cómo gestionar el ~~parque~~ para obtener energía eléctrica en el Perú, además se especificó que existen regiones en nuestro país que aún carecen de dicho servicio, de tal manera que la calidad de vida en estas localidades sea menesterosa, la cual tiene mayor incidencia en el sector rural (ITDG, 2012, p.2).

Actualmente en la Zona Urbana del distrito de Salaverry utiliza energías eléctricas con el uso de combustibles fósiles, la cual vienen provocando el incremento de la contaminación ambiental, por lo cual se ha propuesto llevar la generación de electricidad con energías renovables, teniendo como prioridad el cuidado del planeta e implementar la tecnología en energías limpias, así como la energía eólica la cual es obtenida por el viento y poder aprovecharla directamente. puede ser aprovechada directamente o ser a otros tipos de energías. Para poder solucionar dicho problema, se plantea utilizar la energía renovable en la Zona Urbana del distrito de Salaverry, de esta manera poder generar electricidad que permita cubrir la demanda máxima que originan todo el distrito.

Para dar respuesta a la problemática, se planteó la formulación del problema: ¿Cuáles serán las características técnicas y económicas de una central eólica que permita suministrar energía eléctrica en la Zona Urbana del distrito de Salaverry?

El informe de investigación se justifica se está aplicando conocimientos ya existentes sobre generación de energía eléctrica a la solución del problema energético en el sector Urbano del distrito de Salaverry desde el punto de vista económico, porque el presupuesto de la generación de energía de los parques eólicos resulta ser más bajos que la generada por centrales termoeléctricas o hidroeléctricas. Asimismo, desde el criterio técnico, porque al disponer de una nueva fuente de energía renovable, la cual se implementaría con la nueva tecnología en generación de energía y desde el criterio ambiental se promueve el uso de energías limpias que protegen al medio ambiente ya que no emite gases hacia el medio ambiente.

En respuesta al problema, se planteó el siguiente objetivo general: Determinar las características técnicas y económicas de una central eólica para el suministro de energía eléctrica en la Zona Urbana del distrito de Salaverry, Trujillo.

Para desarrollar el Objetivo general se proyectaron los siguientes

objetivos específicos: (1) Determinación de la demanda actual máxima y proyectada de energía eléctrica para la Zona Urbana del distrito de Salaverry; (2) Determinar el potencial eólico disponible en la Zona Urbana del distrito de Salaverry; (3) Realizar un estudio de localización de la central eólica en la Zona Urbana del distrito de Salaverry; (4) Determinar las características técnicas del sistema eólica; (5) Evaluar alternativas para diferentes perfiles aerodinámicos; (6) Realizar plano del alternativo seleccionada; (7) Evaluar económicamente la instalación y operación de la central eólica.

Las características técnicas y económicas de la central eólica para la Zona Urbana del distrito de Salaverry dependen de la velocidad del viento y la demanda eléctrica usando una metodología basada en principios aerodinámicos para los parámetros técnicos y una metodología de análisis financiero para los parámetros económicos.

II. MARCO TEÓRICO

Según Talavera, María 2017 en su tesis “Estudio de Implantación de un Parque Eólico Marino en la Península Ibérica” concluyo que para el tamaño de la turbina de 116 m de diámetro lo más perseverante es emplear un tipo Jacket para la subestructura, por su consistencia y rigidez, de la misma manera de ser competente económicamente, a pesar de que también se instalan de tipo monopilote. Pese a que la distancia de la costa varía mucho entre parques, así como la distancia entre aerogeneradores de una misma fila no será nunca inferior a dos diámetros derotor y, entre aerogeneradores de una fila y en la otra, siempre tendrá una distancia mayor a ocho diámetros. Para conseguir un equilibrio lo más rentable posible. La primera es que mientras más lejos se encuentren estos aerogeneradores unos de otros, menos perjudican las estelas que dejan entre sí, lo que hace que incremente la producción.

Según Pérez, Kevin 2018, en su tesis “Sistema de generación Eólica para electrificación fundo San Carlos Empresa Agroindustrial Arato Perú S.A” concluyo que se instalaría 3 aerogeneradores de potencia 3.3 MW c/u, disponiendo como factor de planta 40% produciendo un total de 3.96 MW proporcionando de forma total la máxima demanda solicitada, de la misma manera se calculó la demanda máxima del Fundo San Carlos por esta razón se procedió llevar a cabo las visitas técnicas programadas, con el fin de tomar los datos de sus máquinas y equipos instalados en los diferentes departamentos, en la cual se determinó que su demanda máxima fue de 2992.82 kW. Incluso se promedió de velocidad del viento es de 11.829 m/s en una altura de 13 m.

Según Díez, Manuel 2008, en su tesis “Análisis de Viento Registrado en la Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional PEDRO RUÍZ GALLO” concluyo que el procedimiento apropiado para aprender las variaciones

de la velocidad del viento es la Curvade Distribución de Weibull, que complementa la Distribución Exponencial y laDistribución Normal. Para la solución de este método grafico logarítmico, en primer lugar, se calculan los dos primeros parámetros, el cual es parecido al papel de Weibull. Por este motivo se analizaron las velocidades en la Ciudad de Lambayeque, teniendo un promedio de 12.42Km/h, el cual resultado aladoño a la mediana y con una velocidad máxima de 41.94 Km/h.

Según Luque, María 2019, en su tesis “Estudio de Pre Factibilidad de un Parque Eólico Offshore para Aumentar la Capacidad Energética del Parque Eólico Jepírachi” concluyo que es fundamental resaltar, que los parque eólicos marinos son los que tienen mejor demanda en los países europeos debido a que su rentabilidad es mayor al costo, por la cual se aplica la teoría de costo – beneficio de manera que la inversión inicial es del 75%, pero la vida útil de este sistema es del 40%, más al de una planta de energía convencional, en la cual la instalación y ejecución son los más altos debido al medio en que se encuentra (mar). Por este motivo consta mencionar que en referencia a los costos es rentable, además consta aclarar que su inversión inicial es bastante alta y con el análisis financiero del VAN y la TIR; Colombia requiere de el régimen de amparo por parte del gobierno, por la cual se obtendrá la utilidad esperada.

Según Cribillero, Eduardo y Rodríguez, Alexander 2019 en su tesis “Evaluación de Perfiles Aerodinámicos Eólicos Para Suministro Eléctrico en la Plataforma de la Empresa Jade S.A.” concluyo, que en cada perfil de sus parámetros aerodinámicos TRS, Celeridad Local (λr), Angulo de sustentación(θ) e inclinación(β), Numero de Reynolds) con este objetivo se pretende comparar la eficacia de la aerodinámica. De tal manera se resolvió el perfil con mayor rendimiento aerodinámico fue WORTMANN FX 60-126 con un C_p de 0.496, el de menor rendimiento fue el perfil S823 con un C_p de 0.467, los perfiles NACA 4418 y E387 obtuvieron un C_p de 0.4822 y 0.478 respectivamente.

La presente investigación se fundamenta el que se determinará la

probabilidad técnica y económica de la instalación de una central eólica en la Zona Urbana del distrito de Salaverry – Trujillo, lo cual poder analizar los problemas técnicos, condicionado a su rentabilidad económica, con el fin de dar solución a este tema desde un aspecto analítico.

Energía eólica

Para obtener la potencia Eólica se considera aplicar la energía cinética de los vientos. El desplazamiento de las corrientes de aire de alta presión atmosférica se encuentra en las áreas continuas de baja presión a velocidades proporcionales, por lo tanto, es conocido como gradientes de presión, el cual está vinculado con la energía del viento (POGGI, 2009).

Aerogeneradores

Dispositivo que transforma la energía cinética del aire en energía mecánica, por la cual esta energía mecánica pasa a través de sus vértices a un alternador convirtiéndolo en energía eléctrica, por la cual su velocidad es de 13 y 20 rpm, de tal manera que la agilidad de rotor marcha con la agilidad del aire, de esta manera conseguir una eficiencia duradera, su periodo de tiempo es mayor a los 25 periodos. Hoy en día se usan los aerogeneradores de eje horizontal, los cuales se encuentran en los parques eólicos y quienes son los que más lo usan, la cual tiene una potencia por arriba de 1 MW (Portillo, 2021).

Cimentación de aerogeneradores

Mientras los aerogeneradores terrestres requieren de grandes estructuras de cimentación de hormigón, los aerogeneradores marinos requieren diferentes tipos de estructura de cimentación según la profundidad y las características del lecho marino como pueden ser los monopilotes, trípodas, soporte flotante esto depende de la profundidad y la naturaleza del lecho marino (Aquaret, 2012).

Viento: Es una corriente de aire o movimiento horizontal, el cual se produce en la atmósfera mediante la fuerza del aire, debido a que es causado por las diversas temperaturas reales, el cual es producido por un calentamiento en las diversas zonas en la tierra y la atmósfera (Vega & Ramirez, 2014). El aire particularmente se traslada al mar con una

facilidad, ya que los componentes del fluido energético ayudan a propulsar e incrementar su fluido. (Gonzales, 2019). El viento define sus dos variables el cual es su dirección y rapidez. (Escudero, L., 2004).

Fuerza de Gradiente de presión: son las que conducen las compresiones meteorológicas de forma horizontal, debido a que el volumen del viento se encuentra en el interior de su flujo y cuentan con una potencia de incrementar la agilidad de aire, por la cual se aprecia una energía motriz facilitando al viento que pase alejado de la superficie de alta presión, en ruta de los sectores de presión disminuida. (Vegay Ramírez, 2014, p.416).

Potencia de fricción: el roce del viento del área es apta para que la tierra actúe por su desplazamiento. Esta localizado a los alrededores del suelo de los campos llanos, aproximadamente a unos 500 metros. La fricción genera que se disminuya la rapidez del aire por debajo del importe geos trópico.

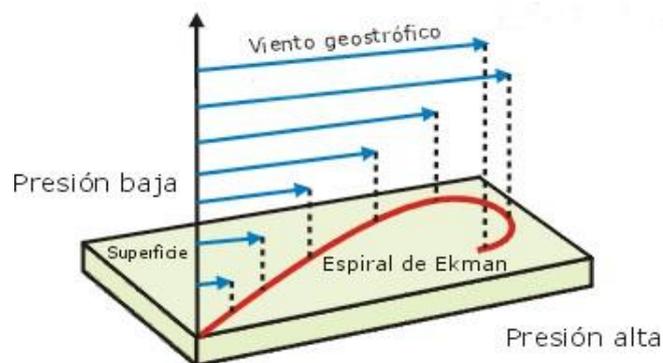


Figura. 1. Potencia de fricción

La rosa de los vientos

Distribución provisional de la dirección del aire y reparto de sus velocidades en una precisa locación; este esquema es una extraordinaria herramienta que nos va a demostrar los datos obtenidos por un anemómetro, en el área que se ubicarán los próximos aerogeneradores. (Manwell, 2002).

Máxima demanda

Es la carga máxima suministrada al circuito eléctrico a lo largo de un lapso definido de tiempo. Se representa para un momento dado, la máxima coincidencia de cargas eléctricas operando simultáneamente. (Kersting,2010).

Cuantificación de la potencia aprovechable del viento.

Conforme los principios de la Física, nos dice que la cuantificación de la potencia del viento es una masa de aire que se traslada con ligereza, por lo que posee una energía cinética, esta ecuación es dada por: (Fernández Zayas, 2010).

$$E_c = \frac{1}{2} \times mv^2 \dots\dots\dots (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

m: masa del aire en movimiento (*kg*)

V: velocidad de desplazamiento (*m/s*)

Al demostrar que la energía cinética del viento que transita por el área oblicuo, la cual tiene como unidad el tiempo. En la siguiente ecuación se calculará la potencia eólica (**P**) la cual se muestra en la siguiente expresión:

$$Pd = \frac{1}{2} \rho AV^3 \dots\dots\dots (\text{Ec. 2})$$

Dónde:

Pd: potencia eólica disponible (*W*)

ρ : densidad del aire *kg/m³*

A: área del barrido del rotor (*m²*)

V: velocidad del viento (*m/s*)

La Ley de Betz y máxima eficacia de conversión

Betz especifica que, al pretender reducir la fuerza del viento de un aerogenerador, la velocidad del aire disminuye al desplazarse las paletas del rotor, la potencia cinética del viento se transformara en fuerza del desplazamiento. (Betz, 1926).

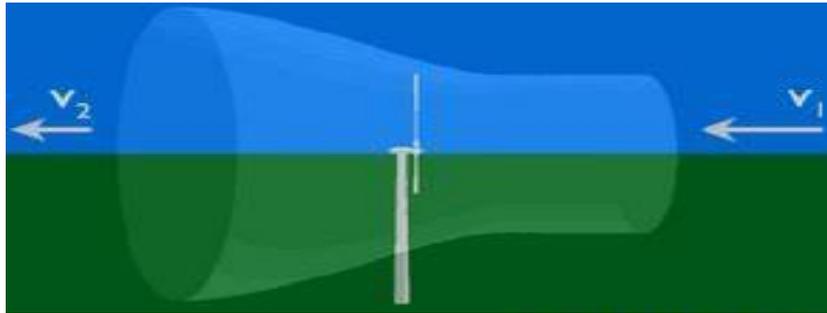


Figura. 2. Cuanto de energía se adquiere del aire en Ley de Betz

La disconformidad instantánea que existe a través de la energía cinética de un obstáculo, de manera que se le conoce como potencia empleada por el aerogenerador (Betz, 1926).

A través de las velocidades se concretará esta ecuación:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \right) \left(1 + \frac{V_2}{V_1} \right) \quad \dots\dots\dots \text{(Ec. 3)}$$

Dónde:

P_0 : Energía circunstancial en las aspas
P: Fuerza separada de las aspas

V_1 : Rapidez del aire sin perturbaciones antes de la turbina

V_2 : Rapidez del aire de transitar por el aspa

En la próxima imagen se visualizará las curvas de coeficiente de potencia y la eficiencia del rotor que varía por la acción del aire.

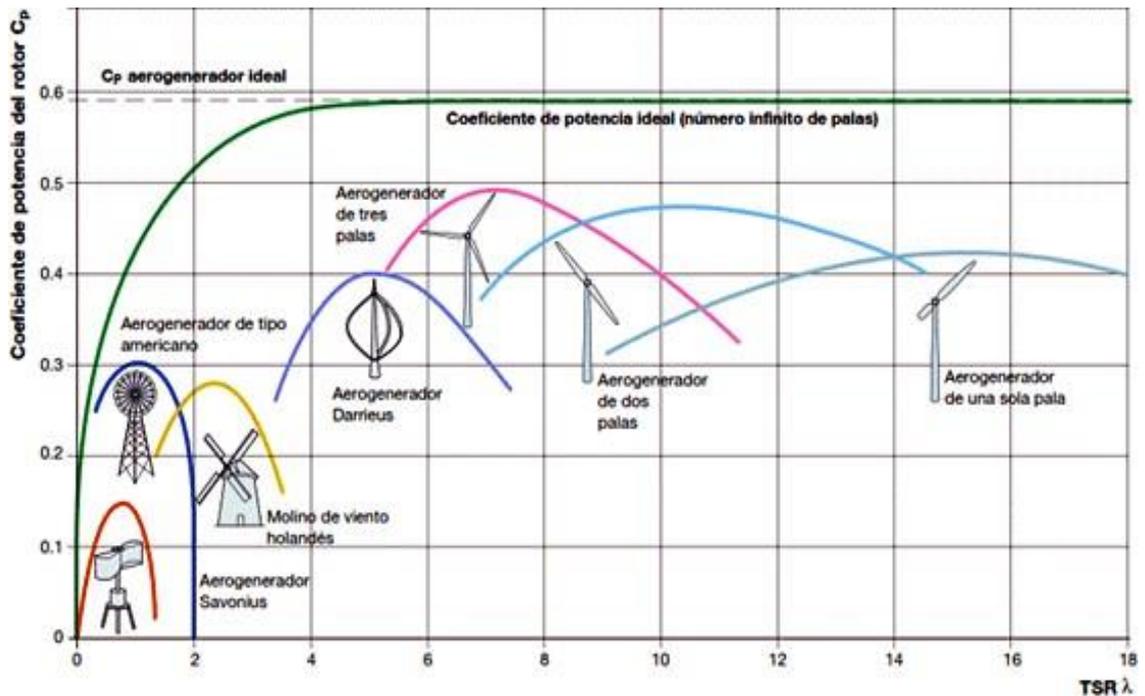


Figura.3. Curva de termino de Betz de eficacia para distintos aerogeneradores

El Weibull su repartición

El reparto Weibull podría ser aplicada en una pluralidad de maneras (incluyendo 1, 2 y 3 parámetros Weibull mixto) y otras distribuciones de vida usual incluyendo las distribuciones exponenciales, logarítmica nominal y regular. (Dodson, 2008)

$$f(v) = \frac{k}{c} \times \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \times e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad \dots\dots\dots \text{(Ec. 4)}$$

Dónde:

V: Velocidad del viento (m/s)

$f(v)$: Función densidad de probabilidad de Weibull.

C: Factor de escala (m/s), valor próximo a la velocidad media anual.

K: Factor de forma que caracteriza la asimetría o sesgo de la función $p(v)$

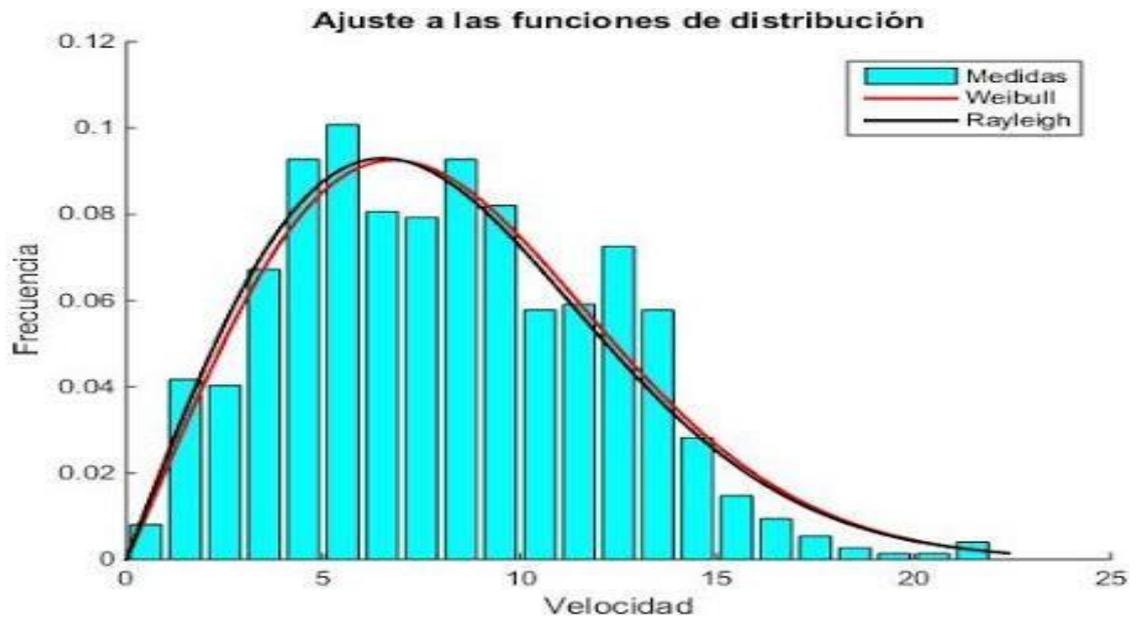


Figura 4: Weibull su función de distribución

Velocidad del viento para varias alturas: La técnica usualmente utilizada para estimar velocidades a más grandes alturas es extrapolar los valores logrados y en ese sentido edifica el perfil de rapidez del viento. Con el fin de especificar el perfil de la velocidad de viento, la ley exponencial de Hellmann es la más usada, ya que se une las velocidades del viento de dos alturas diferentes, así como lo manifiesta (Perez Llonto, 2018).

$$V_h = V_{ref} \left(\frac{h}{h_{ref}} \right)^\alpha \quad \dots\dots\dots \text{(Ec. 5)}$$

Dónde:

V_h : velocidad promedio del viento no conocida a una altura (m/s)

V_{ref} : velocidad promedio del viento conocida a una altura (m/s)

h : altura a la que se desea conocer $V(h)$ (m)

h_{ref} : altura a la que se midió V_{ref} (m) **α :** coeficiente de rugosidad.

Tabla 1: valores de para algunos tipos de terreno.

Lugares llanos con hielo o hierba	$\alpha = 0,08 - 0,12$
Lugares llanos (mar, costa)	$\alpha = 0,14$
Terrenos poco accidentados	$\alpha = 0,13 - 0,16$
Zonas rústicas	$\alpha = 0,2$
Terrenos accidentados o bosques	$\alpha = 0,2 - 0,26$
Terrenos muy accidentados y ciudades	$\alpha = 0,25 - 0,4$

Fuente (Fernández Díez, 1980)

Coficiente de potencia máxima Cp:

$$C_p = [1 - (\frac{1.386}{B}) (\text{Sin } \frac{\phi}{2})]^2 * [(\frac{16}{27}) * (e^{-0.35\lambda_d^{-1.29}} - \frac{c_D}{c_L} * \lambda_d)] \dots\dots\dots \text{(Ec. 6)}$$

Dónde

ϕ = ángulo de flujo $\frac{c_D}{c_L}$ = coeficiente de arrastre

λ_d = celeridad ρ = densidad (kg/m³)

Algoritmo de Diseño del Rodete de la turbina eólica: cálculo de las palas, radiode turbina, velocidades de rotación, torques, fuerzas, etc.

Cálculos de las palas:

Rango: $3 \leq \lambda \leq 10$

λ_d	1	2	3	4	5 - 8	8 - 15
B	6 - 20	4 - 12	3 - 6	2 - 4	2 - 3	1 - 2

Cálculo del radio de turbina:

$$R = [\frac{2 * P(\text{Watts})}{\eta_t * C_p * \rho * \pi * V^3}]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots \text{(Ec. 7)}$$

Dónde

η_t = Rendimiento de la turbina 0.53 ρ = densidad (kg/m^3)

P = Potencia de la turbina (Watts)

T = temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

C_p = Coeficiente de potencia máxima ($\text{Kj}/\text{kg}^{\circ}\text{K}$)

Velocidad de rotación:

$$\Omega = \frac{V_h * \lambda_d}{R} \dots\dots\dots (\text{Ec. 8})$$

Donde

V_h = velocidad promedio del viento no conocida a una altura (m/s)

λ_d = celeridad

R = radio de la turbina

Calculo de las cuerdas y ángulos del alabe:

$$C = \left(\frac{8 * \pi * T}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r) \dots\dots\dots (\text{Ec. 9})$$

Coeficiente de empuje en función de (λ):

$$\lambda = \frac{\Omega * R_{rotor}}{v_{viento}} \dots\dots\dots (\text{Ec.10})$$

Fuerza del viento ejercida en el rotor (F_r):

$$F_r = \frac{1}{2} * \rho_{aire} * \pi * v_{viento}^2 * R_{rotor}^2 * C_T(\lambda) \dots\dots\dots (\text{Ec. 11})$$

Torque en el rotor (T_r):

$$T_r = F_r * C \dots\dots\dots (\text{Ec. 12})$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipos y diseño de investigación

Tipo de investigación: El estudio que se realizará es de tipo *aplicada*, conforme (Ramos, 2017): “Son investigaciones que se fundamenta en el análisis de una problemática detallada o específicamente, para cooperar con el avance del conocimiento tecnológico”. La actual investigación es aplicada debido a que se empleará metodologías y conocimientos de la mecánica de fluidos y turbinas eólicas para evaluar un suministro de energía eléctrica en un determinado distrito.

Diseño de investigación: El estudio es de diseño *pre-experimental*, según (Aguilar, y otros, 2018) explica: “Son la primera base de investigación sobre un fenómeno, dónde la se analiza la correlación de la variable independiente sobre la variable dependiente”. En esta investigación pre –experimental, se realizará un estudio exploratorio para obtener una propuesta de un sistema de generación de energía eléctrica a través de una central eólica, cuyo estudio servirá para posteriormente experimentar el comportamiento del sistema eólico ante la demanda energética de la Zona Urbana del distrito de Salaverry.

3.2. Variables, Operacionalización

Variable independiente: Demanda de energía eléctrica.

Variable dependiente: Características técnicas y económicas de la centraleólica.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Centrales eólicas del Perú ubicados en la región de la costa, con sus respectivos aerogeneradores y mediciones de viento.

Muestra

Potencial eólico del distrito de Salaverry.

Muestreo.

No probabilístico, intencionado, elegido por los investigadores.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Tabla 2: Técnicas e Instrumentos de la investigación

Técnica	Instrumento
Análisis documental	Fichas de Registro
Observación	Ficha de observación
Encuesta	Cuestionario

Fuente: Elaboración por los autores

Para determinar la máxima demanda energética de la Zona Urbana del distrito de Salaverry se solicitó información a las empresas industriales que están ubicadas en dicho distrito, por lo que la técnica sería el análisis documental y su instrumento de recolección de datos de la ficha de registro. (Anexo 1 al Anexo 13).

Para determinar el potencial eólico se tomará mediciones con el instrumento anemómetro, por lo que el método de recolección de información será la ficha de observación, visto que el anemómetro tiene una pantalla en donde se muestra la medición de la velocidad del viento. (Anexo 14).

3.5 Procedimiento

En el presente se llevaron a cabo los siguientes pasos (Anexo 2):

- **Calculo de la demanda actual de la energía eléctrica.**
- **Proyección de la demanda de energía eléctrica.**
- **Identificación de zonas accesibles con potencial eólico.**
- **Medición de velocidad del viento.**
- **Análisis estadístico del potencial eólico.**
- **Calculo de las dimensiones de la turbina eólica y sus componentes.**
- **Realizar plano de la alternativa seleccionado.**
- **Calculo para diferentes perfiles aerodinámicos.**
- **Calculo de costos e inversión, montaje, operación y mantenimiento de la central eólica diseñada.**

3.6 Métodos de análisis de datos.

En este proyecto de investigación se empleó un estudio descriptivo como procedimiento para evaluar los datos que se obtengan en dicha investigación. Además, con la información recolectada por medio de los instrumentos que se empleen en la investigación, los datos se recolecten, serán presentados en tablas de frecuencias y gráficos (barras y circulares) por medio de la implementación del software Microsoft Excel, con la finalidad de requerir un cuadro de cálculos, las cuales se tomaran los promedios u otra medida estadística del valor neto y la tasa interna de rentabilidad. Además, se empleará el software Microsoft Excel, con el propósito de realizar el análisis fluidodinámicos, por lo cual se utilizó un algoritmo de cálculo basados en principios aerodinámicos y antecedentes experimentales los cuales permitieron obtener los efectos reales del viento y factores de protección magnifica para el diseño,

corroborados todos con cálculos aplicando la metodología y teoría de diseño.

3.7 Aspectos éticos

El desarrollo de esta investigación, se trata de que los autores en se enfocarán en ejecutar los aspectos fundamentales de la investigación, así como la protección intelectual y protección de la investigación reunida. Se respetará la propiedad del autor, al igual que la información obtenida de otras tesis, deberán ser citadas, con la finalidad de evitar incurrir en el plagio académico.

En este presente trabajo de investigación se respetará la propiedad de los autores, de manera de que toda información que se haya obtenido de otros autores deberán ser referenciadas, señalando el origen de la fuente de donde se tomó esa información.

IV. RESULTADOS

Determinación de la demanda actual máxima de energía eléctrica de la Zona Urbana del distrito de Salaverry.

Para poder determinar la demanda actual se utilizó una herramienta básica de recolección de datos (ficha de registro), en el cual se utilizó el Software “Microsoft Excel” (Anexos 3 hasta el Anexo 13). Luego se sacó el promedio de la demanda máxima actual de la energía eléctrica de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry (Anexo 14).

El diagnóstico de la demanda máxima actual de la energía eléctrica total de los 11 Asentamientos Humanos es de 1733.48 kW anualmente, y a su vez el diagnóstico de la máxima demanda anual de energía eléctrica de las empresas es de 22.65 kW (Anexo 15).

Tabla 3: Demanda Máxima.

Empresas	22.65	kW
Vivienda	1733.48	kW
Total real	1756.13	kW
Energía proyectada a 20 años	4917.16	kW
	4.92	MW

Para la energía eléctrica proyectada a 20 años se multiplico por 2.8 que el porcentaje de incremento anualmente. El potencial que se requiere es de 4.92MW.

Las fórmulas que se utilizó:

- ❖ Para hallar el consumo eléctrico promedio mensual total se sumaron. las 10 viviendas de cada uno de los AA.HH.: SUMA (N20:N29), saliendoun total de: 1733.48 kW.

- ❖ Para el Costo promedio Mensual Total se sumaron. las 10 viviendas decada uno de los AA.HH.: SUMA (O20:O29), saliendo un total de S/. 4,265,814.00.

Luego aplicamos:

$$(CEPPV) = \frac{CEPMT(kWh)}{10}$$

Dónde:

- **CEPPV: Consumo eléctrico promedio por vivienda (kWh).**
- **CEPMT: Consumo eléctrico promedio mensual total (kWh).**
- **10: Viviendas consultadas.**

$$(CPPV) = \frac{CPMT(S/)}{10}$$

Dónde:

- **CPPV: Costo promedio por vivienda.**
- **CPMT: Costo promedio mensual total en soles (S/).**
- **10: Viviendas consultadas.**

$$CEPM(kWh) = N^{\circ}V \times CEPPV$$

Dónde:

- **CEPM: Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)**
- **N° V: N° de viviendas.**
- **CEPPV: Consumo eléctrico promedio por vivienda (kWh).**

$$CPM = N^{\circ}V \times CPPV$$

Dónde:

- **CPM: Costo promedio mensual en soles (S/)**
- **N° V: N° de viviendas.**
- **CPPV: Costo promedio por vivienda en soles (S/).**

Para poder hallar la adquisición del promedio mensual total eléctrico, se recolecto los recibos de luz de algunas empresas, por la cual se sumaron las potencias, con la finalidad de obtener un promedio mensual (kWh): SUMA(I9; I23), el cual tiene como total de 22.65 kW.

Para poder hallar el Costo total promedio mensual en soles (S/) se sumaron de todas las empresas: SUMA (J9; J23), saliendo el total de S/. 257,000.00 nuevos soles.

Determinación del potencial eólico de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Para poder determinar el potencial eólico disponible nos ubicamos en dos zonas diferentes, la primera a una distancia de 80 metros y la segunda a 100 metros de tierra hacia dentro del mar, las mediciones y temperatura de vientos se realizaron a una altura de 3 m.s.n.m, con la ayuda de un Anemómetro Digital UNI-T serie UT-36S y un soporte, también se utilizó la aplicación “Handy GPS(free)” para poder determinar el sentido del viento. (Anexo 16).

Para la anotación de las mediciones del viento se utilizó una herramienta básica de recolección de datos (ficha de registro), y se tomaron 300 mediciones por cada 5 minutos. (Anexo 17).

Después de obtener las mediciones se pasó al Software “Microsoft Excel” para obtener los resultados de las 3 torres de diferente ubicación (Anexo 18):

- **Numero de datos: 300 mediciones**
- **Mínima velocidad del viento: MIN (300 mediciones de las T1, T2 y T3).**
- **Máxima velocidad del viento: MAX (300 mediciones de las T1, T2 y T3).**
- **Rango = MAX - MIN**
- **N° de Clases = REDONDEAR((1+3.322*LOG(300));0) “formula**

deSturges”

- **Amplitud = Rango / N° de Clases**

Luego determinamos los 10 intervalos de clases tanto inferiores y superioresde cada torre.

- **1° Velocidad Inferior = Mínimo**
- **1° Velocidad Superior = 1° Inferior + Amplitud**
- **2° Velocidad Inferior = 1° superior (sucesivamente)**
- **2° Velocidad Superior = 2° Inferior + Amplitud (sucesivamente)**

Tablas 4. Datos y los intervalos de las Torre 1.

TORRE 1	
NUMERO DE DATOS	300
MIN	1.79
MAX	8.04
RANGO	6.25
N° CLASES	9
AMPLITUD	0.69

intervalos de clases		
	inf	sup
0		
1	1.79	2.48
2	2.48	3.18
3	3.18	3.87
4	3.87	4.57
5	4.57	5.26
6	5.26	5.96
7	5.96	6.65
8	6.65	7.35
9	7.35	8.04
10	8.04	8.73

Tablas 5. Datos e intervalos de la Torre 2.

intervalos de clases		
	inf	sup
0		
1	1.54	2.40
2	2.40	3.26
3	3.26	4.11
4	4.11	4.97
5	4.97	5.83
6	5.83	6.69
7	6.69	7.54
8	7.54	8.40
9	8.40	9.26
10	9.26	10.12

TORRE 2	
NUMERO DE DATOS	300
MIN	1.54
MAX	9.26
RANGO	7.72
N° CLASES	9
AMPLITUD	0.86

Tabla 6. Datos e intervalos de la Torre 3

TORRE 3	
NUMERO DE DATOS	300
MIN	2.27
MAX	6.86
RANGO	4.59
N° CLASES	9
AMPLITUD	0.51

intervalos de clases		
	inf	sup
0		
1	2.27	2.78
2	2.78	3.29
3	3.29	3.80
4	3.80	4.31
5	4.31	4.82
6	4.82	5.33
7	5.33	5.84
8	5.84	6.35
9	6.35	6.86
10	6.86	7.37

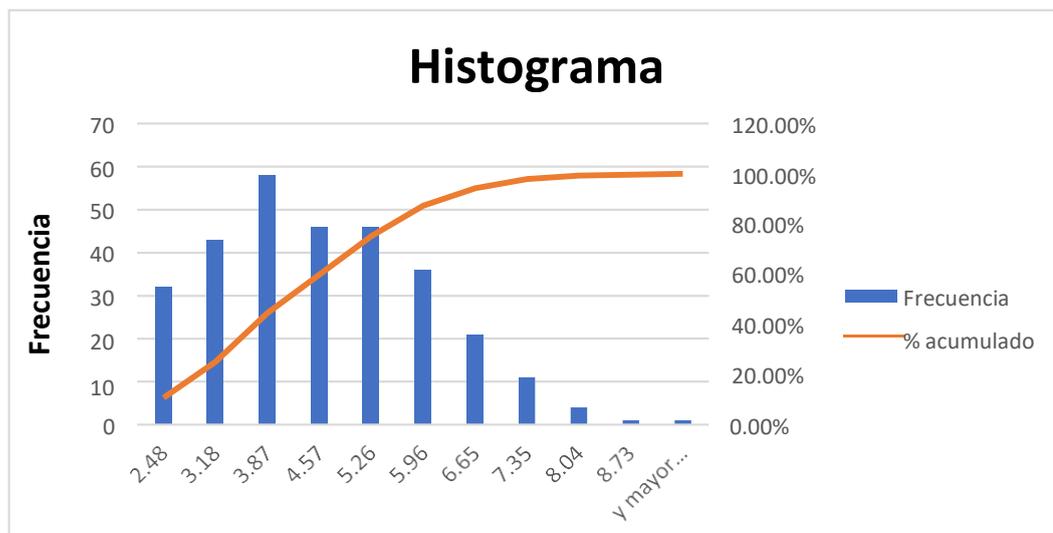
Una vez obtenido los resultados de los Intervalos de Clases, en un cuadro colocamos las velocidades superiores, la frecuencia de repeticiones y el %acumulado de la Frecuencia Relativa (H) de cada

Torre.Tabla 7. Acumulada frecuencia relativa Torre 1

VELOCIDAD (m/s)	FRECUENCIA	%acumulado FR (H)
2.48	32	10.70%
3.18	43	25.08%
3.87	58	44.48%
4.57	46	59.87%
5.26	46	75.25%
5.96	36	87.29%
6.65	21	94.31%
7.35	11	97.99%
8.04	4	99.33%
8.73	1	99.67%
y mayor...	1	100.00%

Fuente: elaboración propia

En la gráfica 1. Deducimos que la velocidad del viento se va a mantener en mayor a 3.87 m/s y menor a 5.26 m/s.



Gráfica 1. Frecuencia Relativa Acumulada y velocidad del Viento Fuente: Elaboración Propia

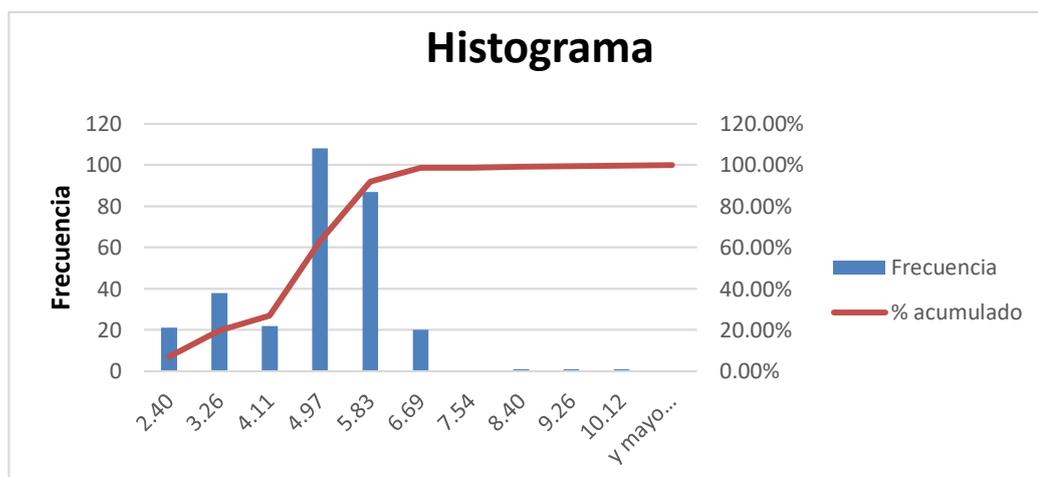
Una vez obtenido los Intervalos de Clases, en un cuadro colocamos las velocidades superiores, la frecuencia y el %acumulado Frecuencia Relativa (H) de cada Torre

Tabla 8. Acumulada frecuencia relativa Torre 2

VELOCIDAD (m/s)	Frecuencia	% acumulado FR (H)
2.40	21	7.00%
3.26	38	19.67%
4.11	22	27.00%
4.97	108	63.00%
5.83	87	92.00%
6.69	20	98.67%
7.54	0	98.67%
8.40	1	99.00%
9.26	1	99.33%
10.12	1	99.67%
y mayo...	0	100.00%

Fuente: elaboración propia

En la gráfica 2. Deducimos que la velocidad del viento se va a mantener en mayor a 4.97 m/s y menor a 5.83 m/s



Gráfica 2. Frecuencia Relativa Acumulada y velocidad del Viento

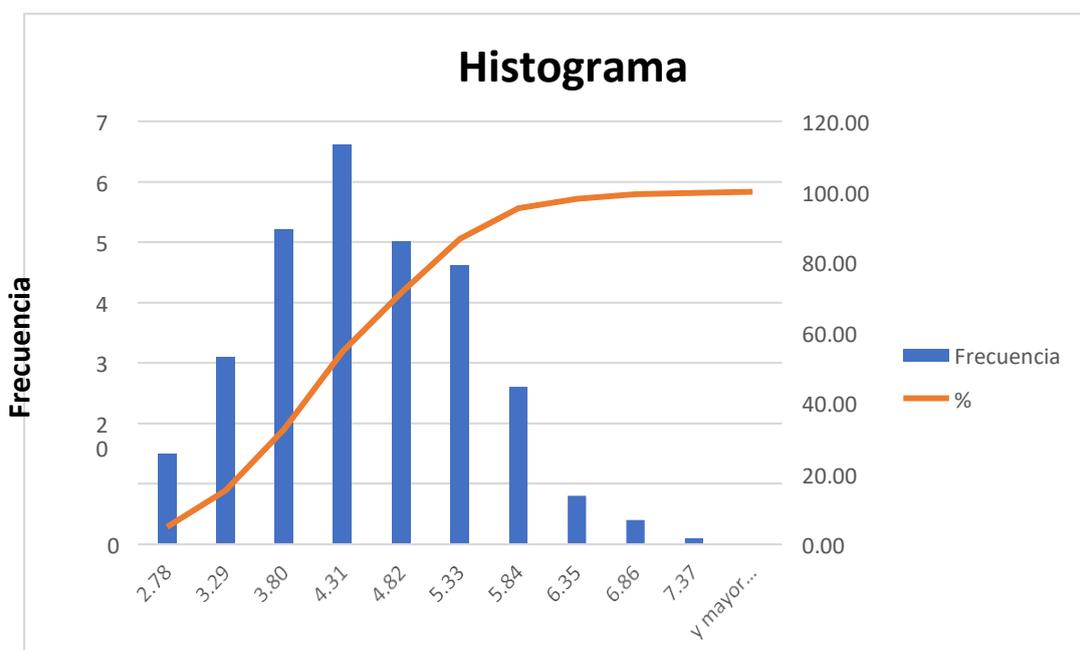
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Acumulada frecuencia relativa Torre 3

VELOCIDAD (m/s)	Frecuencia	% acumulado FR (H)
2.78	15	5.00%
3.29	31	15.33%
3.80	52	32.67%
4.31	66	54.67%
4.82	50	71.33%
5.33	46	86.67%
5.84	26	95.33%
6.35	8	98.00%
6.86	4	99.33%
7.37	1	99.67%
y mayor...	0	100.00%

Fuente: elaboración propia

En la gráfica 3. Deducimos que la velocidad del viento se va a mantener en mayor a 3.80 m/s y menor a 4.31 m/s.



Gráfica 3. Frecuencia Relativa Acumulada y velocidad del Viento
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, proseguiremos con el procedimiento.

$$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right)\right) = k * \ln(v) - k * \ln(c)$$

Incluye el detalle de un segmento $y = kx + b$ en el que:

$$y = \left(\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right)\right) \quad x = \ln(v)$$

$$b = -k * \ln(c)$$

Proseguimos, ejecutando un retroceso lineal con los valores obtenidos, de los dígitos adquiridos y reconocer los parámetros de la ecuación de Weibull.

Tabla 10. Regresión lineal sus Torre 1

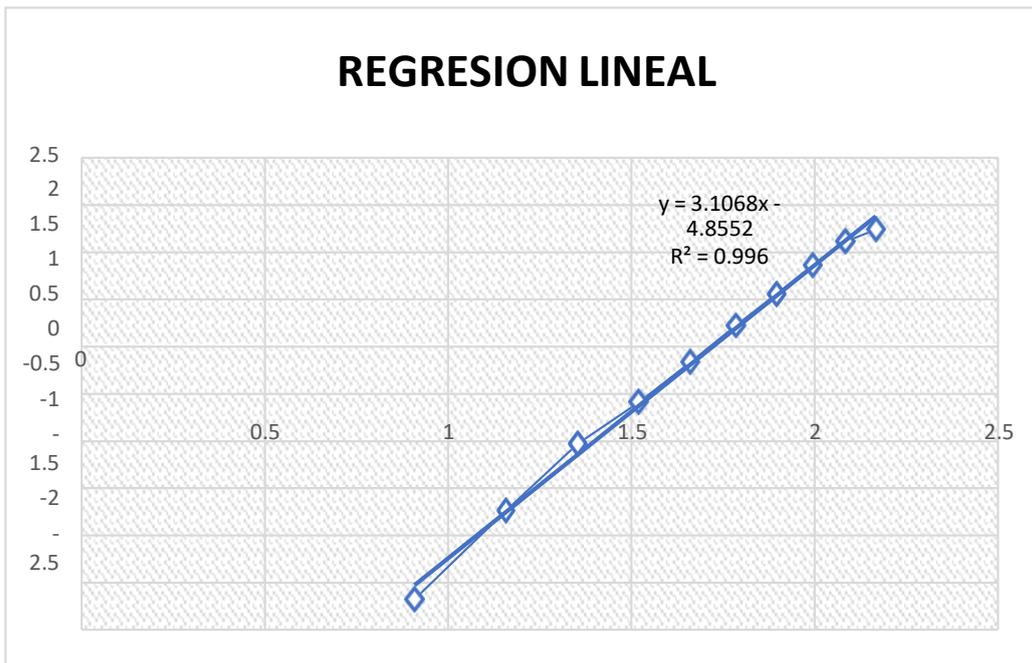
"X" Ln(v)	"Y" Ln(Ln(1/1-F(v)))
0.9082586	-2.178644
1.1568812	-1.242029
1.3532545	-0.530253
1.5195132	-0.091072
1.6601310	0.333882
1.7850705	0.724092
1.8946169	1.053346
1.9947003	1.363201
2.0844291	1.610896
2.1667654	1.7405440

Fuente: elaboración propia

*F (v): Acumulada frecuencia relativa

Se graficará los puntos en la lista con el software Excel, con la finalidad de hacer una sustitución lineal indicando la recta y su ecuación, con la finalidad de encontrar estos parámetros k y b.

Gráfico 4. Línea reestructuración de la Torre 1.



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la función calculada representa de forma bastante precisa, la curva de potencia del aerogenerador pues el valor del R^2 es bastante próximo a 1.

Tendremos su ecuación de la recta:

$$Y = 3.1068X - 4.8552 \dots$$

Comprobando:

$$y = kx + b$$

Poseemos el:

$$K = 3.1068 \quad y \quad b = -4.8552$$

Sustituyendo que:

$$b = -k \cdot \ln(c)$$

Poseemos el:

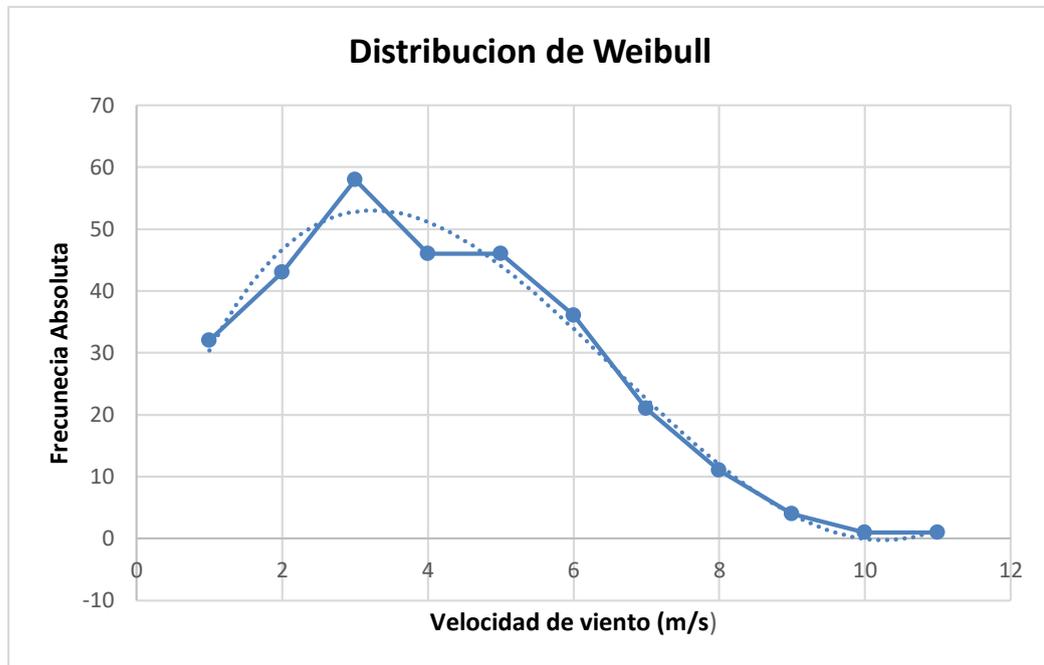
$$C = 4.772 \text{ m/s}$$

Computarizo los recursos del avance y modo, luego uno en una sola ecuación de Weibull, y obtengo la enumeración de Weibull especificando instantáneamente en el Distrito de Salaverry Zona Urbana.

$$f(v) = \frac{3.1068}{4.772} \cdot \left(\frac{v}{4.772}\right)^{2.2068} \cdot e^{-\left(\frac{v}{4.772}\right)^{3.1068}} \dots\dots\dots (\text{Ec.4})$$

La posibilidad de esta ecuación es que se determinará las horas del día que se obtendrá al emplear el aire con respecto a su rapidez.

Gráfica 5. Weibull su distribución Torre 1



Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Regresión lineal sus Torre 2

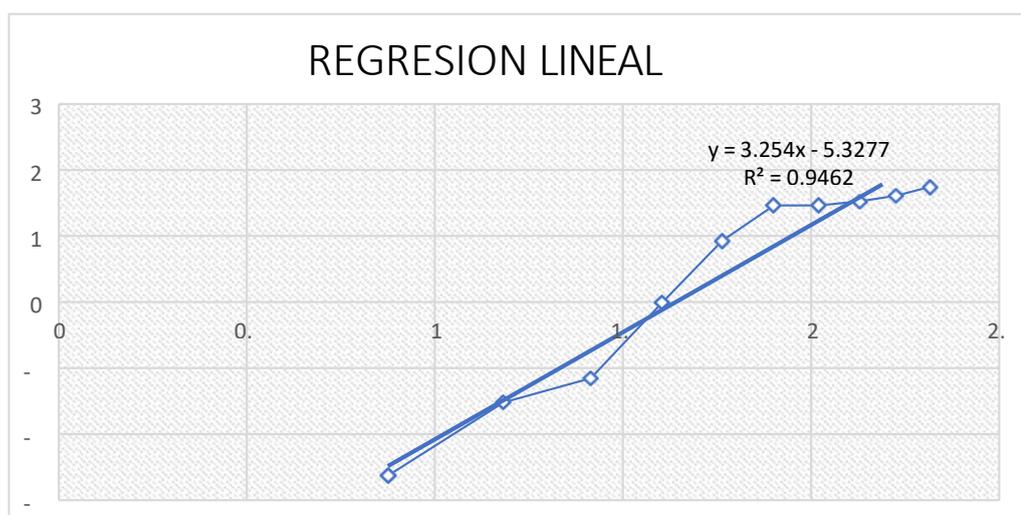
X	Y
0.875468737	-2.623194119
1.181727195	-1.518749573
1.413423029	-1.156101332
1.60341984	-0.005764308
1.763017	0.926529593
1.900613874	1.462673778
2.020222182	1.462673778
2.128231706	1.527179626
2.225704049	1.611562712
2.314513664	1.741129547

Fuente: elaboración propia

***F (v): Acumulada frecuencia relativa**

Se realizará la gráfica de una renovación lineal en el software de Excel, la cual se graficará, punto por punto, con la finalidad de que con esta ecuación se encontré los parámetros k y b.

Gráfica 6. Línea reajustada Torre 2



Fuente: Elaboración propia

De esta manera podemos contemplar la función calculada interpretando el procedimiento exacto de la curva de la potencia del aerogenerador destacando que el valor del R^2 es muy allegado a 1.

Tendremos su ecuación de la recta:

$$Y = 3.254X - 5.3277 \dots$$

Comprobando:

$$y = kx + b$$

Poseemos el:

$$K = 3.254 \quad y \quad b = -5.3277$$

Sustituyendo que:

$$b = -k \cdot \ln(c)$$

Poseemos el:

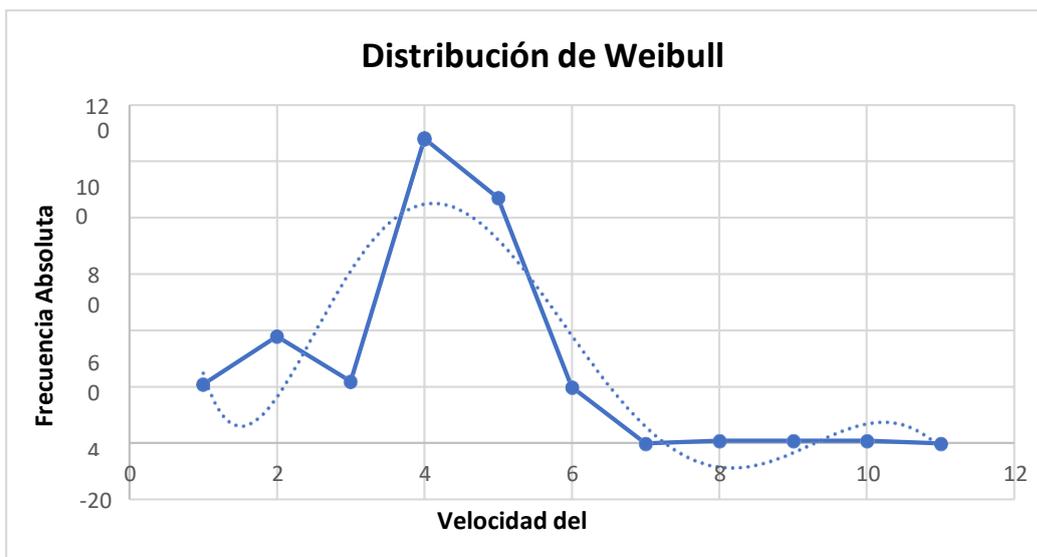
$$C = 5.141 \text{ m/s}$$

Computarizo los recursos del avance y modo, luego uno en una sola ecuación de Weibull, y obtengo la enumeración de Weibull especificando instantáneamente en el Distrito de Salaverry Zona Urbana.

$$f(v) = \frac{3.254}{5.141} \cdot \left(\frac{v}{5.141}\right)^{2.254} \cdot e^{\left(\frac{v}{5.141}\right)^{3.254}} \dots \dots \dots \text{(Ec. 4)}$$

La posibilidad de esta ecuación es que se determinará las horas del día que se obtendrá al emplear el aire con respecto a su rapidez.

Gráfica 7. Weibull su distribución Torre 2



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Regresión lineal sus Torre 3

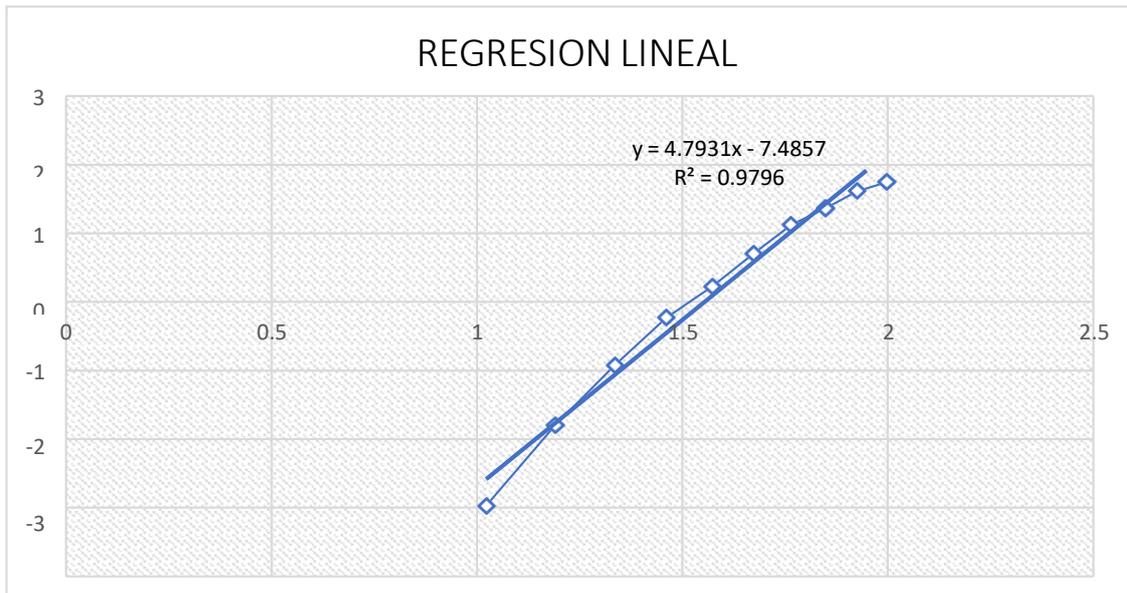
X	Y
1.022450928	-2.970195249
1.190887565	-1.793071083
1.335001067	-0.927567129
1.460937904	-0.234296023
1.572773928	0.222691592
1.673351238	0.700571065
1.764730797	1.11995789
1.848454813	1.364054633
1.925707442	1.611562712
1.997417706	1.741129547

Fuente: elaboración propia

***F (v): Acumulada frecuencia relativa**

Computarizo los recursos del avance y modo, luego uno en una sola ecuación de Weibull, y obtengo la enumeración de Weibull especificando instantáneamente en el Distrito de Salaverry Zona Urbana.

Gráfica 8. Línea reajustada Torre 3



Fuente: Elaboración propia

De esta manera podemos contemplar la función calculada interpretando el procedimiento exacto de la curva de la potencia del aerogenerador destacando que el valor del R^2 es muy allegado a 1.

Tendremos su ecuación de la recta:

$$Y = 4.7931X - 7.4857 \dots$$

Comprobando:

$$y = kx + b$$

Poseemos el:

$$K = 4.7931 \quad y \quad b = -7.4857$$

Sustituyendo que:

$$b = -k \cdot \ln(c)$$

Poseemos el:

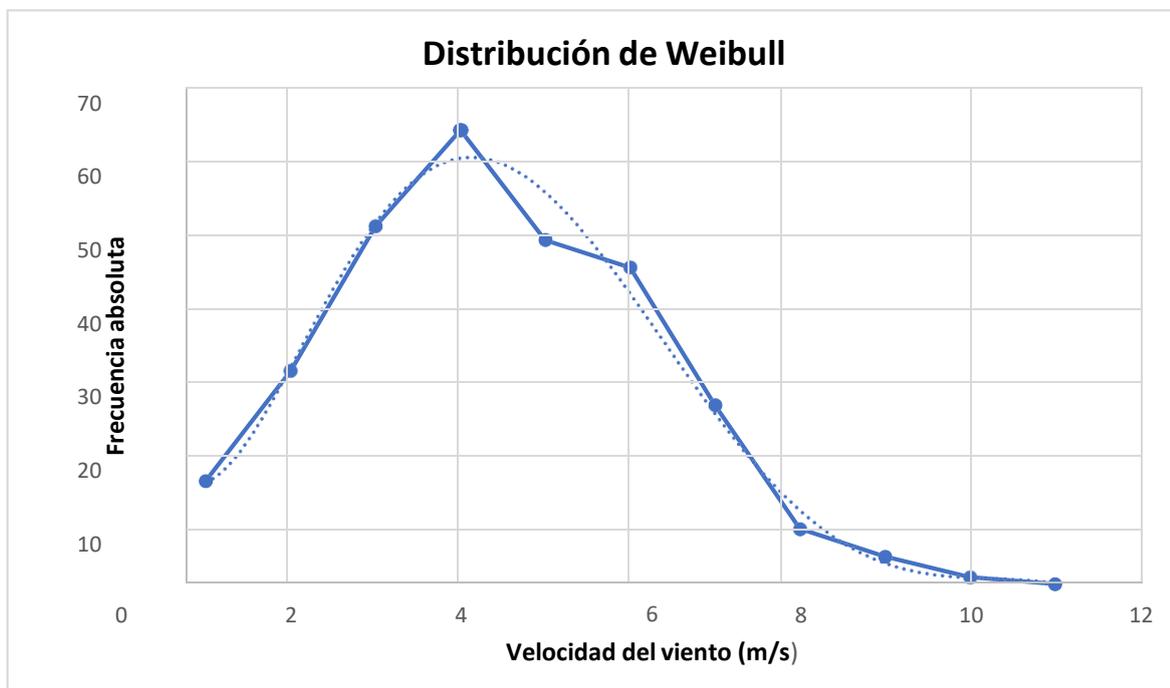
$$C = 4.767 \text{ m/s}$$

Computarizo los recursos del avance y modo, luego uno en una sola ecuación de Weibull, y obtengo la enumeración de Weibull especificando instantáneamente en el Distrito de Salaverry Zona Urbana.

$$f(v) = \frac{4.7931}{4.767} \cdot \left(\frac{v}{4.767}\right)^{3.7931} \cdot e^{-\left(\frac{v}{4.767}\right)^{4.7931}} \dots (\text{Ec. 4})$$

La posibilidad de esta ecuación es que se determinará las horas del día que se obtendrá al emplear el aire con respecto a su rapidez.

Grafica 9. Weibull su distribución Torre 3



Fuente: Elaboración propia

Realizar un estudio de localización de la central eólica en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

La producción energética por los aerogeneradores es dependiente constante de la rapidez del viento, lo cual es importante en la ubicación del área de los aerogeneradores. En este estudio de la zona de los aerogeneradores se ubicará en altamar en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry, región La Libertad a una distancia de 18 km dentro del mar.

Para poder seleccionar la localización de la central eólica y el área donde se ubicarían los aerogeneradores se le preguntó al Ingeniero encargado del área de Proyectos y Desarrollo Urbano de la Municipalidad del Distrito de Salaverry que áreas están disponibles a lo que respondió que las únicas áreas libres son las zonas industriales que están ubicadas en la Panamericana Salaverry.

Por lo que se determinó la Central Eólica se instalaría en la Panamericana Salaverry en las coordenadas (-8.197976, -78.989160) entre la empresa Camal Frigorífico Salaverry S.A.C. y Almacén Transporte Ranza TR, ya que cuenta con el área apropiada para la instalación de la red eléctrica. (Anexo 19).

Para la ubicación de los aerogeneradores se tomó en cuenta dos áreas diferentes, la primera en el Cerro Carretas y la segunda en altamar, se seleccionó la segunda opción que es en altamar ya que en la zona del Cerro Carretas fue descartado porque esa área se encuentra destinada para el área arqueológica y el área agrícola (sembrío).

Para ello se le consultó a la Oficial de Mar Tercero Srta. Mercedes Sumerindequien está a cargo en la Marina de Guerra Del Perú Capitanía de Puerto de Salaverry que área está a cargo de la marina y las áreas que están ocupadas y las áreas libres en altamar (Ver anexo 20), entonces el área donde se instalarían los aerogeneradores será a una distancia 18 km (18000 m) de la costa de Salaverry (Anexo 21).

Determinar las características Técnicas del sistema eólico.

El plan eólico es tomado para cubrir una demanda máxima de 4.92 MW, por esta razón necesita de una configuración idónea, las cuales se fundamentan en estas dos opciones:

- **Opción 1: 3 Aerogeneradores de 2 MW c/u.**
- **Opción 2: 10 aerogeneradores de 500KW c/u.**

En la alternativa 1 se dispone instalar 3 aerogeneradores de un potencial unitario de 2 MW, esta elección es conveniente, debido a que si se aplica el factor de potencia de 3 se obtendría 6 MW cumpliendo con la máxima demanda solicitada, además es conveniente debido a que al ser solo 3 aerogeneradores su precio total sería de S/ 120,000.00 soles. El aerogenerador seleccionado sería V80 – 2 MW FABRICANTE (VESTAS). (Anexo 22)

En la alternativa 2, se propuso instalar 10 aerogeneradores de V42 - 500 kW, esta es una elección, debido a que en el mercado existen estos prototipos de aerogeneradores, a pesar de que el firmamento en el que se utilizaría sería más amplio e igual potencia instalada. Esta opción se planteó con fines de reducir el costo, pero ocuparíamos más espacio y el espacio se podría utilizar para más aerogeneradores por si se amplió la demanda eléctrica a otros distritos.

POTENCIA NOMINAL DE LA CENTRAL EÓLICA

La central eólica consta de 3 aerogeneradores V80/ 2 MW, la cual cada uno de ellos consta con una potencia nominal cada uno, dispuesto en una fila.

La potencia nominal del parque eólico se determina por la siguiente expresión:

$$P_{np} = P_n * N = 2MW * 3 = 6 MW$$

- **P_{np}: potencia nominal del parque.**
- **P_n: Potencia nominal del aerogenerador**
- **N: Factor de potencia.**

CARACTERÍSTICAS DE LOS AEROGENERADORES

Se mostrará las características más esenciales:

- **Fabricante: Vestas (Dinamarca).**
- **Diámetro del rotor: 80 m.**
- **Área barrido por el rotor: 5027 m².**
- **Torre de acero tubular: 100 m**
- **Tipo de Generador: Generador tipo ASYNC.**
- **Longitud palas: 80 m.**
- **Potencia nominal: 2 MW**
- **Velocidad de conexión: 3.5 m/s**
- **Velocidad de desconexión: 25 m/s**

CÁLCULOS DEL TRANSFORMADOR

El aerogenerador posee una tensión de salida 690 V, con la finalidad de ingresar al sistema de Arato, en la que requerimos elevar la tensión a 22.9kV, es por esta razón que se efectuara los cálculos, con la finalidad de seleccionar un buen transformador de potencia.

$$P_{nt} = P_e / \cos\phi = 2000 / 0.95 = 2105.26 \text{ kVA}$$

Por lo tanto, seleccionaremos un transformador de 2500 kVA, potencia secundaria (690 V) 2500 kVA, potencia secundaria (480 V) 100 kVA, frecuencia 60 Hz, tensión primaria 22.9 kV y tensión secundaria 650/480 V

- **P_{nt}: potencia nominal del transformador.**
- **P_e: Potencia nominal del aerogenerador**

- $\cos\phi$: Factor de potencia.

La proyección va a ser de aquí para 20 años que el consumo es de 4.92 MW.

Los tipos de cables que se van a utilizar sería: Cable Centelsa C XLPE, Cable Centelsa Sintox, Cable Centelsa RHH/RHW-2/USE-2 para la conducción de los aerogeneradores hacia la central eólica.

Cimentaciones (Base de los Aerogeneradores) Tipos de cimentaciones

La principal función de las funciones es transmitir los esfuerzos creados por el aerogenerador al fondo marino. El diseño viene por las condiciones de vientos y olas, la profundidad y la geología del lecho marino (Aquaret, 2012).

Existen 4 tipos de cimentación estándar: (Anexo 23)

- **Mono pilote:** consisten en un armazón metálico, el cual es la continuación aparentemente que sigue de la misma armazón de la torre, es el tipo de fundación muy usual, con el fin de tener una profundidad de 25 m, el cual será bastante efectivo, a pesar de que su costo es alto, por los retos que presenta su transporte y la preparación del suelo. Esta estructura no soporta grandes momentos ni grandes esfuerzos horizontales, y su rigidez es baja.
- **Trípode:** consiste en un enorme tubo con un diámetro mayor que el de sus 3 patas de protección, el cual son usados en aguas de profundidades mayores de 25 m hasta 50 m.
- **Jackets:** se emplea con respecto a que sus profundidades sean entre 25 m y 50 m, apropiado a su matriz estructural de protección, el cual tiene una gran rigidez y una baja masa estructural, pero tiene una mayor complejidad y cantidad de materiales que la cimentación tipo trípode.

- **Por gravedad:** esta cimentación es el hormigón reforzado, son construida en tierra para luego ser llevadas a su ubicación final. La masa de hormigón a utilizar es proporcional al cuadrado de la profundidad, lo que lo hace este método bastante caro en aguas con profundidades mayores a 10 m.

Existen otros tipos de cimentación, aunque no es una cimentación propiamente dicha, estas son las plataformas flotantes. Estas permitentrabajar a grandes profundidades y solo son fijadas al fondo por cablesque mantienen la plataforma en este sitio. Porque en la actualidad cuentan con poco desarrollo, pero son una apuesta para cimentacionesoffshore del futuro (Kiokes G, Zountoridou E, Chakalis, & Hatsoargyriou N, 2015).

Evaluar alternativas para diferentes perfiles aerodinámicos

Para la evaluación de los 5 perfiles aerodinámicos los cuales son: NACA m1 AIRFOIL, NACA 64008 AIRFOIL, NACA 63A010 AIRFOIL, NACA M3 AIRFOIL, NACA 0012 AIRFOIL, evaluando cada uno de ellos, de acuerdo con la ley exponencial de Hellmann(α), velocidad del viento (V_h), celeridad en posición (λr), ángulo de sustentación(θ) e inclinación(β), radio del aeroturbina (R), ángulo deflujo(Φr), (C_d/C_l), velocidad de rotación de la turbina (Ω) y el coeficiente de potencia máxima (C_p), para ello se trasladó las formulas al Software “Microsoft Excel” (Anexo 24 hasta Anexo 28).

Por la cual se seleccionó el perfil NACA 63A010 AIRFOIL teniendo el mayor rendimiento aerodinámico de C_p de 0.49, y el menor rendimiento fue el perfil NACA 0012 AIRFOIL y NACA 64008 AIRFOIL obtuvieron un C_p de 0.41 y 0.47 respectivamente.

Datos: Torre 1

Potencia = 4916.8 kW

Velocidad del viento = 3.87 m/s

m/s Temperatura de Aire = 18 °C

Datos: Torre 2

Potencia = 4916.8 kW

Velocidad del viento = 4.97

Temperatura de Aire = 22 °C

Altura Medida: 3 metros

Altura Medida: 3 metros

Datos: Torre 3 Potencia = 4916.8 kW

Velocidad del viento = 4.31 m/s

Temperatura de Aire = 20 °C

Altura Medida: 6 metros

Solución

Tipo de Alabe: Naca – M1 AIRFOIL

1. Celeridad de la turbina

Asumimos el valor de la celeridad de la turbina de la siguiente tabla:

λ_d	1	2	3	4	5 - 8	8 - 15
B	6 - 20	4 - 12	3 - 6	2 - 4	2 - 3	1 - 2

$$\text{Rango} \Rightarrow 4 \leq \lambda_d \leq 10$$

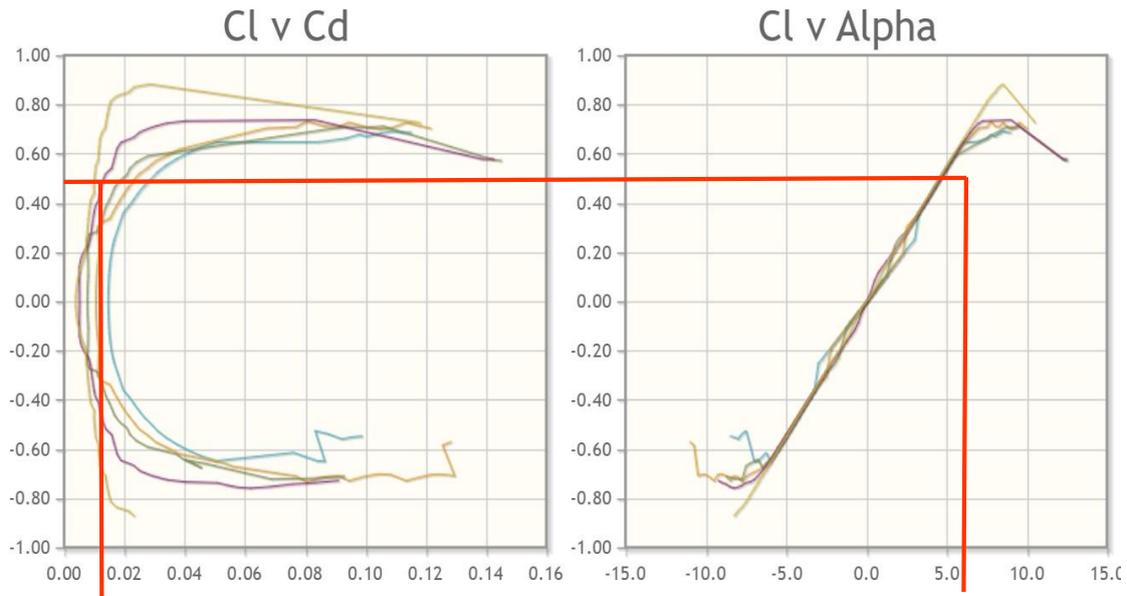
$$\lambda_d = 4$$

Como es generador, optamos por 4 para λ_d (celeridad), teniendo en cuenta λ_d asumimos que B seria 3 (número de palas):

Entonces con los datos obtenidos por la tabla escogemos un B:

$$B = 3; \quad \eta_t = 0.53$$

2. Cálculos de C_L , C_D y α :



$$C_L = 0.65, C_D = 0.012 \text{ y } \alpha = 6^\circ$$

$$\frac{C_D}{C_L} = 0.018$$

3. Cálculo del coeficiente de potencia máxima C_P :

$$(C_P)_{\text{m}á\text{x.}} = \left[1 - \left(\frac{1.386}{B} \right) \left(\sin \frac{\phi}{2} \right) \right]^2 \cdot \left[\left(\frac{16}{27} \right) \left(e^{-0.35 \lambda_d^{(-1.29)}} - \frac{C_D}{C_L} \cdot \lambda_d \right) \right] \quad \dots\dots\dots \text{(Ec. 6)}$$

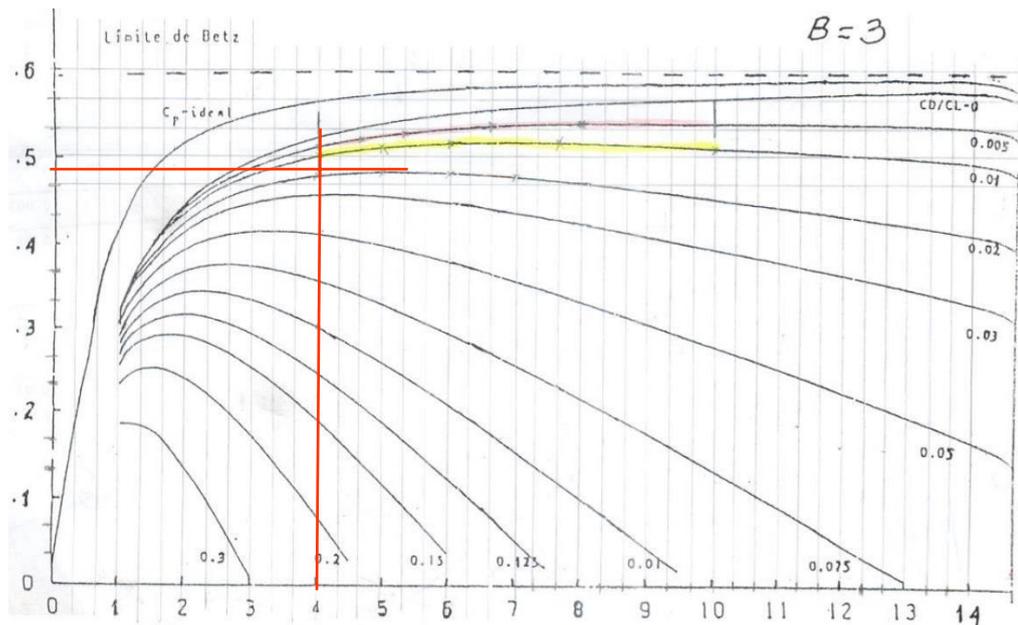
Pero antes de esto calculamos el Ángulo de flujo:

$$\phi = \left(\frac{2}{3} \right) \left(\text{arctg} \frac{1}{\lambda_d} \right)$$

$$\rightarrow \phi = 9.36^\circ$$

$$(C_P)_{\text{m}á\text{x.}} = 0.48$$

4. Verificación de la celeridad (λ_d) y el C_P : Para eso nos guiamos de la siguiente tabla



Los datos coinciden con las variables λ_d , B , C_P y el C_D/C_L .

a. Torre 1:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = V_{ref} \left(\frac{h}{h_{ref}} \right)^\alpha$$

$$V_h = 8.594$$

2. Cálculo del radio de la turbina (R) (Ec. 7):

$$R = \left[\frac{2 * P(\text{Watts})}{\eta_t * C_P * \rho * \pi * V^3} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$R = 126.861$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

- **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = \lambda * \frac{r}{R}$$

$$\lambda_r = 2$$

- **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = \frac{2}{3} * \text{Arctg} \left(\frac{1}{\lambda_r} \right)$$

$$\phi_r = 17.71$$

- **Entonces:**

$$C = 2.01 \text{ m}$$

- **Angulo de sección:**

$$\beta = \phi - \alpha$$

$$\beta = -5.69$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = \frac{V_h * \lambda_d}{R}$$

$$\Omega = 0.27 \text{ rad/s} = 2.59 \text{ rpm}$$

b. Torre 2:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 8.120$$

2. Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):

$$R = 139.046$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 2$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 17.71$$

➤ **Entonces:**

$$C = 2.20 \text{ m}$$

➤ **Angulo de sección:**

$$\beta = -5.69$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.23 \text{ rad/s} = 2.23 \text{ rpm}$$

c. Torre 3:

a. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 6.391$$

b. Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):

$$R = 198.493$$

c. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ Primero hallamos celeridad en posición λ_r :

$$\lambda_r = 2$$

➤ Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :

$$\phi_r = 17.71$$

➤ Entonces:

$$C = 3.15 \text{ m}$$

➤ Angulo de sección:

$$\beta = -5.69$$

d. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.16 \text{ rad/s} = 1.23 \text{ rpm}$$

Tipo de alabe: Naca 64008 AIRFOIL

1. Celeridad de la turbina

Asumimos el valor de la celeridad de la turbina de la siguiente tabla:

λ_d	1	2	3	4	5 - 8	8 - 15
B	6 - 20	4 - 12	3 - 6	2 - 4	2 - 3	1 - 2

$$\text{Rango} \Rightarrow 4 \leq \lambda_d \leq 10$$

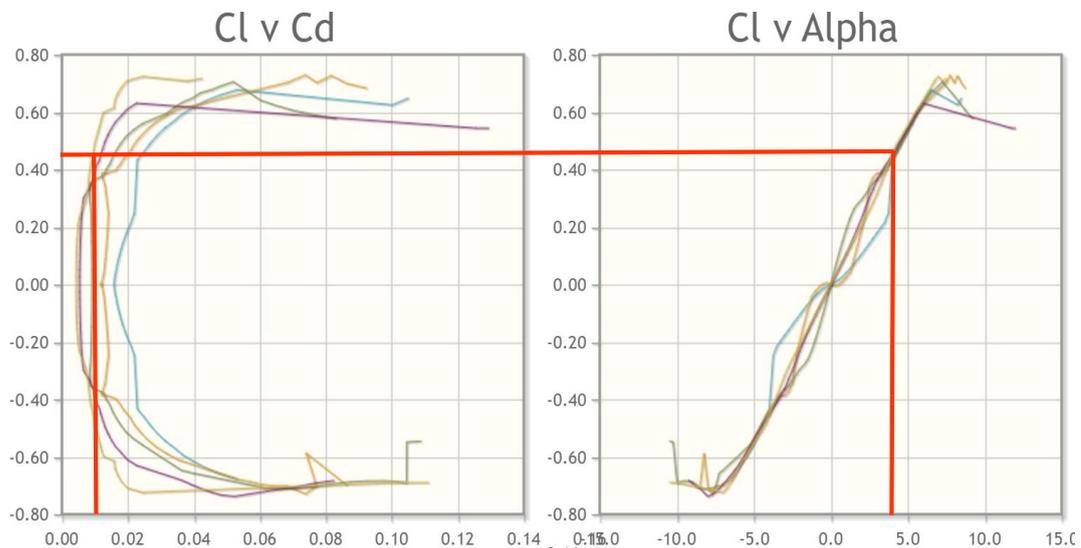
$$\Rightarrow \lambda_d = 4$$

Como es generador, optamos por 3 para λ_d (celeridad), teniendo en cuenta λ_d asumimos que B seria 3 (número de palas):

Entonces con los datos obtenidos por la tabla escogemos un B:

$$B = 3; \eta_t = 0.53$$

2. Cálculos de CL, CD y α :



$$C_L = 0.48, C_D = 0.001 \text{ y } \alpha = 4.25^\circ$$

$$\frac{C_D}{C_L} = 0.021$$

3. Cálculo del coeficiente de potencia máxima C_P :

$$(C_P)_{m\acute{a}x.} = \left[1 - \left(\frac{1.386}{B} \right) \left(\sin \frac{\phi}{2} \right) \right]^2 \cdot \left[\left(\frac{16}{27} \right) \left(e^{-0.35 \lambda_d^{(-1.29)}} - \frac{C_D}{C_L} \cdot \lambda_d \right) \right] \dots \text{(Ec. 6)}$$

Pero antes de esto calculamos el Ángulo de flujo:

$$\phi = 9.36^\circ$$

$$(C_P)_{m\acute{a}x.} = 0.47$$

4. Verificación de la celeridad (λ_d) y el C_P :

➤ Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :

$$\phi_r = 17.71$$

➤ Entonces:

$$C = 1.49 \text{ m}$$

➤ Angulo de sección:

$$\beta = -3.94$$

2. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.27 \text{ rad/s} = 2.57 \text{ rpm}$$

a. Torre 2:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 8.120$$

2. Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):

$$R = 139.811$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 2$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 17.71$$

➤ **Entonces:**

$$C = 1.64 \text{ m}$$

➤ **Angulo de sección:**

$$\beta = -3.94$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.23 \text{ rad/s} = 2.22 \text{ rpm}$$

b. Torre 3:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 6.391$$

2. Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):

$$R = 199.585$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 2$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 17.71$$

➤ **Entonces:**

$$C = 2.34 \text{ m}$$

➤ **Angulo de sección:**

$$\beta = -3.94$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.13 \text{ rad/s} = 1.22 \text{ rpm}$$

Tipo de alabe: Naca 63A010 AIRFOIL

1. Celeridad de la turbina

Asumimos el valor de la celeridad de la turbina de la siguiente tabla:

λ_d	1	2	3	4	5 - 8	8 - 15
B	6 - 20	4 - 12	3 - 6	2 - 4	2 - 3	1 - 2

$$\text{Rango} \Rightarrow 4 \leq \lambda_d \leq 10$$

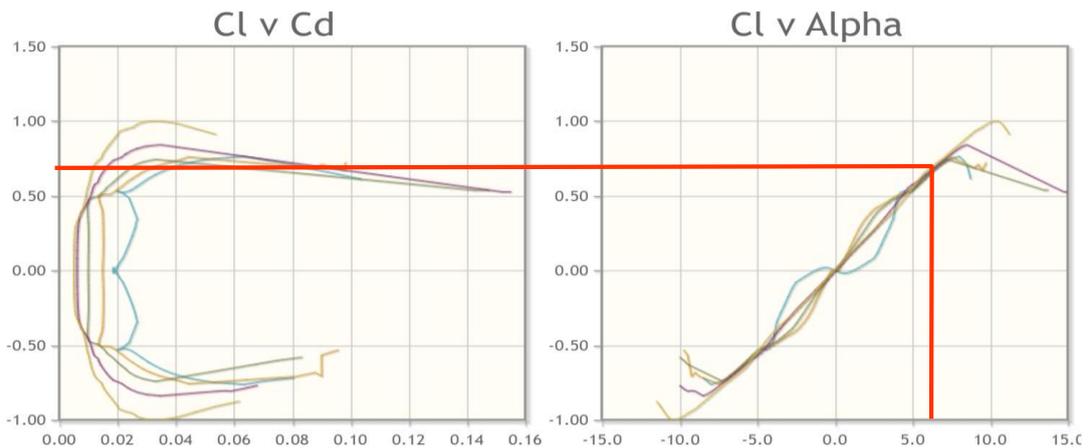
$$\Rightarrow \lambda_d = 8$$

Como es generador, optamos por 3 para λ_d (celeridad), teniendo en cuenta λ_d asumimos que B seria 3 (número de palas):

Entonces con los datos obtenidos por la tabla escogemos un B:

$$B = 3; \eta_t = 0.53$$

2. Cálculos de CL, CD y α :



$$C_L = 0.65, C_D = 0.01 \text{ y } \alpha = 5.75^\circ$$

$$\frac{C_D}{C_L} = 0.015$$

3. Cálculo del coeficiente de potencia máxima C_P :

$$(C_P)_{\text{m}\acute{a}\text{x.}} = \left[1 - \left(\frac{1.386}{B} \right) \left(\sin \frac{\phi}{2} \right)^2 \right]^2 \cdot \left[\left(\frac{16}{27} \right) \left(e^{-0.35 \lambda_d^{(-1.29)}} - \frac{C_D}{C_L} \cdot \lambda_d \right) \right] \dots \dots \dots \text{(Ec. 6)}$$

Pero antes de esto calculamos el Ángulo de flujo:

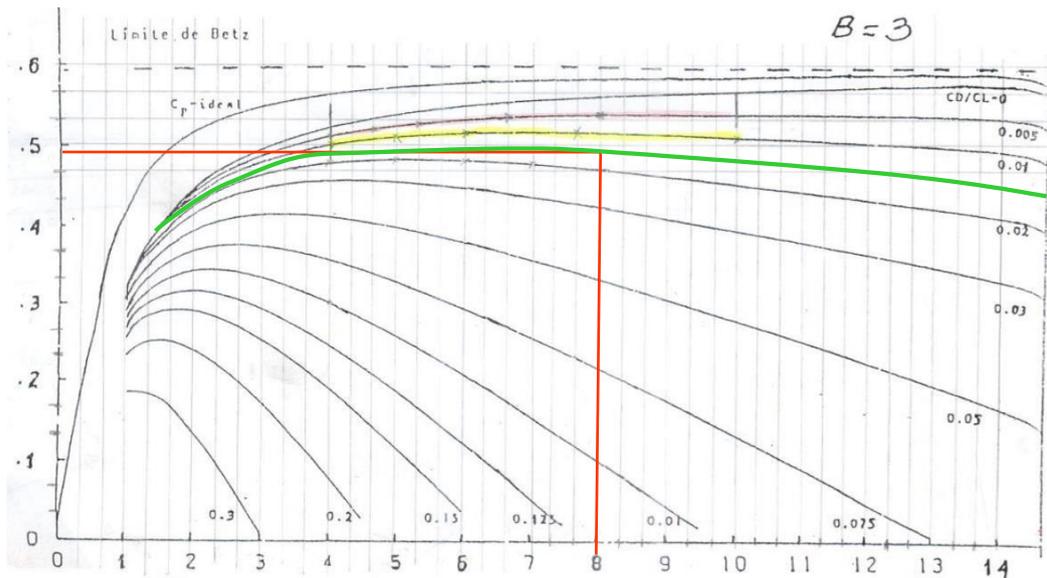
$$\phi = \left(\frac{2}{3} \right) \left(\text{arctg} \frac{1}{\lambda_d} \right)$$

$$\rightarrow \phi = 4.75^\circ$$

$$(C_P)_{\text{m}\acute{a}\text{x.}} = 0.49$$

4. Verificación de la celeridad (λ_d) y el C_P :

Para eso nos guiamos de la siguiente tabla



Los datos coinciden con las variables λ_d , B , C_P y el C_D/C_L .

a. Torre 1:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 8.594$$

2. Cálculo del radio de la turbina (R) (Ec. 7):

$$R = 125.627$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ Primero hallamos celeridad en posición λ_r :

$$\lambda_r = 4$$

➤ Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :

$$\phi_r = 9.36$$

➤ Entonces:

$$C = 6.83 \text{ m}$$

➤ Angulo de sección:

$$\beta = -5.59$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.55 \text{ rad/s} = 5.23 \text{ rpm}$$

b. Torre 2:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 8.120$$

2. Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):

$$R = 137.693$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 4$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 9.36$$

➤ **Entonces:**

$$C = 7.49 \text{ m}$$

➤ **Angulo de sección:**

$$\beta = -5.59$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.47 \text{ rad/s} = 4.51 \text{ rpm}$$

c. Torre 3:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 6.391$$

2. Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):

$$R = 196.562$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 4$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 9.36$$

➤ **Entonces:**

$$C = 10.67 \text{ m}$$

➤ **Angulo de sección:**

$$\beta = -5.59$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.26 \text{ rad/s} = 2.48 \text{ rpm}$$

Tipo de alabe: Naca M3 AIRFOIL

1. Celeridad de la turbina

Asumimos el valor de la celeridad de la turbina de la siguiente tabla:

λ_d	1	2	3	4	5 - 8	8 - 15
B	6 - 20	4 - 12	3 - 6	2 - 4	2 - 3	1 - 2

$$\text{Rango} \Rightarrow 4 \leq \lambda_d \leq 10$$

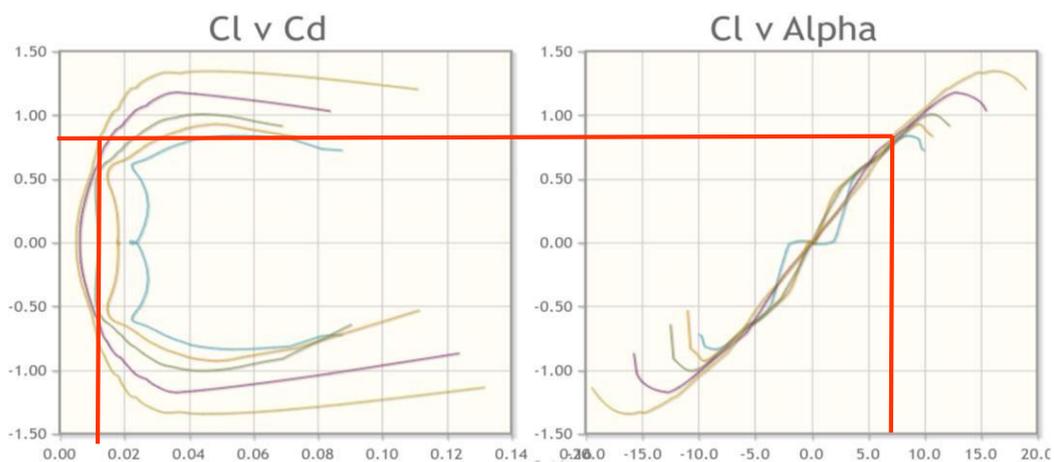
$$\Rightarrow \lambda_d = 3.5$$

Como es generador, optamos por 3 para λ_d (celeridad), teniendo en cuenta λ_d asumimos que B seria 3 (número de palas):

Entonces con los datos obtenidos por la tabla escogemos un B:

$$B = 3; \eta_t = 0.53$$

2. Cálculos de C_L , C_D y α :



$$C_L = 0.83, C_D = 0.013 \text{ y } \alpha = 7.25^\circ$$

$$\frac{C_D}{C_L} = 0.016$$

3. Cálculo del coeficiente de potencia máxima C_P :

$$(C_P)_{m\acute{a}x.} = \left[1 - \left(\frac{1.386}{B} \right) \left(\sin \frac{\phi}{2} \right) \right]^2 \cdot \left[\left(\frac{16}{27} \right) (e^{-0.35 \lambda_d^{-1.29}}) - \frac{C_D}{C_L} \cdot \lambda_d \right] \dots \dots \dots \text{(Ec. 6)}$$

Pero antes de esto calculamos el Ángulo de flujo:

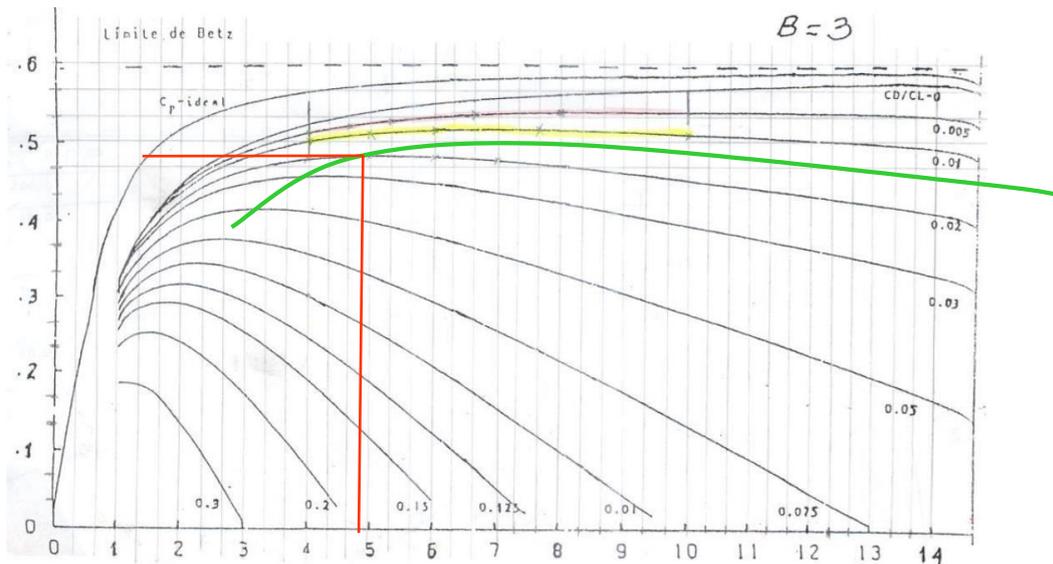
$$\phi = \left(\frac{2}{3} \right) \left(\text{arctg} \frac{1}{\lambda_d} \right)$$

$$\rightarrow \phi = 10.63^\circ$$

$$(C_P)_{m\acute{a}x.} = 0.48$$

4. Verificación de la celeridad (λ_d) y el C_P :

Para eso nos guiamos de la siguiente tabla



Los datos coinciden con las variables λ_d , B , C_P y el C_D/C_L .

a. Torre 1:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 8.594$$

2. Cálculo del radio de la turbina (R) (Ec. 7):

$$R = 101.750$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 1.75$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 19.83$$

b. Entonces:

$$C = 1.96 \text{ m}$$

c. Angulo de sección:

$$\beta = -6.90$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.24 \text{ rad/s} = 2.26 \text{ rpm}$$

b. Torre 2:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 8.120$$

2. Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):

$$R = 139.094$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * \bar{C}} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 1.75$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 19.83$$

➤ **Entonces:**

$$C = 2.14 \text{ m}$$

➤ **Angulo de sección:**

$$\beta = -6.90$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.20 \text{ rad/s} = 1.95 \text{ rpm}$$

c. Torre 3:

- **Cálculo de velocidades del viento V_h :**

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 6.391$$

- **Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):**

$$R = 198.562$$

- **Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)**

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

- **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 1.75$$

- **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 19.83$$

- **Entonces:**

$$C = 3.06 \text{ m}$$

- **Angulo de sección:**

$$\beta = 6.90$$

- **Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)**

$$\Omega = 0.11 \text{ rad/s} = 1.08 \text{ rpm}$$

Tipo de alabe: Naca 0012 AIRFOIL

1. Celeridad de la turbina

Asumimos el valor de la celeridad de la turbina de la siguiente tabla:

λ_d	1	2	3	4	5 - 8	8 - 15
B	6 - 20	4 - 12	3 - 6	2 - 4	2 - 3	1 - 2

$$\text{Rango} \Rightarrow 4 \leq \lambda_d \leq 10$$

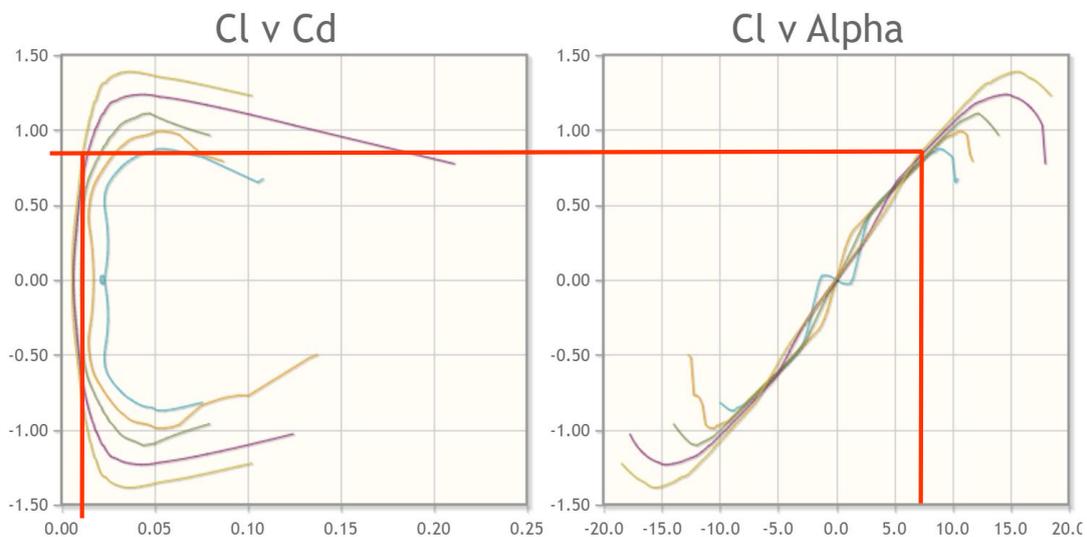
$$\Rightarrow \lambda_d = 7$$

Como es generador, optamos por 3 para λ_d (celeridad), teniendo en cuenta λ_d asumimos que B seria 3 (número de palas):

Entonces con los datos obtenidos por la tabla escogemos un B:

$$B = 3; \eta_t = 0.53$$

2. Cálculos de CL, CD y α :



$$C_L = 0.48, C_D = 0.001 \text{ y } \alpha = 7.5^\circ$$

$$\frac{C_D}{C_L} = 0.016$$

3. Cálculo del coeficiente de potencia máxima C_P :

$$(C_P)_{\text{máx.}} = \left[1 - \left(\frac{1.386}{B} \right) \left(\sin \frac{\phi}{2} \right) \right]^2 \cdot \left[\left(\frac{16}{27} \right) \left(e^{-0.35 \lambda_d^{(-1.29)}} - \frac{C_D}{C_L} \cdot \lambda_d \right) \right] \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 6})$$

Pero antes de esto calculamos el Ángulo de flujo:

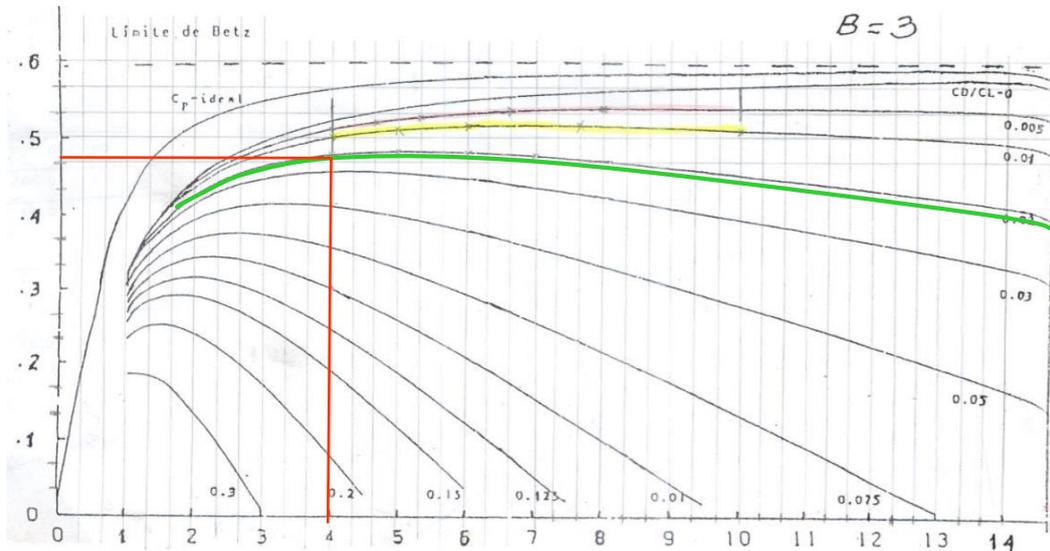
$$\phi = \left(\frac{2}{3} \right) \left(\text{arctg} \frac{1}{\lambda_d} \right)$$

$$\rightarrow \phi = 5.42^\circ$$

$$(C_P)_{\text{máx.}} = 0.41$$

4. Verificación de la celeridad (λ_d) y el C_P :

Para eso nos guiamos de la siguiente tabla



Los datos coinciden con las variables λ_d , B , C_P y el C_D/C_L .

a. Torre 1:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 8.594$$

2. Cálculo del radio de la turbina (R) (Ec. 7):

$$R = 136.897$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 3.5$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 10.63$$

➤ **Entonces:**

$$C = 6.77 \text{ m}$$

➤ **Angulo de sección:**

$$\beta = -7.31$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.44 \text{ rad/s} = 4.20 \text{ rpm}$$

b. Torre 2:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 8.120$$

2. Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):

$$R = 150.045$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 3.5$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 10.63$$

➤ **Entonces:**

$$C = 7.42 \text{ m}$$

➤ **Ángulo de sección:**

$$\beta = -7.31$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.38 \text{ rad/s} = 3.62 \text{ rpm}$$

c. Torre 3:

1. Cálculo de velocidades del viento V_h :

Para conseguir el modelo de Hellman en proyección de la irregularidad del territorio en el mar (ver Tabla 1):

Las alturas de la torre van a ser de 100 metros y estará ubicada dentro del mar.

Para ello se tomó la (Ec. 5)

$$V_h = 6.391$$

2. Cálculo del radio de la turbina R (Ec. 7):

$$R = 214.195$$

3. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 9)

$$C = \left(\frac{8 * \pi * r}{B * C_L} \right) (1 - \cos \phi_r)$$

➤ **Primero hallamos celeridad en posición λ_r :**

$$\lambda_r = 3.5$$

➤ **Ahora obtenemos ángulo de flujo ϕ_r :**

$$\phi_r = 10.63$$

➤ **Entonces:**

$$C = 10.59 \text{ m}$$

➤ **Angulo de sección:**

$$\beta = -7.31$$

4. Cálculo de las cuerdas y ángulo del alabe (Ec. 8)

$$\Omega = 0.21 \text{ rad/s} = 1.99 \text{ rpm}$$

Realizar plano de la alternativo seleccionada

Se realizó el plano tomando en cuenta las distancias desde la orilla del mar hacia adentro con una distancia de 18 km y la distancia entre aerogeneradores es de 168 m, hacia el transformador a 336 m de los aerogeneradores para poder controlar fácilmente la estabilidad de la red y conseguir un equilibrio lo más rentable posible. La altura de la de la torre es de 100 m y el diámetro de rotor de 80 m (Anexo 29).

Evaluación económica de la instalación y operación de la central eólica

Para la evaluación económica se tomaron en cuenta las siguientes INVERSIONES: Cable de la Turbina, cable Sumergibles, aerogenerador VESTAS 80 – 2 MW, Soporte estructural (Jackets), transformadores MT/AT, área del terreno central eólica, área de la zona de los aerogeneradores, construcción de la central eólica, instalación de posos a tierra, transporte de los aerogeneradores, montaje de los aerogeneradores. Teniendo un todas de S/ 3,150,550.00 y los gastos operativos anuales es de S/ 50,200.00 con retornode inversión de 3 años a una tasa de retorno de 5%. Y el beneficio bruto de ahorro de suministro eléctrico es de S/4,367,379.06.

Aplicando el Flujo de fondos neto de la central eólica utilizando el VAN y TIR para tener un beneficio, por lo que su beneficio es de: TIR 5% y VANS/2,901,233.80 nuevos soles siendo que el proyecto es rentable para la inversión (Anexo 30 y Anexo 31).

V. DISCUSIÓN

1. Según Kerting, William (2010), en artículo Modelado y análisis de sistemas de distribución, la carga máxima que se distribuye a un circuito eléctrico, a lo largo de un ciclo de tiempo detallado. Se simboliza, con respecto a momento dado, las cargas eléctricas operan al mismo tiempo. El tiempo corresponde al valor instantáneo de la demanda máxima.

Asimismo, Perez 2018, indica que para obtener su demanda eléctrica requerida tuvo que llevar a cabo las visitas técnicas planificadas, con objetivo de poder tomar los datos acerca de sus máquinas y equipos instalados en las diferentes pisos que compone la finca San Carlos.

Por ello, en aplicación de la teoría se aplicaron los instrumentos de recopilación de información, con el fin de poder obtener toda la información del consumo de la energía eléctrica, además de cuantos equipos y maquinas cuentan (Perez, 2018).

Apoyándonos de la tesis de grado de Perez (2018), Sistema de Generación Eólica para electrificar fundo San Carlos Empresa Agroindustrial Arato Perú S.A. Que tuvo como resultado una demanda máxima de 2992.82 kW. La cual se basó en fundamentación teórica, estaría acorde a lo que se menciona en las teorías existentes. Por lo tanto, los resultados de nuestra investigación muestran que para el cálculo de la demanda máxima los equipos común mente empleados en la vivienda son Televisores, equipo de sonidos, licuadoras, hornos eléctricos, refrigeradores, lavadoras, olla arrocera, laptop y otros, en las empresas con balanzas desde 30 TN hasta 80 TN y motores desde 3 hp hasta 30 hp que sumados alcanzaron una demanda máxima de 1756.13 kW que es coherente con el número de viviendas habitadas y empresas en la zona urbana del distrito de Salaverry.

2. Del procesamiento de las evaluaciones realizadas sobre la velocidad del viento, las cuales se tomaron en 3 ubicaciones distintas se logró obtener como valores de la velocidad a 3.87 m/s para una frecuencia absoluta de 58 y una frecuencia relativa acumulada de 44.48% con un coeficiente de Weibull de 4.772 m/s en la posición a 80 de la orilla del mar, cuyos valores nos permiten obtener un potencial eólico promedio anual de 66.56 W/m² y una potencia eólica disponible por año de 0.58 MWh/m² y para la posición a 100 m de la orilla del mar se logró obtener como valores de la velocidad a 4.97 m/s para una frecuencia absoluta de 108 y una frecuencia relativa acumulada de 63% con un coeficiente de Weibull de 5.141 m/s, cuyos valores nos permiten obtener un potencial eólico promedio anual de 83.23 W/m² y una potencia eólica disponible por año de 0.73 MWh/m² y para la posición de la capitanía se logró obtener como valores de la velocidad a 4.31 m/s para una frecuencia absoluta de 66 y una frecuencia relativa acumulada de 54.67% con un coeficiente de Weibull de 4.767 m/s, cuyos valores nos permiten obtener un potencial eólico promedio anual de 66.36 W/m² y una potencia eólica disponible por año de 0.58 MWh/m². Estos resultados son coherentes en la metodología aplicada con el trabajo realizado por Díez, Manuel 2008.

Según Díez, Manuel 2008, en su tesis “Análisis de Viento Registrado en la Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional PEDRO RUÍZ GALLO” concluyó que el procedimiento correcto, con el fin de aprender las variaciones de la velocidad del viento, es la Curva de Distribución de Weibull, que complementa la Distribución Exponencial y la Distribución habitual. Con respecto a su solución se empleó el método gráfico logarítmico, que es bastante similar al papel de Weibull, a excepción de que en este último se calculan los dos primeros parámetros directamente. Los datos analizados de las velocidades que se tomaron en la Ciudad de Lambayeque tienen un promedio de 12.42 Km/h, muy cercano

a la mediana y la velocidad máxima es de 41.94 Km/h, cuyo potencial eólico promedio anual de 25.16 W/m² y una potencia eólica disponible por año de 0.22 MWh/m².

Según Dodson 2008 dice que la distribución Weibull logra ser aplicada en una variedad de formas (incluyendo 1, 2 y 3 parámetros o Weibull mixto) y otras distribuciones de vida comunes incluyendo las distribuciones exponenciales, logarítmica nominal y normal.

3. La ubicación de la Central Eólica de determino que se instalaría en la Panamericana Salaverry en las coordenadas (-8.197976, -78.989160) entre la empresa Camal Frigorífico Salaverry S.A.C. y Almacén Transporte Ranza TR, ya que cuenta con el área apropiada para la instalación de la red eléctrica. (Anexo 17). Para la ubicación de los aerogeneradores se seleccionó que se ubicarían en el área marítima a una distancia 18 km (18000 m) a orillas del mar (Anexo 19).

Según Perez, Kevin 2018, en su tesis “Sistema de generación Eólica para electrificación fundo San Carlos Empresa Agroindustrial Arato Perú S.A” concluyo que se colocaría 3 aerogeneradores de potencia 3.3MW c/u, siendo este resultado coherente con la presente investigación, en la cual también se establece que se instalaran 3 aerogeneradores de potencia 2 MW.

4. Según Perez, Kevin 2018, en su tesis “Sistema de generación Eólica para electrificación fundo San Carlos Empresa Agroindustrial Arato Perú S.A” concluyo que se instalaría 3 aerogeneradores de modelo VESTAS 112 que tiene un diámetro de 112 m de 3 palas con un área de barrido de 9852 m² con una altura de 140 m y un generador de 650 V, características técnicas que también se presente en el trabajo realizado en las cuales han sido obtenidas por cálculos previos y ajustadas al mismos

fabricante coincidente con el trabajo en cuales tenemos un Aerogenerador VESTAS V80 – 2MW con un diámetro de 80 m de 3 palas con una área de barrido de 5027 m² con una altura de 100 m y un generador de 690 V.

5. Según Cribillero, Eduardo y Rodríguez Alexander 2019 en su tesis Evaluación de perfiles aerodinámicos eólicos para suministro eléctrico en la plataforma de la Empresa Jada s.a con concluyo que el perfil para cada uno de sus parámetros aerodinámicos (TSR, Celeridad Local(λr), Angulo de sustentación(θ) e inclinación(β), Numero de Reynolds) con la finalidad de relacionar eficiencia de la aerodinámica, de esta manera se determinó que la forma con mejor rendimiento aerodinámico fue WORTMANN FX 60-126 con un Cp de 0.496, el de menor rendimiento fue el perfil S823 con un Cp de 0.467, los perfiles NACA 4418 y E387 lograron un Cp de 0.4822 y 0.478 respectivamente.

Por lo tanto, estos resultados obtenidos no presentan diferencias significativas con los valores del Cp obtenidos en esta investigación, que para los perfiles NACA m1 AIRFOIL, NACA 64008 AIRFOIL, NACA 63A010 AIRFOIL, NACA M3 AIRFOIL, NACA 0012 AIRFOIL fueron de 0.48, 0.47, 0.49, 0.48 y 0.41.

6. Según Talavera, María 2017 en su tesis “Estudio de Implantación de un Parque Eólico Marino en la Península Ibérica” concluyo que para la turbina de 116 m de diámetro lo más tradicional es utilizar una subestructura tipo Jacket, por su consistencia y firmeza a más de ser calificado económicamente, a pesar de que también se instalan de tipo monopilote. Por otro lado, la distancia a la costa varía mucho en medio de parques, y el trecho entre aerogeneradores de una misma línea no será nunca inferior a dos diámetros de rotor y, entre aerogeneradores de una línea y la otra, continuamente habrá un trecho superior

a ocho diámetros. Para conseguir una estabilidad lo más rentable posible. La primera es que tanto más lejos estén los aerogeneradores unos de otros, menos perjudican las estelas que dejan entre sí, lo que hace que incremente la producción. Por lo tanto, se consideró que los aerogeneradores se instalarían a una distancia de 18 km de la orilla del mar, con una distancia entre aerogeneradores de 168 m de una misma fila y los transformadores a una distancia de 336 m de los aerogeneradores por el motivo de controlar fácilmente la estabilidad de la red y conseguir un equilibrio lo más rentable posible, también con un diámetro del rotor de 80 m.

7. Según Luque, María 2019, en su tesis “Estudio de Pre Factibilidad de un Parque Eólico Offshore para Aumentar la Capacidad Energética del Parque Eólico Jepírachi” concluyo que es fundamental resaltar, que los parques eólicos marinos son los de mayor demanda en países europeos ya que su beneficio es mayor al costo. En vista de que los costos son rentables, a pesar de que tiene claro que la inversión inicial es muy alta y según el análisis financiero con el VAN y la TIR; se espera conseguir la utilidad esperada.

Estos resultados son coherentes con los obtenidos en esta investigación debido a que se obtuvo un costo de beneficio de S/1,166,629.06 un VAN de S/2,901,233.80 y un TIR del 5%.

VI. CONCLUSIONES

Se calculó la demanda máxima de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry para ello se procedió a realizar visitas domiciliarias a distintos Asentamientos Humanos, para la toma de datos del consumo eléctrico mensual máximo de la Zona Urbana del distrito de Salaverry que fue de 4917.16 kW. (Anexo 14).

Se realizó una captura de 300 medidas dentro del mar a una altitud de 3 metros m.s.n.m. teniendo como resultado una velocidad máxima de 4.97 m/s lo que se calculó a una altura de 100 metros y se obtuvo una velocidad mínima de 8.12 m/s. siendo un resultado favorable del potencial eólico para la zona urbana del distrito de Salaverry.

Para la implementación de las turbinas eólicas se propone como lugar adecuado para el montaje a la zona marítima ubicada a 18 km desde la orilla y la central eléctrica se ubicaría en la Panamericana Salaverry entre las empresas del Frigorífico Salaverry S.A.C. y el almacén transporte Ranza.

Se logró determinar que el sistema eólico estaría formado por 3 turbinas eólicas de VESTAS V80-2 MW con un transformador de 2500kVA c/u.

Se determinó que el perfil aerodinámico NACA – 63A010 AIRFOIL es el que ofrece el mejor aprovechamiento de la potencia del viento con un $C_p = 0.49$.

Se logró especificar las distancias de montaje de las turbinas, ubicación de la central eléctrica y red de distribución tal como se muestra en el plano siendo sus valores de distancia entre aerogeneradores de 168 m y los transformadores ubicados a una distancia de 336 m de los aerogeneradores.

Se determinó que el costo total de inversión es de S/ 3,150,550.00 y los gastos operativos anuales es de S/50,200.00 con un retorno de inversión de 3 años a una tasa de retorno de 5%.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere evaluar los efectos de la humedad relativa marítima sobre el viento para diseñar un plan de mantenimiento de la turbina.

Se recomienda complementar este estudio con el diseño de un manual demontaje calibración y mantenimiento en altamar de las turbinas instaladas

Se recomienda evaluar otras metodologías de cálculo de las dimensiones de las turbinas usando simulación computacional.

Se sugiere evaluar las cimentaciones de las turbinas para garantizar un mejor soporte de las mismas.

Se recomienda profundizar la evaluación económica del presente trabajo considerando factores de riesgo, políticos, económicos y sociales.

Se recomienda evaluar otros perfiles comerciales de acuerdo a la capacidad de fabricación y materiales disponibles

REFERENCIAS

- Acciona; (19 de noviembre de 2017). (Energía eólica) Obtenido de <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia>
- Aguilar, D., & Torres, J. (2018). *Metodología de la Investigación*. Lima: 98769009090890.
- Airfoil. (2021). *Airfoil Tools*. Obtenido de <http://www.airfoiltools.com/search/index?m%5Bgrp%5D=naca4d&m%5Bsort%5D=1>
- Alberto Molinero, B. (2009). *Proyecto de un parque eólico*. Madrid, España.
- ALBURQUEQUE, R., & BASTO, M. (2015). *Potencial Eólico Brasil*. Sao Pablo.
- Brasil.ALVARES, C. (2008). *Análisis local y mundial en generación distribución*.
- Aquaret. (2012). *Eólica Offshore*. Obtenido de http://www.aquaret.com/indexa8cb.html?option=com_content&view=article&id=166&Itemid=309&lang=pt
- Arnalte Gómez, S., Burgos Días, J., & Rodríguez Amenedo, J. (2003). *Sistemas Eólicos de Producción de Energía Eléctrica*. Madrid: ISBN 84-7207-139-1.
- Asociación Empresarial Eólica. (2 de Julio de 2011). (La eólica en el mundo) Obtenido de <https://www.aeeolica.org/es/sobre-la-eolica/laeolica-eolica-en-el-mundo/>
- Bayón, R., Cedbadera, L., & Del Castillo, R. (18 de julio de 2014). (Diseño de un parque eólico de 6MW en Malpica de Bergantiños, La Coruña.) Obtenido de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:36150/componente36149.pdf
- Betz, A. (1926). *Wind Energie*. Alemán: 3922964117.
- CHAMBERGO Venegas, C. J., & HARRIZZON Lozada, E. (2009). *Análisis de factibilidad de un sistema híbrido: Energía Solar, Energía Eólica, grupo electrógeno; para la generación de energía eléctrica*. Perú.
- CHERCCA RAMÍREZ, J. A. (2014). *APROVECHAMIENTO DEL RECURSO EÓLICO Y SOLAR EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2 EN EL POBLADO RURAL LA GRAMITA DE CASMA*. LIMA.
- Conrado, F. (17 de Julio de 2014). (¿Cuánto cuesta un parque eólico?) Obtenido de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia61/HTML/articulo03.htm>

- Cortez, A. (2013). *La Energía Española*. España.
- Creus, S. A. (2012). *Energías Renovables. 2ª ed. Barcelona: Canopina*. Barcelona: ISBN: 978-84-96960-27-5.
- DELGADO Tarrillo, A. E. (2010). *Estudio de factibilidad técnica - económica para la generación de energía mediante una central eléctrica solar y/o central eléctrica eólica para el caserío laguna en el distrito de olmos, provincia de Lambayeque*. Lambayeque. Perú.
- Dodson, B. (2008). *The Weibull Analysis Handbook Second Edition*. USA: ISBN - 087389667X.
- Enel. (s.f.). *Enel construye el parque eólico más grande del Perú*. Recuperado el 2017 de septiembre de 09, de <https://www.enel.pe/es/prensa/press/d201709-enel-construye-el-parqueeolico-ms-grande-del-per.html>
- Excelmes, H., & Yuvalena, I. (s.f.). (Análisis del marco normativo nacional e internacional para el manejo integrado de las zonas marino costeras) Recuperado el 2017 de Septiembre de 07, de <http://consultorias.minam.gob.pe/cons/handle/minam/152>
- Fermandini, S., Mariño, s., & Motta, S. (s.f.). *Propuesta estratégica para el desarrollo de la energía eólica en el Perú*. Perú: Centro de negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Fernández Díez, P. (1980). Energía Eólica. *Metalurgia y Electricidad*, 135. Obtenido de <https://docplayer.es/10404442-Departamento-de-ingenieria-electrica-y-energetica-universidad-de-cantabria-energia-eolica.html>
- Fernández Salgado, J. M. (2011). *Guía Completa de la Energía Eólica*. España.
- FERNANDEZ, P. (2007). "Energía eólica". *Departamento de ingeniería eléctrica y energética*. Universidad de Cantabria.
- García GALLUDO, M. (2006). *Energía Eólica. Sevilla*. España.
- Gonzales Ávila, M. E., & Moralales, B. (2006). *Potencial de aprovechamiento de la energía eólica para la generación de energía eléctrica en zonas rurales de México*. México.
- Hernández, Fernández, & Batista. (2010). *Metodología de la investigación*. McGRAW - Hill Interamericano de México S.A. de CV.
- Hernández, J. (2015). *La generación distribución y el futuro de los sistemas de distribución*.
- JORDAN Arias, J. (2011). *Estudio de la utilización de energía eólica para la generación de electricidad en un asentamiento humano de San Juan de Marcona*. Ica.

- Kersting, W. (2010). *Distribution System Modeling and Analysis*. CRC Press, 13 - 21. Kiokos G, C., Zountoridou E, I., Chakalis, S., & Hatsoargyriou N, D. (2015). Renewable and Sustainable Energy Reviews. En *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (págs. 51, 433 - 448). Offshore float wind parks in the deep waters of Mediterranean Sea.
- La potencia eólica ha crecido a razón de un 18% en 2019. (02 de marzo de 2019). *Renewable Energy Magazine*. Obtenido de <https://www.energias-enovables.com/eolica/america-alcanzara-los-220-gigas-de-potencia-20200228>
- Liserre, M., Rodríguez, P., & Teodorescu, R. (2011). *Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power*. ISBN 978-0-470-05751-3.
- Martinez, A. (2007). *Energías Renovables y Generación Distribución "Informe Técnico"*.
- Milla Lostaunau, L. (2007). *Energía Eólica: Alternativa Energética Viable*. Perú.
- MINEM. (2016). *Estadística Eléctrica por regiones*. (Dirección General de Electricidad) Recuperado el 23 de Noviembre de 2017, de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Capitulo%20%20%20Estadistic>
- MINEM. (2018). *Potencial de las energías renovables en el Perú*. Recuperado el 08 de Agosto de 2018, de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/SeminarioIntEFERP/Mi>
- MINEM. (s.f.). *Anuario Ejecutivo de Electricidad 2016*. Recuperado el 2018 de Agosto de 06, de http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=6&idPublicacion=5
- Nahui Ortiz, J., & Pineda León, R. (2006). *Sistema de energización híbrida para fines productivos en comunidades de Lambayeque*. Perú.
- Osinergmin. (2017). (Supervisión de contratos de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica en operación) Recuperado el 27 de agosto de 2017, de División de Supervisión de Electricidad: <http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/proyectos/publicacion>
- Pérez Collazo, C., Greaves, D., & Iglesias, G. (2015). Renewable and Sustainable Energy Reviews. En *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (págs. 42, 141-153). A review of combined onshore and offshore wind energy.
- Perez Llonto, K. W. (2018). *Sistema de Generación Eólica Para Electrificación Fundo San Carlos Empresa Agroindustrial Arato Perú S.A*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: Tesis. Recuperado el mayo de 2021, de

<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3392>

PETERSSON, W. (2012). *La Energía Eólica en Estados Unidos*. Florida. USA.

POGGI, H. (2009). *Ciencia y Tecnologías Solar - Eólico - Hidrogeno - pilas de combustibles como fuentes de energía*. México: ISBN: 9786079506506.

Portillo, G. (01 de Mayo de 2021). *Renovables Verdes*. Obtenido de <https://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/>

Prácticas, I. S. (15 de junio de 2012). Obtenido de <http://www.solucionespracicas.org.pe/temas.php?idcate=23&id=57>.

Rivera, I. (24 de febrero de 2006). *Energía Eólica y Estabilidad de Red*. (Asea Brow Boveri, S.A., ABB.) Recuperado el 2020 de Octubre de 20, de https://www.aeeolica.org/uploads/documents/cie06/CIE06_2_5_Ignacio_Rivera.pdf.

Soluciones Prácticas ITDG. (2012). *La Electrificación Rural*. Lima.

Suarez Velásquez, J. (2008). *La Energía Eólica y sus Aplicaciones*. México.

Talavera Matey, M. (2017). *Estudio De Implantación De Un Parque Eólico Marino En la península Ibérica*. Universidad de Cantabria, Cantabria. Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/12180/MTM.pdf?sequence=1>

Vargas Machuca, A. D. (2004). *Viabilidad técnica - económica en el uso de energía eólica para generar electricidad, en los centros poblados: La Escalera, Zapotal, Pampa Rume, Botijilla, Shita Baja del distrito de Salas, Provincia de Lambayeque, región Lambayeque*. Perú.

Vega, J., & Ramírez, S. (2014). *Fuentes de energía, renovables y no renovables*. México, Alfoamega: ISBN: 9786077078203.

Villarrubia, M. (2007). *Energía Eólica*. España: CEAC.

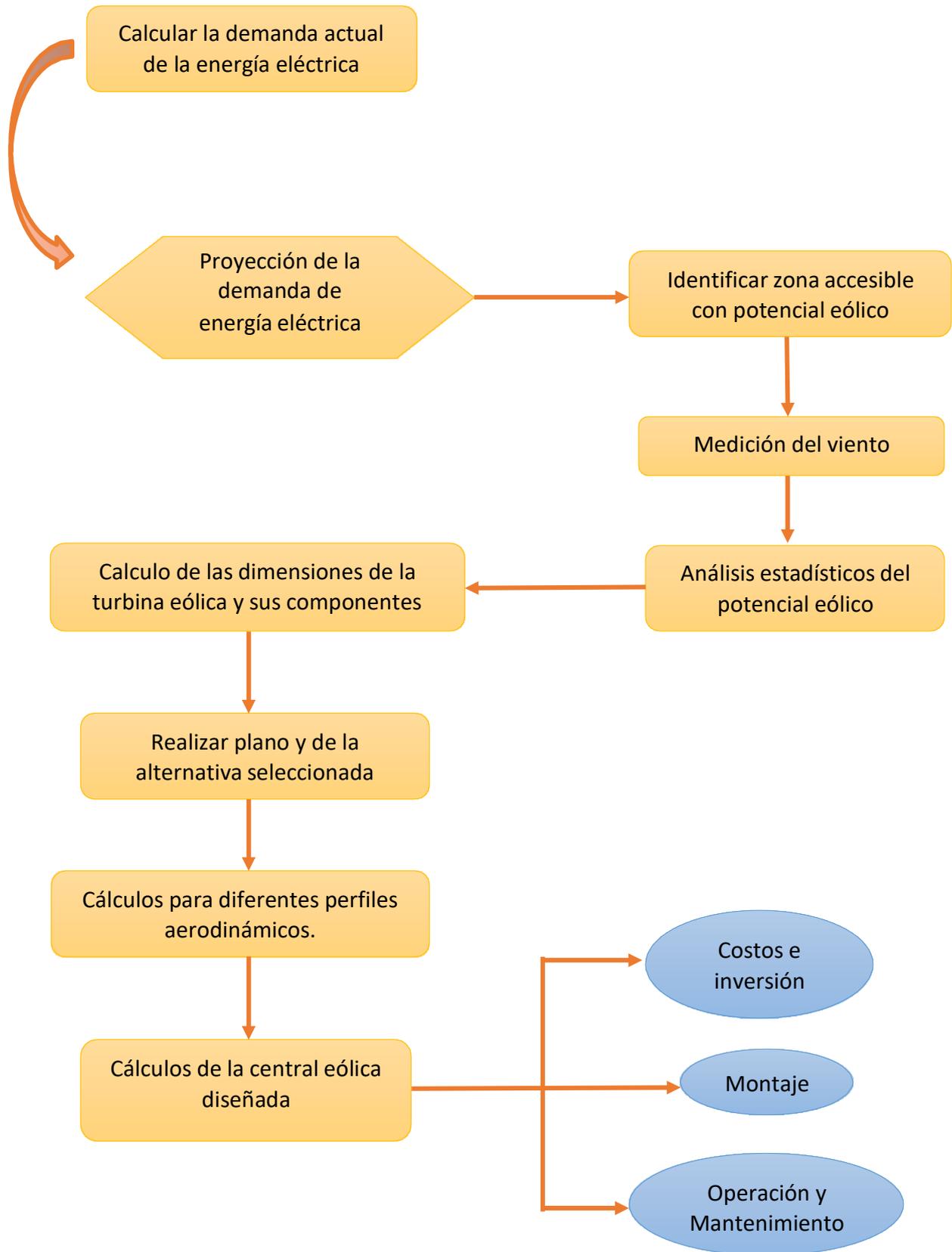
ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de Variables

Variable	Tipo	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Demanda de energía eléctrica	Variable Independiente	La generación de energía eléctrica a través de la energía eólica es transformada a la energía cinética del viento en energía eléctrica, con sus variables de tensión eléctrica, intensidad de corriente eléctrica, frecuencia, factor de potencia entre otros. (Gil, 2012, p.23).	La medición de la generación eléctrica se realiza por medio de las variables fasoriales como son la tensión eléctrica e intensidad de corriente eléctrica, y su comportamiento de dichas señales en el tiempo, fácilmente manipulables y controlables (Gil, 2012, p.24)	Energía reactiva	Tensión eléctrica: V Caída de tensión Corriente eléctrica Frecuencia eléctrica Potencia Eléctrica	Razón
				Energía activa		Razón
				Potencia eléctrica		
Características de la central eólica	Variable Dependiente	El sistema eólico está compuesto por un conjunto de mecanismos capaces de transformar la energía cinética del viento en energía mecánica en la turbina eólica para luego en un generador transformarlo en energía eléctrica, dentro de lo estipulado en la ecuación de la conservación de la energía.	El diseño se realiza teniendo como variables de ingreso el potencial energético del viento, y como variable de salida la demanda de energía de viviendas de la Zona Urbana del distrito de Salaverry, para lo cual se utiliza mecanismos con la dimensión adecuada y con la mayor eficiencia posible.	Ubicación de la central.	Velocidad de viento Torque RPM Potencia Mecánica Tiempo	Razón
				Numero de turbinas.		
				Parámetros fluidodinámicos.		

Fuente: Elaborado por autor

Anexo 2: Procedimiento



Anexo 3: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Miguel Grau de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Material Noble	Miguel Grau	3	2 (Tv y Licuadora)	12.92	S/35.00
Rustico	Miguel Grau	3	1 (Tv)	5.54	S/15.00
Material Noble	Miguel Grau	6	4 (Tv, Refrigeradora, Licuadora y Lavadora)	44.28	S/120.00
Material Noble	Miguel Grau	4	2 (Tv y Licuadora)	42.44	S/115.00
Material Noble	Miguel Grau	3	6 (Tv, Refrigeradora, Lavadora, Licuadora, Equipo de sonido y Horno Eléctrico)	18.45	S/50.00
Rustico	Miguel Grau	4	4 (Tv, Lavadora, Licuadora y Equipo de sonido)	22.14	S/60.00
Rustico	Miguel Grau	6	4 (Tv, Refrigeradora, Licuadora y Equipo de sonido)	14.76	S/40.00
Rustico	Miguel Grau	5	3 (Tv, Refrigeradora y Lavadora)	22.14	S/60.00
Rustico	Miguel Grau	4	3 (Tv, Refrigeradora y Equipo de sonido)	12.92	S/35.00
Rustico	Miguel Grau	5	5 (Tv, Refrigeradora, Lavadora, Licuadora y Equipo de sonido)	29.52	S/80.00
TOTAL			34	225.09	S/610.00

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 4: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Ampliación Miguel Grau de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Material Noble	Ampliación Miguel Grau	5	4 (Tv, Lavadora, Refrigeradora, Licuadora y Olla Arrocera)	48.64	S/250.00
Rustico	Ampliación Miguel Grau	5	5 (Tv, Refrigeradora, Horno Eléctrico, Licuadora y Equipo de sonido)	22.14	S/60.00
Material Noble	Ampliación Miguel Grau	4	3 (Tv, Refrigeradora y Radio)	31.34	S/68.00
Material Noble	Ampliación Miguel Grau	6	6 (Tv, Refrigeradora, Laptop, Lavadora, Olla Arrocera y Licuadora)	38.91	S/200.00
Rustico	Ampliación Miguel Grau	3	2 (Tv y Licuadora)	11.07	S/30.00
Rustico	Ampliación Miguel Grau	5	3 (Tv, Refrigeradora y Licuadora)	22.14	S/60.00
Material Noble	Ampliación Miguel Grau	5	5 (Tv, Refrigeradora, Laptop, Lavadora y Licuadora)	29.52	S/80.00
Rustico	Ampliación Miguel Grau	4	2 (Tv y Refrigeradora)	12.92	S/35.00
Rustico	Ampliación Miguel Grau	5	3 (Tv, Lavadora y Licuadora)	18.45	S/50.00
Material Noble	Ampliación Miguel Grau	4	5 (Tv, Refrigeradora, Laptop, Lavadora y Licuadora)	44.28	S/120.00
TOTAL			38	279.40	S/953.00

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 5: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Nuevo Horizonte de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Material Noble	Nuevo Horizonte	3	5 (Tv, Refrigeradora, Laptop, Licuadora y Olla Arrocera)	25.83	S/70.00
Material Noble	Nuevo Horizonte	7	6 (Tv, Refrigeradora, Lavadora, Microondas, Hervidor Eléctrico y Licuadora)	38.91	S/200.00
Material Noble	Nuevo Horizonte	6	1 (Tv)	22.14	S/60.00
Material Noble	Nuevo Horizonte	5	2 (Equipo de sonido y Ventilador)	15.13	S/41.00
Material Noble	Nuevo Horizonte	4	3 (Tv, Refrigeradora y Equipo de sonido)	9.23	S/25.00
Material Noble	Nuevo Horizonte	5	5 (Tv, Refrigeradora, Laptop, Licuadora y Olla Arrocera)	12.92	S/35.00
Material Noble	Nuevo Horizonte	4	6 (Tv, Refrigeradora, Lavadora, Microondas, Hervidor Eléctrico y Licuadora)	55.35	S/150.00
Material Noble	Nuevo Horizonte	4	3 (Tv, Refrigeradora y Equipo de sonido)	12.92	S/35.00
Material Noble	Nuevo Horizonte	6	5 (Tv, Refrigeradora, Laptop, Licuadora y Olla Arrocera)	14.76	S/40.00
Material Noble	Nuevo Horizonte	5	3 (Tv, Refrigeradora y Equipo de sonido)	11.07	S/30.00
TOTAL			39	218.25	S/686.00

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 6: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Ampliación Nuevo Horizonte de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Rustico	Ampliación Nuevo Horizonte	3	4 (Tv, Licuadora, Refrigeradora Y Equipo de sonido)	18.45	S/50.00
Rustico	Ampliación Nuevo Horizonte	7	3 (Tv, Refrigeradora y Licuadora)	25.83	S/70.00
Material Noble	Ampliación Nuevo Horizonte	5	4 (Tv, Refrigeradora, Licuadora y Olla Arrocera)	31.37	S/85.00
Rustico	Ampliación Nuevo Horizonte	4	5 (Tv, Refrigeradora, Lavadora, Licuadora y Equipo de sonido)	22.14	S/60.00
Material Noble	Ampliación Nuevo Horizonte	3	1 (Equipo de sonido)	7.38	S/20.00
Rustico	Ampliación Nuevo Horizonte	4	4 (Tv, Refrigeradora, Licuadora y Equipo de sonido)	14.76	S/40.00
Rustico	Ampliación Nuevo Horizonte	6	5 (Tv, Refrigeradora, Lavadora, Licuadora y Equipo de sonido)	22.14	S/60.00
Rustico	Ampliación Nuevo Horizonte	3	5 (Tv, Refrigeradora, Lavadora, Licuadora y Equipo de sonido)	29.52	S/80.00
Rustico	Ampliación Nuevo Horizonte	5	3 (Tv, Refrigeradora y Equipo de sonido)	22.14	S/60.00
Rustico	Ampliación Nuevo Horizonte	4	3 (Tv, Licuadora y Equipo de sonido)	16.61	S/45.00
TOTAL			37	210.33	S/570.00

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 7: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Salaverry Centro de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Material Noble	Salaverry Centro	3	5 (Tv, Lavadora, Refrigeradora Laptop y Licuadora)	59.04	S/160.00
Material Noble	Salaverry Centro	2	2 (Tv y Refrigeradora)	36.90	S/100.00
Material Noble	Salaverry Centro	Tienda	6 (1 Refrigeradora y 5 Equipos de frio)	73.19	S/376.20
Rustico	Salaverry Centro	6	5 (Tv, Computadora, Refrigeradora, Lavadora y Licuadora)	44.28	S/120.00
Rustico	Salaverry Centro	2	5 (Tv, Refrigeradora, Laptop, Lavadora y Licuadora)	48.64	S/250.00
Rustico	Salaverry Centro	5	6 (Tv, Refrigeradora, Laptop, Herramientas para soldar, Licuadora y Lavadora) TALLER	48.64	S/250.00
Material Noble	Salaverry Centro	3	5 (Tv, Refrigeradora, Laptop, Licuadora y Lavadora)	33.21	S/90.00
Material Noble	Salaverry Centro	3	5 (Tv, Refrigeradora, Licuadora, Laptop y Lavadora)	58.37	S/300.00
Material Noble	Salaverry Centro	5	3 (Tv, Refrigeradora y Licuadora)	38.75	S/105.00
Rustico	Salaverry Centro	6	4 (Tv, Computadora, Refrigeradora y Licuadora)	33.21	S/90.00
TOTAL			46	474.22	S/1,841.20

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 8: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Aurora Dias 1 de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Material Noble	Aurora Diaz 1	11	7 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, lavadora, laptop, licuadora y microondas)	35.02	S/180.00
Material Noble	Aurora Diaz 1	2	2 (Tv y lavadora)	131.00	S/128.00
Material Noble	Aurora Diaz 1	5	4 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora y lavadora)	40.59	S/110.00
Material Noble	Aurora Diaz 1	6	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, lavadora, licuadora y microondas)	32.10	S/165.00
Rustico	Aurora Diaz 1	4	3 (Tv, refrigeradora y licuadora)	16.61	S/45.00
Material Noble	Aurora Diaz 1	4	4 (Tv, refrigeradora, laptop y lavadora)	31.37	S/85.00
Rustico	Aurora Diaz 1	6	4 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora y licuadora)	14.76	S/40.00
Material Noble	Aurora Diaz 1	5	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, lavadora, licuadora y microondas)	32.10	S/165.00
Material Noble	Aurora Diaz 1	4	7 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, lavadora, olla arrocera, licuadora y microondas)	35.99	S/185.00
Rustico	Aurora Diaz 1	6	5 (Tv, equipo de sonido, laptop, refrigeradora y licuadora)	19.93	S/54.00
TOTAL			48	389.46	S/1,157.00

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 9: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Aurora Dias 2 de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Material Noble	Aurora Diaz 2	5	7 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, olla arrocera, lavadora, laptop y licuadora)	32.94	S/169.30
Material Noble	Aurora Diaz 2	4	4 (Tv, refrigeradora, laptop y licuadora)	29.52	S/80.00
Material Noble	Aurora Diaz 2	11	4 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora y lavadora)	35.02	S/180.00
Rustico	Aurora Diaz 2	2	2 (Tv y licuadora)	14.76	S/40.00
Material Noble	Aurora Diaz 2	4	3 (Tv, refrigeradora y licuadora)	44.28	S/120.00
Material Noble	Aurora Diaz 2	3	3 (Tv, refrigeradora y lavadora)	18.45	S/50.00
Rustico	Aurora Diaz 2	7	4 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora y licuadora)	14.76	S/40.00
Material Noble	Aurora Diaz 2	3	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, lavadora, licuadora y microondas)	15.87	S/43.00
Material Noble	Aurora Diaz 2	7	7 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, lavadora, olla arrocera, licuadora y microondas)	51.66	S/140.00
Material Noble	Aurora Diaz 2	6	4 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora y licuadora)	33.21	S/90.00
TOTAL			44	290.47	S/952.30

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 10: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Alberto Fujimori 1 de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Rustico	Alberto Fujimori 1	5	5 (Tv, equipo de sonido, Refrigeradora, lavadora y Licuadora)	29.52	S/80.00
Material Noble	Alberto Fujimori 1	6	6 (Tv, equipo de sonido, Refrigeradora, laptop, lavadora y licuadora)	44.75	S/230.00
Material Noble	Alberto Fujimori 1	8	7 (Tv, equipo de sonido, laptop, refrigeradora, lavadora, olla arocera, licuadora y microondas)	35.99	S/185.00
Rustico	Alberto Fujimori 1	4	5 (Tv, laptop, Refrigeradora, Lavadora y Licuadora)	16.61	S/45.00
Material Noble	Alberto Fujimori 1	3	6 (Tv, equipo de sonido, Refrigeradora, Laptop, Lavadora y Licuadora)	27.68	S/75.00
Material Noble	Alberto Fujimori 1	5	8 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora, olla arrocera , microondas y Lavadora)	35.02	S/180.00
Material Noble	Alberto Fujimori 1	5	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora y olla arrocera)	29.18	S/150.00
Material Noble	Alberto Fujimori 1	6	5 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, lavadora y licuadora)	25.83	S/70.00
Rustico	Alberto Fujimori 1	4	4 (Tv, equipo de sonido, Refrigeradora y Licuadora)	12.92	S/35.00
Material Noble	Alberto Fujimori 1	6	5 (Tv, laptop, Refrigeradora, olla arrocera y Licuadora)	22.14	S/60.00
TOTAL			57	279.63	S/1,110.00

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 11: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Alberto Fujimori 2 de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Material Noble	Alberto Fujimori 2	6	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora y olla arrocera)	S/49.82	S/135.00
Rustico	Alberto Fujimori 2	5	5 (Tv, equipo de sonido, Licuadora, olla arrocera y Lavadora)	S/16.61	S/45.00
Material Noble	Alberto Fujimori 2	7	5 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop y Licuadora)	S/42.44	S/115.00
Material Noble	Alberto Fujimori 2	5	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora, y Lavadora)	S/27.68	S/75.00
Rustico	Alberto Fujimori 2	4	4 (Tv, refrigeradora, Licuadora y Lavadora)	S/14.76	S/40.00
Material Noble	Alberto Fujimori 2	6	5 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop y Licuadora)	S/31.37	S/85.00
Material Noble	Alberto Fujimori 2	8	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Licuadora, olla arrocera y Lavadora)	S/29.18	S/150.00
Material Noble	Alberto Fujimori 2	5	8 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora, olla arrocera , microondas y Lavadora)	S/32.10	S/165.00
Material Noble	Alberto Fujimori 2	4	7 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora, olla arrocera y Lavadora)	S/40.86	S/210.00
Rustico	Alberto Fujimori 2	6	3 (Tv, refrigeradora y Licuadora)	S/20.30	S/55.00
TOTAL			55	305.09	S/1,075.00

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 12: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Luis Alberto Sanchez de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Material Noble	Luis Alberto Sanchez	7	4 (Tv, refrigeradora, Laptop y Lavadora)	36.90	S/100.00
Material Noble	Luis Alberto Sanchez	4	4 (Tv, equipo de sonido, Laptop y Licuadora)	28.78	S/78.00
Material Noble	Luis Alberto Sanchez	9	7 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora, olla arrocera y Lavadora)	32.68	S/168.00
Rustico	Luis Alberto Sanchez	6	4 (Tv, refrigeradora, Laptop y Licuadora)	16.97	S/46.00
Rustico	Luis Alberto Sanchez	5	3 (Tv, equipo de sonido y refrigeradora)	14.02	S/38.00
Rustico	Luis Alberto Sanchez	7	3 (Tv, refrigeradora y Licuadora)	21.03	S/57.00
Material Noble	Luis Alberto Sanchez	5	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora y olla arrocera)	44.28	S/120.00
Material Noble	Luis Alberto Sanchez	6	5 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop y Lavadora)	29.52	S/80.00
Material Noble	Luis Alberto Sanchez	7	5 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, olla arrocera y Lavadora)	36.16	S/98.00
Rustico	Luis Alberto Sanchez	4	4 (Tv, equipo de sonido, Licuadora y Lavadora)	16.61	S/45.00
TOTAL			45	276.97	S/830.00

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 13: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de cada AA.HH. Las Dunas de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Tipo de vivienda	Ubicación	N° de personas	N° y tipo de artefacto eléctrico	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
Material Noble	Las Dunas	8	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora y Lavadora)	S/47.97	S/130.00
Rustico	Las Dunas	6	4 (Tv, equipo de sonido, Licuadora y Lavadora)	S/28.04	S/76.00
Material Noble	Las Dunas	6	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora y Lavadora)	S/35.99	S/185.00
Material Noble	Las Dunas	5	8 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora, olla arrocera , microondas y Lavadora)	S/44.75	S/230.00
Material Noble	Las Dunas	8	7 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora, olla arrocera y Lavadora)	S/46.13	S/125.00
Rustico	Las Dunas	5	5 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Licuador y Lavadora)	S/25.09	S/68.00
Material Noble	Las Dunas	4	8 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora, olla arrocera , microondas y Lavadora)	S/55.35	S/150.00
Material Noble	Las Dunas	6	6 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop, Licuadora y Lavadora)	S/36.90	S/100.00
Material Noble	Las Dunas	5	5 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Licuadora y Lavadora)	S/32.10	S/87.00
Rustico	Las Dunas	4	5 (Tv, equipo de sonido, refrigeradora, Laptop y Licuadora)	S/23.99	S/65.00
TOTAL			60	376.31	S/1,216.00

Fuente: Elaborado por autores

Anexo 14: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica tota de las viviendas de La Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

N° de viviendas	Ubicación	Consumo eléctrico promedio por vivienda" (kWh)	Costo promedio por vivienda"	Consumo eléctrico promedio mensual (kWh)	Costo promedio mensual
3000	AA.HH Miguel Grau	22.51	S/61.00	67527.68	S/183,000.00
1800	AA.HH Ampliación Miguel Grau	27.94	S/95.30	50292.30	S/171,540.00
2600	AA.HH Nuevos Horizonte	21.82	S/68.60	56744.04	S/178,360.00
1600	AA.HH Ampliación Nuevo Horizonte	21.03	S/57.00	33653.14	S/91,200.00
9000	Salaverry Centro	47.42	S/184.12	426798.12	S/1,657,080.00
3500	AA.HH Aurora Dias I	38.95	S/115.70	136311.43	S/404,950.00
1800	AA.HH Aurora Dias II	29.05	S/95.23	52283.96	S/171,414.00
2800	AA.HH Alberto Fujimori I	27.96	S/111.00	78295.83	S/310,800.00
1700	AA.HH Alberto Fujimori II	30.51	S/107.50	51865.66	S/182,750.00
5600	AA.HH Luis Alberto Sanchez	27.70	S/83.00	155100.55	S/464,800.00
3700	AA.HH Las Dunas	37.63	S/121.60	139235.16	S/449,920.00
TOTAL				1248107.87	S/4,265,814.00
			Potencial Anual	1733.48	kW

Anexo 15: Ficha de registro de la demanda de energía eléctrica de las empresas industriales de la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Rubro Empresa	Ubicación	N° de maquinas y equipos	Voltaje (V)	Consumo eléctrico promedio mensual "energía activa " kWh	Costo total promedio mensual
SQM Vitas Roullier	Carretera Salaverry	1 (balanza de 50 Tn)	220 - 380	875.55	S/14,000.00
Wenco Pet	Carretera Salaverry		220 - 380	1760.00	S/28,000.00
Camal "Razzeto"	Carretera Salaverry	1 maquina	220 - 380	750.46	S/12,000.00
Almacén "Inkafert"	Carretera Salaverry km 3	1 (Mescladora)	220 -380	938.08	S/15,000.00
Hortifrut S.A.C	Carretera Salaverry	1 (balanza de 40 Tn)	220 - 380	1876.17	S/30,000.00
Molino Cogorno S.A.	Carretera Salaverry km 4	1 (Balanza de 40 Tn)	220 -400	2188.86	S/35,000.00
Almacén "Ransa"	Carretera Salaverry	1 (balanza de 80 Tn)	220 - 380	437.77	S/7,000.00
Camal Frigorífico Salaverry S.A.C	Salaverry km 275	28 (2 peladoras de 10 hp, 1 cortadora de pecho de 3 hp, 1 cortadora dorzal de 5 hp, 2 compresores semierméticos de 10 hp, 1 peldora de cerdo de 10 hp, 1 camara friorifica de 30 hp, 5 bomba 2 hp, 1 compresor de aire de 5 hp, 1 soplador 1 hp, 1 saca cascos de 1 HP, 12 extractor de aire de 1 HP)	220	1626.50	S/26,000.00
Almacén "Wolfi"	Carretera Salaverry	1 (Balanza de 40 Tn)	220 - 380	760.00	S/12,000.00
Almacén "TRC"	Carretera Salaverry	3 (Balanza para 80 Tn)	220 - 380	550.00	S/8,000.00
Almacén Transpesa	Carretera Salaverry	1 (Balanza 80 Tn)	220 - 380	375.23	S/6,000.00
Almacén HKS	Carretera Salaverry	1 balanza 60 Tn	220 - 380	320.00	S/4,000.00
Almacén "Transporte Guzman"	Carretera Salaverry km 8	2 (Molino para solla y Balanza 80 Tn)	220 - 380	1100.00	S/16,000.00
STI	Calle Cordova S/N	(sillos 120 motores, dos lavaderos de llantas de 14 motores 5HP)	220 - 400	2501.00	S/40,000
Almacén Susubeka	Carretera Salaverry	1 (balanza 40 TN)	220 - 380	250.16	S/4,000.00
TOTAL				16309.78	S/257,000.00
Fuente: elaborado por autores			Potencial Anual	22.65	kW

Anexo 16: Ficha de observación para medir la velocidad del viento para ver el potencial eólico en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

Fecha	Hora	Ubicación de la medición	Altura de la medición	Temperatura del aire	Velocidad del viento (promedio cada 5 minutos) m/s	Dirección del viento
30/04/2021	02:15 p. m.	mar	3 m	19.6 °C	4.44 m/s	8° 13' 22.81" S 78° 59' 2.58" W
30/04/2021	02:20 p. m.	mar	3 m	19 °C	7.51 m/s	8° 13' 22.76" S 78° 59' 2.42" W
30/04/2021	02:25 p. m.	mar	3 m	19 °C	6.39 m/s	8° 13' 22.78" S 78° 59' 2.45" W
30/04/2021	02:30 p. m.	mar	3 m	18.9°C	7.42 m/s	8° 13' 22.81" S 78° 59' 2.55" W
30/04/2021	02:35 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	6.27 m/s	8° 13' 22" S 78° 59' 2" W
30/04/2021	02:40 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	6.39 m/s	8° 13' 22.81" S 78° 59' 2.55" W
30/04/2021	02:45 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	7.50 m/s	8° 13' 22.75" S 78° 59' 3.04" W
30/04/2021	02:50 p. m.	mar	3 m	18.9°C	7.12 m/s	8° 13' 22.52" S 78° 59' 2.39" W
30/04/2021	02:55 p. m.	mar	3 m	18.7°C	5.26 m/s	8° 13' 22.83" S 78° 59' 2.96" W
30/04/2021	03:00 p. m.	mar	3 m	18.5°C	7.17 m/s	8° 13' 22.78" S 78° 59' 2.50" W
30/04/2021	03:05 p. m.	mar	3 m	18.8°C	7.18 m/s	8° 13' 22.79" S 78° 59' 2.81" W
30/04/2021	03:10 p. m.	mar	3 m	18.7°C	4.70 m/s	8° 13' 22.78" S 78° 59' 2.60" W
30/04/2021	03:15 p. m.	mar	3 m	18.6 °C	6.17 m/s	8° 13' 22.75" S 78° 59' 2.42" W
30/04/2021	03:20 p. m.	mar	3 m	18.4 °C	7.56 m/s	8° 13' 22.86" S 78° 59' 2.70" W
30/04/2021	03:25 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	6.33 m/s	8° 13' 22.74" S 78° 59' 2.87" W
30/04/2021	03:30 p. m.	mar	3 m	18.4 °C	5.53 m/s	8° 13' 22.78" S 78° 59' 2.70" W
30/04/2021	03:35 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	7.28 m/s	8° 13' 22.76" S 78° 59' 2.86" W
30/04/2021	03:40 p. m.	mar	3 m	18.4 °C	5.28 m/s	8° 13' 22.89" S 78° 59' 3.24" W
30/04/2021	03:45 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	4.49 m/s	8° 13' 23.13" S 78° 59' 3.82" W
30/04/2021	03:50 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	5.11 m/s	8° 13' 23.45" S 78° 59' 4.21" W

30/04/2021	03:55 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	5.12 m/s	8° 13' 23.03" S 78° 59' 3.70" W
30/04/2021	04:00 p. m.	mar	3 m	18.4 °C	4.60 m/s	8° 13' 22.90" S 78° 59' 3.37" W
30/04/2021	04:05 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	5.99 m/s	8° 13' 22.82" S 78° 59' 3.17" W
30/04/2021	04:10 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	5.10 m/s	8° 13' 22.85" S 78° 59' 2.95" W
30/04/2021	04:15 p. m.	mar	3 m	18.6 °C	3.52 m/s	8° 13' 22.75" S 78° 59' 2.83" W
30/04/2021	04:20 p. m.	mar	3 m	18.6 °C	4.91 m/s	8° 13' 22.69" S 78° 59' 2.84" W
30/04/2021	04:25 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	5.14 m/s	8° 13' 22.81" S 78° 59' 3.24" W
30/04/2021	04:30 p. m.	mar	3 m	18.6 °C	5.74 m/s	8° 13' 22.79" S 78° 59' 3.11" W
30/04/2021	04:35 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	4.86 m/s	8° 13' 22.72" S 78° 59' 3.11" W
30/04/2021	04:40 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	5.70 m/s	8° 13' 22.76" S 78° 59' 3.01" W
30/04/2021	04:45 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	4.77 m/s	8° 13' 22.79" S 78° 59' 2.50" W
30/04/2021	04:50 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	3.87 m/s	8° 13' 22.76" S 78° 59' 2.34" W
30/04/2021	04:55 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	4.78 m/s	8° 13' 22.75" S 78° 59' 2.76" W
30/04/2021	05:00 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	5.20 m/s	8° 13' 22.85" S 78° 59' 3.01" W
30/04/2021	05:05 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	5.26 m/s	8° 13' 22.79" S 78° 59' 2.87" W
30/04/2021	05:10 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	5.47 m/s	8° 13' 22.84" S 78° 59' 3.00" W
06/05/2021	06:00 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	4.16 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.46" W
06/05/2021	06:05 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	3.94 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.60" W
06/05/2021	06:10 p. m.	mar	3 m	18.6 °C	3.42 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.35" W
06/05/2021	06:15 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	3.82 m/s	8° 13' 26.17" S 78° 59' 2.33" W
06/05/2021	06:20 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	4.75 m/s	8° 13' 26.20" S 78° 59' 2.34" W
06/05/2021	06:25 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	4.69 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.64" W
06/05/2021	06:30 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	3.79 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.71" W
06/05/2021	06:35 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	3.27 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.72" W
06/05/2021	06:40 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	4.01 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.62" W

06/05/2021	06:45 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	3.60 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.62" W
06/05/2021	06:50 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	4.76 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.66" W
06/05/2021	06:55 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	4.08 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.66" W
06/05/2021	07:00 p. m.	mar	3 m	19 °C	5.22 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.64" W
06/05/2021	07:05 p. m.	mar	3 m	19.8 °C	4.85 m/s	8° 13' 26.22" S 78° 59' 2.59" W
06/05/2021	07:10 p. m.	mar	3 m	18.9	4.20 m/s	8° 13' 26.18" S 78° 59' 2.59" W
06/05/2021	07:15 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	4.33 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.60" W
06/05/2021	07:20 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	3.60 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.65" W
06/05/2021	07:25 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	4.67 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.55" W
06/05/2021	07:30 p. m.	mar	3 m	18.6 °C	4.30 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.61" W
06/05/2021	07:35 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	4.13 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.50" W
06/05/2021	07:40 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	3.08 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.74" W
06/05/2021	07:45 p. m.	mar	3 m	19 °C	3.21 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.65" W
06/05/2021	07:50 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	3.36 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.90" W
06/05/2021	07:55 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	3.47 m/s	8° 13' 26.35" S 78° 59' 2.86" W
06/05/2021	08:00 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	4.21 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.91" W
06/05/2021	08:05 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	4.19 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.93" W
06/05/2021	08:10 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	4.05 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.93" W
06/05/2021	08:15 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	3.81 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.82" W
06/05/2021	08:20 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	2.92 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.83" W

06/05/2021	08:25 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	3.52 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.77" W
06/05/2021	08:30 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	2.82 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.71" W
06/05/2021	08:35 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	3.26 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.61" W
06/05/2021	08:40 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	3.48 m/s	8° 13' 26.20" S 78° 59' 2.63" W
06/05/2021	08:45 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	3.28 m/s	8° 13' 26.20" S 78° 59' 2.61" W
06/05/2021	08:50 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	3.29 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.68" W
06/05/2021	08:55 p. m.	mar	3 m	19 °C	3.63 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.68" W
06/05/2021	09:00 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	3.10 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.63" W
07/05/2021	12:00 a. m.	mar	3 m	18.3 °C	4.04 m/s	8° 13' 26.38" S 78° 59' 2.60" W
07/05/2021	12:05 a. m.	mar	3 m	18.3 °C	3.32 m/s	8° 13' 26.15" S 78° 59' 2.61" W
07/05/2021	12:10 a. m.	mar	3 m	18.3 °C	4.05 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.67" W
07/05/2021	12:15 a. m.	mar	3 m	18.2 °C	3.03 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.62" W
07/05/2021	12:20 a. m.	mar	3 m	18.2 °C	2.36 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.72" W
07/05/2021	12:25 a. m.	mar	3 m	18 °C	3.76 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.37" W
07/05/2021	12:30 a. m.	mar	3 m	17.7 °C	3.20 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.32" W
07/05/2021	12:35 a. m.	mar	3 m	17.7 °C	2.78 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.58" W
07/05/2021	12:40 a. m.	mar	3 m	17.6 °C	3.42 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.56" W
07/05/2021	12:45 a. m.	mar	3 m	17.7 °C	3.37 m/s	8° 13' 26.33" S 78° 59' 2.75" W
07/05/2021	12:50 a. m.	mar	3 m	17.5 °C	3.30 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.36" W
07/05/2021	12:55 a. m.	mar	3 m	16.8 °C	3.40 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.56" W

07/05/2021	01:00 a. m.	mar	3 m	16.9 °C	3.25 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.36" W
07/05/2021	01:05 a. m.	mar	3 m	17.4 °C	2.60 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.33" W
07/05/2021	01:10 a. m.	mar	3 m	17.6 °C	2.35 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.56" W
07/05/2021	01:15 a. m.	mar	3 m	17.7 °C	2.45 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.33" W
07/05/2021	01:20 a. m.	mar	3 m	17.6 °C	2.50 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.32" W
07/05/2021	01:25 a. m.	mar	3 m	17.5 °C	2.48 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.69" W
07/05/2021	01:30 a. m.	mar	3 m	17.3 °C	2.35 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.28" W
07/05/2021	01:35 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	2.23 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.60" W
07/05/2021	01:40 a. m.	mar	3 m	17 °C	2.30 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.30" W
07/05/2021	01:45 a. m.	mar	3 m	17.3 °C	2.43 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.32" W
07/05/2021	01:50 a. m.	mar	3 m	17.5 °C	2.58 m/s	8° 13' 26.31" S 78° 59' 2.68" W
07/05/2021	01:55 a. m.	mar	3 m	17.4 °C	2.35 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.75" W
07/05/2021	02:00 a. m.	mar	3 m	17.5 °C	2.37 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.72" W
07/05/2021	05:30 a. m.	mar	3 m	16.7 °C	2.81 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.12" W
07/05/2021	05:35 a. m.	mar	3 m	16.8 °C	2.72 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.17" W
07/05/2021	05:40 a. m.	mar	3 m	16.8 °C	2.54 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.35" W
07/05/2021	05:45 a. m.	mar	3 m	16.7 °C	2.38 m/s	8° 13' 26.34" S 78° 59' 2.42" W
07/05/2021	05:50 a. m.	mar	3 m	16.9 °C	2.43 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.38" W
07/05/2021	05:55 a. m.	mar	3 m	16.9 °C	2.32 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.38" W
07/05/2021	06:00 a. m.	mar	3 m	16.9 °C	3.30 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.38" W
07/05/2021	06:05 a. m.	mar	3 m	16.9 °C	3.31 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.38" W
07/05/2021	06:10 a. m.	mar	3 m	17 °C	3.43 m/s	8° 13' 26.40" S 78° 59' 2.43" W

07/05/2021	06:15 a. m.	mar	3 m	17 °C	3.70 m/s	8° 13' 26.40" S 78° 59' 2.43" W
07/05/2021	06:20 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	1.76 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.40" W
07/05/2021	06:25 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	3.46 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.40" W
07/05/2021	06:30 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	3.83 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.40" W
07/05/2021	06:35 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	3.94 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.40" W
07/05/2021	06:40 a. m.	mar	3 m	17.4 °C	3.34 m/s	8° 13' 26.38" S 78° 59' 2.48" W
07/05/2021	06:45 a. m.	mar	3 m	17.6 °C	3.94 m/s	8° 13' 26.33" S 78° 59' 2.44" W
07/05/2021	06:50 a. m.	mar	3 m	18.2 °C	3.36 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.39" W
07/05/2021	06:55 a. m.	mar	3 m	16 °C	3.85 m/s	8° 13' 26.40" S 78° 59' 2.53" W
07/05/2021	07:00 a. m.	mar	3 m	16.8 °C	3.39 m/s	8° 13' 26.45" S 78° 59' 2.77" W
07/05/2021	07:05 a. m.	mar	3 m	18 °C	3.38 m/s	8° 13' 26.71" S 78° 59' 2.98" W
07/05/2021	07:10 a. m.	mar	3 m	19.1 °C	3.47 m/s	8° 13' 26.71" S 78° 59' 2.98" W
07/05/2021	07:15 a. m.	mar	3 m	19.1 °C	3.31 m/s	8° 13' 26.45" S 78° 59' 2.93" W
07/05/2021	07:20 a. m.	mar	3 m	19.4 °C	3.14 m/s	8° 13' 26.45" S 78° 59' 2.93" W
07/05/2021	07:25 a. m.	mar	3 m	18.9 °C	2.16 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.81" W
07/05/2021	07:30 a. m.	mar	3 m	19 °C	2.28 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.81" W
07/05/2021	07:35 a. m.	mar	3 m	19 °C	2.24 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.81" W
07/05/2021	07:40 a. m.	mar	3 m	19.1 °C	3.08 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.48" W
07/05/2021	07:45 a. m.	mar	3 m	18.9 °C	3.14 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.49" W
07/05/2021	07:50 a. m.	mar	3 m	18.6 °C	3.62 m/s	8° 13' 26.71" S 78° 59' 2.98" W
07/05/2021	07:55 a. m.	mar	3 m	18.9 °C	3.08 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.27" W
07/05/2021	08:00 a. m.	mar	3 m	19 °C	4.27 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.30" W

07/05/2021	08:05 a. m.	mar	3 m	19 °C	3.73 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.34" W
07/05/2021	08:10 a. m.	mar	3 m	19.2 °C	3.75 m/s	8° 13' 26.19" S 78° 59' 2.41" W
07/05/2021	08:15 a. m.	mar	3 m	19.1 °C	4.71 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.42" W
07/05/2021	08:20 a. m.	mar	3 m	18.6 °C	5.25 m/s	8° 13' 26.31" S 78° 59' 2.20" W
07/05/2021	08:25 a. m.	mar	3 m	18.8 °C	4.84 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.20" W
07/05/2021	08:30 a. m.	mar	3 m	19 °C	3.69 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.23" W
07/05/2021	08:35 a. m.	mar	3 m	18.8 °C	5.79 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.33" W
07/05/2021	08:40 a. m.	mar	3 m	18.9 °C	5.15 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.39" W
07/05/2021	08:45 a. m.	mar	3 m	18.9 °C	6.51 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.51" W
07/05/2021	08:50 a. m.	mar	3 m	19 °C	7.03 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 3.55" W
07/05/2021	08:55 a. m.	mar	3 m	19 °C	4.18 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.41" W
07/05/2021	09:00 a. m.	mar	3 m	18.5 °C	5.25 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.41" W
07/05/2021	04:00 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	4.67 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.38" W
07/05/2021	04:05 p. m.	mar	3 m	19.7 °C	6.17 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.43" W
07/05/2021	04:10 p. m.	mar	3 m	19.7 °C	6.70 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.65" W
07/05/2021	04:15 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	5.22 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.50" W
07/05/2021	04:20 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	5.42 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.53" W
07/05/2021	04:25 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	4.81 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.42" W
07/05/2021	04:30 p. m.	mar	3 m	19.5 °C	4.68 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.53" W
07/05/2021	04:35 p. m.	mar	3 m	19.5 °C	4.25 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.25" W
07/05/2021	04:40 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	4.01 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.56" W
07/05/2021	04:45 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	5.45 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.42" W

07/05/2021	04:50 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	5.51 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.61" W
07/05/2021	04:55 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	6.30 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.62" W
07/05/2021	05:00 p. m.	mar	3 m	19 °C	7.17 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.65" W
07/05/2021	05:05 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	7.51 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.68" W
07/05/2021	05:10 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	6.40 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.63" W
07/05/2021	05:15 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	5.38 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.53" W
07/05/2021	05:20 p. m.	mar	3 m	18.9	5.64 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.56" W
07/05/2021	05:25 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	7.23 m/s	8° 13' 26.20" S 78° 59' 2.57" W
07/05/2021	05:30 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	5 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.62" W
07/05/2021	05:35 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	6.41 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.57" W
07/05/2021	05:40 p. m.	mar	3 m	19 °C	6.25 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.71" W
07/05/2021	05:45 p. m.	mar	3 m	19 °C	5.60 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.71" W
07/05/2021	05:50 p. m.	mar	3 m	19 °C	6.92 m/s	8° 13' 26.22" S 78° 59' 2.59" W
07/05/2021	05:55 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	5.38 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.69" W
07/05/2021	06:00 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	6.33 m/s	8° 13' 26.22" S 78° 59' 2.56" W
07/05/2021	06:05 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	5.39 m/s	8° 13' 26.20" S 78° 59' 2.43" W
07/05/2021	06:10 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	5.87 m/s	8° 13' 26.20" S 78° 59' 2.54" W
07/05/2021	06:15 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	6 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.59" W
07/05/2021	06:20 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	4.35 m/s	8° 13' 26.15" S 78° 59' 2.57" W
07/05/2021	06:25 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	6.69 m/s	8° 13' 26.18" S 78° 59' 2.54" W
07/05/2021	06:30 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	5.58 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.59" W
07/05/2021	06:35 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	5.96 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.64" W

07/05/2021	06:40 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	6.15 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.67" W
07/05/2021	06:45 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	5.50 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.72" W
07/05/2021	06:50 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	4.64 m/s	8° 13' 26.31" S 78° 59' 2.82" W
07/05/2021	06:55 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	5.63 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.77" W
07/05/2021	07:00 p. m.	mar	3 m	19.5 °C	4.23 m/s	8° 13' 26.40" S 78° 59' 2.89" W
07/05/2021	07:05 p. m.	mar	3 m	19.5 °C	6.44 m/s	8° 13' 26.34" S 78° 59' 2.95" W
07/05/2021	07:10 p. m.	mar	3 m	19.5 °C	6 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.93" W
07/05/2021	07:15 p. m.	mar	3 m	19.5 °C	6.42 m/s	8° 13' 26.31" S 78° 59' 2.93" W
07/05/2021	07:20 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	5.72 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.85" W
07/05/2021	07:25 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	4.93 m/s	8° 13' 26.38" S 78° 59' 3.01" W
07/05/2021	07:30 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	4.02 m/s	8° 13' 26.38" S 78° 59' 3.01" W
07/05/2021	07:35 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	5.29 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.89" W
07/05/2021	07:40 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	5.80 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.86" W
07/05/2021	07:45 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	4.52 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.99" W
07/05/2021	07:50 p. m.	mar	3 m	19.5 °C	6.90 m/s	8° 13' 26.35" S 78° 59' 2.99" W
07/05/2021	07:55 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	5.83 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 3.02" W
07/05/2021	08:00 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	6.04 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.83" W
07/05/2021	08:05 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	4.80 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.86" W
07/05/2021	08:10 p. m.	mar	3 m	19.3 °C	5.60 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 3.07" W
07/05/2021	08:15 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	5.57 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 3.02" W
07/05/2021	08:20 p. m.	mar	3 m	19.4 °C	6.31 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.88" W

07/05/2021	08:25 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	5.87 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.92" W
07/05/2021	08:30 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	4.07 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.92" W
07/05/2021	08:35 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	4.78 m/s	8° 13' 26.35" S 78° 59' 2.99" W
07/05/2021	08:40 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	5.22 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.92" W
07/05/2021	08:45 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	5.86 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.81" W
07/05/2021	08:50 p. m.	mar	3 m	19 °C	3.32 m/s	8° 13' 26.39" S 78° 59' 2.92" W
07/05/2021	08:55 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	4.14 m/s	8° 13' 26.34" S 78° 59' 2.95" W
07/05/2021	09:00 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	5.53 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.87" W
07/05/2021	09:05 p. m.	mar	3 m	19 °C	3.99 m/s	8° 13' 26.35" S 78° 59' 2.92" W
07/05/2021	09:10 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	4.53 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.78" W
07/05/2021	09:15 p. m.	mar	3 m	19.2 °C	4.42 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.78" W
07/05/2021	09:20 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	4.97 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.84" W
07/05/2021	09:25 p. m.	mar	3 m	19.1 °C	5.21 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.80" W
07/05/2021	09:30 p. m.	mar	3 m	19 °C	4.21 m/s	8° 13' 26.31" S 78° 59' 2.85" W
07/05/2021	09:35 p. m.	mar	3 m	19 °C	4.70 m/s	8° 13' 26.31" S 78° 59' 2.85" W
07/05/2021	09:40 p. m.	mar	3 m	19 °C	5.74 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.75" W
07/05/2021	09:45 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	4.93 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.98" W
07/05/2021	09:50 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	5.13 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.90" W
07/05/2021	09:55 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	4.46 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.85" W
07/05/2021	10:00 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	4.02 m/s	8° 13' 26.28" S 78° 59' 2.67" W
08/05/2021	05:00 a. m.	mar	3 m	17 °C	2.20 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.50" W

08/05/2021	05:05 a. m.	mar	3 m	17 °C	2.66 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.56" W
08/05/2021	05:10 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	6.05 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.70" W
08/05/2021	05:15 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	2.13 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.60" W
08/05/2021	05:20 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	2.28 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.60" W
08/05/2021	05:25 a. m.	mar	3 m	17.3 °C	2.91 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.60" W
08/05/2021	05:30 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	3.10 m/s	8° 13' 26.33" S 78° 59' 2.84" W
08/05/2021	05:35 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	1.79 m/s	8° 13' 26.33" S 78° 59' 2.84" W
08/05/2021	05:40 a. m.	mar	3 m	17.3 °C	2.72 m/s	8° 13' 26.33" S 78° 59' 2.86" W
08/05/2021	05:45 a. m.	mar	3 m	17.3 °C	3.84 m/s	8° 13' 26.34" S 78° 59' 2.89" W
08/05/2021	05:50 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	2.57 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.86" W
08/05/2021	05:55 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	3.11 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.81" W
08/05/2021	06:00 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	2.54 m/s	8° 13' 26.39" S 78° 59' 2.94" W
08/05/2021	06:05 a. m.	mar	3 m	17.3 °C	3.85 m/s	8° 13' 26.39" S 78° 59' 2.87" W
08/05/2021	06:10 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	3.15 m/s	8° 13' 26.33" S 78° 59' 2.87" W
08/05/2021	06:15 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	3.07 m/s	8° 13' 26.39" S 78° 59' 2.89" W
08/05/2021	06:20 a. m.	mar	3 m	17.3 °C	3.04 m/s	8° 13' 26.34" S 78° 59' 2.89" W
08/05/2021	06:25 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	3.18 m/s	8° 13' 26.33" S 78° 59' 2.74" W
08/05/2021	06:30 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	2.53 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 3.03" W
08/05/2021	06:35 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	2.17m/s	8° 13' 26.56" S 78° 59' 3.14" W
08/05/2021	06:40 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	2.35m/s	8° 13' 26.77" S 78° 59' 3.11" W
08/05/2021	06:45 a. m.	mar	3 m	17 °C	2.48 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.80" W

08/05/2021	06:50 a. m.	mar	3 m	17 °C	2.14 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.86" W
08/05/2021	06:55 a. m.	mar	3 m	17 °C	3.23 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.86" W
08/05/2021	07:00 a. m.	mar	3 m	17.1 °C	3.61 m/s	8° 13' 26.41" S 78° 59' 2.86" W
08/05/2021	07:05 a. m.	mar	3 m	17 °C	2.63 m/s	8° 13' 26.44" S 78° 59' 3.03" W
08/05/2021	07:10 a. m.	mar	3 m	17 °C	3.39 m/s	8° 13' 26.42" S 78° 59' 3.04" W
08/05/2021	07:15 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	3.10 m/s	8° 13' 26.42" S 78° 59' 3.04" W
08/05/2021	07:20 a. m.	mar	3 m	17.2 °C	3.10 m/s	8° 13' 26.56" S 78° 59' 3.14" W
08/05/2021	07:25 a. m.	mar	3 m	17.4 °C	2.83 m/s	8° 13' 26.53" S 78° 59' 3.14" W
08/05/2021	07:30 a. m.	mar	3 m	17.3 °C	2.41 m/s	8° 13' 26.56" S 78° 59' 3.14" W
08/05/2021	07:35 a. m.	mar	3 m	17.6 °C	2.77 m/s	8° 13' 26.55" S 78° 59' 3.19" W
08/05/2021	07:40 a. m.	mar	3 m	18 °C	3.32 m/s	8° 13' 26.56" S 78° 59' 3.17" W
08/05/2021	07:45 a. m.	mar	3 m	18 °C	2.56 m/s	8° 13' 26.53" S 78° 59' 3.11" W
08/05/2021	07:50 a. m.	mar	3 m	18.1 °C	2.95 m/s	8° 13' 26.53" S 78° 59' 3.11" W
08/05/2021	07:55 a. m.	mar	3 m	18 °C	2.09 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.81" W
08/05/2021	08:00 a. m.	mar	3 m	18 °C	2.89 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.81" W
08/05/2021	08:05 a. m.	mar	3 m	18.2 °C	2.82 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.81" W
08/05/2021	08:10 a. m.	mar	3 m	17.6 °C	2.46 m/s	8° 13' 26.36" S 78° 59' 2.81" W
08/05/2021	08:15 a. m.	mar	3 m	17.6 °C	2.06 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.48" W
08/05/2021	08:20 a. m.	mar	3 m	17.8 °C	2.39 m/s	8° 13' 26.30" S 78° 59' 2.38" W
08/05/2021	08:25 a. m.	mar	3 m	17.9 °C	2.48 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.16" W
08/05/2021	08:30 a. m.	mar	3 m	18.1 °C	2.74 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.16" W
08/05/2021	08:35 a. m.	mar	3 m	18.1 °C	2.43 m/s	8° 13' 26.29" S 78° 59' 2.16" W

08/05/2021	08:40 a. m.	mar	3 m	18 °C	3.29 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.12" W
08/05/2021	08:45 a. m.	mar	3 m	18 °C	2.98 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.12" W
08/05/2021	08:50 a. m.	mar	3 m	17.8 °C	3.40 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.12" W
08/05/2021	08:55 a. m.	mar	3 m	17.8 °C	2.65 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.12" W
08/05/2021	09:00 a. m.	mar	3 m	18 °C	2.40 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.12" W
08/05/2021	09:05 a. m.	mar	3 m	18.1 °C	3.07 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.12" W
08/05/2021	09:10 a. m.	mar	3 m	18.5 °C	2.68 m/s	8° 13' 26.32" S 78° 59' 2.12" W
08/05/2021	09:15 a. m.	mar	3 m	18.2 °C	3.11 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.45" W
08/05/2021	09:20 a. m.	mar	3 m	18 °C	3.58 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	09:25 a. m.	mar	3 m	17.8 °C	3.96 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	09:30 a. m.	mar	3 m	17.8 °C	4.10 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	09:35 a. m.	mar	3 m	17.8 °C	4.68 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	09:40 a. m.	mar	3 m	17.7 °C	4.36 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	09:45 a. m.	mar	3 m	17.6 °C	4.63 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	09:50 a. m.	mar	3 m	17.7 °C	4.56 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	09:55 a. m.	mar	3 m	17.7 °C	4.38 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	10:00 a. m.	mar	3 m	17.8 °C	4.50 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	11:30 a. m.	mar	3 m	18.6 °C	5.48 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.20" W
08/05/2021	11:35 a. m.	mar	3 m	17.8 °C	4.82 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.35" W
08/05/2021	11:40 a. m.	mar	3 m	18.1 °C	5.76 m/s	8° 13' 26.17" S 78° 59' 2.21" W
08/05/2021	11:45 a. m.	mar	3 m	18.1 °C	5.82 m/s	8° 13' 26.21" S 78° 59' 2.41" W

08/05/2021	11:50 a. m.	mar	3 m	17.8 °C	4.61 m/s	8° 13' 26.22" S 78° 59' 2.35" W
08/05/2021	11:55 a. m.	mar	3 m	18.7 °C	3.45 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.14" W
08/05/2021	12:00 p. m.	mar	3 m	18.2 °C	4.88 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.37" W
08/05/2021	12:05 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	3.88 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.25" W
08/05/2021	12:10 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	4.33 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.47" W
08/05/2021	12:15 p. m.	mar	3 m	18.8 °C	5.13 m/s	8° 13' 26.12" S 78° 59' 2.41" W
08/05/2021	12:20 p. m.	mar	3 m	18.4 °C	4.81 m/s	8° 13' 26.23" S 78° 59' 2.43" W
08/05/2021	12:25 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	3.60 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.34" W
08/05/2021	12:30 p. m.	mar	3 m	19 °C	3.55 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.38" W
08/05/2021	12:35 p. m.	mar	3 m	18.4 °C	4.59 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.30" W
08/05/2021	12:40 p. m.	mar	3 m	18.4 °C	5.53 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.30" W
08/05/2021	12:45 p. m.	mar	3 m	18.1 °C	5.33 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.31" W
08/05/2021	12:50 p. m.	mar	3 m	18.4 °C	4.25 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.31" W
08/05/2021	12:55 p. m.	mar	3 m	18.9 °C	5.71 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.31" W
08/05/2021	01:00 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	3.75m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.56" W
08/05/2021	01:05 p. m.	mar	3 m	18.5 °C	4.96 m/s	8° 13' 26.27" S 78° 59' 2.56" W
08/05/2021	01:10 p. m.	mar	3 m	18.2 °C	5.92 m/s	8° 13' 26.24" S 78° 59' 2.56" W
08/05/2021	01:15 p. m.	mar	3 m	18.7 °C	4.21 m/s	8° 13' 26.26" S 78° 59' 2.47" W
08/05/2021	01:20 p. m.	mar	3 m	19 °C	7.57 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.37" W
08/05/2021	01:25 p. m.	mar	3 m	18.6 °C	7.83 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.37" W
08/05/2021	01:30 p. m.	mar	3 m	18.4 °C	8.04 m/s	8° 13' 26.25" S 78° 59' 2.37" W

Anexo 17: Ficha de observación para medir la velocidad del viento usando Instrumentó del Anemómetro para ver el potencial eólico en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

	30 metros	100 metros	Marina
	Toma 1	Toma2	Toma 3
1	4.44	4.12	4.28
2	7.51	2.57	5.04
3	6.39	4.63	5.51
4	7.42	4.12	5.77
5	6.27	3.90	5.09
6	6.39	5.14	5.77
7	7.50	4.12	5.81
8	7.12	5.14	6.13
9	5.26	4.12	4.69
10	7.17	4.12	5.65
11	7.18	5.14	6.16
12	4.70	2.06	3.38
13	6.17	3.60	4.89
14	7.56	5.14	6.35
15	6.33	4.12	5.23
16	5.53	3.09	4.31
17	7.28	5.14	6.21
18	5.28	4.12	4.70
19	4.49	3.60	4.05
20	5.11	4.63	4.87
21	5.12	6.17	5.65
22	4.60	4.12	4.36
23	5.99	4.63	5.31
24	5.10	4.12	4.61
25	3.52	4.63	4.08
26	4.91	2.57	3.74
27	5.14	4.12	4.63
28	5.74	1.54	3.64
29	4.86	5.14	5.00
30	5.70	2.06	3.88
31	4.77	5.14	4.96
32	3.87	2.57	3.22
33	4.78	4.63	4.71
34	5.20	2.06	3.63
35	5.26	2.57	3.92
36	5.47	3.09	4.28
37	4.16	4.63	4.40
38	3.94	2.57	3.26
39	3.42	5.14	4.28
40	3.82	4.12	3.97
41	4.75	5.14	4.95

42	4.69	3.60	4.15
43	3.79	4.12	3.96
44	3.27	5.14	4.21
45	4.01	5.14	4.58
46	3.60	3.09	3.35
47	4.76	5.14	4.95
48	4.08	2.57	3.33
49	5.22	5.66	5.44
50	4.85	4.12	4.49
51	4.20	3.60	3.90
52	4.33	2.06	3.20
53	3.60	3.60	3.60
54	4.67	4.12	4.40
55	4.30	3.60	3.95
56	4.13	5.14	4.64
57	3.08	4.63	3.86
58	3.21	3.60	3.41
59	3.36	6.17	4.77
60	3.47	5.14	4.31
61	4.21	5.14	4.68
62	4.19	6.69	5.44
63	4.05	5.66	4.86
64	3.81	5.14	4.48
65	2.92	6.69	4.81
66	3.52	5.14	4.33
67	2.82	4.12	3.47
68	3.26	5.14	4.20
69	3.48	4.63	4.06
70	3.28	4.63	3.96
71	3.29	5.66	4.48
72	3.63	4.63	4.13
73	3.10	3.60	3.35
74	4.04	5.14	4.59
75	3.32	5.14	4.23
76	4.05	4.12	4.09
77	3.03	5.14	4.09
78	2.36	2.57	2.47
79	3.76	4.63	4.20
80	3.20	4.12	3.66
81	2.78	5.14	3.96
82	3.42	4.63	4.03
83	3.37	5.14	4.26
84	3.30	4.63	3.97
85	3.40	3.09	3.25

86	3.25	4.12	3.69
87	2.60	5.14	3.87
88	2.35	2.57	2.46
89	2.45	4.63	3.54
90	2.50	5.14	3.82
91	2.48	4.12	3.30
92	2.35	5.66	4.01
93	2.23	5.14	3.69
94	2.30	5.14	3.72
95	2.43	6.17	4.30
96	2.58	5.66	4.12
97	2.35	5.14	3.75
98	2.37	4.63	3.50
99	2.81	6.17	4.49
100	2.72	3.09	2.91
101	2.54	6.17	4.36
102	2.38	3.60	2.99
103	2.43	5.66	4.05
104	2.32	4.12	3.22
105	3.30	4.63	3.97
106	3.31	3.60	3.46
107	3.43	5.14	4.29
108	3.70	4.63	4.17
109	3.76	4.63	4.20
110	3.46	5.66	4.56
111	3.83	5.14	4.49
112	3.94	5.66	4.80
113	3.34	5.14	4.24
114	3.94	5.14	4.54
115	3.36	4.12	3.74
116	3.85	5.14	4.50
117	3.39	4.63	4.01
118	3.38	4.63	4.01
119	3.47	3.60	3.54
120	3.31	4.12	3.72
121	3.14	3.60	3.37
122	2.16	5.14	3.65
123	2.28	4.63	3.46
124	2.24	4.12	3.18
125	3.08	4.63	3.86
126	3.14	5.14	4.14
127	3.62	3.09	3.36
128	3.08	4.63	3.86
129	4.27	5.66	4.97
130	3.73	4.63	4.18
131	3.75	4.12	3.94
132	4.71	5.14	4.93
133	5.25	3.09	4.17
134	4.84	3.60	4.22

135	3.69	9.26	6.48
136	5.79	3.60	4.70
137	5.15	5.14	5.15
138	6.51	4.63	5.57
139	7.03	4.12	5.58
140	4.18	5.66	4.92
141	5.25	6.17	5.71
142	4.67	5.14	4.91
143	6.17	6.69	6.43
144	6.70	5.14	5.92
145	5.22	3.09	4.16
146	5.42	5.66	5.54
147	4.81	5.14	4.98
148	4.68	4.63	4.66
149	4.25	5.66	4.96
150	4.01	5.14	4.58
151	5.45	4.12	4.79
152	5.51	4.63	5.07
153	6.30	4.12	5.21
154	7.17	4.63	5.90
155	7.51	5.66	6.59
156	6.40	5.14	5.77
157	5.38	6.69	6.04
158	5.64	5.14	5.39
159	7.23	6.17	6.70
160	5.00	4.12	4.56
161	6.41	5.14	5.78
162	6.25	5.66	5.96
163	5.60	4.12	4.86
164	6.92	4.12	5.52
165	5.38	5.66	5.52
166	6.33	4.63	5.48
167	5.39	5.14	5.27
168	5.87	5.14	5.51
169	6.00	7.72	6.86
170	4.35	4.12	4.24
171	6.69	6.17	6.43
172	5.58	4.63	5.11
173	5.96	1.54	3.75
174	6.15	3.09	4.62
175	5.50	3.09	4.30
176	4.64	2.04	3.34
177	5.63	5.14	5.39
178	4.23	5.14	4.69
179	6.44	2.57	4.51
180	6.00	4.63	5.32
181	6.42	4.12	5.27
182	5.72	4.12	4.92
183	4.93	5.66	5.30

184	4.02	5.14	4.58
185	5.29	2.57	3.93
186	5.80	4.63	5.22
187	4.52	4.12	4.32
188	6.90	3.09	5.00
189	5.83	4.63	5.23
190	6.04	2.57	4.31
191	4.80	2.06	3.43
192	5.60	5.14	5.37
193	5.57	5.14	5.36
194	6.31	2.57	4.44
195	5.87	4.63	5.25
196	4.07	3.09	3.58
197	4.78	2.06	3.42
198	5.22	5.14	5.18
199	5.86	4.63	5.25
200	3.32	3.09	3.21
201	4.14	1.54	2.84
202	5.53	4.63	5.08
203	3.99	2.57	3.28
204	4.53	4.12	4.33
205	4.42	4.63	4.53
206	4.97	2.06	3.52
207	5.21	4.12	4.67
208	4.21	5.14	4.68
209	4.70	6.69	5.70
210	5.74	4.12	4.93
211	4.93	4.63	4.78
212	5.13	3.60	4.37
213	4.46	5.14	4.80
214	4.02	4.12	4.07
215	2.20	2.57	2.39
216	2.66	4.63	3.65
217	6.05	4.63	5.34
218	2.13	3.60	2.87
219	2.28	4.12	3.20
220	2.91	4.63	3.77
221	3.10	2.57	2.84
222	1.79	4.12	2.96
223	2.72	4.12	3.42
224	3.84	2.57	3.21
225	2.57	4.63	3.60
226	3.11	6.17	4.64
227	2.54	2.06	2.30
228	3.85	4.63	4.24
229	3.15	3.09	3.12
230	3.07	1.54	2.31
231	3.04	3.09	3.07
232	3.18	3.09	3.14

233	2.53	3.60	3.07
234	2.17	5.14	3.66
235	2.35	5.14	3.75
236	2.48	2.06	2.27
237	2.14	3.60	2.87
238	3.23	4.12	3.68
239	3.61	3.60	3.61
240	2.63	4.63	3.63
241	3.39	5.14	4.27
242	3.10	3.09	3.10
243	3.10	4.63	3.87
244	2.83	5.14	3.99
245	2.41	5.14	3.78
246	2.77	6.17	4.47
247	3.32	6.17	4.75
248	2.56	4.63	3.60
249	2.95	5.14	4.05
250	2.09	4.12	3.11
251	2.89	6.17	4.53
252	2.82	5.66	4.24
253	2.46	2.57	2.52
254	2.06	5.14	3.60
255	2.39	4.12	3.26
256	2.48	4.12	3.30
257	2.74	5.14	3.94
258	2.43	5.14	3.79
259	3.29	4.12	3.71
260	2.98	5.66	4.32
261	3.40	6.17	4.79
262	2.65	4.12	3.39
263	2.40	5.66	4.03
264	3.07	5.14	4.11
265	2.68	5.14	3.91
266	3.11	6.17	4.64
267	3.58	4.63	4.11
268	3.96	4.63	4.30
269	4.10	5.66	4.88
270	4.68	6.17	5.43
271	4.36	4.63	4.50
272	4.63	3.09	3.86
273	4.56	5.14	4.85
274	4.38	4.63	4.51
275	4.50	2.06	3.28
276	5.48	4.12	4.80
277	4.82	4.12	4.47
278	5.76	4.12	4.94
279	5.82	4.63	5.23
280	4.61	2.06	3.34
281	3.45	2.06	2.76

281	3.45	2.06	2.76
282	4.88	3.09	3.99
283	3.88	4.12	4.00
284	4.33	2.06	3.20
285	5.13	5.14	5.14
286	4.81	4.12	4.47
287	3.60	5.14	4.37
288	3.55	3.60	3.58
289	4.59	5.14	4.87
290	5.53	2.57	4.05
291	5.33	4.63	4.98
292	4.25	4.12	4.19
293	5.71	4.12	4.92
294	3.75	4.63	4.19
295	4.96	1.54	3.25
296	5.92	4.63	5.28
297	4.21	3.09	3.65
298	7.57	2.57	5.07
299	7.83	2.06	4.95
300	8.04	3.09	5.57

Anexo 18: Potencial eólico disponible en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry en altamar.

80 metros de distancia	POTENCIAL EÓLICO DISPONIBLE		
Promedio anual de la velocidad del viento	66.557		W/m2
Poder del viento a esa velocidad	583037.0		Wh/m2
POR AÑO	0.58	MWh/m2	1000000

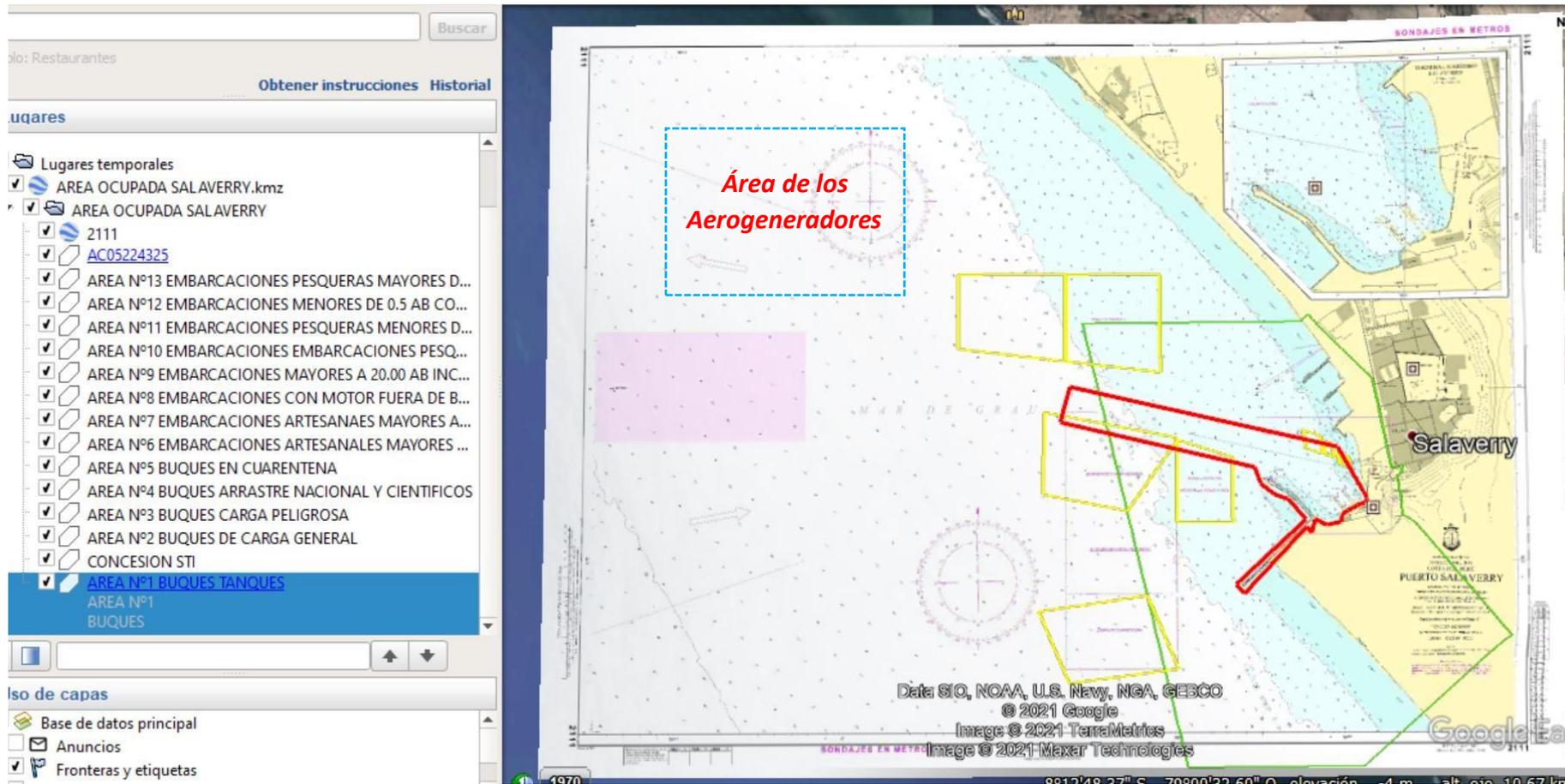
100 metros de distancia	POTENCIA EOLICO DISPONIBLE		
Promedio anual de la velocidad del viento	83.234		W/m2
Poder del viento a esa velocidad	729132.49		Wh/m2
POR AÑO	0.73	MWh/m2	1000000

Capitanía	POTENCIAL EOLICO DISPONIBLE		
Promedio anual de la velocidad del viento	66.357423		W/m2
Poder del viento a esa velocidad	581291.02		Wh/m2
POR AÑO	0.58	MWh/m2	1000000

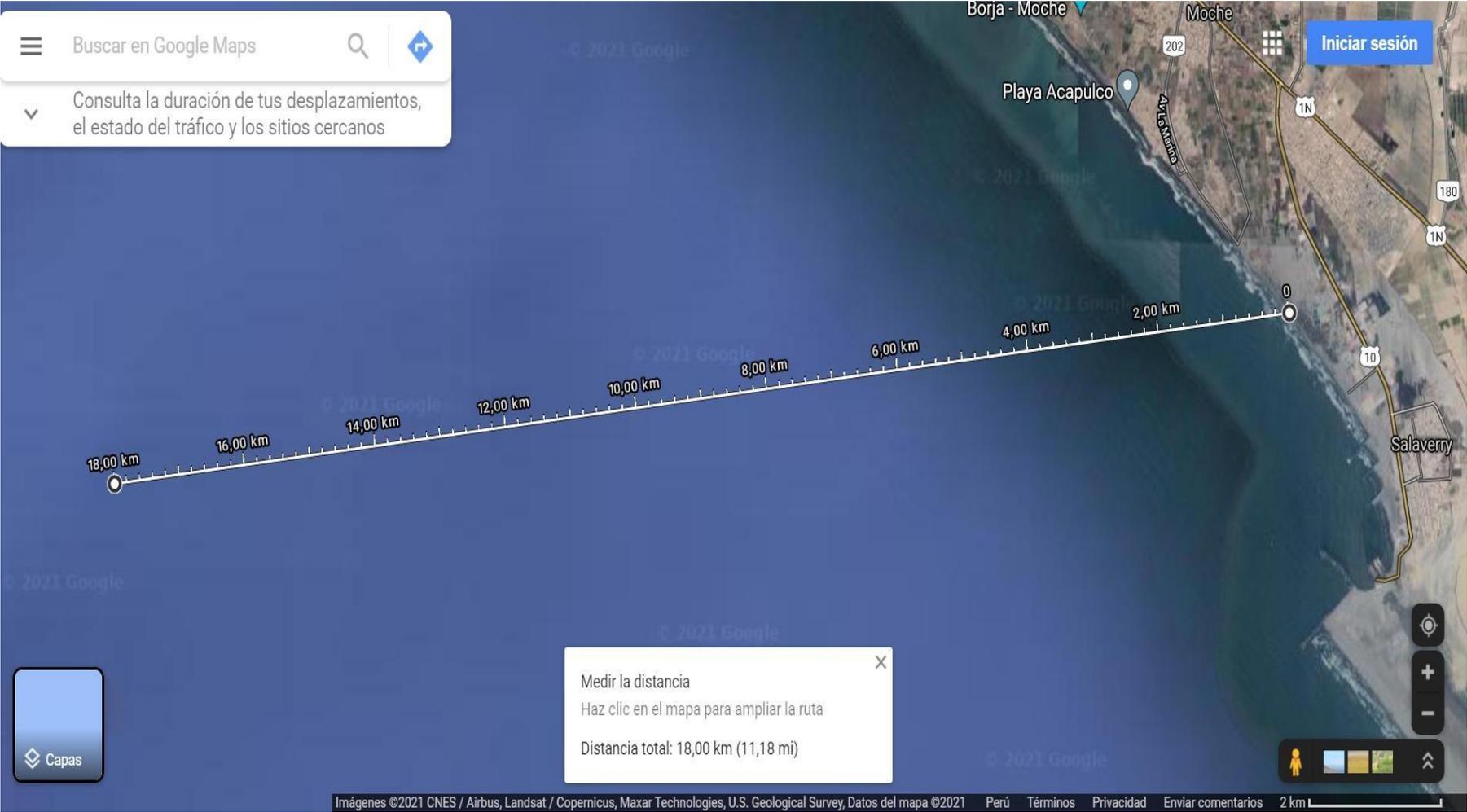
Anexo 19: Área ocupada del Cerro Carretas en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry



Anexo 20: Área ocupada del Cerro Carretas en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry



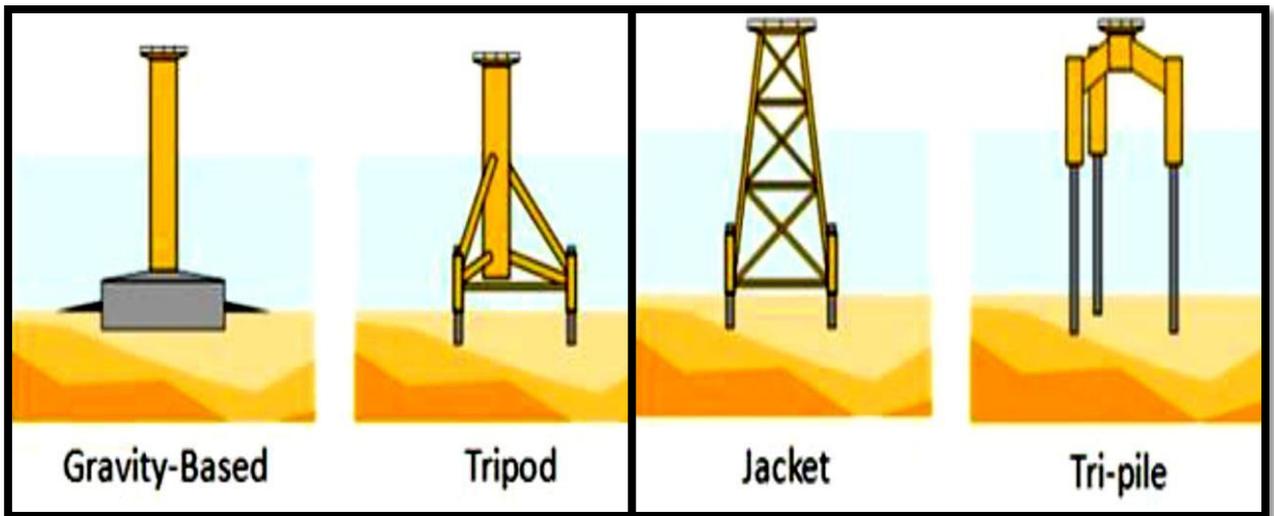
Anexo 21: Ubicación de los aerogeneradores a 18 km en alta mar en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry



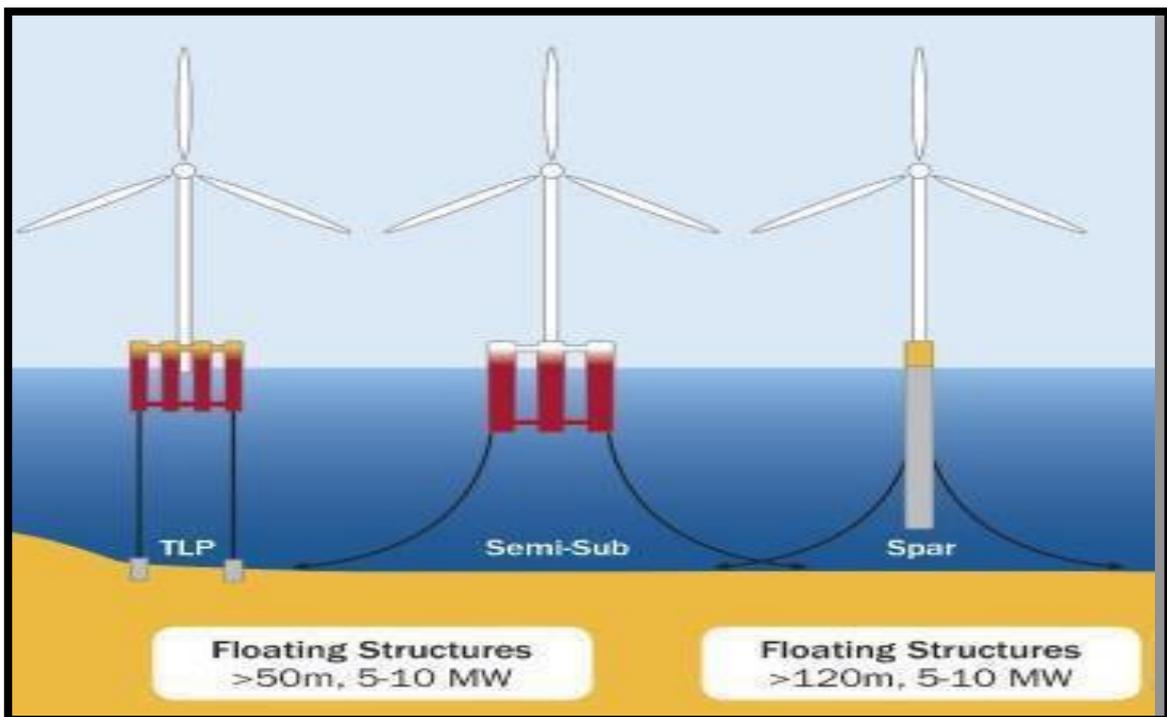
Anexo 22: Características Técnicas de la Central eólica

<u>CENTRAL EOLICA DELA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SALAVERRY</u>	
EMPRESA	VESTAS
TECNOLOGIA	GENERACION EOLICA
<u>UBICACIÓN</u>	
DEPARTAMENTO	LA LIBERTAD
PROVINCIA	TRUJILLO
DISTRITO	SALAVERRY
ALTITUD	3 m.s.n.m.
<u>DATOS TECNICOS</u>	
POTENCIA INSTALADA	6 MW
PUNTO DE SALIDA	CELDA DE SALIDAD Y PROTECCIÓN
CANTIDAD DE AEROGENERADORES	3*2 (MW)
TURBINA EOLICA	VESTAS V80 - 2MW
POTENCIA DE AEROGENERADOR	2 MW
NIVEL DE TENSION DE TRANSFORMADORES	0.69/0.48 - 22.9 KV (3600kVA)
FACTOR DE POTENCIA DE GENERADORES	0.95
DIAMETRO DEL ROTOR	80 m
AREA DEL BARRIDO	5027 m2
NUMERO DE PALAS	3
DENSIDAD DE POTENCIA	2.52 W/m2
ALTURA DE LA GONDOLA	100
<u>TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 2500 KVA</u>	
TIPO DE POTENCIA	TRIFASICO
POTENCIA NOMINAL (kVA)	2500
TENSIÓN NOM. PRIMARIA (kV)	22.9
TENSIÓN NOM. SEGUNDARIA (kV)	690/480
FRECUENCIA (Hz)	60
ALTURA DE TRABAJO (msnm)	100

Anexo 23: Tipos de Cimentación (estructura de aerogeneradores)



Fuente: (Aquaret, 2012)



Fuente: Candel Laveda, 2014

Anexo 24: Análisis del perfil de alabe NACA m1 - AIRFOIL

λ	B	Cl	Cd	α	Φ
4	3	0.65	0.012	6	9.36

Cd/Cl
0.018

V_3 (m/s)	H (Real)
4.97	100

ρ (kg/m ³) (22°C)	η_t	μ (N.s/m ²)
1.196	0.53	0.00001835

Cp max (coef. De potencia máximo)
0.48

α (exponente Hellmann)
0.14

Pot (kW)	Pot proyectada(kW)	Pot (kW)
409733.3333	4916.8	1756

Cp(1)	Cp(2)
0.926	0.515

Vh (velocidad del viento)
8.120

Φ	
0.163	El valor del ángulo medido en radianes
9.36	El valor del ángulo medido en grados

Cp(exp)
0.943
-0.059

R (radio de la aeroturbina)
40.139

r (R/2)
20.070

λ_r (celeridad en posición r)
2

$\beta(\Phi_r - \alpha)$
-5.690901594

Φ_r (ángulo de flujo en r)
0.31
17.71

Ω (velo. de rotación de la turbina)	
0.81	El valor en radiaciones por segundo
7.73	El valor en revoluciones por minuto

C (cuerda del álabe)	
63.60	cm
0.64	metros

Anexo 25: Análisis del perfil de alabe NACA 64008 AIRFOIL

λ	B	Cl	Cd	α	Φ
4	3	0.48	0.01	4.25	9.36

Cd/Cl
0.021

V_3 (m/s)	H (Real)
4.97	100

ρ (kg/m ³) (22°C)	ηt	μ (N.s/m ²)
1.196	0.53	0.00001835

Cp max (coef. De potencia máximo)
0.47

α (exponente Hellmann)
0.14

Pot (kW)	Pot proy(kW)	Pot (kW)
409733.333	4916.8	1756

Cp(1)	Cp(2)
0.926	0.510

Vh (velocidad del viento)
8.120

Φ	
0.163	El valor del ángulo medido en radianes
9.36	El valor del ángulo medido en grados

Cp(exp)
0.943
-0.059

R (radio de la aeroturbina)
40.360

r (R/2)
20.180

λ_r (celeridad en posición r)
2

$\beta(\Phi r - \alpha)$
-3.940901594

Φ_r (angulo de flujo en r)
0.31
17.71

Ω (velo. de rotación de la turbina)	
0.80	El valor en radiaciones por segundo
7.68	El valor en revoluciones por minuto

C (cuerda del álabe)	
47.23	cm
0.47	metros

Anexo 26: Análisis del perfil de alabe NACA 63A010 AIRFOIL

λ	B	Cl	Cd	α	Φ
8	3	0.65	0.01	5.75	4.75

Cd/Cl
0.015

V_3 (m/s)	H (Real)
4.97	100

ρ (kg/m ³) (22°C)	ηt	μ (N.s/m ²)
1.196	0.53	0.00001835

Cp max (coef. De potencia máximo)
0.49

α (exponente Hellmann)
0.14

Pot (kW)	Pot proy(kW)	Pot (kW)
409733.3333	4916.8	1756

Cp(1)	Cp(2)
0.962	0.506

Vh (velocidad del viento)
8.120

Φ	
0.083	El valor del ángulo medido en radianes
4.75	El valor del ángulo medido en grados

Cp(exp)
0.976
-0.024

R (radio de la aeroturbina)
39.749

r (R/2)
19.87

λ_r (celeridad en posición r)
4

$\beta(\Phi r - \alpha)$
-5.586680891

Φ_r (angulo de flujo en r)
0.16
9.36

Ω (velo. de rotación de la turbina)	
1.63	El valor en radiaciones por segundo
15.61	El valor en revoluciones por minuto

C (cuerda del álabe)	
216.20	cm
2.16	metros

Anexo 27: Análisis del perfil de alabe NACA M3 AIRFOIL

λ	B	Cl	Cd	α	Φ
3.5	3	0.83	0.013	7.25	10.63

Cd/Cl
0.016

V_3 (m/s)	H (Real)
4.97	100

ρ (kg/m ³) (22°C)	η_t	μ (N.s/m ²)
1.196	0.53	0.00001835

Cp max (coef. De potencia máximo)
0.48

0.49-0.56

α (exponente Hellmann)
0.14

Pot (kW)	Pot proy(kW)	Pot (kW)
409733.3333	4916.8	1756

Cp(1)	Cp(2)
0.916	0.520

Vh (velocidad del viento)
8.120

Φ
0.186
10.63

El valor del ángulo medido en radianes
El valor del ángulo medido en grados

Cp(exp)
0.933
-0.070

R (radio de la aeroturbina)
40.153

r (R/2)
20.08

λ_r (celeridad en posición r)
1.75

$\beta(\Phi_r - \alpha)$
-6.903902591

Φ_r (ángulo de flujo en r)
0.35
19.83

Ω (velo. de rotación de la turbina)
0.71
6.76

El valor en radiaciones por segundo
El valor en revoluciones por minuto

C (cuerda del álabe)
61.88
0.62

cm
metros

Anexo 28: Análisis del perfil de alabe NACA 0012 AIRFOIL

λ	B	Cl	Cd	α	Φ
7	3	0.87	0.031	7.5	5.42

Cd/Cl
0.036

V_3 (m/s)	H (Real)
4.97	100

ρ (kg/m ³) (22°C)	η_t	μ (N.s/m ²)
1.196	0.53	0.00001835

Cp max (coef. De potencia máximo)
0.41

α (exponente Hellmann)
0.14

Pot (kW)	Pot proy(kW)	Pot (kW)
351200	4916.8	1756

Cp(1)	Cp(2)
0.957	0.428

Vh (velocidad del viento)
8.120

Φ	
0.095	El valor del ángulo medido en radianes
5.42	El valor del ángulo medido en grados

Cp(exp)
0.972
-0.028

R (radio de la aeroturbina)
40.101

r (R/2)
20.05

λ_r (celeridad en posición r)
3.5

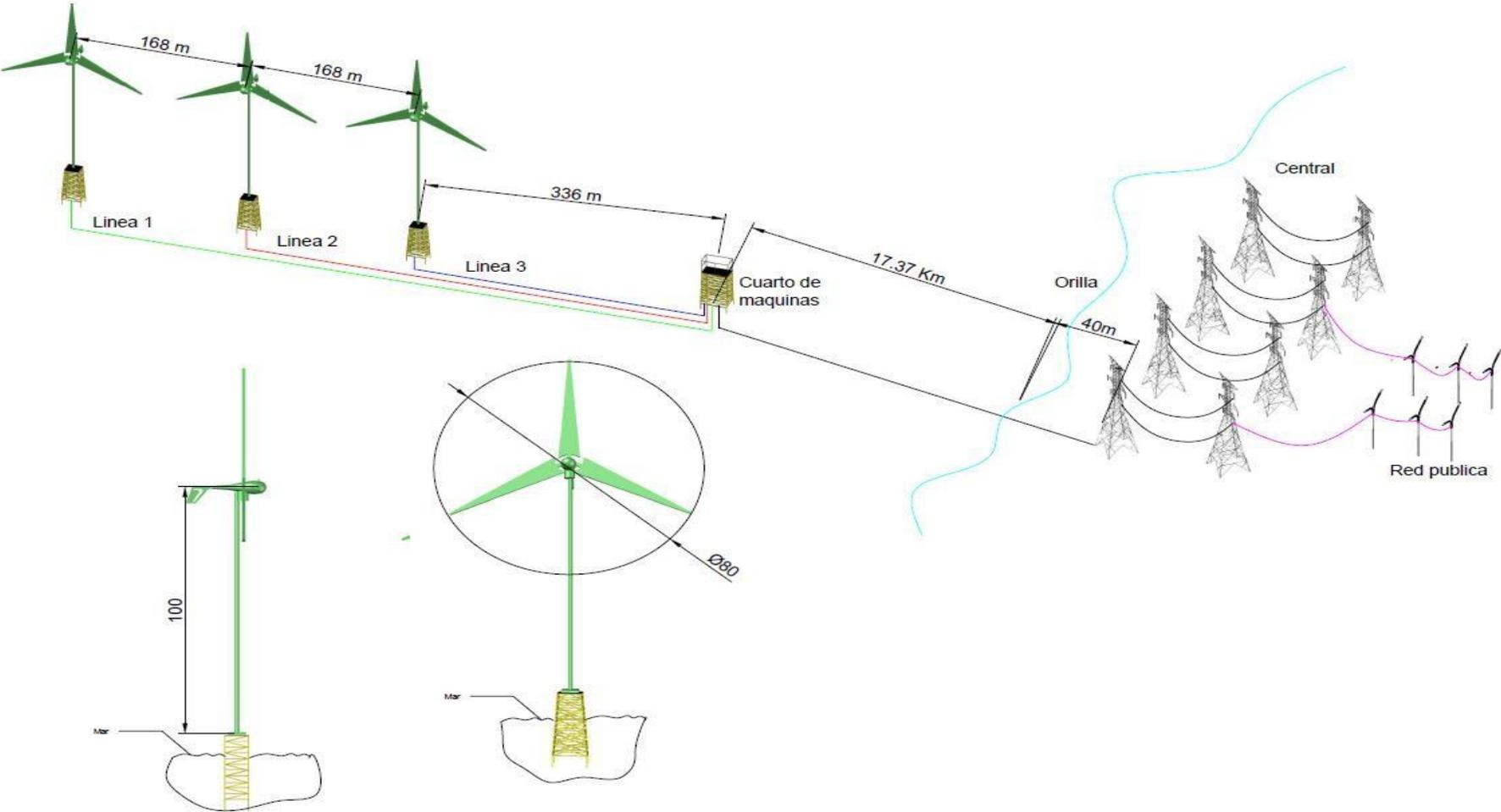
$\beta(\Phi r - \alpha)$
-7.314466894

Φ_r (ángulo de flujo en r)
0.19
10.63

Ω (velo. de rotación de la turbina)	
1.42	El valor en radiaciones por segundo
13.54	El valor en revoluciones por minuto

C (cuerda del álabe)	
198.35	cm
1.98	metros

Anexo 29: Evaluación Económica de la Central Eólica de la Zona Urbana Del Distrito de Salaverry.



Anexo 30: Evaluación Económica de la Central Eólica de la Zona Urbana Del Distrito de Salaverry.

<u>INVERSIONES</u>	<u>Cantidad</u>	<u>U.M.</u>	<u>Punit, Soles /pza</u>	<u>Sub Total Soles</u>
Cable de la Turbina	300	metro	S/150.00	S/45,000.00
Cable Sumergibles	10000	metro	S/200.00	S/2,000,000.00
Aerogenerador VESTAS	3	Und.	S/40,000.00	S/120,000.00
Soporte Estructural jackets	4	Und.	S/20,000.00	S/80,000.00
Transformadores MT/AT	3	Und.	S/13,000.00	S/39,000.00
Área del Terreno Central Eólica	10000	ha	S/50.00	S/500,000.00
Área de la zona de las Aerogeneradores (Marítima)	10000	ha	S/3,550.00	S/3,550.00
Construcción a todo Costo de la Central Eólica	1	m2	S/23,000.00	S/23,000.00
Instalación de Pozo a Tierra Todo Costo	4	m2	S/2,500.00	S/10,000.00
Transporte de los aerogeneradores	3	unid	S/10,000.00	S/30,000.00
Montaje de los Aerogeneradores	3	hora/día	S/100,000.00	S/300,000.00
			Total Banco de Ensayos	S/3,150,550.00

<u>Gastos Operativos Anuales</u>	<u>Cantidad</u>	<u>U.M.</u>	<u>Soles/Servicios</u>	<u>Sub Total Soles</u>
Servicio de mantenimiento de los alabes	4	servicio	S/700.00	S/2,800.00
Servicio de mantenimiento del multiplicador	3	servicio	S/2,500.00	S/7,500.00
Servicio de mantenimiento de generador	3	servicio	S/3,000.00	S/9,000.00
Servicio de mantenimiento del anemómetro	3	servicio	S/500.00	S/1,500.00
Servicio de mantenimiento del controlador	3	servicio	S/1,200.00	S/3,600.00
Servicio de mantenimiento del motor de orientación	3	servicio	S/3,000.00	S/9,000.00
Servicio de mantenimiento de transformadores	3	servicio	S/1,500.00	S/4,500.00
Servicio de mantenimiento de la torre	3	servicio	S/1,200.00	S/3,600.00
Servicio de mantenimiento del soporte estructural	3	servicio	S/2,500.00	S/7,500.00
Servicio de mantenimiento del patio de llaves	1	servicio	S/1,200.00	S/1,200.00
			SUBTOTAL	S/50,200.00
			TOTAL	S/3,200,750.00

Anexo 31: Evaluación Económica VAR y TIR de la Central Eólica de la Zona Urbana Del Distrito de Salaverry.

<u>Beneficios Brutos</u>	<u>Costo Unitario kWh</u>		<u>Potencia Total Eólica kWh</u>	<u>Total Soles/Año</u>
Ahorro de subministro eléctrico	0.54	ensayo/mes	673978.2498	S/4,367,379.06

BENEFICIO NETO	Soles/Año	S/1,166,629.06
-----------------------	-----------	-----------------------

<u>FLUJO DE FONDO NETOS DE LA CENTRAL EOLICA</u>		
<u>AÑOS</u>	<u>FLUJO DE FONDOS</u>	<u>MOVIMIENTO EN EL PERIDODO - AÑO</u>
INVERSION	-3150550.00	Costo inicial Del Proyecto
1	1166629.06	Beneficios Netos Anuales
2	1166629.06	Beneficios Netos Anuales
3	1166629.06	Beneficios Netos Anuales
TIR	5%	TIR > TASA INTERES
TASA INTERES	10%	PROYECTO ES RENTABLE
VAN	S/2,901,233.80	VAN > 0

<u>PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN</u>	
3	AÑOS

**Anexo 32: Ficha de instrumental: Especificaciones técnicas del UNI-T
Anemómetro Digital UT363S.**

Especificaciones	Rango	Resolución	Exactitud
Velocidad del viento	0.4 ~ 30m / s	0 ~ 99: 0.01 100 ~ 999: 0.1 ≥1000: 1	± (5% + 0.5m / s)
	1.4 ~ 108km / h		± (5% + 1.5 km / h)
	78 ~ 5905 pies / min		± (5% + 100 pies / min)
	0.7 ~ 58 nudos		± (5% + 1 nudos)
	0.8 ~ 67 mph		± (5% + 1 mph)
Temperatura	-10 ~ 50 °C	0.1 °C	± 2.0 °C
	14 ~ 122 °F	0.2 °F	± 4.0 °F
Escala de viento	0 ~ 12	1	± 1



Anexo 33: Documento de Normas legales emitida por la Marina De Guerra Del Perú Capitanía del puerto de Distrito de Salaverry.

	II		DEPARTAMENTO DE RIBERAS Y ZOCALO CONTINENTAL		
112		E-01	<p>Otorgamiento de Resolución Directoral de aprobación de anteproyecto de derecho de uso de área acuática, (incluye la franja ribereña de 50 metros) así como en las islas, para ser ocupadas por:</p> <p>a) Instalaciones Fijas diversas (atracaderos, espigones, rompeolas, terraplenes, marinas u otras similares).</p> <p>b) Muelles y Embarcaderos (dedicados a brindar facilidades a embarcaciones recreativas y/o deportivas pertenecientes a los clubes náuticos, asociaciones privadas y personas naturales)</p> <p>c) Muelles artesanales pesqueros y muelles pesqueros pertenecientes a Empresas pesqueras.</p> <p>d) Plataformas, otras similares.</p> <p>e) Áreas de Operaciones de naves (no comerciales - carga y descarga comprendidas entre boyas amarre de 1ra. Y 2da. clase).</p> <p>f) Tubería y cables subacuáticos.</p> <p>g) Artefactos navales flotantes (chatas, diques, talleres flotantes y otros similares).</p> <p>h) Terrenos ganados al mar, ríos y lagos.</p> <p>i) Emisores Submarinos.</p> <p>j) Instalaciones privadas en las que no se realicen actividades ni servicios portuarios.</p> <p>Otros.</p>	C-67	112
113		E-02	<p>Otorgamiento de Resolución Suprema Derecho de uso de área acuática para instalaciones fijas y/o Resolución Directoral para punto 2, 3, 4, 5, 6,7 (Incluye la franja ribereña de 50 metros), así como en las islas, para los siguientes tipos de proyectos:</p> <p>1. Instalaciones fijas diversas tales como:</p> <p>a. Muelles y embarcaderos (dedicados a brindar facilidades a embarcaciones recreativas y/o deportivas pertenecientes a los clubes náuticos, asociaciones privadas y personas naturales)</p> <p>b. Muelles artesanales pesqueros y muelles pesqueros pertenecientes a empresas pesqueras.</p> <p>c. Embarcaderos.</p> <p>d. Atracaderos.</p> <p>e. Espigones.</p> <p>f. Rompeolas.</p> <p>g. Terraplenes.</p> <p>h. Marinas</p> <p>i. Otras.</p> <p>2. La construcción e instalación de plataformas y torres de extracción minera e hidrocarburos u otros similares.</p> <p>3. Boyas de amarre que se constituyan zona de operaciones de naves, tales como amarraderos multiboyas para uso no comercial portuario</p> <p>4. Instalación de tuberías y cables subacuáticos.</p> <p>5. Emisores Submarinos.</p> <p>6. Terrenos ganados al mar, ríos y lagos.</p> <p>7. Instalaciones privadas en las que no se realicen actividades ni servicios portuarios.</p>	C-68 C-69	113

Anexo 34: Documento de Normas legales emitida por la Marina De Guerra Del Perú Capitanía del puerto de Distrito

TEXTO ÚNICO DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS (TUPA)														
N° DE ORDEN	DENOMINACION DEL PROCEDIMIENTO	REQUISITOS		DERECHO DE TRAMITACIÓN		CALIFICACION			PLAZO PARA RESOLVER (en días hábiles)	INICIO DEL PROCEDIMIENTO	AUTORIDAD COMPETENTE PARA RESOLVER	INSTANCIAS DE RESOLUCION DE RECURSOS		
		Número y Denominación		Formulario/ Código/	(En % UIT)	(En S/.)	Automático	Evaluación Previa				RECONSIDERACIÓN	APELACIÓN	
				E-02				Positivo				Negativo		
113	<p>Organismo de Resolución Suprema de derecho de uso de área acuática para instalaciones fijas y/o Resolución Directoral para puntos 2,3,4,5,6,7 (incluye la franja ribereña de 50 metros) así como en las islas, para los siguientes tipos de proyectos:</p> <p>1. Instalaciones fijas diversas tales como:</p> <p>a. Muelles y embarcaderos (dedicados a brindar facilidades a embarcaciones recreativas y/o deportivas pertenecientes a los clubes náuticos, asociaciones privadas y personas naturales)</p> <p>b. Muelles artesanales pesqueros y muelles pesqueros pertenecientes a empresas pesqueras.</p> <p>c. Embarcaderos.</p> <p>d. Abroaderos.</p> <p>e. Espigones.</p> <p>f. Rompeolas.</p> <p>g. Terrapienes.</p> <p>h. Marinas.</p> <p>i. Otras.</p> <p>2. La construcción e instalación de plataformas y torres de extracción minera e hidrocarburos u otros</p> <p>3. Boyas de amarre que se constituyan zona de operaciones de naves, tales como amarraderos multiboyas para uso no comercial portuario.</p> <p>4. Chatas con sistemas de tuberías, instalación de tuberías y cables subacuáticos.</p> <p>5. Emisores Submarinos.</p> <p>6. Terreros ganados al mar, ríos y lagos</p> <p>7. Instalaciones privadas en las que no se realicen actividades ni servicios portuarios.</p> <p>1) Ley N° 26620 publicado Diario Oficial "El Peruano" (09/06/96)</p> <p>2) D.S. N° 028-DE/MGP publicado Diario Oficial El Peruano (02/06/01)</p> <p>Art. A-010501 (Inciso 24)</p> <p>Art. B-010107</p> <p>Art. B-010102</p> <p>Art. B-010103</p> <p>3) D.L.E.S. N° 1022 publicado Diario Oficial "El Peruano" (17/06/08)</p>	<p>1.- Solicitud del Administrado dirigida al Director del Medio Ambiente vía Capitanía de Puerto de la Jurisdicción, que contenga:</p> <p>a. Número y fecha de la Resolución Directoral de aprobación del anteproyecto de derecho de uso de área acuática.</p> <p>b. UN (1) Fotocopia del Registro Único Contribuyentes del Administrado.</p> <p>2.- Derecho de trámite administrativo a cargo de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas y la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.</p> <p>a) Para Resolución Suprema:</p> <p>b) Para Resolución Directoral:</p> <p>3.- Adicionalmente adjuntar TRES (3) expedientes y un (1) CD en formato digital cada uno conteniendo los siguientes documentos:</p> <p>a. UNA (1) Fotocopia de la Escritura Pública de constitución de la empresa (si es persona jurídica) o Fotocopia del Documento Nacional de Identidad (si es persona natural).</p> <p>b. UN (1) Estudio Hidro-Oceanográfico de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas y la Dirección de Hidrografía y Navegación (según lo establecido en la R/D 083-98 DCG de fecha 28/02/1998, R/D 283-98 DCG de fecha 21/06/98 y R/D 197-98 DCG de fecha 08/05/1998), firmado por UN (1) Ingeniero Ambiental, así como por un equipo profesional multidisciplinario, anexando la hoja de habilitación del Colegio de Ingenieros o Perto Hidrográfico.</p> <p>c. UN (1) Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (según lo establecido en la R/D 083-98 DCG de fecha 28/02/1998, R/D 283-98 DCG de fecha 21/06/98 y R/D 197-98 DCG de fecha 08/05/1998), firmado por UN (1) Ingeniero Ambiental, así como por un equipo profesional multidisciplinario, anexando la hoja de habilitación del Colegio de Ingenieros o Perto Hidrográfico.</p> <p>d. UNA (1) Copia del certificado de registro de la empresa para elaborar Estudios de Impacto Ambiental en la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (vigente).</p> <p>e. UNA (1) Memoria descriptiva de la obra firmado por un Ingeniero Civil o Geógrafo (anexando la hoja de habilitación del Colegio de Ingenieros) o Perto Hidrográfico, que incluya:</p> <p>(1) Medios y equipos de seguridad de la instalación (contra incendio y salvamento).</p> <p>(2) Facilidades consideradas para recepción de residuos oleosos, lastre sucio, aguas sucias y basuras procedente de naves (para muelles y otras instalaciones similares de apoyo a naves).</p> <p>(3) Descripción del sistema de equipos de señalización náutica.</p> <p>(4) Características técnicas de la instalación de las boyas: dimensión, muerlos, cadenas, sistemas de anclaje y sistema eléctrico.</p> <p>(5) Medios para prevenir y combatir la contaminación.</p> <p>(6) Coordenadas de ubicación en UTM y geográficas (Datum WGS-84), diámetros y longitud en el caso de tuberías y cables subacuáticos. Si la instalación va a tener embarcaciones de servicios se incluirán las características de éstas; si incluye área ribereña deberá indicarse en el plano la línea de los 50 metros paralela a la Línea de Alta Marea.</p> <p>(7) Plan de retiro de las instalaciones.</p> <p>(8) Estudio de maniobras que contenga:</p> <p>(a) Características del área (batimetría, fondo marino, meteorológicos corrientes, mareas, vientos, olas, etc.).</p> <p>(b) Descripción de las maniobras de ingreso y salida del buque bajo cualquier situación (sin remolcador).</p> <p>(c) Análisis de la actuación de los factores dinámicos del medio y de las fuerzas que actúan en cada momento de la maniobra.</p> <p>(d) Condiciones y recomendaciones.</p> <p>(e) Este estudio deberá ser elaborado por UN (1) Práctico de la zona debidamente registrado por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, de acuerdo a los lineamientos establecidos (Sólo aplicable para áreas de operaciones entre boyas de amarre).</p> <p>f. Para el caso de emisores submarinos, además deberá adjuntar UNA (1) Fotocopia Fedatada de la Resolución Directoral de Autorización Sanitaria del Sistema de Tratamiento de Aguas Industriales (o Domésticas) y/o Autorización Sanitaria de vertimiento según corresponda, otorgada por la Dirección General de Salud del Ministerio de Salud.</p> <p>NOTA.</p> <p>1.- Los planos y estudios indicados serán efectuados en forma precisa y referidos a las cartas de la Dirección de Hidrografía y Navegación y/o del Instituto Geográfico Nacional, firmados por profesionales debidamente colegiados y habilitados. Los Estudios Hidro-Oceanográficos y Levantamientos Batimétricos, Topográficos deberán ser realizados por empresas consultoras inscritas en la Dirección de Hidrografía y Navegación y referendados por Perto Hidrográfico (planos originales)</p>	E-02	98.611 93.473	3,550.00 3,365.05			X	TREINTA (30)	<p>Oficina de Trámite documentario de la Capitanía de Puerto de la Jurisdicción correspondiente u Oficina de Trámite documentario de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (según le convenga al administrado)</p> <p>slo en el Jr. Constitución Nro 150 - Callao Teléfono: 613-6958 e-mail: dica@dicapi.mil.pe Horario de Atención: Lunes a Viernes de 08:30 - 17:30 (Dirección General de Capitanías y Guardacostas) Lunes a Domingo 08:30 - 17:30 (Capitanías de Puerto)</p>	Director General de Capitanías y Guardacostas	Director General de Capitanías y Guardacostas	Director General de Capitanías y Guardacostas	

Anexo 3: Cuestionario a la Municipalidad del Distrito de Salaverry.

Encuesta: Cuestionario

Cuestionario para determinar la localización de la central eólica (al personal de la oficina de catastro urbano y rural de la municipalidad distrital de Salaverry)

- 1. ¿Cuál es la ubicación y las dimensiones de las áreas libres proyectadas para empresas comerciales e industriales para el distrito de Salaverry? (parques industriales)**

Áreas libres dentro del área urbana del pueblo tradicional y alto Salaverry no tenemos, solo contamos con áreas de terreno. La parte industrial de igual manera área libre no contamos, ya que los terrenos libres dentro de la jurisdicción ya cuentan con dueños.

- 2. ¿Cuál es el plan de desarrollo urbano del distrito de Salaverry?**

No hay plan de desarrollo urbano aprobado, se encuentra en elaboración.

- 3. ¿Cuáles son los contratos o convenios del distrito de Salaverry con empresas del sector eléctrico?**

Se atiende mediante HIDRANDINA.

- 4. ¿Cuáles son los proyectos de inversión que el gobierno regional y local tienen en el área del sector de la energía eléctrica?**

No existen proyectos en el área del sector eléctrico.

- 5. ¿Cuáles son las características de operación y capacidad del nuevo proyecto del puerto internacional del distrito de Salaverry?**

Está en el área de proceso a desarrollarse (Implementación y ampliación del puerto de Salaverry)

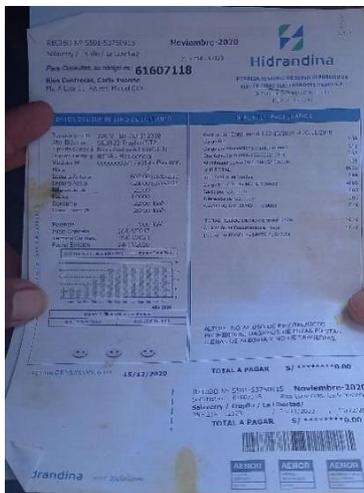
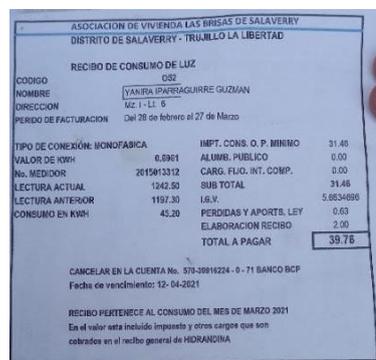
Anexo 36: Ficha de observación para medir la velocidad del viento en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.

TABLA A-15

Propiedades del aire a la presión de 1 atm

Temp., $T, ^\circ\text{C}$	Densidad, $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor específico, $c_p, \text{J/kg} \cdot \text{K}$	Conductividad térmica, $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividad térmica, $\alpha, \text{m}^2/\text{s}^2$	Viscosidad dinámica, $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidad cinemática, $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl, Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-6}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-6}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1 002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-6}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1 004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-6}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1 005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-6}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1 006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-6}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1 006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-6}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1 006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-6}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1 006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-6}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1 007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-6}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1 007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-6}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1 007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-6}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1 007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-6}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1 007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-6}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1 007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-6}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1 007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-6}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1 007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-6}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1 007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-6}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1 007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-6}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1 008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-6}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1 008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-6}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1 009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-6}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1 011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-6}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1 013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-6}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1 016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-6}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1 019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-6}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1 023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-6}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1 033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-6}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1 044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-6}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1 056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-6}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1 069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-6}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1 081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-6}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1 093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-6}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1 115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-6}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1 135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-6}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1 153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-6}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1 169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-6}	1.529×10^{-4}	0.7206
1 000	0.2772	1 184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-6}	1.741×10^{-4}	0.7260
1 500	0.1990	1 234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-6}	2.922×10^{-4}	0.7478
2 000	0.1553	1 264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-6}	4.270×10^{-4}	0.7539

Nota: Para los gases ideales, las propiedades c_p , k , μ y Pr son independientes de la presión. Las propiedades ρ , ν y α a una presión P (en atm) diferente de 1 atm se determinan al multiplicar los valores de ρ , ν y α a la temperatura dada, por P y al dividir ν y α entre P .



Anexo 38: Foto de la recolección de información de datos de la velocidad del viento en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry.



Anexo 39: Recolección de información en la Zona Urbana del Distrito de Salaverry

