



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**TESIS
ALGORITMOS GENÉRICOS PARA EL DISEÑO DE
UNA MINI CENTRAL EÓLICA USANDO UNA
INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECANICO ELÉCTRICISTA**

Autor:

Bach. Emerson Aldair Monsalve Díaz

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9774-3991>

Asesor:

Mg. Juan Carlos Vives Garnique

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0988-9881>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2022

ALGORITMOS GENÉRICOS PARA EL DISEÑO DE UNA MINI CENTRAL EÓLICA USANDO UNA INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN.

Aprobación del Jurado

Mg. Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Presidente del Jurado de Tesis

Mg. Ing. Alvarado Silva Carlos Alexis
Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Ing. Vives Garnique Juan Carlos
Vocal del Jurado de Tesis

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado para mi Padre Raúl Monsalve Rojas y mi madre Emelida Díaz Ramírez y mis hermanos (as) por sus buenos consejos que me permitieron alcanzar mis metas y ser la fuente de apoyo en el transcurso de mi vida profesional.

Va dedicado para mis maestros por haberme compartido su sabiduría e instrucción, a mis compañeros de estudio que compartieron conmigo, años de experiencias buenas.

Monsalve Díaz Emerson Aldair

AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios por apoyarme en mi vida profesional y por incitarme en las buenas rutas.

En esta oportunidad mi más sincera gratitud a mis abuelos (as), que siempre confiaron en mí y por sus buenos consejos que fueron muy importantes para cumplir mis metas.

Monsalve Díaz Emerson Aldair

ALGORITMOS GENÉRICOS PARA EL DISEÑO DE UNA MINI CENTRAL EÓLICA USANDO UNA INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN

Monsalve Diaz Emerson Aldair

Resumen

Esta investigación con lleva por nombre “ALGORITMOS GENERICOS PARA EL DISEÑO DE UNA MINICENTRAL EOLICA USANDO UNA INTERFAZ DE PROGRAMACION”. Por lo que trata de contribuir en pequeña y gran escala incentivando a los futuros estudiantes promover las fuentes alternativas ya que por el progreso consumo de las energías no renovables afecta en gran medida al deterioro del planeta causando por sus afluentes tóxicos contaminantes. Se diseñó una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) fundamentada en algoritmos genéricos que proporciona dimensionar el sistema de la minicentral eólica en base de estadísticas de fuentes de información para determinar los parámetros de entrada y salida por medio de velocidades de fuentes de mediciones meteorológicas por ende se puede mejorar en investigaciones futuras pero esta investigación se puede aplicar en diferentes zonas que depende de la potencia de cargas por un factor de uso y diferentes velocidades.

La investigación inicia con las fases para determinar una Minicentral Eólica a través de modelos matemáticos y reconociendo los parámetros de entrada. La GUI se desarrolló por el comando GUIDE (Matlab), por lo cual principalmente se desarrolló el algoritmo de trabajo. Finalmente se procederá a demostrarse los resultados del programa.

Para esto GUI en su entorno obtendrá resultados que permitan el cálculo eficiente como el dimensionamiento de la mini central eólica que comprende número de baterías, número reguladores, inversores y selección del conductor por medio de cálculo de la corriente del sistema y además se obtendrá la parte de evaluación económica lo que comprende el valor actual Neto, tasa interna de retorno y el costo teórico de generar energía eléctrica LCOE.

Palabras Clave: GUI, Matlab, Sistemas, Conductor, Regulador, Inversor, Batería, Mini central eólica.

GENERIC ALGORITHMS FOR THE DESIGN OF A MINI WIND POWER PLANT USING A PROGRAMMING INTERFACE

Monsalve Diaz Emerson Aldair

Abstract

This research is called "GENERIC ALGORITHMS FOR THE DESIGN OF A WIND MINICENTRAL USING A PROGRAMMING INTERFACE". So, it tries to contribute in small and large scale encouraging future students to promote alternative sources since the progress consumption of non-renewable energy greatly affects the deterioration of the planet causing toxic pollutants by its tributaries. A Graphical User Interface (GUI) was designed based on generic algorithms that provides dimensioning the system of the mini wind power plant based on statistics of information sources to determine the input and output parameters by means of meteorological measurement sources speeds, therefore it can be improved in future research but this research can be applied in different areas that depends on the power loads by a factor of use and different speeds.

The research starts with the phases to determine a Mini Wind Power Plant through mathematical modeling and recognizing the input parameters. The GUI was developed by the GUIDE command (MATLAB), so mainly the working algorithm was developed. Finally, the results of the program will be demonstrated.

For this GUI in its environment will obtain results that allow the efficient calculation as the dimensioning of the mini wind power plant that includes number of batteries, number of regulators, inverters and selection of the conductor by means of calculation of the current of the system and in addition the part of economic evaluation will be obtained which includes the present value Net, internal rate of return and the theoretical cost of generating electrical energy LCOE.

Keywords: GUI, MATLAB, Systems, driver, Controller, Inverter, Battery, Mini wind power plant.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Situación Problemática	14
1.1.1. Situación Problemática a Nivel Internacional.....	14
1.1.2. Situación Problemática a Nivel Nacional	16
1.1.3. Situación Problemática a Nivel Local.....	17
1.2. Antecedentes de la Investigación	17
1.2.1. Nivel Internacional	17
1.2.2. Nivel Nacional.....	19
1.2.3. Nivel Local	20
1.3. Teorías Relacionadas al Tema.....	21
1.3.1. El Viento	21
1.3.2. Mediciones del Viento	22
1.3.3. Mediciones Provenientes de Estaciones Meteorológicas.....	23
1.3.4. Mediciones Provenientes de Estaciones Anemométricas	24
1.3.5. Fundamentos de la Energía Eólica.....	25
1.3.6. Utilidad y Desventajas de la Energía Eólica	26
1.4. Energía Eólica.....	27
1.4.1 Aplicación de Energía Eólica.....	27
1.4.2. Estimación del Recurso Eólico	28
1.4.3. Determinación Energética de un Potencial Eólico.....	29
1.4.4. Potencia Eólico Aprovechable	30
1.4.5. Distribuciones Analíticas del Viento	31
1.4.6. Distribución de Weibull	31

1.4.7. Distribución de Rayleigh.....	32
1.4.8. Algoritmos Genéricos	32
1.4.9. Programación genérica.....	33
1.5. Formulación del Problema.....	33
1.6. Justificación e Importancia de la Investigación.....	33
1.6.1. Justificación Tecnológica.....	33
1.6.2. Justificación Económica	34
1.6.3. Justificación Social	34
1.6.4. Justificación Ambiental.....	34
1.6.5. Importancia e Estudio	34
1.7. Hipótesis	35
1.8. Objetivos.....	35
1.8.1. Objetivo General.....	35
1.8.2. Objetivos Específicos	35
II-METODO	37
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	37
2.1.1. Tipo de Investigación	37
2.1.2. Diseño de Investigación.....	37
2.2. Variables, Operacionalización.....	38
2.3. Operacionalización de Variables	40
2.3.1. Población y Muestra	43
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	43
2.4.1. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	43
2.4.2. Validez y confiabilidad	43

2.5. Métodos de análisis de datos	44
2.6. Criterios éticos.	45
3.RESULTADOS	48
3.1. Caja negra de variables	48
3.1.1. Algoritmo de diseño de la Mini central Eólica	49
3.2. Listado de Fórmulas para la Programación de la GUI del Dimensionamiento de la Minicentral Eólica.....	53
3.2.1. Potencia Máxima.....	53
3.2.2. Energía Total del Sistema Diario	53
3.2.3. Energía Total del Sistema Mensual.....	53
3.2.4. Energía Total del Sistema Mensual.....	53
3.2.5. Deducción de velocidad Promedio del viento.....	53
3.2.6. Deducción para la selección del aerogenerador	54
3.2.7. Deducción de la presión Barométrica.	54
3.2.8. Cálculo de la Densidad de la zona.....	55
3.2.9. Deducción de la Potencia Eólico.....	55
3.2.10. Deducción de la Potencia Mecánica del Rotor (<i>PM. R</i>).....	55
3.2.11. Deducción de la Potencia Eléctrica	56
3.2.12. Deducción de la Energía del Aerogenerador.....	56
3.2.13. Producción de energía anual estimada por la turbina (PEEA).....	56
3.2.14. Cálculo de Baterías.....	56
3.2.15. Numero de Baterías	57
3.2.16. Numero de Reguladores	57
3.2.17. Numero de Inversores	57

3.2.18. Selección de Conductor.....	58
3.3. Evaluación Económica.	59
3.3.1. Valor Actual Neto (VAN).....	59
3.3.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)	59
3.4. Costo Teórico de Generar Energía Eléctrica.	60
3.5. Diseño del algoritmo de trabajo para el funcionamiento del programa.....	60
3.6. Diseño de la Interfaz GUI mediante la herramienta GUIDE de Matlab	62
3.6.1. Versión de la Pantalla I	63
3.6.2. Versión de la Pantalla II.....	64
3.6.3. Algoritmo de trabajo para el Aplicativo del Dimensionamiento de la Mini central Eólica.	67
3.7. Validación de Resultados.....	68
3.8. Discusión de Resultados	79
4. CONCLUSIONES.....	82
4.1. Conclusiones.....	82
4.2. Recomendaciones	83
REFERENCIAS	84
VI-ANEXOS.....	88
ANEXO 1. Ficha de análisis y revisión bibliográfica	88
ANEXO 2. Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)	90
ANEXO 3. Código de Ética de Investigación de la USS	91
ANEXO 4. Código de programación Ventana GUI_MINI CENTRAL EOLICA. 92	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los vientos	22
Tabla 2. Utilidades y Desventajas de la energía Eólica.	27
Tabla 3. Operacionalización de Variables	40
Tabla 4. Coeficiente de Rugosidad.	54
Tabla 5: Datos de ingreso a la GUI para la selección del conductor. Fuente: INDECO ..	58
Tabla 6: Carga del sistema a simular. (Querebalú Santisteban, 2019).....	68
Tabla 7: Resultados de Variables de Salida en la GUI y tesis Referencia.	68
Tabla 8: Velocidades Promedio en la Zona	69
Tabla 9: Parámetros para el cálculo de velocidades promedio.	70
Tabla 10. Datos del Aerogenerador Seleccionado.	70
Tabla 11: Resultados de la simulación de Velocidad promedio.	70
Tabla 12: Parámetros de Entrada en Interfaz Gráfica de Usuario (GUI).....	71
Tabla 13: Resultados Obtenidos mediante la GUI. Elaboración propia.....	71
Tabla 14: Parámetros en la GUI.....	72
Tabla 15: Datos de Entrada para el Dimensionamiento. (Querebalú Santisteban, 2019)	72
Tabla 16: Resultados Calculados. Fuente: Propia.....	74
Tabla 17: Cálculo del Dimensionamiento en la GUI Fuente: Elaboración Propia	76
Tabla 18: Tabla Evaluación Económica en la GUI. Fuente. Propia	78
Tabla 19. Ficha y Análisis de Bibliografía.	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Determinación del viento. Fuente: (Copyright, 2012).....	21
Figura 2.Rosa de Vientos. Fuente: Elaboración propia.....	23
Figura 3. Delta Volt Equipos Meteorológicos ubicado Paracas (Lima). Fuente: (Delta Volt SAC, 2017)	24
Figura 4. Medición anemométrica con data Looger. Fuente: (Conrado Moreno , 2019) 25	
Figura 5. Parque Eólico.....	26
Figura 6.Muestra la energía no convencional conectado a red electrica. Fuente: (Michetti, Monzo, Inchausti, & Tunessi., 2018).....	28
Figura 7. Caja negra para Interfaz Gráfica de Usuario (GUI).....	48
Figura 8. Diagrama de flujo general para la minicentral eólica.....	61
Figura 9:Editor de Interfaz Gráfica de Usuario: Fuente Elaboración Propia.....	62
Figura 10:Portada GUI para el dimensionamiento del Minicentral Eólica. Fuente: Elaboración Propia	63
Figura 11:Diagrama de Flujo del Aplicativo ventana I. Fuente. Elaboración Propia.	64
Figura 12:Version II del Dimensionamiento de la Mini central Eólica. Fuente: Propia..	66
Figura 13: Algoritmo de Trabajo del aplicativo ventana II. Fuente Elaboración Propia.	67
Figura 14:Grafica Velocidad vs Potencial Eólico: Fuente. Elaboración Propia.	73
Figura 15:Panel de Resultados GUI. Fuente: Elaboración Propia.	74
Figura 16:Panel de cálculo de Batería y Regulador Simulación GUI. Fuente: Propia	75
Figura 17:Paneles de cálculo de Inversor y Selección de Conductor Simulación GUI. Fuente: Propio	76
Figura 18:Panel de Cálculo de viabilidad Simulación GUI. Fuente. Propio.	77

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

1.1.1. Situación Problemática a Nivel Internacional

En el tiempo presente las energías limpias están siendo tratadas en el mundo tenemos en cuenta que son carentes, ya que con las necesidades del impacto ambiental provocado por las centrales de gas; carbono; petróleo, nuclear están afectando con grandes masas de Dióxido de Carbono y eso da efecto del calentamiento global; el efecto invernadero. Ahora en muchos países de Europa se está tratando de modificar estos tipos de generación ya que optan por las energías alternativas con mejor progreso en el mundo como Japón, Australia, Alemania, España, Inglaterra y Francia en estos tipos de generación tenemos la eólica, que aprovechan el fluido del viento que a través de un aerogenerador genera electricidad, hidroeléctricas aprovechan el caudal del agua por medio de un generador para producir energía; geotérmicas son aquellas que aprovechan el calor de la tierra para producir energía; solar aprovechan la radiación del sol para así generar dicha energía.

La energía es un requerimiento primordial para el crecimiento socio productivos para todos los territorios que albergan grandes ciudades y su gran potencial en industrias que requieren de suministro eléctrico, en lo que es España uno de los países que apuesta por las energía limpias que en la actualidad alberga un 16 % de energía total a todo el país, en lo cual está apostando por energía convencional, en el futuro se utilizara esta fuente de energía lo cual garantiza la sostenibilidad ambiental y económica, entonces diremos que esta fuente no contamina, es inagotable, y lo más importante que hoy el mundo está obstaculizando o frenando el consumo de los recursos no renovables.

Y con el progreso consumo de los inflamables fósiles enlazado al cambio climático, se encontró múltiples soluciones como las energías alternativas es por eso que hoy en día está aumentando estos tipos de generaciones limpias y estas son la energía eolio, solar, biomasa y la energía hidráulica tienen un crecimiento efectivo, el caso de estudio la energía eólica ha tenido un rol muy importante en el transcurso del tiempo, el recurso primordial para este tipo de generación se utiliza el viento en menor o mayor medida, en cualquier territorio del planeta, en la actualidad existe la generación de energía eléctrica de diferentes fuentes como convencionales y no convencionales, se analiza o estudio es tratar de encontrar energía mayor a un costo no

muy alto; entonces sabemos que una mini eólica es un conjunto de equipos y aerogeneradores que tratan fundamentalmente para utilizar al límite el viento útil de una región. Entonces las energías limpias no contaminan se está avanzando continuamente lo que es en Europa este tipo de mercado de energía limpias, eólica, solar, hidráulica son las que están priorizando este tipo de generación de energía eléctrica para así reducir el impacto ambiental.

(González Rial & Neftalí Barreto, 2018) En su proyecto de investigación “Estudio y Planificación de un Parque Eólico” donde se analiza y estudia la viabilidad de un parque eólico cerca de una ciudad de Fuerteventura, una de las Islas Canarias y se logra calcular la fuerza del viento y las turbinas que se pueden utilizar y la selección de aerogeneradores entre ellos y además se obtuvo resultados donde el parque Eólico tendría una Potencia total instalada de 2,3 MW(megavatios) , formado por un aerogenerador de la marca Enercon con 2300 kW de potencia nominal, además de un centro de transformación . Tras analizar la frecuencia y cantidades de viento de la zona, podemos comprobar, que, según las leyes vigentes, nuestro parque es viable, ya que la media en las velocidades eólicas supera los 5,5 m/s. Para ser concretos, tras haber realizado varias simulaciones, obtenemos que a 40 metros tenemos una media de 6,14 m/s. A 60, los resultados obtenidos son de 6,68 m/s. Por último, haciendo un uso equitativo de aerogeneradores de ambas alturas, nos da un valor de 6,41 m/s. Utilizamos estas distancias, ya que, por norma general, las turbinas eólicas tienen una altitud de entre 40 y 60 metros, además de que son estos datos para los que se calculan las constantes de Weibull respectivas. En el estudio económico del proyecto se han evaluado los costes de inversión, que dan un total de presupuesto de ejecución y mano de obra/maquinaria/material de 1.579.308,27 euros, el 6% de gastos generales (94.758,49 euros), con un 5% de beneficio industrial que da la suma de 78.965,41 euros y aplicándose una tasa de impuesto del 7% IGIC resultante a una cantidad de 122.712,25 euros. El presupuesto general asciende a la cifra de 1.875.744,42 euros, siendo la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 0,1586%, un balance bastante positivo para nuestros intereses.

(Lamorú Reyes, Osorio Laurencio, & Pérez Sandó, 2015) En la revista “GUI de MATLAB para la evaluación del potencial eólico en sistemas operativos basados en GNU/Linux” donde toma como referencia para la construcción de parque eólico conectado a la red eléctrica se evalúa el potencial del recurso eólico que en la actualidad existen muchos programas que logren esta tarea con gran eficacia, y para ello utiliza el programa de computador MATLAB v8.1.0.604 también logro diseñó un GUI que permite procesar la información de las mediciones de los vientos donde los datos logrados son del noroeste de Moa donde efectuaron medidas de velocidad y dirección del viento en los años 2007 a la altura de 10,30,50 metros y finalmente a través del programa se obtiene resultados que permite resolver una aplicación autónoma capaz de obtener en cualquier ordenador que posea una distribución de GNU/Linux.

1.1.2. Situación Problemática a Nivel Nacional

Asimismo (Lata García, 2019) en su proyecto de investigación “Mejoras al Dimensionamiento Óptimo de Sistemas Híbridos con Energías Renovables” nos detalla lo siguiente en zonas lejanos o arrecifes para electrificar no se puede poner en funcionamiento debido a la topografía de la zona y a los elevados costes de las estructuras, durante el presente tema se ha exhibido un análisis que data los tipos de procesos de acumulación de energía aprovechado por un conjunto mixto o híbrido mezclado por paneles solares y generadores hidro cinéticas.

(Quiñonez Choquecota, Huanca Callata, & Holguino Huarza, 2019) En su artículo realizo “Caracterización del recurso eólico en la ciudad de Juliaca” por lo que adquiere de SENAMHI las estadísticas de los vientos la estación situada en la zona donde consiste y hacer una comparación de la NASA Y SENAMHI el análisis cualitativo pertenece a la estimación del potencial eólico el cual se realizó con la distribución de Weibull, lograr una densidad de potencia media anual a 25 m del suelo de 15.91 W/m², para 50 m este potencial se reproduce. En concluyente, en la urbe de Juliaca se pueden efectuar generadores eólicos de pequeña potencia, ya que el recurso eólico no es exuberante y tiene dirección voluble.

1.1.3. Situación Problemática a Nivel Local

En el aspecto de nivel la zona Lambayecana tiene una capacidad para apostar por los parques eólicos donde fue destacado de sus grandes afluentes de viento que recorre el territorio costero, por lo cual en el Perú con proximidad 22,450 (MW) y en la actualidad se tiene 239 megavatios hace memoria que hace dos años se incorporaron en funcionamiento las principales parques eólicos en el nación, como “Marcona” (Ica), de 32 (MW); “Cupisnique” (La libertad), de 80 (MW), y “Talara” (Piura) de 30 (MW) es decir un porcentaje de 1 % más de la energía total, que contribuyen al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y cooperan en el cuidado del entorno ambiental. (Andina.pe, 2016)

1.2. Antecedentes de la Investigación

1.2.1. Nivel Internacional

(Payán Sánchez, 2018) en su trabajo de investigación “Diseño e Implementación de la Interfaz de Potencia de un Sistema de Generación Eólico”, logra Implementar una interfaz de potencia para el control de un generador eólico y diseño un convertidor de potencia para el sistema eólico asimismo simulo el sistema de potencia y control de generación eólica.

(Chachapoya Veloz, 2011) En su investigación realizada “Estudio Técnico Económico para el Suministro de Electricidad de Baja Potencia, a través de energía eólica” con su objetivo es evaluar una técnica económica y por medio de suministros de electricidad de baja potencia, donde selecciona el aerogenerador más adecuado, selecciona y diseña cada componente hace una comparación de costos del sistema y culmina con un procedimiento para el montaje y mantenimiento.

(Chehour, 2018) En su Tesis Doctoral “Optimización de estructuras de palas de aerogeneradores mediante algoritmo genético” Para cumplir con los objetivos de producción en las próximas décadas, se requieren aumentos significativos en las instalaciones de turbinas eólicas y la operatividad, mientras se mantiene un costo energético rentable y competitivo. A

medida que acrecienta el volumen del rotor de la turbina eólica, el rendimiento estructural y los requisitos de durabilidad tienden a ser más desafiantes. En este sentido, resolver el problema del diseño de la turbina eólica es un problema de optimización en el que se encuentra una solución óptima bajo un conjunto de restricciones de diseño y un objetivo específico. Visto la evolución mundial hacia las energías renovables y el comienzo de la implementación de una industria eólica local en Quebec, se hace imprescindible seguir las tendencias internacionales en esta industria. Por lo tanto, es necesario proporcionar a los diseñadores una herramienta de decisión adecuada para el estudio y el diseño de palas de aerogeneradores óptimas. La herramienta de diseño desarrollada es un código de código abierto llamado InDesign que es capaz de realizar análisis estructurales y diseño de palas compuestas para turbinas eólicas en varias configuraciones para acelerar la fase de diseño preliminar. La herramienta propuesta es capaz de realizar una optimización de Pareto donde las decisiones óptimas deben tomarse en presencia de compensaciones entre dos objetivos en conflicto: la producción anual de energía y el peso de la cuchilla. Para una forma de cuchilla externa dada, InDesign es capaz de determinar una distribución compuesta óptima, distribución de acordes y torsiones que minimiza la masa de la cuchilla o maximiza la producción de energía anual mientras satisface simultáneamente las limitaciones de diseño. La herramienta gráfica recientemente propuesta incorpora dos técnicas novedosas de VCH y KGA y está validada con simulación numérica tanto en problemas de optimización mono objetivos como en objetivos múltiples. InDesign es capaz de determinar una distribución óptima de distribución compuesta, acordes y torsiones que minimiza la masa de la cuchilla o maximiza la producción de energía anual mientras satisface simultáneamente las limitaciones de diseño.

(Tahani, Sokhansefat, Rahmani, & Ahmadi, 2014) En su artículo de investigación “Diseño aerodinámico óptimo de álabes de turbina eólica mediante algoritmo genético. La energía eólica ha sido ampliamente considerada y utilizada en los actuales años como una de las fuentes de energía renovable más prometedoras. En el estudio de investigación actual, el análisis aerodinámico de la turbina de eje horizontal ascendente de tres palas se realiza utilizando la hipótesis del momento del dispositivo de pala (BEM), y se aplica un algoritmo genético (GA) como método de optimización. La generación de potencia de salida se considera una función

objetivo, que es una de las más opciones comunes de función objetivo. Las variables de optimización también incluyen variaciones de distribución de cuerda y torsión y la colocación de las secciones del perfil a lo largo de la longitud de la pala. Se investiga la forma óptima de la pala para obtener la máxima potencia de salida a una velocidad específica del viento, diámetro del rotor y perfil de la superficie de sustentación. Los resultados BEM modificados se comparan con una medición experimental que indica resultados confiables. Los resultados muestran que considerar la colocación de las superficies de sustentación como variables de diseño, además de la velocidad de torsión y acordes, tiene un efecto significativo en la potencia óptima. Finalmente, la función objetivo (potencia de salida) se mejora en un 10% en comparación con la función base.

1.2.2. Nivel Nacional

Se realizó el análisis y diseño para la ejecución de un sistema de generación eólica para electrificar el fundo San Carlos de Propiedad de la Empresa Arato Perú S.A. En el Perú se está optando para el desarrollo de generación eólica ya que en los próximos años se inaugurará en Ica el parque eólico más grande con una producción total de 132 megavatios MW ya que el ministerio de energía y minas (MINEM) dio a conocer que su puesta en marcha se podrá destacar considerablemente la meta de 5% de la matriz energética basada en energía no convencionales. (Valenzuela, 2018)

(Aliaga Zegarra, Estrada Crisanto, & Arellana Ramírez, 2015) En su artículo realizó un “Experimentó el procedimiento del recurso eólico con el objetivo de determinar la generación de energía con generadores eólicos de eje horizontal en la región Piura” donde analizan la rapidez y orientación del viento a una elevación de 58 metros lo cual esos antecedentes fueron sustraídos del laboratorio de física Universidad de Piura (UDEP) ellos modelan el recurso Eólico (Viento) según modelos matemáticos determina la velocidad promedio de ese año que es 8.7 m/s la potencia promedio a esa velocidad es 540 w/m² a una desviación estándar de 2.9 m/s y selecciona aerogeneradores de más de 100 m de diámetro un Vestas V80 de 1.5 MW a 12 MW concluyen que los aerogeneradores estén ubicados los alabes estén observando en dirección opuesta es decir al norte. la capacidad elemento que podrá lograr de 33 a 34 % estos valores son viables para el parque eólico.

1.2.3. Nivel Local

(Perez Llontop, 2018) donde en su tesis de Ingeniero Mecánico Eléctrico y título “Sistema de Generación Eólica para Electrificación fundo San Carlos Empresa Agroindustrial Arato Perú S.A” la problemática que enfrente es, abastecer de energía eléctrica al Fundo San Carlos de manera constante, confiable y optima total de su demanda, realizando el análisis y diseño de un plan de Generación Eólica. Calculó de la máxima demanda, establecer cuadros específicos de la central Eólica como la velocidad promedio del viento, dimensionar y seleccionar los aerogeneradores, dimensionar y seleccionar los transformadores de potencia, celda de llegada, celda salida y protección, dimensionar la línea de media tensión, realizar el presupuesto de obra y su respectivo análisis financiero. calculó la máxima demanda obteniendo un resultado de 3MW, la velocidad promedio del viento es 11.829 m/s procediéndose con el dimensionamiento y seleccionándose 3 aerogeneradores V112 de 3.3MW.

(Mejía Vasquez, 2019) En su trabajo de investigación “Algoritmos Genéricos para el Diseño de una Minicentral Eléctrica Solar Utilizando una Interfaz de Programación” por lo general utiliza una interfaz gráfica de usuario (GUI) basada en algoritmos genéricos lo cual permite dimensionar un sistema fotovoltaico para el diseño de una minicentral solar por medio de esta herramienta de programación nombrada GUIDE desarrolla la GUI disponible en MATLAB, al aplicar obtuvo resultados, analiza mediante curvas si los datos elegidos son los más adecuados se obtiene un resultado de la energía consumida mediante la instalación la potencia máxima, los niveles de irradiancia media y mínimos disponibles, todas las variables referentes a la geometría solar como la declinación solar, los ángulos de salida del sol, el factor de excentricidad, el nivel de rendimiento eléctrico de la instalación, además de calcularse los niveles de radiación solar directa, indirecta y albedo disponibles para el panel solar. Finalmente se calculan para el dimensionamiento la cantidad de paneles solares y el número de baterías necesarios en base a valores disponibles dados por el fabricante.

(Tafur Gutiérrez, 2019) En su proyecto “Diseño de una Central Eólica en el C.P. La Montaña –Cajamarca, Para Abastecer de Energía Eléctrica al SEIN dentro del Programa de Subastas de Energía Renovables.” Donde toma como diseñar una central eólica que logre suministrar energía

donde hace el estudio de evaluación en la dicha zona y calcula el potencial Eólico a una altura de 10 y 40 metros y hace una comparación de energía procedente de aerogeneradores de 50kW y 100 kW donde aplica la viabilidad del proyecto donde si procedente su proyecto de investigación.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1. El Viento

Muchos de las personas no se hacen la pregunta cómo se produce el viento, es decir este recurso energético, la respuesta es simple esta que en la atmosfera de nuestro planeta de forma anómalo absorbe la radiación y debido a diferentes causas (desigualdad entre la superficie marina y la continental, altura del suelo, cambio del día y la noche

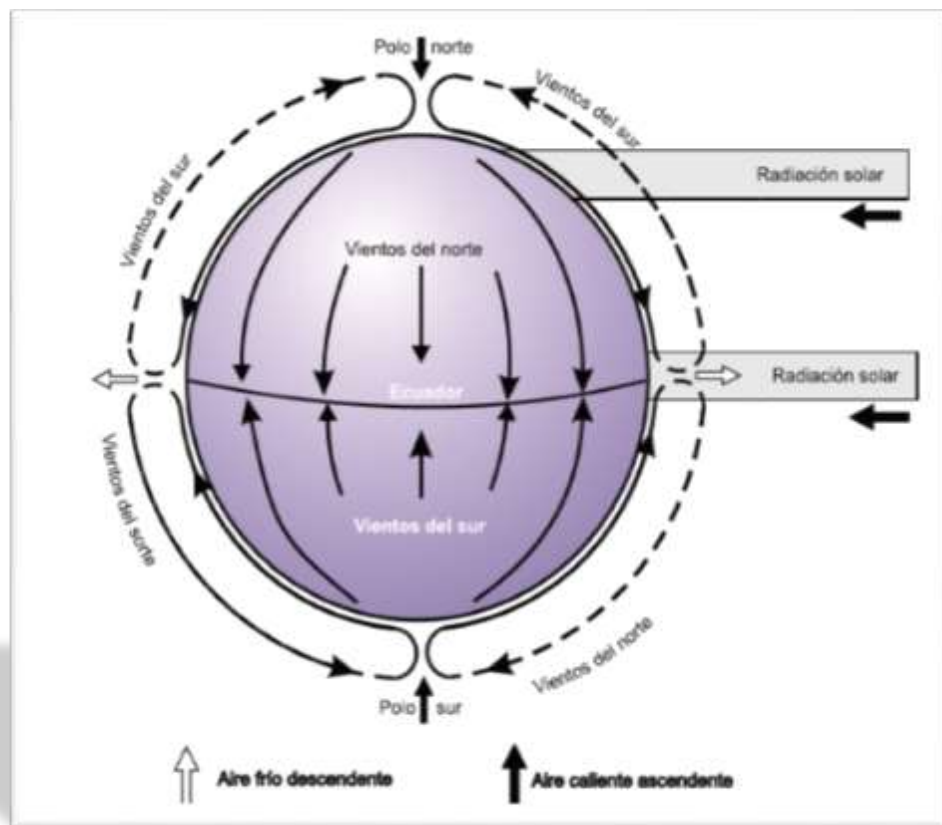


Figura 1. Determinación del viento. Fuente: (Copyright, 2012)

Tabla 1. Clasificación de los vientos

<u>Clasificación</u>	<u>Velocidad</u>	<u>Descripción</u>
Viento Flojo	11	La dirección del viento la indica el humo. En este caso el viento se siente tenue sobre la cara y las hojas de los árboles.
Viento Suave	(13-20)	Se caracteriza por mantener en movimiento constante las hojas y pequeños tallos.
Viento moderado	(21-29)	Se caracteriza por levantar polvo y arrastrar la hojarasca y las pequeñas ramas de plantas se mueven y se balancean.
Viento fresco	(31-39)	causa movimiento de árboles enteros o de grandes ramas de los mismos.
Viento fuerte	(40-61)	El andar contra vientos fuertes causa inconveniencia.
Viento Vendaval	(63-87)	Este rompe las ramas de los árboles impide generalmente avanzar caminando y puede causar ligeras averías estructurales
Vendaval fuerte	(88-120)	Desarraiga árboles y con frecuencia causa grandes averías.

Nota: *Velocidad (km/h) Donde (3.6 Km/h = 1 m/s)*

1.3.2. Mediciones del Viento

Los parámetros fundamentales que deben ser medidos para caracterizar un régimen de viento en un sitio, son idealmente los siguientes: velocidad media anual, Velocidad media mensual, para cada mes. Patrón típico diario de la velocidad, duración y distribución anual, mensual y diaria de los períodos de calma, máximas velocidades del viento, dirección del viento.

Para medir estos parámetros de la corriente de aire y poder estudiar los eventos y situaciones de su explotación en el sitio de emplazamiento, las mediciones deben ser instantáneas, las variables a medir instantáneamente son la velocidad y la dirección del viento y

en segundo orden la temperatura y la presión atmosférica, en este proceso intervienen factores como:

“Aparatos de medición: anemómetros, veleta, la forma de adquisición de reseñas, todos estos elementos permiten afirmar que en la práctica no resulta fácil la obtención numérica de todos estos datos, la presentación y calidad de los datos dependen de la procedencia de las mediciones” (Conrado Moreno , 2019).

Es muy importante la rosa de vientos donde detalla el sentido donde transita el fluido del viento.

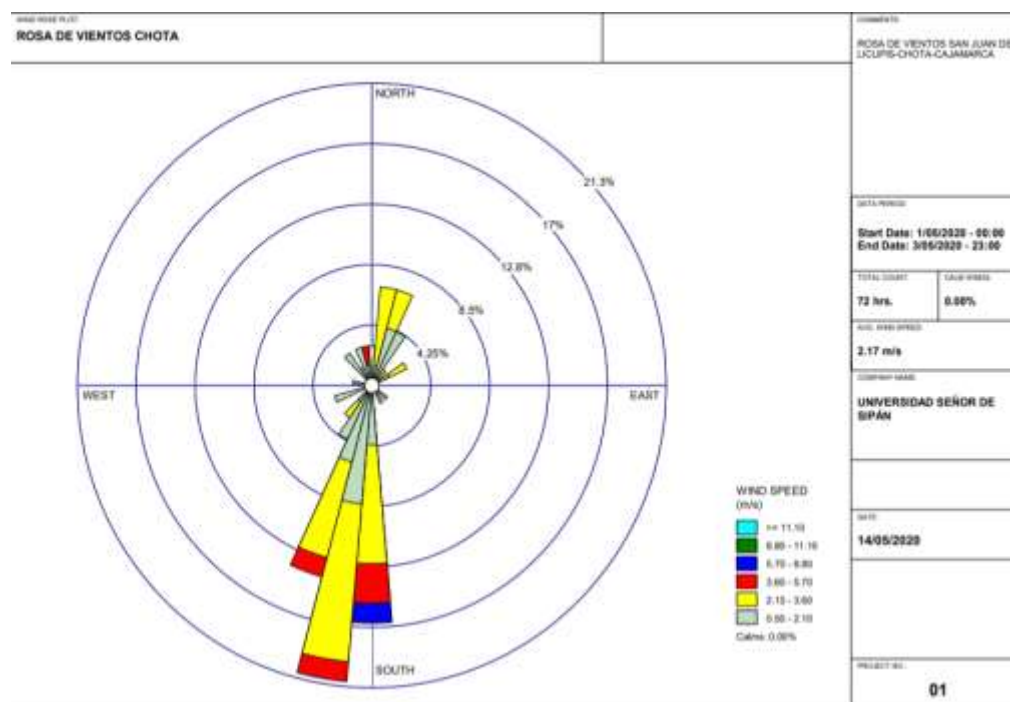


Figura 2. Rosa de Vientos. Fuente: Elaboración propia.

1.3.3. Mediciones Provenientes de Estaciones Meteorológicas

Las evaluaciones de la velocidad y dirección de la corriente del aire en las dichas estaciones se proceden de acuerdo a las reglas establecidas internacionalmente a una altura de 10 metros. En los tiempos se toman los cálculos medios de cinco minutos antes y después, de cada prolongación de horas, es decir se toman 8 valores medios de diez minutos cada día, lo mismo ocurre con la orientación del viento (Conrado Moreno , 2019).



Figura 3. Delta Volt Equipos Meteorológicos ubicado Paracas (Lima). Fuente: (Delta Volt SAC, 2017)

1.3.4. Mediciones Provenientes de Estaciones Anemométricas

Las estaciones anemométricas equipadas con los instrumentos necesarios para medir los datos del viento, poseen la ventaja de que pueden ser instaladas exactamente en el sitio de interés y durante el tiempo que se requiera, para determinar las posibilidades y condiciones de un sitio para el aprovechamiento de la energía eólica, es obligatorio efectuar estudios relacionados de los datos, al ser el viento una fuente energética variable y aleatoria.

La frecuencia de las mediciones depende en parte del parámetro a medir la presión atmosférica varía lentamente por lo que las mediciones cada 3 horas serán normalmente adecuadas; para la temperatura pueden ser suficiente los valores horarios y de esta forma se programa en el instrumento. La serie temporal de datos de vientos medidos en una estación anemométrica equipada con Data Logger contiene para cada período de 10 minutos los valores de la velocidad media, la dirección media (Conrado Moreno , 2019)



Figura 4. Medición anemométrica con data Logger. Fuente: (Conrado Moreno , 2019)

1.3.5. Fundamentos de la Energía Eólica

En ciclo VII D.C las primeras turbinas eólicas tenían su origen en Persia en la actualidad Irán que se utilizaban para regar los cultivos y triturar los cereales en estas máquinas la rueda que estaba sujeta las aspas era horizontal en un eje vertical estaba soportada en ese entonces estas máquinas no tenían eficiencia y así se expandieron por Asia y China, En el caso de Europa se extendió por el ciclo XII

Las primeras turbinas eólicas las estructuras eran de madera paso el tiempo en los primeros molinos de viento fueron hechos en madera y el uso del hierro y el acero comenzó en los años 1870, ya en la actualidad se fabrican de acero, hierro etc. En el aspecto casi todas las energías no convencionales, la eólica su origen que tiene es el sol este es encargado que se produjera el viento y al ser necesario utilizar este recurso, para producir energía.



Figura 5. Parque Eólico.

Fuente: <https://studylib.es/doc/2172531/cuaderno-eolica>

1.3.6. Utilidad y Desventajas de la Energía Eólica

Estas ventajas que presenta la energía eólica son causas que están detalladamente mediante algoritmos de trabajo y ejecución de parques eólicos en lo siguiente, Los problemas que enfrenta la energía eólica consideradas como desventajas uno de esos es los vientos sueltos o esparcidos por ende son algunos territorios que son aptos para la instalación de dichos parques eólicos.

Tabla 2. Utilidades y Desventajas de la energía Eólica.

<u>Utilidades</u>	<u>Desventajas</u>
<ul style="list-style-type: none">• No emite residuos tóxicos ni mucho menos necesita del fluido del agua para el consumo ni mucho menos emite gases que afectan el medio ambiente.• No requiere de combustibles fósiles.• Reduce las altas propagaciones de CO₂.• Su funcionamiento no afecta problemas en el medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none">• Costo de instalación muy alto por la instalación de estructuras y transporte de energía.• Impacto visual, sombra, reflejos.• Impacto sobre las aves.• Su funcionamiento no causa problemas ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

1.4. Energía Eólica

Fuente de las energías no convencionales se produce por medio del manejo de la energía propulsora producidas del efecto de las corrientes del viento este tipo de energía limpia es inagotable lo cual es considerada en este siglo XXI la mejor fuente de energía renovable para así lograr una capacidad energética en el mundo.

1.4.1 Aplicación de Energía Eólica

La energía eólica una fuente renovable donde tiende a ser aprovechable en las regiones donde no existe energía y es por eso se puede suministrar a sitios remotos también se puede mejorar en sistemas híbridos, aplicaciones de baja potencia, interconexión con la red eléctrica, aerogeneradores aislados, parques eólicos, bombeo de agua.

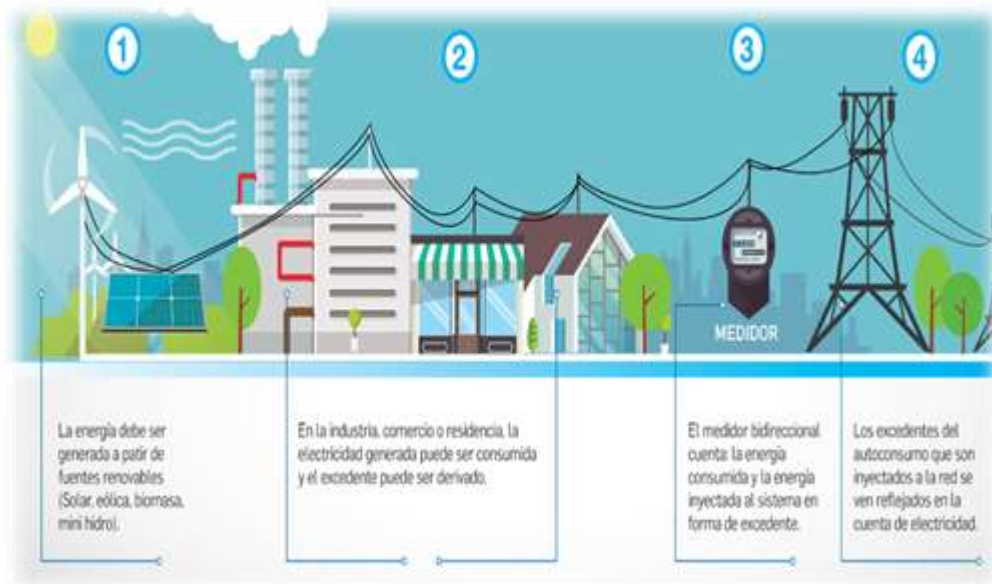


Figura 6. Muestra la energía no convencional conectada a red eléctrica. Fuente: (Michetti, Monzo, Inchausti, & Tunessi., 2018)

1.4.2. Estimación del Recurso Eólico

Para la estimación de este recurso tenemos que tener en cuenta un análisis de mediciones del viento, la determinación de la densidad media del aire, corrección de patrón entre distintas estaciones, elección del periodo de referencia, características del viento a largo plazo, obtención de perfiles verticales del viento, mapas de recursos energéticos, diseño e implementación de aerogeneradores y determinación de la producción individual y total del parque, estos rangos permiten que la estimación y caracterización del viento afirme que lo principal para la generación de energía y a través de instrumentos de medida podremos conocer distintos regímenes del viento para así introducir a un sistema y predecir la optimización de aplicación energética y operación. (Conrado Moreno , 2019)

1.4.3. Determinación Energética de un Potencial Eólico

Para la determinar un potencial eólico parte de la energía cinética.

$$E = \frac{1}{2} * m * v^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

$$\begin{aligned} E &= \text{Energía} \\ m &= \text{masa de aire} \\ v &= \text{velocidad} \end{aligned}$$

Entonces diremos que la energía por unidad de volumen:

$$\begin{aligned} e &= \frac{1}{2} * \rho * v^2 \quad \text{Ecuación 2} \\ \rho &= \text{densidad del aire} \end{aligned}$$

Para determinar en Flujo del viento en un área determinada A lo aplicamos con la siguiente formula.

$$\varphi = v * A \quad \text{Ecuación 3}$$

Pd donde es igual a kW, a través de una sección transversal de área A perpendicular a la corriente de aire a una velocidad v, es:

$$P_d = \frac{1}{2} * \rho * v^2 * v * A = \frac{1}{2} * \rho * A * v^3 \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

$$\begin{aligned} P_d &= \text{Potencia Eólica Disponible.} \\ A &= \text{Area.} \\ v &= \text{Velocidad.} \\ \rho &= \text{Densidad del Aire.} \end{aligned}$$

Así pues, la Potencia mecánica disponible en las masas de aire en movimiento es fundamentalmente proporcional al cubo de la velocidad del viento que atraviesa al área expuesta a la corriente de aire (tamaño del rotor de la turbina) (Conrado Moreno , 2019).

Como se puede observar la densidad del aire afecta la energía disponible en una magnitud mucho menor que la velocidad de viento. La relación entre masa y volumen al nivel del mar puede tomarse como 1.2 kg/m³, aunque ésta varía con la altitud, temperatura y presión atmosférica local.

Los efectos de temperatura y presión atmosférica son muy pequeños comparados con la altitud y pueden ser despreciados. En las condiciones de nuestro país el efecto de la altitud, según datos del Instituto de Meteorología, no es importante y se considera como bueno si se trabaja con el valor de 1.2 kg/m³ (Conrado Moreno , 2019).

$$\frac{\overline{Pd}}{A} = \frac{1}{2} * \rho * \overline{v^3} \quad \text{Ecuación 5}$$

\overline{Pd} =Potencial Eólico Disponible

1.4.4. Potencia Eólico Aprovechable

Donde la Potencia Eólica aprovechable lo denotamos en la siguiente ecuación.

$$P_a = \frac{1}{2} * \rho * A * v^3 * C_p \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

P_a = Potencia Eólico Aprovechable.

C_p = Coeficiente de Potencia.

El valor aplicado teórico de C_p , establecido a través de la teoría del rotor es 16/27 (0.593), Hasta el momento en la práctica C_p ha podido alcanzarse resultados mayores que a 0.40.

$$\frac{\overline{P_a}}{A} = \frac{1}{2} * \rho * \overline{v^3} * \overline{C_p} \quad \text{Ecuación 7}$$

Un medio más íntegro para ajustar el potencial eólico es a partir de la parábola característica del factor potencial de una máquina explícita C_p , y de la distribución de eventos de las corrientes de aire $p(v)$ que modela al histograma de velocidades del viento en una etapa de tiempo dado en una zona específica (Conrado Moreno , 2019).

1.4.5. Distribuciones Analíticas del Viento

La utilización del histograma de frecuencias de velocidades, para evaluar el potencial eólico, de un sitio extrapolar datos medidos de un lugar a otro, resulta en la práctica muy engorroso, por lo que se hace necesario el ajuste de distribuciones analíticas conocidas, al histogramas, estas dichas especificaciones razonadas son fundamento para representar la distribución de probabilidad de velocidades del viento $p(v)$, por su igualdad con las distribuciones verdaderas son la distribución de Weibull y de Rayleigh (Conrado Moreno , 2019).

1.4.6. Distribución de Weibull

Para estas distribuciones se tiene ventajas de la función de Weibull: permitir estimaciones placenteras de la asimetría de la distribución de densidad de probabilidad; sí la función de Weibull para la distribución de velocidad del viento tiene un factor de forma, entonces la distribución de la velocidad al cubo también sigue la función de Weibull (Conrado Moreno , 2019).

La función de Weibull es una aplicación emplazada por dos medidas; uno de escala y otro de forma, el inicial define cuán dispersa se localiza la distribución en cambio el segundo concreta el método de la distribución, la función viscosidad de probabilidad de Weibull.

$$f(v) = \left(\frac{k}{c}\right) \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad \text{Ecuación 8}$$

y la función expuesta:

$$F(v) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad \text{Ecuación 9}$$

En el cual v es la celeridad m/s, c es el parámetro de escala en m/s y k es parámetro de forma sin dimensiones.

1.4.7. Distribución de Rayleigh

La distribución de Rayleigh es un caso particular donde $k=2$ y c se calcula mediante la ecuación

$$c = \frac{\bar{v} * 2}{\sqrt{\pi}} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$P(v) = \frac{\pi * v}{2 * \bar{v}^2} \exp \left[- \left[\frac{\pi * v^2}{4 * \bar{v}^2} \right] \right] \quad \text{Ecuación 11}$$

Ofrece dificultades para el valor k se toma su determinación.

En ausencia de este dato un valor de $k = 2$ es digno debido a que los valores de k continuamente se hallan en un intervalo próximo a 2, de aquí que la distribución de Rayleigh se usa como un dato de acercamiento preliminar del potencial eólico. Donde su ecuación necesita un solo parámetro que es la velocidad promedio del viento por lo que es un dato más integro (Conrado Moreno , 2019)

1.4.8. Algoritmos Genéricos

Es cuando una cierta de secuencias son usadas en diferentes programas para utilizar el equivalente propósito por ejemplo en programas de base de datos el algoritmo más común es una orden para insertar, otra para actualizar y también para eliminar esto para los cientos de casos o tipos de datos que logre tener el programa, si se fijan todos los programas de base de datos insertan modifican y eliminan sigue un algoritmo genérico que se limita por el tipo de aplicación. (Abella Castillo, 2014)

1.4.9. Programación genérica

Es un tipo de codificación que está considerable calculada en los algoritmos con una secuencia de pasos para facilitar el proceso, en los datos, la idea de esta forma de programar pretende sistematizar los oficios utilizadas para que puedan utilizar en varias veces con diferentes datos (Abella Castillo, 2014).

Esto se logra conteniendo variables de entrada y salida y caracterizando lo máximo posible el progreso del programa y expresados o devueltos de la forma más simple posible, evitando referencias definitivas. La biblioteca de funciones conseguida con esta cualidad de programa consiente que esas ocupaciones puedan aprovechar para más programas podrían ser ventajosos; y también destinando pocos cambios, obtener que realice diferentes acciones (Abella Castillo, 2014)

1.5. Formulación del Problema

- ¿Cuáles son los parámetros que permiten el desarrollo del algoritmo de trabajo para una interfaz gráfica de usuario que permita el dimensionamiento de una Mini central eólica?

1.6. Justificación e Importancia de la Investigación

- Para esta investigación se usará el programa Matlab usando una programación GUIDE para buscar los parámetros y así cumplir el desarrollo del dimensionamiento de la mini central eólica y garantizar a las industrias, eficiencia en este tipo de generación de energía.

1.6.1. Justificación Tecnológica

- GUI (Graphical User Interface) herramienta de Matlab que permite desarrollar el modelado de sistemas. Para procesar la información de las mediciones de vientos, se diseñó una GUI utilizando la GUIDE de Toolbox (Entorno de desarrollo de interfaz gráfica de usuario)

1.6.2. Justificación Económica

- GUI permite en la selección de parámetros reduce los tiempos y también en el análisis de evaluación del potencial eólico de una región. Y concentrarse más en la aplicación de criterios económicos más adecuados para la reducción de costes en la instalación. GUI para el dimensionamiento de una central eólica facilita los procedimientos de cálculos.

1.6.3. Justificación Social

- En el Perú una región que en la actualidad tiene un alto índice de generación de energía utilizando fuentes no renovables en esta investigación trata de evaluar un diseño de una fuente limpia para así estudiar en análisis futuros.

1.6.4. Justificación Ambiental

- En el aspecto ambiental la energía eólica, una fuente de energía limpia que reduce las emisiones dióxido de carbono y una de las mejores en cogeneración de energía alternativa que no perjudica al medio ambiente.

1.6.5. Importancia e Estudio

- El trabajo de estudio tiene una similitud de avances tecnológicos en la actualidad trata de reducir el impacto ambiental que es uno de los problemas más eventuales en el mundo y por ende la generación de energía renovables, deben ser las que sustituyan a las que causan un impacto en el planeta en gran medida las industrias están apostando por este tipo de generación.

1.7. Hipótesis

No aplica en esta investigación.

1.8. Objetivos

1.8.1. Objetivo General

Diseñar una Mini central Eólica a través de una interfaz gráfica de usuario por medio de un algoritmo de trabajo y su dimensionamiento utilizando programador GUI (Matlab)

1.8.2. Objetivos Específicos

- Establecer los variables de ingreso y salida necesarios para la elaboración del dimensionamiento de la Mini Central Eólico.
- Determinar los parámetros a calcular el dimensionamiento de la Mini Central Eólica.
- Diseñar el algoritmo de trabajo para el funcionamiento del programa.
- Diseñar la interfaz gráfica de usuario (GUI) para el evaluar una Mini central Eólica.
- Programar las GUI's mediante la herramienta GUIDE de Mathworks Inc.

CAPITULO II

MÉTODO

II-METODO

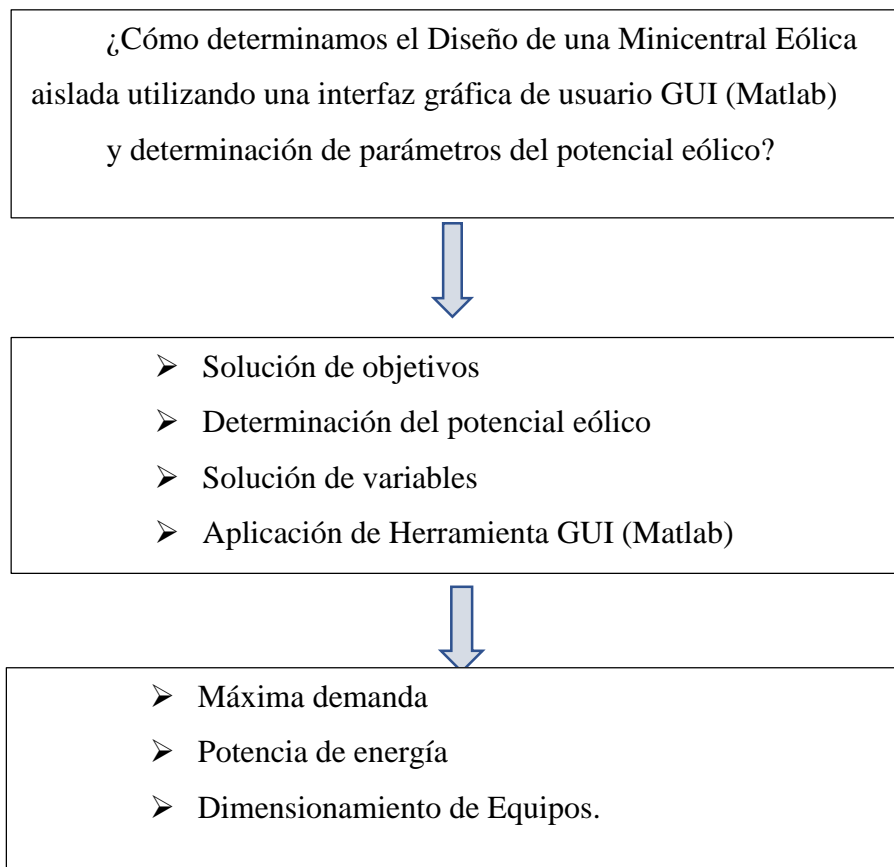
2.1. Tipo y Diseño de Investigación

2.1.1. Tipo de Investigación

El tipo desarrollado es Preexperimental en lo que da marcha a nuevos procesos abarca un diseño específico utilizando un método cuantitativo por la recolección de datos, numéricos, estadísticas como las mediciones meteorológicas y la inclusión de datos al programa también abarca un periodo de diseño del aplicativo donde se establecieron variables de ingreso y salida, y los algoritmos obligatorios para el perfeccionamiento seguido de la funcionalidad del aplicativo, esta investigación presenta un enfoque aplicativo ya que explota las leyes de ciencias de la ingeniería.

2.1.2. Diseño de Investigación

Muestra un diagrama de flujo que considera el Diseño de la Investigación que se asumirá en cuenta para el proyecto de investigación en el cual se busca solucionar una problemática a través de un programador de Interface Gráfica de usuario



2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variables de Definición del Problema.

Máxima Demanda Energética.

- Potencia (pot)
- Horas de Uso (hu)
- Velocidad Promedio V_r (m/s)

2.2.2. Variables de entrada

- Potencia (pot)
- Horas de Uso (hu)
- Altura dependiente se velocidad Promedio (h).
- Altura de referencias Obtenidas por fuentes Meteorológicas (Hr).
- Temperatura en la Zona dada en kelvin (k).
- Coeficiente de rugosidad según la Zona (p)
- Diámetro del Rotor (d)
- Longitud de la Pala
- Variables de entrada para cálculo Baterías.
 - Días de Autonomía del sistema (n)
 - Voltaje de trabajo del Sistema (V)
 - Capacidad de la Batería (Cbateria)
 - Características de la batería según ficha técnica.
- Variables de entrada para Calculo de Regulador
 - $P_{nominal}$ del aerogenerador
 - $V_{nominal}$ del aerogenerador
 - Corriente del regulador
 - Características del regulador según ficha técnica.
- Variables de Entrada para cálculo del Inversor
 - Potencia de Cada inversor.
 - Características del Inversor según Ficha técnica.
- Variables de Entrada para cálculo selección del conductor.

- Tensión de la Línea (VI)
- Variables de entrada para cálculo VAN, TIR, LCOE.
 - Desembolso Inicia (A)
 - Flujo de Caja del Momento (Q)
 - Vector de costos y Operación y mantenimiento (M)

2.2.3. Variables de Salida

- Máxima Demanda (kW)
- Energía total diaria, mensual y anual (kw-h)
- Velocidad Promedio del viento (Vn)
- Presión Barométrico (P)
- Densidad de la zona (ρ)
- Potencial eólico
- Potencia Mecánica del rotor
- Potencia eléctrica.
- Energía del aerogenerador
- Potencia de la turbina
- Producción Anual Estimada de la turbina (PEEA)
- Graficas Velocidad vs Potencial Eolico.
- Variables del Dimensionamiento
 - Numero de aerogeneradores.
 - Cantidad de baterías.
 - Numero de reguladores.
 - Numero de Inversores
- Variables de Salida Evaluación Económica.
 - Valor actual neto (VAN)
 - Tasa interna de Retorno (TIR)
 - Costo teórico de generar energía eléctrica (LCOE)

2.3. Operacionalización de Variables

Tabla 3. Operacionalización de Variables

Variables	Dimensión	Indicador	Técnica de Recolección de Datos
<p>Variable Independiente: Diseño de una Minicentral Eólica Mediante un Algoritmo de Trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Para el Diseño del algoritmo de trabajo lo definirá por ingreso de datos por teclado como la Potencia, horas uso para así obtener resultados • En el caso de la velocidad promedio se calculará por medio un Excel especificado con el algoritmo de trabajo en la GUI. • Ley exponencial de Helman se aplicará para calcular una velocidad a una altura especificada. • La densidad de la zona dependerá de la presión 	<ul style="list-style-type: none"> • Ed (kW-h) • Etm (kW-h/mensual) • Eta (kW-h/anual) • Vr (m/s) • Vn(m/s) • H (m) • Hr(m) • P0(mbar) • T (K) • Densidad aire ($\rho=kg/m^3$) 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de tesis • Revistas • Artículo • Libros

barométrica y la temperatura de la zona

- En el apartado de resultados el cálculo de potencial eólico dependerá de una velocidad promedio en la zona que se aplique y el diámetro del rotor para calcular área de barrido. Para el cálculo potencia mecánica del rotor dependerá por un coeficiente de potencia. Para la potencia eléctrica dependerá de rendimiento del sistema mecánico, en el caso de la energía del aerogenerador dependerá de las horas de trabajo y del rendimiento del sistema eléctrico.
- En el cálculo de baterías, reguladores, inversores

- Ht (horas)
- D (m)
- A (m²)
- Cp=0.59
- $R_{sm} = 0.95$
- $R_{se} = 0.95$
- Días autonomías, Voltaje (Voltios), Capacidad de batería (Ah), Profundidad de descarga (0.7), Factor de seguridad del regulador, corriente del

- Bibliografía especializada.
- Web

	<p>dependerá de características del fabricante.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el cálculo del conductor dependerá el voltaje de la línea y la potencia activa. • Para el cálculo de la evaluación económica dependerá vectores detallados en Excel como el desembolso inicial y el flujo efectivo y los costos de operación y mantenimiento. 	<p>inversor, potencia nominal y voltaje nominal de aerogenerador y potencia de cada inversor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de línea (VI) • Potencia Activa (kW) • Inversión Inicial (Soles) • Flujo neto y costos de operación y mantenimiento. 	
<p>Variable Dependiente: Zona donde se va instalar, molinos empresas de manufactura, Centros turísticos, Universidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Estructura • Geografía • Extensión 	<ul style="list-style-type: none"> • Adimensional 	<ul style="list-style-type: none"> • Tesis • Documentación • Revistas

2.3.1. Población y Muestra

Empresas de Manufactura, Molinos, Centros turísticos y Universidades.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

a) El fichaje: Esta herramienta se manipulará para compilar indagación de diversas investigaciones relacionadas con el tema como tesis, artículos.

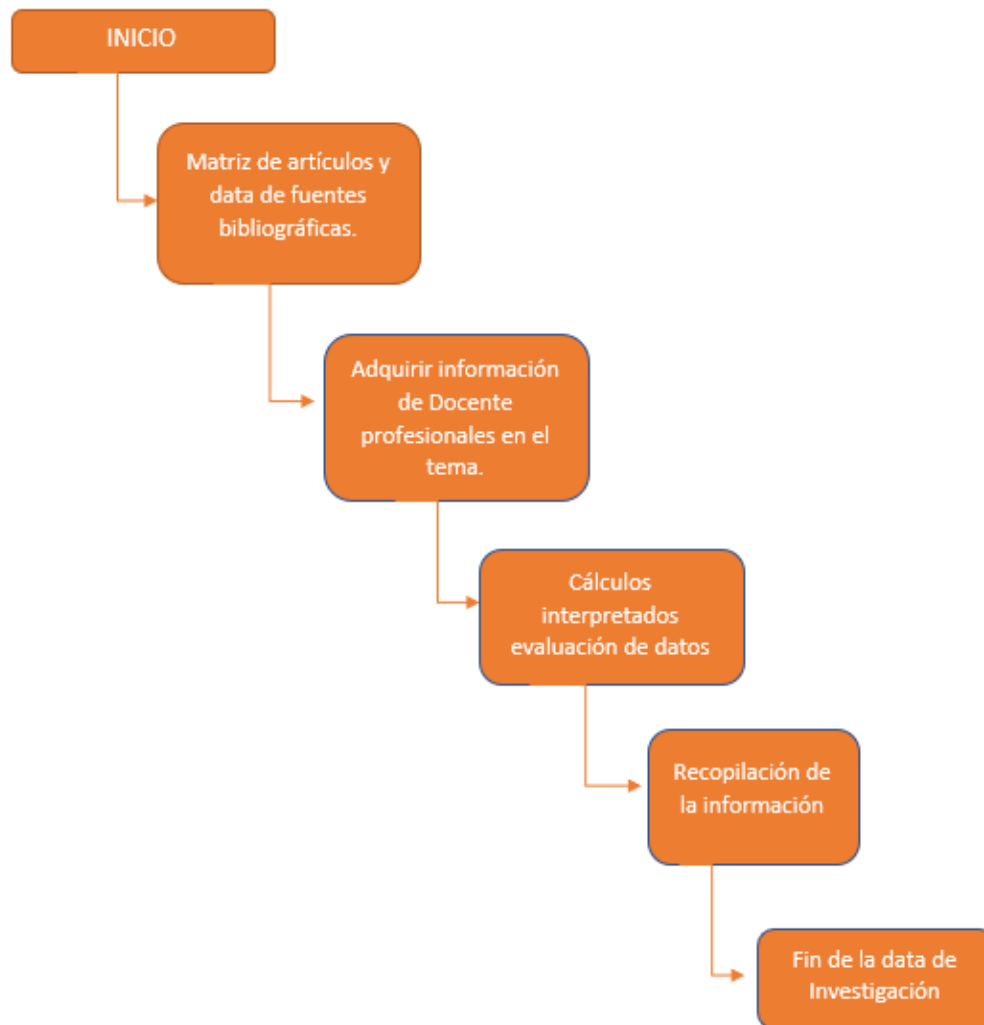
b) Documento de observación: Esta herramienta de cálculo que opera reseñas en forma de vectores y matrices Matlab actúa como intérprete de usuario y procesador donde este programador es utilizado en ciencia e industria, ingeniería.

2.4.2. Validez y confiabilidad

Para dar confiabilidad y validez de los datos utilizados en el proyecto de investigación a desarrollar, se realizará una comparación entre los datos obtenidos, como son la Velocidad del Viento obtenido de las estaciones meteorológicas. La validez de los datos obtenidos se dará mediante el balance de los datos obtenidos en la simulación y otras investigaciones equivalentes.

2.5. Métodos de análisis de datos

Diagrama de flujo de un procedimiento de análisis de datos.



Fuente: Elaboración Propia.

2.6. Criterios éticos.

“Los criterios éticos se fundarán en los procesos determinados por Colegio de Ingenieros del Perú (CIP, 1999) y el Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS, 2017)”.

- Código de ética del Colegio de ingenieros del Perú (CIP, 1999)

Art. 1 – Los ingenieros están a la prestación de la sociedad. Por consiguiente, tienen el deber de apoyar al bienestar humano, dando calidad primordial a la seguridad y apropiada utilización de los recursos en el trabajo de sus tareas profesionales.

Art. 4 – Los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar del país de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país depende de los juicios, decisiones incorporadas por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, máquinas, productos y procesos. Por ninguna razón pondrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecte la paz y la salud.

Art. 5 - Los ingenieros cuidarán que los recursos humanos, económicos, naturales y materiales, sean racional y adecuadamente utilizados, evitando su abuso o dispendio, respetarán y harán respetar las disposiciones legales que garanticen la preservación del medio ambiente.

- Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS, 2017)

Este código está enfocado en delimitar la ética y su aplicación en el quehacer de la investigación universitaria, En este documento se presentará los principios y deberes éticos, con el consentimiento para el uso de datos, las políticas anti plagio y los procedimientos de sanción. A continuación, un breve resumen de este documento.

ART. 1º: Finalidad

La finalidad del Código de Ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS), es proteger los derechos, la salud, la vida, la intimidad, el bienestar y la dignidad de la(s) persona(s) que participan en una actividad de investigación

Científica, Tecnológica e innovación, ciñéndose a los principios éticos acogidos por la normativa nacional e internacional, y los acuerdos suscritos por nuestro país en la materia.

ART. 2º: Objetivo

Es definir los principios éticos que orientan la actividad investigativa y su gestión, por parte las autoridades, docente, estudiantes, investigadores, y egresados de la USS. que es dada por el código de ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán.

ART. 3º: Alcance el alcance obligatorio del código ético de investigación es el cumplimiento por parte de los docentes, estudiantes, todas las autoridades académicas, administrativas, egresados y administrativo de la Universidad Señor de Sipán.

CAPITULO III

RESULTADOS

3. RESULTADOS

3.1. Caja negra de variables

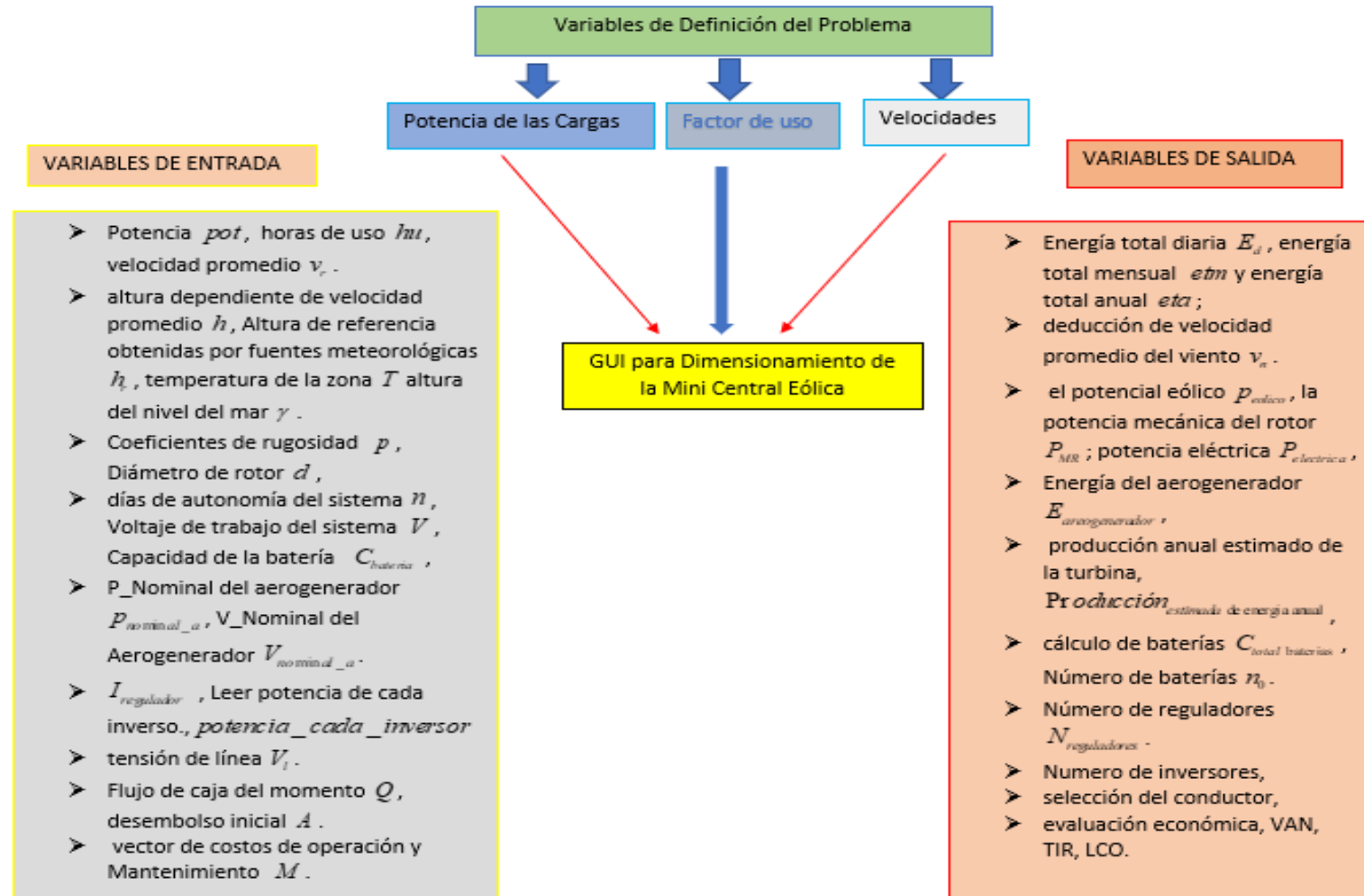


Figura 7. Caja negra para Interfaz Gráfica de Usuario (GUI)

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1. Algoritmo de diseño de la Mini central Eólica

Este algoritmo Diseñar una Minicentral Eólica usando una Interfaz de Programación.

Entrada: Potencia pot , horas de uso hu , velocidad promedio v_r , altura dependiente de velocidad promedio h , altura de referencia obtenidas por fuentes meteorológicas h_r , coeficientes de rugosidad p , diámetro de rotor d , días de autonomía del sistema n , Voltaje de trabajo del sistema V , Capacidad de la batería $C_{bateria}$, P_Nominal del aerogenerador $p_{nominal_a}$, V_Nominal del Aerogenerador $V_{nominal_a}$, $I_{regulador}$, Leer potencia de cada inversor., $potencia_cada_inversor$, tensión de línea V_l , Flujo de caja del momento Q , desembolso inicial A , vector de costos de operación y Mantenimiento M , altura del nivel del mar γ , temperatura de la zona T

Salida: Energía total diaria E_d , energía total mensual etm y energía total anual eta ; deducción de velocidad promedio del viento v_n ; el potencial eólico p_{eolico} , la potencia mecánica del rotor P_{MR} ; potencia eléctrica $P_{electrica}$, Energía del aerogenerador $E_{aerogenerador}$, producción anual estimado de la turbina $Producción_{estimada}$ de energía anual, potencia de turbina $potencia_{turbina}$, cálculo de baterías C_{total} baterías, Número de baterías n_0 , Número de reguladores $N_{reguladores}$,

Paso 1. Leer la potencia máxima pot

Paso 2. Leer la cantidad de horas de uso hu

Paso 3. Sea la energía total diaria $E_d = pot(hu)$

Paso 4. Energía total mensual $etm = E_d(30)$

Paso 5. Energía total anual $eta = etm(12)$

Paso 6. Imprimir (E_d)

Paso 7. Imprimir (etm)

Paso 8. Imprimir (eta)

Paso 9. Leer el archivo Excel y guardar en A

Paso 10. De la matriz A extraer la columna de las velocidades y guardar en v

Paso 11. velocidad promedio $v_r = \frac{\sum_i^n v_i}{n}$

Paso 12. Imprimir(v_r)

Paso 13. Leer la altura dependiente de velocidad promedio h

Paso 14. Leer la altura de referencia obtenidas por fuentes meteorológicas h_r

Paso 15. Leer el coeficiente de rugosidad definido en la table p

Paso 16. Deducción de velocidad promedio del viento a una altura $V_n = v_r \left(\frac{h}{h_r} \right)^p$

Paso 17. Imprimir(v_n)

%Deducción para la selección del aerogenerador esperado.

Paso 18. Leer la altura del nivel del mar γ

Paso 19. Sea P_0 la presión atmosférica normalizada $P_0 = 1013.25$

Paso 20. Constante de altura $\alpha = 0.116$

Paso 21. Sea P la presión barométrica $P = P_0 e^{\alpha \gamma}$

Paso 22. Imprimir(P)

%Cálculo de la densidad de la zona

Paso 23. Leer la temperatura de la zona T

Paso 24. Sea la densidad del aire $\rho = 1.225 \text{ kg} / \text{m}^3$

Paso 25. Densidad en la zona $\rho_{zona} = \frac{\rho(288.15)P}{T(1013.3)}$

Paso 26. Imprimir(ρ)

%Cálculo de la potencia Eólico

Paso 27. Leer diámetro de rotor *Diametro*

Paso 28. Sea el área del barrido del rotor $A = \frac{\pi \text{Diametro}^2}{4}$

Paso 29. Sea el potencial eólico $\text{potencial}_{eolico} = \frac{1}{2} \rho_{zona} A V_n^3$

Paso 30. Imprimir(A)

Paso 31. Imprimir($\text{potencial}_{eolico}$)

%Gráfica de la velocidad vs potencia Eólico

Paso 32. Graficar (v, P_{eolico})

Resultados.

Paso 33. Sea coeficiente de potencia $c_p = 0.59$

Paso 34. Sea potencia mecánica del rotor $P_{MR} = c_p \text{Potencial}_{eolico}$

Paso 35. Rendimiento del sistema mecánico $R_{sm} = 0.95$

Paso 36. Potencia eléctrica $P_{electrica} = P_{MR} (R_{sm})$

Paso 37. Leer horas de trabajo H_t

Paso 38. Rendimiento del sistema eléctrico $R_{se} = 0.95$

Paso 39. Energía del aerogenerador $E_{\text{aerogenerador}} = P_{\text{eléctrica}} H_i R_{se}$

Paso 40. Sea la producción de energía anual estimada por la turbina

Paso 41. $N_{\text{días_anuales}} = 365$

Paso 42. Producción estimada de energía anual $= E_{\text{aerogenerador}} (N_{\text{días_anuales}})$

% cálculo de baterías

Paso 43. Leer días de autonomía del sistema n

Paso 44. Leer Voltaje de trabajo del sistema V

Paso 45. Profundidad de descarga $P_{\text{descarga}} = 0.7$

Paso 46. Sea el Cálculo de baterías $C_{\text{total Baterías}} = \frac{E_d n}{VP_{\text{descarga}}}$

Paso 47. Leer Capacidad de la batería $C_{\text{batería}}$

Paso 48. Número de baterías $n_0 = \frac{C_{\text{total Baterías}}}{C_{\text{baterías}}}$

% cálculo de reguladores

Paso 49. Leer P Nominal del aerogenerador p_{nominal_a}

Paso 50. Leer V_Nominal del Aerogenerador V_{nominal_a}

Paso 51. Corriente nominal del aerogenerador (A) $i_{NA} = \frac{p_{\text{nominal}_a}}{V_{\text{nominal}_a}}$

Paso 52. Factor de seguridad del regulador $F_{\text{seguridad del regulador}} = 1.25$

Paso 53. I salida de regulador $i_{\text{salida_regulador}} = i_{NA} F_{\text{seguridad del regulador}}$

Paso 54. Leer $I_{\text{regulador}}$

Paso 55. Número de reguladores $= \frac{I_{\text{regulador}}}{i_{\text{salida_regulador}}}$

% cálculo del inversor

Paso 56. Potencia del inversor $Pot_{\text{inversor}} = 1.2 p_{\text{nominal}_a}$

Paso 57. Leer potencia de cada inversor. $potencia_cada_inversor$

Paso 58. Número de inversores $N_{\text{inversores}} = \frac{Pot_{\text{inversor}}}{potencia_cada_inversor}$

% Cálculo del conductor

Paso 59. Factor de potencia $\cos \phi = 1$

Paso 60. Leer tensión de línea V_l

Paso 61. Selección de conductor $I = \frac{p_{\text{nominal}_a}}{\sqrt{3} V_l \cos \phi}$

%cálculo del VAN, TIR, LCOE

- Paso 62.** Leer el vector del flujo del momento Q
- Paso 63.** Leer el vector de costos de operación y Mantenimiento M
- Paso 64.** Rentabilidad Mínima que le Exigimos a la inversión $i = 12\%$
- Paso 65.** Sea $m = \text{tamaño del } Q$
- Paso 66.** Sea $VAN = -A$
- Paso 67.** Para $j = 1, 2, 3, \dots, m$
- Paso 68.** Hacer $VAN = VAN + \frac{Q_j}{(1+i)^j}$
- Paso 69.** Fin_Para
- Paso 70.** Si $VAN > 0$
- Paso 71.** Imprimir (Viable)
- Paso 72.** Sino
- Paso 73.** Imprimir (No viable)
- Paso 74.** Fin_Si
- Paso 75.** Sea $Num = 0$;
- Paso 76.** Sea $Dem = 0$;
- Paso 77.** Sea $n_1 = \text{tamaño del } M$
- Paso 78.** Para $t = 1, 2, 3, \dots, n_1$
- Paso 79.** Hacer $Num = Num + \frac{A + M_t}{(A+i)^t}$
- Paso 80.** Hacer $Dem = Dem + \frac{E_d}{(A+i)^t}$
- Paso 81.** Fin_Para
- Paso 82.** Sea $LCOE = \frac{Num}{Dem}$

3.2. Listado de Fórmulas para la Programación de la GUI del Dimensionamiento de la Minicentral Eólica.

Se exhiben unos formularios manejados para todos los valores calculados para la GUI por ende son necesarias para el para el dimensionamiento de la Minicentral Eólica.

3.2.1. Potencia Máxima

$$P_{MAX} = \sum_{n=0}^i P_i$$

Donde:

P_{MAX} =Potencia máxima del procedimiento a compensar (W)

i =Cifra de Equipos

3.2.2. Energía Total del Sistema Diario

En cual se muestra la fórmula anterior por un factor de uso diario.

$$E_{diaria} = \sum_{n=0}^i P_i * f_{uso}$$

3.2.3. Energía Total del Sistema Mensual

Esta fórmula expresa por la formula anterior por los días de trabajo al mes.

$$E_{mensual} = E_{diaria} * DTM$$

3.2.4. Energía Total del Sistema Mensual

En este caso es la Energía mensual por la cifra de meses en un año.

$$E_{Anual} = E_{mensual} * 12 \text{ meses}$$

3.2.5. Dedución de velocidad Promedio del viento

Ley Exponencial de Hellman se aplica para calcular las velocidades en una altura obtenida ya sea por extracción de dato meteorológicos para calcular a una altura dada con un valor de coeficiente de rugosidad que depende del tipo de zona (Querebalu Santisteban, 2019).

$$V_n = V_r \left(\frac{h}{h_r} \right)^p$$

V =Velocidad del Viento a “n” metros, obtenida por fuentes meteorológicas.

h_n =Altura del aerogenerador

h_r =Atura de referencia “n” metros, obtenida por fuentes meteorológicas.

p =Exponente de perfil del viento o coeficiente de rugosidad

Tabla 4. Coeficiente de Rugosidad.

Tipo de Terreno	Coeficiente	
Liso (mar, arena, nieve)	0.1	0.13
Moderadamente Rugoso (hierba, trigo)	0.13	0.2
Rugoso (bosques, barrios)	0.2	0.27
Lugares accidentados y lluviosos	0.28	0.4

Fuente: Mapa eólico Perú.

3.2.6. Deducción para la selección del aerogenerador

Para esta sección es necesario echar de ver la potencia proyectada por ende es viable calcular la densidad del aire, la velocidad del viento a la altura de la góndola, y la constante de empuje (C_p) (Querebalu Santisteban, 2019).

3.2.7. Deducción de la presión Barométrica.

$$P = P_0 e^{-\alpha \gamma}$$

P : Presión barométrica (mbar)

P_0 : Presión atmosférica normalizada (mbar)

γ : Altura sobre el nivel del mar (km)

α : Constante igual a 0.116 km

donde la altura sobre el nivel del mar depende de la altura de torre.

3.2.8. Cálculo de la Densidad de la zona

$$\rho_{en\ la\ zona} = \rho * \frac{288.15}{T} * \frac{P}{1013.3}$$

ρ : densidad del aire

P: Presión barométrica (mbar)

T: temperatura (K)

Hacemos la conversión de Grados centígrados a Kelvin, pero esto sería para la evaluación de distintas temperaturas.

3.2.9. Deducción de la Potencia Eólico

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

A: Area de barrido del rotor (m²)

d: diametro del rotor (m)

Entonces el Potencial Eólico según formula

$$P_{eolico} = \frac{1}{2} * \rho * v^2 * v * A = \frac{1}{2} * \rho * A * v^3$$

P_d =Potencial Eólico Útil

ρ =Desidad del aire

A=Area de Barrido

v=Velocidad promedio.

3.2.10. Deducción de la Potencia Mecánica del Rotor ($P_{M.R}$)

Coficiente de potencia (Cp.)

$$P_{M.R} = C_p * P_{eolico}$$

$P_{M.R}$: potencia mecanica del rotor

Cp: coeficiente de potencia 0.59 (para generacion de electricidad)

P_{eolico} : Potencial eolica (W)

3.2.11. Deducción de la Potencia Eléctrica

$$P_{electrica} = P_{M.R} * R_{sistema\ mecanico}$$

$P_{electrica}$: Potencia electrica (W)

$P_{M.R}$: potencia mecanica del rotor

R_{sm} : rendimiento del sistema mecanico 0.95

3.2.12. Deducción de la Energía del Aerogenerador

$$E_{AEROGENERADOR} = P_{electrica} * H_t * R_{se}$$

$P_{electrica}$: potencia electrica (W)

H_t : horas de trabajo (horas)

R_{se} : rendimiento del sistema electrico (0.95)

3.2.13. Producción de energía anual estimada por la turbina (PEEA)

$$Produccion_{estimada\ de\ ener.\ anual} = E_{AEROGENERADOR} * N_{dias\ anuales}$$

3.2.14. Cálculo de Baterías

La mayor parte del sistema de acumulación muestra su conexión de celdas conectadas en serie, por lo que el voltaje suma un valor estándar, como 12 voltios, 24 voltios y 48 voltios (Querebalu Santisteban, 2019).

Capacidad Total de Baterías

$$C_{total\ Baterias} = \frac{E_d * n}{V * P_{descarga}}$$

Donde:

$C_{total\ Baterias}$: Capacidad total del banco de baterías.

n: Días de autonomía del sistema.

$P_{descarga}$: Profundidad de descarga.

V: Voltaje de trabajo del sistema.

3.2.15. Numero de Baterías

$$n^{\circ} = \frac{C_{total\ bateria}}{C_{bateria}}$$

$C_{total\ bateria}$: Capacidad total de la batería.

$C_{bateria}$: Capacidad de la batería

3.2.16. Numero de Reguladores

$$N_{reguladores} = \frac{I_{regulador}}{i_{salida\ regulador}}$$

$$i_{salida\ regulador} = i_{NA} * F_{Seguridad\ del\ regulador}$$

$$i_{NA} = \frac{P_{Nominal\ del\ aerogenerador}}{V_{Nominal\ del\ Aerogenerador}}$$

F_{sr} : Factor de seguridad del regulador 1.25

i_{NA} : Corriente nominal del aerogenerador (A)

P_{NA} : Potencia nominal del aerogenerador (W)

V_{NA} : Voltaje nominal del aerogenerador (V)

3.2.17. Numero de Inversores

La selección del inversor debe ser 1.2 veces más que la potencia máxima instalada.

$$P_{inversor} = 1.2 * POT_{max}$$

Para el número de inversores se tendrá la siguiente ecuación que es el cociente de potencia del inversor y potencia de cada inversor.

$$N_{\text{inversores}} = \frac{P_{\text{inversor}}}{\text{Potencia de cada inversor}}$$

3.2.18. Selección de Conductor

Para el cálculo de la corriente del sistema aplicaremos la ecuación.

$$I = \frac{KW}{\sqrt{3} * V * \cos \phi}$$

Donde KW: Potencia Activa (KW)

V: Tensión de Línea (kV)

Cos ϕ : Factor de Potencia =1

Tabla 5: Datos de ingreso a la GUI para la selección del conductor. Fuente: INDECO

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm2)								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPEJOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE	
mm2		mm	m m	mm	mm	Kg/Km	AIRE A	DUCTO A
3	7	66	192	8	35	32	37	27
4	7	84	244	8	41	47	45	34
6	7	102	298	8	46	67	61	44
10	7	133	399	11	62	117	88	62
16	7	169	467	15	77	186	124	85
25	7	213	588	15	89	278	158	107
35	7	251	692	15	10	375	197	135
50	19	177	815	20	123	520	245	160
70	19	213	978	20	139	724	307	203
95	19	251	1155	20	157	981	375	242
120	37	202	1300	24	18	1245	437	279
150	37	224	1441	24	194	1508	501	318
185	37	251	1616	24	211	1866	586	361
240	37	287	1851	24	235	2416	654	406
300	37	322	2073	28	265	3041	767	462
400	61	284	2351	28	293	3846	908	541
500	61	321	2657	28	323	4862	1037	603

3.3. Evaluación Económica.

3.3.1. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es un procedimiento de estimación de inversiones en la que partimos de la rentabilidad mínima que queremos obtener (i) y después calcularemos el valor real de los flujos de caja (diferencia entre cobros y pagos) de la operación. Si es mayor que el desembolso inicial la inversión es viable. La Inversión se considera viable cuando su VAN es mayor que cero.

Si el VAN es menor que cero la inversión sería no favorable.

$$VAN = -A + \sum_{s=1}^n \frac{Q_s}{(1+i)^s}$$

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+i)^1} + \frac{Q_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+i)^n}$$

A = desembolso inicial

Q_s = Flujo de caja del momento

N = Número de años que dura la inversión

i = Rentabilidad Mínima que le Exigimos a la inversión

3.3.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

El TIR es aquella tasa de deducción para la cual el valor actualizado de los beneficios y costos del proyecto resulta igual a cero. Se define también como aquel factor de actualización tal como “ r ” para la cual el valor actual neto resulta igual a cero.

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+i)^1} + \frac{Q_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+i)^n}$$

3.4. Costo Teórico de Generar Energía Eléctrica.

Para el costo teórico se calcula mediante la siguiente fórmula hay que tener en cuenta la inversión inicial, los costos de mantenimiento, la tasa de descuento.

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

t=Vida del Sistema

i=inversión Inicial

Mt: Costos de Operación y Mantenimiento

E: Energía generada durante la vida del sistema

r: Tasa de descuento

3.5. Diseño del algoritmo de trabajo para el funcionamiento del programa.

El algoritmo de trabajo será presentado entonces como un diagrama de flujo general de cómo deberá funcionar el dimensionamiento de la minicentral eólica mediante algoritmo genérico de trabajo

Se muestra por el diagrama de flujo el algoritmo de trabajo.

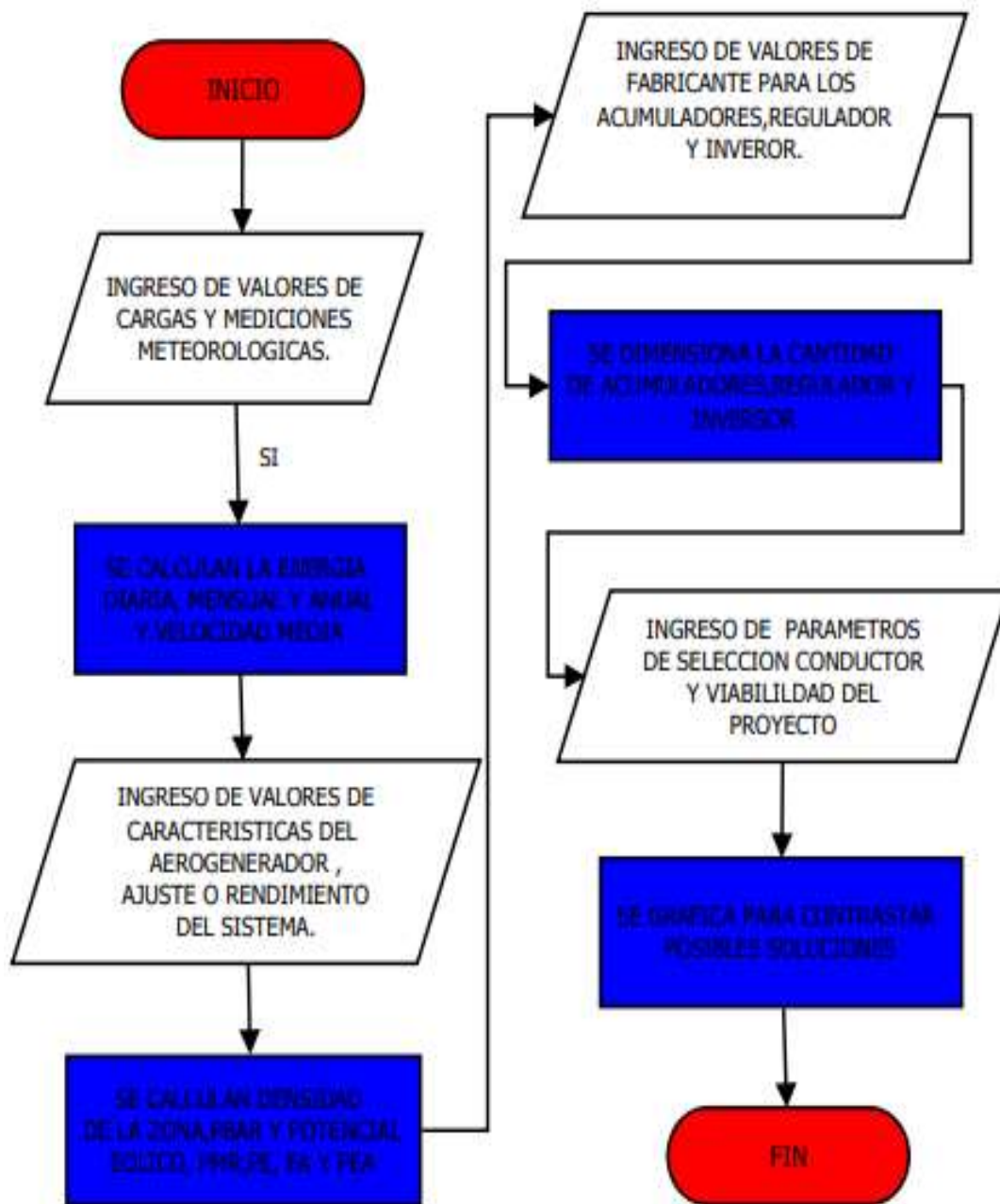


Figura 8. Diagrama de flujo general para la minicentral eólica

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Diseño de la Interfaz GUI mediante la herramienta GUIDE de Matlab

La elección del software de programación es Matlab 2019R a través del comando Guide nos muestra este permite la creación de entornos gráficos llamados “Guides” la interfaz gráfica de usuario permite al usuario con la habilidad de usar un programa sin tener que preocuparse sobre los comandos para ejecutar.

El lenguaje de Matlab soporta las sistematizaciones vectoriales y matriciales que son principales para dificultades en industria y científicos. Esto aprueba un progreso y realización rápida. Acepta programar y tender algoritmos velozmente que, con los lenguajes de programación tradicionales, porque no requiere desplegar tareas administrativas de bajo nivel, como declarar variables, detallar tipos de antecedentes y retener memoria (Gámez Pérez, 2015).

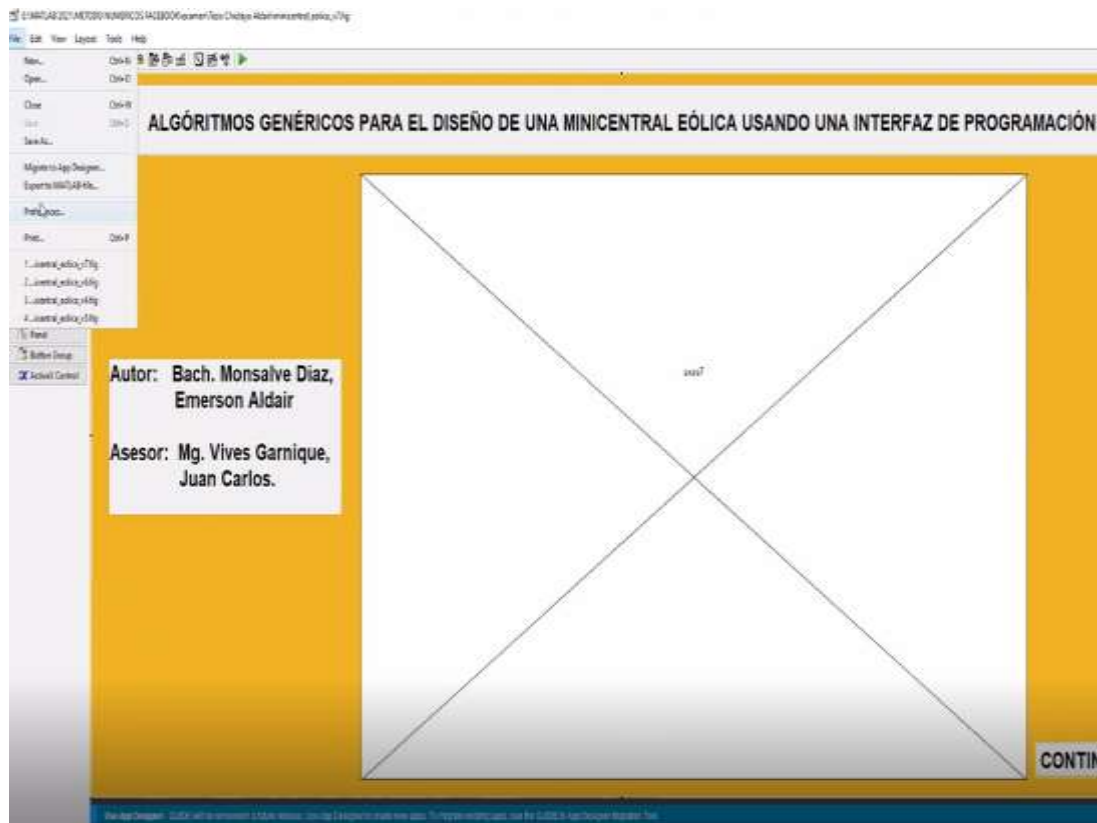


Figura 9: Editor de Interfaz Gráfica de Usuario: Fuente Elaboración Propia.

3.6.1. Versión de la Pantalla I

Para el progreso de la GUI colaborador se recapacitó en la sistematización de diferentes ventanas, un total de dos, las cuales se le tituló con el nombre: “Algoritmos Genéricos para el Diseño de una Minicentral eólica Usando una Interfaz de Programación” y se componen como sigue a continuación:

- Portada GUI Dimensionamiento del mini sistema Eólico: es la ventana de presentación en donde se encuentra la indagación del tesista y se puede dar inicio de la aplicación. En esta solo se dispusieron 1 botón, para inicio o salida de la aplicación como se muestra el prototipo a continuación:

- Para la realización de la portada se utilizó Panel, dos Editores de texto (Edit. Text)

y un Botón (Push Button) y 1 Axes para leer figura Uss_mini_central eólica.

- Al Ejecutar continuar nos mostrara la versión de la pantalla 2 donde se detalla en la siguiente ITEM.



Figura 10:Portada GUI para el dimensionamiento del Minicentral Eólica. Fuente: Elaboración Propia

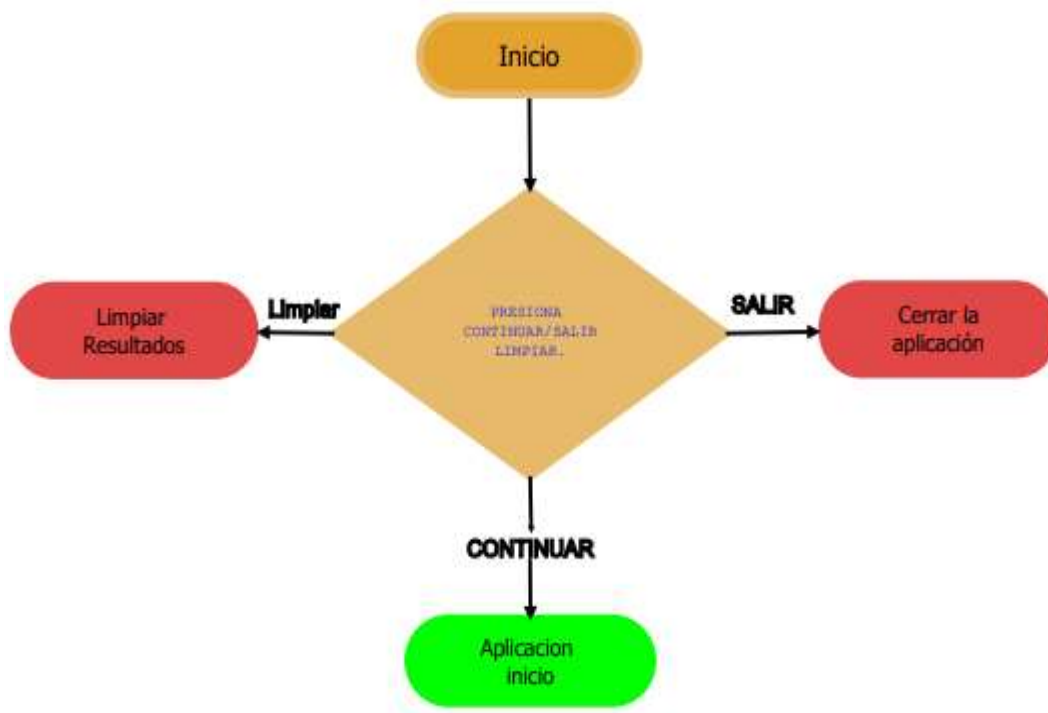


Figura 11: Diagrama de Flujo del Aplicativo ventana I. Fuente. Elaboración Propia.

3.6.2. Versión de la Pantalla II

En la segunda versión del programa, mostrada en la Figura 12, se simplificaron los gráficos: ya no existen dos diferentes áreas de gráficos sino solo una en la cual el usuario puede elegir el que desea visualizar mediante un conjunto de Push-Button (Botones de cálculos), entre las elecciones se localizan 12 Paneles y 3 axes, detallamos:

- Primer Panel (Título Energía): Donde calcula a través de dos ingresos por teclado que es potencia (pot) y horas de uso (hu) y tres salidas Energía total diaria (etd), mensual(etm), anual(eta).
- Segundo Panel (Título Velocidad promedio en la zona): Donde hay que leer un vector de flujo de velocidades en Excel que se puede modificar datos de acuerdo a las mediciones meteorológicas de la zona y en salida tenemos la velocidad Promedio (Vr) que está dada en (m/s).

- Tercer Panel (Titulo Ley Exponencial de Hellman): Hay que ingresar por teclado, lo que detalla en el panel, la altura que se desea conocer ($h=m$) que depende de la altura del rotor, la altura que se midió (h_r). Y el coeficiente de rugosidad en la tabla 4.

- Cuarto Panel (Titulo Deducción para la selección del aerogenerador). Depende de un Ingreso por teclado o variable de ingreso que es la Altura del nivel del mar ($r=Km$) y salida la Presión Barométrica donde detalla en fórmulas matemáticas utilizadas en la GUI o también en algoritmo de diseño.

- Quinto Panel (Titulo Calculo densidad de la Zona). Donde tenemos un ingreso por teclado que la temperatura de la zona (k°) que depende de la densidad del aire normalizada y salida se muestra en la GUI.

- Sexto Panel (Titulo Calculo de Potencial Eolico). Depende de un ingreso por teclado que es el diámetro del rotor y salidas tenemos el área de barrido y el P-eolico.

- séptimo Panel (Grafica Velocidad vs P-eolico). Muestra el grafico de las velocidades y el potencial eolico donde a mayor velocidad es mayor la potencia.

- Octavo Panel (Titulo Resultados). Donde hay un ingreso por teclado horas de trabajo para el cálculo de energía del aerogenerador de acuerdo a las horas que la turbina trabaja.

- Noveno Panel (Titulo Calculo de Baterías): Donde los ingresos por teclado dependen la ficha técnica o características como días de autonomía del sistema, la capacidad de batería que está en amperio-hora y el voltaje de trabajo del sistema.

- Decimo Panel (Titulo Calculo de reguladores). Depende de tres ingresos por teclado que detalla en la GUI.

- Onceavo Panel (Titulo Calculo Inversor): Depende de la Potencia de inversor seleccionado.

- Doceavo Panel (Titulo Calculo de conductor): para el cálculo del conductor hay que considerar la tensión de línea ya sea monofásico o trifásico y para la selección se ingresó a la GUI la tabla para seleccionar el conductor de acuerdo a la corriente del sistema.

- Panel (Evaluación Económica): Depende de la inversión inicial del proyecto y un vector de flujo del momento que se detalla en Excel y los costos de operación y mantenimiento.



Figura 12: Version II del Dimensionamiento de la Mini central Eólica. Fuente: Propia

- **Dimensionamiento del Sistema Eólico GUI:** es la ventana inicial de la GUI, en esta el usuario ingresa los valores que definen la potencia y horas uso, con los valores de potencia y uso diario de cada carga y los niveles promedio de velocidad del lugar. De esta forma, los datos a asociarse son: o Cargas a satisfacer (cantidad, tipo, potencia y horas de uso diario) o velocidad mensual (m/s). La distribución gráfica de la ventana se muestra a continuación:

3.6.3. Algoritmo de trabajo para el Aplicativo del Dimensionamiento de la Mini central Eólica.

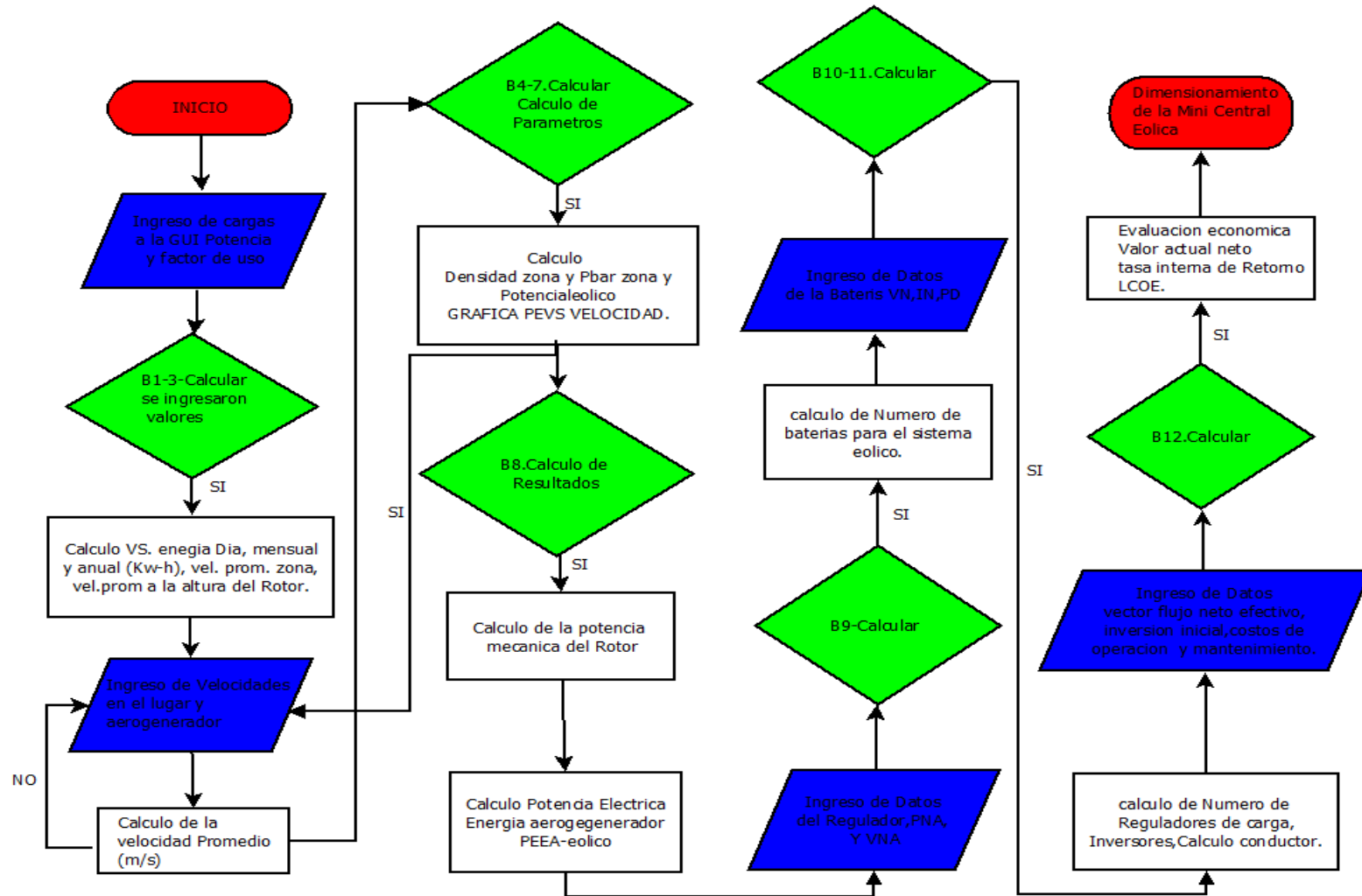


Figura 13: Algoritmo de Trabajo del aplicativo ventana II. Fuente Elaboración Propia.

3.7. Validación de Resultados.

Para la ejecución de Interfaz se logró tomar parámetros de entrada por lo analizaremos en el proyecto de investigación “Dimensionamiento de una Minicentral eólica para abastecer energía eléctrica el molino de yeso de Fernando Tuñoque del Distrito de Mórrope (2019)”. Lo cual se utilizará los datos para así validar en la GUI y comprobar los datos obtenidos de acuerdo a sus referencias.

Con los datos detallados en la tabla 6. La carga del sistema a simular en lo que se aplicara en el aplicativo para desarrollar el DMCE (Dimensionamiento de la Mini central eólica) por lo que este proyecto con la data mostrada que muestra en sus cálculos y resultados se realizara un comparativo con sus datos de entrada y se ejecutara en la GUIDE que se muestra en la figura 12.

Donde se detalla los siguientes datos.

Tabla 6: Carga del sistema a simular. (Querebalú Santisteban, 2019)

Carga	Cantidad	Potencia	Horas de Trabajo
Motor Perkins	1	108 kW	8 horas

Al ingresar los datos de carga obtendremos los resultados que se muestran en la siguiente tabla 7.

Tabla 7: Resultados de Variables de Salida en la GUI y tesis Referencia.

Variable de Salida	Simbología GUI	GUI calculado	Tesis Referencia.
Energía Total Diaria	(etd)	864 kW. h	864 kW. h
Energía Total Mensual	(etm)	17280kW. h/dias	17280kW. h/dias
Energía Total Anual	(eta)	207360kWh/año	207360kWh/año

Los resultados obtenidos en tabla 7. Como variables de salida tenemos la Demanda diaria, mensual y anual por medio de ingreso de cargas su cantidad y factor de huso.

Los valores de velocidades promedio en la zona a una altura medible a 3 metros según Mapa Eólico del Perú ingresados a la GUI.

Tabla 8: Velocidades Promedio en la Zona

Hora	Velocidad de viento (m/s)
0:00	3.10
1:00	3.15
2:00	3.15
3:00	3.22
4:00	3.32
5:00	4.01
6:00	4.06
7:00	4.16
8:00	4.28
9:00	4.30
10:00	4.33
11:00	4.25
12:00	4.80
13:00	4.95
14:00	5.10
15:00	5.12
16:00	5.18
17:00	5.02
18:00	5.10
19:00	5.18
20:00	5.25
21:00	5.30
22:00	5.25
23:00	6.22

Vector data en excel para utilizar en GUI para el ejecución del aplicativo. Del cual decidieron utilizar para el diseño de la Minicentral eólica. En el caso de la GUI se utilizarán los valores de velocidades promedios en el lugar de emplazamiento, presentados en la tabla 8.

En el cual la tabla 8. Muestra las velocidades promedio en la zona que se ingresara a la GUI por medio de un vector detallado y con el cálculo de ley exponencial de Hellman encontraremos la velocidad promedio a la altura del rotor en este caso se utilizó a 18 metros de altura de la góndola, por ende, en la tabla 11 se detalla los resultados ejecutados en la GUI.

Tabla 9: Parámetros para el cálculo de velocidades promedio.

Variables de Entrada	Simbología GUI	Valor
Altura A la que se proyecta (h)	h	18 m
Altura medible (hr)	Hr	3 m
Coeficiente de rugosidad (p)	p	0.25
De acuerdo a Zona Identificada.		

Tabla 10. Datos del Aerogenerador.

Características	Datos
Modelo	Vestas V15
Potencia Nominal	23.1 kw
Voltaje Nominal	400 vac
Diámetro del Aspa	15
Diámetro del rotor	176.0 m ²
Altura del buje	18-22 m
Velocidad viento	4 m/s
Velocidad máxima	35 m/s
Velocidad Punta	42 m/s

Tabla 11: Resultados de la simulación de Velocidad promedio.

Variable de Salida	Simbología GUI	GUI calculado	Tesis Referencia.
Velocidad Promedio a 3 metros.	Vr	4.492 m/s	4.49 m/s
Velocidad Promedio a la altura del aerogenerador a 18 metros.	Vn	7.030 m/s	7.02 m/s

Los resultados detallados en la tabla 11. Muestra en la ejecución de la GUI y la referencia puede verse que son idénticas.

Tabla 12: Parámetros de Entrada en Interfaz Grafical Usuari (GUI).

Parámetros de Entrada	Simbología GUI	Valor
Densidad del aire	ρ	1.225 kg/m ³
Presión barométrica normalizada	P_0	1013.25 mbar
Coefficiente de Rugosidad	p	0.25
Altura del Nivel del mar (Km)	r	0.034 km
Temperatura de la Zona (Kelvin)	T	295.75 k°
Diámetro del rotor	d	15 m
Horas de trabajo del aerogenerador	ht	17 horas

En la tabla 12. La densidad de aire y presión barométrica son datos normalizados, la temperatura del lugar es 26 °C a convertidos a Kelvin 295.75 K°, y la altura de la zona a 34 m.s.n.m. convertidos a Km.

Tabla 13: Resultados Obtenidos mediante la GUI. Elaboración propia

Variable de Salida	Simbología GUI	GUI calculado	Tesis Referencia.
P. Barométrica en la zona	Pb	1017.254	1017.2 m/s
Densidad de la Zona	P_zona	1.198 kg/m ³	1.198 kg/m ³
Área de Barrido	A	176.715 m ²	117 m ²
Potencial Eólico	P_eolico	36778,989 watts	24245.10 watts

Al ingresar los datos detallados en la tabla 12. Al calcular la presión barométrica de zona depende de la temperatura y la altura del nivel del mar en (Km).

Al calcular la presión barométrica se procederá a calcular la densidad de la zona que depende de un coeficiente de rugosidad en este caso terreno llano 0.25.

Tabla 14: Parámetros en la GUI.

PARAMETROS	SIMBOLOGIA GUI	VALOR
Rendimiento del sistema Mecánico	Rsm	0.95
Rendimiento del sistema Eléctrico	Rse	0.95
Coefficiente de Potencia	Cp	0.59

En la tabla 14. Muestra datos definidos en el aplicativo donde se está considerando el 95 % en el rendimiento de trabajo ya sea mecánico y eléctrico y un coeficiente de potencia de 0.59.

Tabla 15: Datos de Entrada para el Dimensionamiento. (Querebalú Santisteban, 2019)

Variables de Entrada para baterías	Simbología GUI	Valor
Días de Autonomía del sistema	n	2
Voltaje de trabajo del sistema	V	48 V
Capacidad de la Batería	Cb	1500 Ah
Variables de Entrada para el regulador		Valor
Potencia Nominal Aerogenerador	Pna	23101.12 watts
Voltaje Nominal Aerogenerador	Vna	400 voltios
Corriente del Regulador	IR	80
Variables de Entrada Inversor		...
Potencia de Cada Inversor	PCI	30 kW
Variables de Entrada Para el Cálculo del Conductor		
Tensión de la Línea	VI	380 V

Variables de Entrada Para		Valor
Evaluación Económica		
Inversión Inicial	A	264106.01
Vector de flujo del momento	Q	Data en Excel.
Vector Costos de operación y mantenimientos	M	Data en Excel.

Finalmente los datos de ingreso para el dimensionamiento de minicentral eólica se calculan los valores, entre los que están número de batería, reguladores, inversor y cálculo del conductor y para finalizar la evaluación económica que se detallaran la ejecución de la GUI en la figura 16 y 17 y en la tabla 17 y 18 se denotara los resultados obtenidos.



Figura 14: Gráfica Velocidad vs Potencial Eólico: Fuente. Elaboración Propia.

En la gráfica de la figura 14 muestra las velocidades (m/s) Vs el potencial eólico (kW) donde detalla que a mayor velocidad el potencial eólico aumenta.

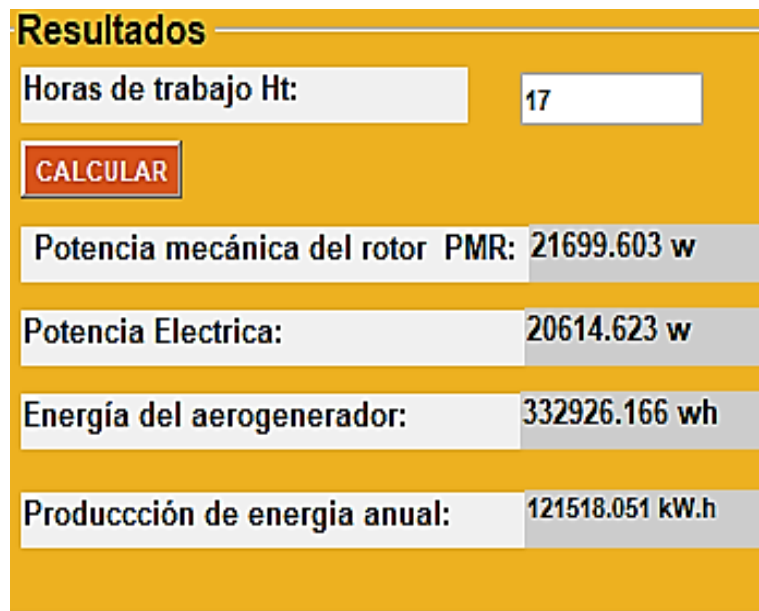


Figura 15: Panel de Resultados GUI. Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 15. Denotamos el panel ejecutado en la GUI donde se detallará en la tabla 16 los resultados obtenidos en la GUI y la tesis referencia. Donde la interfaz tomara para leer horas de trabajo para así obtener la energía del aerogenerador (W.h)

Tabla 16: Resultados Calculados. Fuente: Propia

Variables de Salida	Símbolo GUI	GUI Calculado	Tesis Referencia
Potencia Mecánica Rotor	PMR	21699.603 Watts	14304.61 watts
Potencia Eléctrica	P_electrica	20614.623 Watts	13589.38 Watts
Energía del aerogenerador	E_Aerogenerador	332926.166 W.h	219468.48 Wh
Producción energía anual del aerogenerador	PEA	121518.051 kW. Hora/año	80105.99 kW.h/año

En la tabla 16. muestra los resultados ejecutados en la GUI como la potencia mecánica del rotor que depende del cálculo del potencial eólico asimismo la potencia eléctrica.

Cálculo de baterías	
Días de autonomía del sistema n:	2
Voltaje del trabajo del sistema V:	48
Capacidad de la batería C _{batería} :	1500
CALCULAR	
Capacidad total de las baterías	51428.571
Número de baterías	34
Cálculo de reguladores	
P nominal del aerogenerador	23101.12
V Nominal del aerogenerador	400
Corriente del regulador	80
CALCULAR	
Corriente nominal del aerogenerador	57.753 A
I salida de regulador	72.191 A
Número de reguladores	1

Figura 16: Panel de cálculo de Batería y Regulador Simulación GUI. Fuente: Propia

En la figura 16 muestra el panel ejecutable con los datos de ingreso por teclado los días de autonomía del sistema en el caso del proyecto a simular se le considera dos días, el voltaje de trabajo del sistema 48 voltios y la capacidad de la batería que esta dado de acuerdo a su ficha técnica, en amperios- hora, seguido el cálculo del regulador tenemos como ingreso la potencia nominal del aerogenerador (Watts) el Voltaje nominal (Voltios) y la corriente del regulador como variable de salida tenemos la corriente nominal del aerogenerador, la corriente de salida del regulador y el número de reguladores a utilizar en el sistema donde detalla tabla 17.

Calculo del Inversor

Potencia de cada inversor :

CALCULAR

Potencia del inversor 28876.400 w

Número de inversores 0.962547

Calculo de conductor

Tension de línea Vt

CALCULAR

Corriente de Sistema 164.089 A

Calibre Conductor 70.000 mm²

Figura 17: Paneles de cálculo de Inversor y Selección de Conductor Simulación GUI. Fuente: Propio

En la figura 17 muestra los resultados cálculo del inversor y la selección del conductor como ingreso por teclado la potencia de cada inversor ya salida tenemos la potencia del inversor y el número de inversores y para el conductor tenemos un ingreso por teclado que es la tensión de línea como ingreso que lo detalla en la tabla 15 y salida muestra la corriente del sistema (Amperios) y el calibre del conductor seleccionado.

Tabla 17: Calculo del Dimensionamiento en la GUI Fuente: Elaboración Propia

Variables de Salida	Símbolo GUI	GUI Calculado	Tesis Referencia
Numero de Baterías	Nb	34	34
Numero de reguladores	Nr	1	1
Numero de Inversores	Ni	1	1
Selección del conductor	Is	70 mm ²

En la Tabla 17. Muestra los resultados obtenidos en la GUI y la tesis de referencia en las figuras 16 y 17 detalla los paneles ejecutables en la GUI donde el número de batería, reguladores e inversores los resultados son iguales en el caso del cálculo de selección de conductor donde el resultado es la corriente del sistema 164.089 Amperios donde la GUI selecciona el calibre a utilizar de 70 mm² de sección.

Calculo de VAN, TIR y LCEO	
Inversión inicial	264106.9
Vector de flujo del momento	LEER FLUJO
Vector de costos de operación y Mantenimiento	LEER COSTOS
CALCULAR	
VAN	128275
TIR	Viable
LCOE	0.309496

Figura 18: Panel de Cálculo de viabilidad Simulación GUI. Fuente. Propio.

En la figura 18 muestra el panel ejecutable en la GUI donde se denotarán los resultados de salida como el valor actual neto, la tasa interna y el costo de energía como dato de ingreso de teclado tenemos la inversión inicial del proyecto y el vector de flujo del momento y el vector de costos de operación y mantenimiento que muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18: Tabla Evaluación Económica en la GUI. Fuente. Propia

VARIABLES DE SALIDA			
de Evaluación Económica	Símbolo GUI	GUI Calculado	Tesis Referencia
Valor actual Neto	VAN	128275 soles	149075 soles
Tasa Interna de Retorno	TIR	Viable	19%
Costo teórico de generar Energía eléctrica	LCOE	0.3094

En la tabla 18. Muestra la evaluación económica donde la GUI lee los costos de operación y mantenimiento y el vector de flujo de Momento que se ingresan en Excel y la inversión inicial del proyecto por ende el van nos muestra un valor positivo y el TIR con una respuesta de viabilidad del proyecto y el costo teórico de generar energía eléctrica con un resultado mostrado en la tabla.

3.8. Discusión de Resultados

El principal objetivo de la interfaz gráfica de usuario (GUI) es el dimensionamiento de la mini central Eólica que reconoce el tipo de aerogeneradores utilizar de acuerdo a la velocidad promedio en la zona y la densidad y por ello su potencial eólico en la zona que depende de la y la energía consumida por las cargas verifica el número de baterías, regulador e inversor, selección del conductor y evaluación económica dicho resultados esta provechoso ya que la GUI permite obtener resultados favorables.

Otros objetivos que analiza GUI es el dimensionamiento de un mini sistema eólico de bajas Potencias a través del procesamiento de datos y el número de acumuladores (N°), para los resultados satisfactorios luego de ingresar valor la GUI, responde con celeridad al ingresar datos que mayor influencia tiene en la GUI como potencia, horas de uso ,leer tabla de Excel para calcular velocidad promedio de la zona, en el caso potencia nominal aerogenerador, Voltaje nominal, Capacidad de la batería, Voltaje del sistema y la corriente del regulador que nos permite obtener los resultados de cantidad de acumuladores, reguladores e inversores y selección del calibre de conductor.

La GUI sigue un algoritmo de trabajo al ejecutar el programa a través del script, se van revelando los resultados que normalmente se exteriorizan en la ventana WorkSpace, es exponer, la consola de Linux reemplaza a la ventana de comandos del MATLAB.

Observaciones el caso de cálculo de VAN en la tesis referencia tomado como datos una tasa de descuento del 8% y en la aplicación de la GUI esta como fijo del 12 % por lo que se genera este tipo de cambio de resultado en Valor actual neto (VAN) como también en el costo teórico de generar energía eléctrica el LCOE.

También se denota que el número de baterías (N°), el número de reguladores (N_r) y el de Inversor (N_i) con la tesis referencial se generados coinciden valores, pero en el caso de Área de barrido hay una gran diferencia de porcentaje de cálculo ya que en tesis referencial esta 117 m^2 y en la GUI el resultado es 176 m^2 ya que eso genera que los demás cálculos con potencial Eólico, Potencia mecánica del rotor, Potencia eléctrica y energía generada por el aerogenerador varia en gran medida.

Por otro lado, en la gráfica de velocidad y potencial eólico representa data ordenada por lo que logra que los demás resultados ejecuten sin ningún problema.

Finalmente, para la ejecución del Evaluación económica donde las variables de entrada como la inversión inicial, el vector de flujo de momento que esta dado por la depreciación del flujo de ingreso y el flujo de egresos, y el vector de costos y operación y mantenimiento esta dado por los gastos estipulados ya sea de mantenimiento o mano de obra en la parte técnica.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES

4.1. Conclusiones

Para el perfeccionamiento de algoritmo de trabajo de la GUI se tuvo que analizar la parte de formulación del problema y la parte de fórmulas matemáticas y con el progreso de las variables de ingreso influyen que el Dimensionamiento de la mini central Eólica, nos muestra como resultados la densidad de la zona a una altura determinada y la obtención de baterías, reguladores, inversores, selección de conductor, referente a sus fichas técnicas.

Con el Progreso de ejecución de la GUI mostrada en el capítulo anterior fue indispensable identificar las formulaciones matemáticas que influyen en el avance del dimensionamiento de la mini central eólico, y hay una opción que es el botón calcular con datos predefinidos que se puede cambiar las variables de entrada y se puede ejecutar con los datos modificados.

Aprovechar el recurso eólico recurso con la (GUI-Interface Grafica Usuario) este programa será factible para facilitar por medio de cálculos matemáticos para así mejorar la mejor calidad socioeconómico y social de las personas.

Se puede deducir que al comprobar resultados de la GUI con la tesis referencia en la parte calculó de energía Diaria, mensual y anual los resultados son iguales ya que se puede modificar la GUI en el lector de códigos al ingresar otros valores, por parte en el caso de la deducción velocidad promedio depende de las velocidades en la zona que se ingresa como un vector.

Se puede concluir que para los casos de densidad de la zona y las velocidades promedios va variar porque al ingresar unas estadísticas de un lugar o caso de estudio por lo general de mayor altura de nivel del mar cambiará el resultado de la densidad seria mayor y todos los resultados en la GUI se modificarían.

Se puede concluir que a través de la eficaz programación en que el usuario pueda incorporar los datos correspondientes de las variables climatológicas tener en cuenta las velocidades en diferentes zonas ya que son contradictorios ya que dependen de la altura.

Hay que concluir para el manejo de la Interfaz gráfica de usuario (GUI) para el manejo hay que tener conocimiento del entorno del dimensionamiento de Minicentral Eólica y de la secuencia de programación ya que si es posible que se pueda cambiar datos y se puede asimilar en otros cálculos de ingreso de variables.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda a las investigaciones futuras

- Se recomienda a investigaciones que lograr hacer una interfaz gráfica de usuario (GUI) para dimensionar potencias altas o sistemas eólicos conectados a la red eléctrica u sistemas híbridos.
- Se recomienda a investigaciones futuras realizar una comparación de Mini centrales eólicas con sistemas fotovoltaicas y hacer una evaluación económica cual es más viable para ejecutar, de acuerdo a su valor actual neto (VAN), Tasa interna de Retorno (TIR), y costo teórico de generar energía eléctrica LCOE.
- Se recomienda en futuras investigaciones realizar una interfaz gráfica de usuario mediante algoritmos de trabajo para una central eólica ya que tiene diferentes parámetros de entrada y salida por el mayor potencial.
- Finalmente se recomienda a investigadores contrastar graficas de rosas de vientos, distribuciones de Weibull y del potencial aprovechable de la turbina vs velocidades de acuerdo a sus mediciones meteorológicas.

REFERENCIAS

- Tafur Gutiérrez, J. C. (2019). "Diseño de una central eólica en el C.P. la Montaña – Cajamarca, para suministrar de energía eléctrica al SEIN dentro del programa de subastas de energías renovables". (*Tesis de Título*). Universidad Cesar vallejo, Chiclayo, Perú.
- Abella Castillo, C. G. (14 de Junio de 2014). *Prezi.com*. Obtenido de Prezi.com:
https://prezi.com/bcc39o_ixzbg/lenguajes-genericos-o-algoritmo-generico/
- Aliaga Zegarra, A., Estrada Crisanto, C. H., & Arellana Ramírez, C. (2015). Estudio del Comportamiento de Recurso Eólico para Caracterizar la Generación de Energía con Generadores Eólicos de Eje Horizontal en la Region Piura. *Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente*, 12.
- Andina.pe. (Lunes de Junio de 2016). *Destacan potencial de Lambayeque para implementar centrales eólicas*. Obtenido de Destacan potencial de Lambayeque para implementar centrales eólicas: <https://andina.pe/agencia/noticia-destacan-potencial-lambayeque-para-implementar-centrales-eolicas-617784.aspx>
- Carta Gonzáles, J. A., Calero Pérez, R., Colmenar Santos, A., & Castro Gil, M. A. (2009). *Centrales de energías renovables*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Chachapoya Veloz, C. A. (2011). Estudio Técnico Económico para el Suministro de Electricidad de baja Potencia, a través de Energía Eólica. (*Tesis de Grado*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Chehoury, A. (2018). Optimización de estructuras de palas de aerogeneradores mediante algoritmo genético. (*Tesis Doctoral*). Universidad de Quebec en Chicoutimi, Canada.
- Conrado Moreno, F. (2019). *Fundamentos de la Energía Eólica*. Obtenido de Fundamentos de la Energía Eólica: <https://es.scribd.com/doc/56656119/Fundamentos-de-La-Energia-Eolica-1>
- Copyright. (2012). *Plantas eólicas*. Barcelona: ABB.
- Delta Volt SAC. (Julio de 2017). *deltavolt.pe*. Obtenido de [deltavolt.pe](https://deltavolt.pe/sitemap): <https://deltavolt.pe/sitemap>
- Gámez Pérez, I. (2015). Análisis energético de la operación de redes hidráulicas. *Ciencia & Futuro*, 18.

- González Rial, G., & Neftalí Barreto, M. (2018). Estudio y Planificación de un Parque Eólico. (*Tesis de Grado en Ingeniería Eléctrica Industrial y Automática*). Universidad de la Laguna, Islas Canarias, España.
- Lamorú Reyes, A., Osorio Laurencio, L., & Pérez Sandó, J. R. (Abril de 2015). GUI de MATLAB para la evaluación del potencial eólico en sistemas operativos basados en GNU/Linux. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15.
- Lata García, J. C. (2019). Mejoras al Dimensionamiento Óptimo de Sistemas Híbridos con Energías Renovables. (*Tesis Doctoral*). Universidad de Jaén, Jaén, Perú.
- Mejía Vasquez, O. (2019). Algoritmos Genéricos para el Diseño de una Minicentral Eléctrica Solar utilizando una Interfaz de Programación. (*Tesis de Título de Ingeniero Mecánico Eléctrico*). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- Michetti, M., Monzo, E., Inchausti, E., & Tunessi., J. (20 de septiembre de 2018). *decu3.com.ar*. Obtenido de *decu3.com.ar*: <https://decu3.com.ar/regimen-de-fomento-a-la-generacion-distribuida-de-energia-renovable-integrada-a-la-red-electrica-publica/>
- Payán Sánchez, H. (2018). Diseño e Implementación de la Interfaz de Potencia de un sistema de Generación Eólico. (*Tesis de Maestría*). Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín.
- Perez Llontop, K. W. (2018). Sistema de Generación Eólica para Electricación Fundo San Carlos Empresa Agroindustrial Arato Perú S.A. (*Tesis de Grado*). Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, Lambayeque, Perú.
- Querebalú Santisteban, F. M. (2019). "Dimensionamiento de una Mini central Eólica para Abastecer Energía Eléctrica el Molino de Yeso de Fernando Tuñuque del Distrito de Morrope". *Grado de Título*. Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
- Quiñonez Choquecota, J., Huanca Callata, E., & Holguino Huarza, A. (2019). "Caracterización del recurso eólico en la ciudad de Juliaca". *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 12.
- Tahani, M., Sokhansefat, T., Rahmani, K., & Ahmadi, P. (29 de Junio de 2014). Diseño aerodinámico óptimo de palas de turbinas eólicas mediante algoritmo genético. *Equipos y sistemas de energía*, 10.

Valenzuela, C. (17 de Julio de 2018). *Se inaugura en Ica el parque de energía eólica más grande del Perú*. Obtenido de Perú21: <https://peru21.pe/economia/inaugura-ica-parque-energia-eolica-grande-peru-415156-noticia/>

ANEXOS

VI-ANEXOS

ANEXO 1. Ficha de análisis y revisión bibliográfica

Nº	Origen		Año	Autores	Institución o Journal		Tema que aborda	Problema que enfrentó	¿Que se hizo?	¿Cómo se hizo?	¿Qué resultados obtuvo?	Conclusiones relevantes
	(País)				páginas donde está el paper	(universidad,IEEE,A CM,etc)				(El método que uso	(Hallázgos concretos)	
										Y las técnicas que uso)		
1	COLOMBIA	2018	K.MOLINA, D.ORTEAGA, M.MARTINEZ, W.PINTO, HERNANDEZ.O.A, GONZALES-ESTRADA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	MODELADO DE LA ITERACION FLUIDO ESTRUCTURA (FSI) PARA EL DISEÑO DE UNA TURBINA EOLICA HAWT	Analizar el impacto de la variación geométrica de los perfiles de una turbina eólica HAWT, por medio de la interacción fluido estructura, utilizando el método BEM.	Desarrollo de un álabe con perfiles optimizados. También se comparan los resultados con una turbina Nordex N120.	Se realiza una comparación de los esfuerzos y desplazamientos debidos a las variaciones entre el perfil diseñado y el perfil seleccionado,	Obtuvo el torque necesario para la validación del álabe optimizado y los desplazamientos y esfuerzos sobre este.	Un modelo de simulación numérica de la interacción fluido estructura del álabe y el campo de flujo.		
2	ESPAÑA	2019	Aguilar, R.M., Torres, J.M., Martín, C.A	Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial	Aprendizaje Automatico en la Identificación de Sistemas. Un Caso de Estudio en la Predicción de la Generación Eléctrica de un Parque Eólico	Determinar la generación de energía de un campo eólico.	Se propone darle valor a los datos recogidos sobre un proceso utilizandolos para la identificación del mismo mediante el empleo de algoritmos de aprendizaje automático. En concreto, se describe el desarrollo de un proyecto de determinación del modelo predictivo de un sistema, a partir de algoritmos de aprendizaje automático supervisado, usando como ejemplo el problema de determinar la generación de energía de un campo eólico.	Numpy: que permite trabajar de forma eficiente con datos en vectores y matrices. Matplotlib: para crear graficos. Pandas: ofrece herramientas y estructuras para acceder, organizar y analizar los datos.	En este trabajo se proponen algoritmos de aprendizaje automatico supervisado como mecanismos de identificación de sistemas complejos, cuando se dispone de una gran cantidad de datos del comportamiento del proceso. Para ello se describen los pasos a dar en cualquier proyecto de este tipo y se estudian distintos algoritmos.	Su aplicación se realiza al modelado de la predicción de la generación de un campo eólico.		
3	ARGENTINA	2018	Daniela E. Díaz, Victor H. Lombardo, Facundo Alvarez, Gastón Albizuri, Ezequiel Martí	Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa. Univ. Tecnológica Nacional Facultad Regional Rosario	Algoritmos Genéticos: Enriquecimiento de Terrenos Llanos Mediante el Uso de Energía Eólica	Las exigencias del cuidado al medioambiente, el crecimiento demográfico y las demandas de los mercados, están requiriendo la construcción de fuentes de generación de energías no convencionales.	El trabajo pretende obtener una distribución eficiente de los aerogeneradores dentro de granjas eólicas para optimizar el uso de la energía capturada.	Desarrollo e implementación del modelo matemático para un parque eólico.	Si observamos la curva de potencia del Gamesa G47, con vientos entre los 13 y los 25 m/s, el aerogenerador producirá su máxima potencia (660KW)	En este trabajo hemos presentado un nuevo algoritmo para resolver el problema de las configuraciones óptimas de aerogeneradores en granjas eólicas		
4	MEXICO	2013	MARCO ANTONIO ROBERTO BORJA DÍAZ	TENDENCIA TECNOLOGÍA	ENERGÍA EÓLICA	A finales de 2012, la capacidad eóelctrica instalada en el mundo acumula cerca de 260000 MW.en Mexico, en solo seis años pasamos a tener menos de 2 MW.	Retos de tecnología actual.	Incrementar la confiabilidad,la disponibilidad, reducir los costos y mantenimiento,lograr a interconexión amigable y alcanzar de manera efectiva su manera util de diseño.	Los fabricantes de aerogeneradores buscan lograr equilibrio competitivo.	En términos generales se puede decir que la tecnología eolelectrica ha alcanzado cierto grado de madurez,pero todavía hay mucho trabajo para hacer para hacer suficientemente confiable.		
5	MEXICO	2013	BERNARDO FIGUEROA-ESPINOZA Y PAULO SALLES	Universidad Nacional Autónoma de México	Sobre el potencial de energía eólica en el noroeste de la península de Yucatán en México	Evaluar el potencial de energía eólica en el noroeste de la península de Yucatán	Se descubrió que la función de densidad de probabilidad de velocidad del viento era bimodal debido a la brisa de la tierra, una característica que se vuelve menos evidente a medida que la distancia vertical a El suelo aumenta	La distinción entre estos dos regímenes de viento se utilizó para ajustar la curva Weibull-Weibull utilizando un criterio lineal de mínimos cuadrados en los parámetros.	Caracterizar los recursos eólicos utilizando herramientas estadísticas como la función de distribución de probabilidad de la velocidad del viento.	La densidad de energía eólica en Sisal, ubicada en el noroeste de la península de Yucatán en el Golfo de México, se estimó a partir de un experimento de mástil meteorológico.		
6	CHILE	2018	Miguel Lopez, Jean-Claude Vannier, Daniel Sadarnac	Asociacion Chilienne de Contrôle Automatique.	SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA EÓLICA CONTROL Y DISEÑO	Se examinan los elementos en común y diferencias de las diversas propuestas existentes,ventajas y desventajas, su potencial y lo que se puede esperar de sus tendencias en el mediano y largo plazo.	Sistemas de potencia rurales o aislados, donde la conexión a la red pública es difícil o muy costosa.	CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN EÓLICA -Turbinas Eólicas de Eje Horizontal (HAWT)	la velocidad del viento alcanza un umbral vcut-in. Esto depende de diversos factores según las estructuras de conversión empleadas.	la instalación de grandes parques offshore y la fabricación de máquinas cada vez más grandes, distintos proyectos de investigación que abarcan todos los aspectos relevantes de la tecnología eólica se están llevando a cabo.		
7	ESPAÑA	2004	Cayetano Espejo Marín	Departamento de Geografía Física, Humana y Análisis Regional Universidad de Murcia	ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA.	Las características del sector eólico español.	El desarrollo tecnológico y la utilización progresiva de las energías renovables	Diferentes tipos de parques eólicos,su localización,su medio ambiente y su evolución de energía eólica.	Incentivar lasenergías limpias. Según la Asociación de Energías Renovables, con frecuencia se afirma que estas energías son muy caras para descalificarlas como opción energética.	La implantación de parques eólicos en áreas rurales con escaso desarrollo economico supone una gran fuente de ingresos para los municipios.		

4	MEXICO	2013	MARCO ANTONIO ROBERTO BORJA DÍAZ	TENDENCIA TECNOLÓGICA	ENERGÍA EÓLICA	A finales de 2012, la capacidad eólectrica instalada en el mundo acumula cerca de 26000 MW.en Mexico, en solo seis años pasamos a tener menos de 2 MW.	Retos de tecnología actual.	Incrementar la confiabilidad,la disponibilidad, reducir los costos y mantenimiento, lograr a interconexión amigable y alcanzar de manera efectiva su manera útil de diseño.	Los fabricantes de aerogeneradores buscan lograr equilibrio competitivo.	En términos generales se puede decir que la tecnología eólectrica ha alcanzado cierto grado de madurez, pero todavía hay mucho trabajo para hacer para hacer suficientemente confiable.
5	MEXICO	2013	BERNARDO FIGUEROA-ESPINOZA Y PAULO SALLES	Universidad Nacional Autónoma de México	Sobre el potencial de energía eólica en el noroeste de la península de Yucatán en México	Evaluar el potencial de energía eólica en el noroeste de la península de Yucatán	Se descubrió que la función de densidad de probabilidad de velocidad del viento era bimodal debido a la brisa de la tierra, una característica que se vuelve menos evidente a medida que la distancia vertical a El suelo aumenta	La distinción entre estos dos regímenes de viento se utilizó para ajustar la curva Weibull-Weibull utilizando un criterio lineal de mínimos cuadrados en los parámetros.	Caracterizar los recursos eólicos utilizando herramientas estadísticas como la función de distribución de probabilidad de la velocidad del viento.	La densidad de energía eólica en Sisal, ubicada en el noroeste de la península de Yucatán en el Golfo de México, se estimó a partir de un experimento de mástil meteorológico.
6	CHILE	2018	Miguel Lopez, Jean-Claude Vannier, Daniel Sadarnac	Asociación Chilienne de Contrôle Automatique.	SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA EÓLICA CONTROL Y DISEÑO	Se examinan los elementos en común y diferencias de las diversas propuestas existentes, ventajas y desventajas, su potencial y lo que se puede esperar de sus tendencias en el mediano y largo plazo.	Sistemas de potencia rurales o aislados, donde la conexión a la red pública es difícil o muy costosa.	CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN EÓLICA -Turbinas Eólicas de Eje Horizontal (HAWT)	la velocidad del viento alcanza un umbral v_{cut} . in. Esto depende de diversos factores según las estructuras de conversión empleadas.	la instalación de grandes parques offshore y la fabricación de máquinas cada vez más grandes, distintos proyectos de investigación que abarcan todos los aspectos relevantes de la tecnología eólica se están llevando a cabo.
7	ESPAÑA	2004	Cayetano Espejo Marín	Departamento de Geografía Física, Humana y Análisis Regional Universidad de Murcia	ENERGÍA EÓLICA EN ESPAÑA.	Las características del sector eólico español.	El desarrollo tecnológico y la utilización progresiva de las energías renovables	Diferentes tipos de parques eólicos, su localización, su medio ambiente y su evolución de energía eólica.	Incentivar las energías limpias. Según la Asociación de Energías Renovables, con frecuencia se afirma que estas energías son muy caras para descalificarlas como opción energética.	La implantación de parques eólicos en áreas rurales con escaso desarrollo económico supone una gran fuente de ingresos para los municipios.
8	ESPAÑA	2019	Pablo García, M ^a Soraya	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES	POTENCIAL EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS EÓLICOS EN CASTILLA Y LEÓN	Construir un nuevo parque eólico en Castronorte (Valladolid).	Se analizará si dicho municipio es apropiado para albergar la nueva construcción a través del estudio del potencial eólico de la zona.	Las ventajas e inconvenientes que caracterizan a este tipo de energía renovable. Finalmente, se analizarán los diferentes sistemas de acumulación de la energía eólica existentes actualmente.	De forma experimental la energía que se puede extraer de un aerogenerador en función de sus dimensiones y se comprobará que los resultados en ambos casos, son similares.	Se comprobó que la zona de los Montes Torozos, más concretamente, el municipio de Castronorte, es un buen territorio para la construcción de un parque eólico.
9	ESPAÑA	2008	JOSE CASTRO MORA.	UNIVERSIDAD DE SEVILLA.	Optimización Global de Parques Eólicos Mediante Algoritmos Evolutivos.	El problema de la optimización Global del parque Eólico, el emplazamiento individual de las turbinas y el diseño y configuración de la red eléctrica del parque.	Se considero 3 factores para instalar un parque eólico: Disponibilidad del viento, Disponibilidad y acceso a la red de transporte y distribución de energía eléctrica y Disponibilidad y acceso al terreno.	Útilo digramas para sacar coste total de la línea de alta tensión, cálculo de coste de la red eléctrica del parque y también una representación esquemática del parque eólico.	Se utilizó 3 sub apartados: Capacidad de algoritmo, Análisis de Sensibilidad,	Se planteo algoritmos evolutivos para la optimización de parque eólico que permite superar las carencias y limitaciones.
10	ISLAS CANARIAS	2018	Gabriel González Rial Y Nefthali Barreto Martín	UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN DE UN PARQUE EÓLICO	El proyecto que analizará a continuación es un estudio de viabilidad de un parque eólico, cerca de una ciudad, en el noreste de Fuerteventura, una de las Islas Canarias.	Se calculó la fuerza del viento, las turbinas que podemos usar en una futura granja, y la selección final entre ellos.	Un estudio de la ubicación, un análisis del viento en esa zona a diferentes alturas, estudio de sus impactos en la zona donde queríamos instalar el parque eólico.	El parque eólico tendrá una potencia total instalada de 2.3 MW, formado por un aerogenerador de la marca Enercon con 2300 kW de potencia nominal, además de un centro de transformación.	Canarias posee 56 parques eólicos que abastecen de energía limpia las islas, aunque Fuerteventura, lugar donde procedemos a realizar nuestro trabajo, cuenta con únicamente 4 recintos, a pesar del viento persistente en esta localización.
11	PERÚ	2018	PEREZ LLONTOP KEVIN WILLIAMS.	UNIVERSIDAD PEDRO RUIZ GALLO	SISTEMA DE GENERACIÓN EÓLICA PARA ELECTRIFICACIÓN FUNDO SAN CARLOS EMPRESA AGROINDUSTRIAL ARATO PERU S.A	Abastecer de energía eléctrica al Fundo San Carlos de manera constante, confiable y óptima el total de su demanda, realizando el análisis y diseño de un Sistema de Generación Eólica.	Calculó de la máxima demanda, establecer cuadros específicos de la Central Eólica como la velocidad promedio del viento, dimensionar y seleccionar los aerogeneradores, dimensionar y seleccionar los transformadores de potencia, celda de llegada, celda salida y protección, dimensionar la línea de media tensión, realizar el presupuesto de obra y su respectivo análisis financiero.	Se utilizó métodos cualitativos y cuantitativos, a través de recolección de datos se analizó el problema.	calculó la máxima demanda obteniendo un resultado de 3MW, la velocidad promedio del viento es 11.829m/s; procediéndose con el dimensionamiento y seleccionándose 3 aerogeneradores V112 de 3.3MW.	Se realizó el análisis y diseño para la ejecución de un sistema de generación eólica para electrificar el fundo San Carlos de Propiedad de la Empresa Arato Perú S.A.

Tabla 19. Ficha y Análisis de Bibliografía.

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 2. Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)



CÓDIGO DE ETICA DEL CIP

**APROBADO EN LA III SESIÓN ORDINARIA DEL CONGRESO NACIONAL DE CONSEJOS
DEPARTAMENTALES DEL PERÍODO 1998 - 1999
EN LA CIUDAD DE TACNA 22, 23 Y 24 ABRIL 1999**

ANEXO 3. Código de Ética de Investigación de la USS



www.uss.edu.pe

CÓDIGO DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA USS

VERSIÓN 03

RATIFICADO POR ACUERDO DE CONSEJO UNIVERSITARIO CON RESOLUCIÓN
RECTORAL N° 0851-2017/USS

CHICLAYO - PERÚ

Versión: 03	Código: VRI-CE	F. Implementación:	Página 1 de 29
Elaborado por: Dirección de Investigación	Revisado por: Planificación y Desarrollo Institucional – Asesoría Legal	Ratificado con Resolución Rectoral N° 0851- 2017/USS	

ANEXO 4. Código de programación Ventana GUI_MINI CENTRAL EOLICA.

```
function varargout = minicentral_eolica_v9(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @minicentral_eolica_v9_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @minicentral_eolica_v9_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                  'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State,
varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

function minicentral_eolica_v9_OpeningFcn(hObject, eventdata,
handles, varargin)
handles.output = hObject;
set(handles.axes7, 'xtick', [ ])
set(handles.axes7, 'ytick', [ ])
nombre0='Uss_Min Central_Eolica.png';
A0=imread(fullfile(pwd,nombre0));
axes(handles.axes7)
imshow(A0)

nombre1='coeficiente de rugosidad1.PNG';
A1=imread(fullfile(pwd,nombre1));
axes(handles.axes1)
imshow(A1)

nombre2='PARQUE EOLICO.png';
A2=imread(fullfile(pwd,nombre2));
axes(handles.axes4)
imshow(A2)

archivo='CALIBRE CONDUCTOR.xlsx';
name=fullfile(pwd,archivo);
A=xlsread(name,1);
```

```

        C=A(:, [1 end]);    % Paso 10
        handles.C=C;

%set(handles.uipanel5,'visible','off')
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes minicentral_eolica_v9 wait for user response
(see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

function varargout = minicentral_eolica_v9_OutputFcn(hObject,
eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;

%Calculo de Energia total diaria
function Pot_Callback(hObject, eventdata, handles)
function Hu_Callback(hObject, eventdata, handles)
function calcular_Ed_Callback(hObject, eventdata, handles)
pot=str2double(get(handles.Pot,'String'));    % Paso 1
if isnan(pot)
    errordlg('Faltan ingresar datos','Error');
else
    hu=str2double(get(handles.Hu,'String')) ;    % Paso 2
    Ed=pot*hu;    %Paso 3
    etm=Ed*30;    %Paso 4
    eta=etm*12;    % Paso 5
    set(handles.text4,'string',[num2str(Ed),' Kw.h']);    % Paso
6
    set(handles.text6,'string',[num2str(etm),' Kw.h/dia']);    %
Paso 7
    set(handles.text9,'string',[num2str(eta),' Kw.h/año']);    %
Paso 8
    handles.Ed=Ed;
    handles.pot=pot;
    guidata(hObject, handles);
end

function leer_data_excel_Callback(hObject, eventdata, handles)
[archivo,ruta]=uigetfile('*.xlsx','ABRIR ARCHIVO');    % Paso 9
if archivo==0
    return;
else
    name=fullfile(ruta,archivo);

```

```

    A=xlsread(name,1);
    v=A(:,2);    % Paso 10
    handles.v=v;
    handles.A=A;
    guidata(hObject, handles);
end

function calcular_vr_Callback(hObject, eventdata, handles)
    v=handles.v;
    vr=sum(v)/length(v);    % Paso 11
    vr1=sprintf('%6.3f',vr);
    set(handles.text25,'string',[ vr1, ' m/s']);    % Paso 12
    handles.vr=vr;
    guidata(hObject, handles);

function leer_h_Callback(hObject, eventdata, handles)
function leer_hr_Callback(hObject, eventdata, handles)
function leer_rugosidad_Callback(hObject, eventdata, handles)
function calcular_Vn_Callback(hObject, eventdata, handles)
vr=handles.vr;
h=str2double(get(handles.leer_h,'String'));    % Paso 13
hr=str2double(get(handles.leer_hr,'String'));    % Paso 14
p= str2double(get(handles.leer_rugosidad,'String'));    % Paso
15
Vn=vr*(h/hr)^p;    % Paso 16
Vn1=sprintf('%6.3f',Vn);
    set(handles.text33,'string',[ Vn1, ' m/s']);    % Paso 17
    handles.Vn=Vn;
    guidata(hObject, handles);

function leer_r_Callback(hObject, eventdata, handles)
function cacular_P_Callback(hObject, eventdata, handles)
r=str2double(get(handles.leer_r,'String'));% Paso 18
P0=1013.25;    % Paso 19
alfa=0.116;    % Paso 20
P=P0*exp(alfa*r);    % Paso 21
P1=sprintf('%6.3f',P);
set(handles.text41,'string',[ P1, ' mbar']);    % Paso 22
handles.P=P;
guidata(hObject, handles);

function leer_temperatura_Callback(hObject, eventdata, handles)
function calcular_temperatura_Callback(hObject, eventdata,
handles)

```

```

T=str2double(get(handles.leer_temperatura,'String')) ; %Paso
23
rho=1.225; % Paso 24
P=handles.P;
densidad_de_la_zona=(rho*288.15*P)/(T*1013.3); % Paso 25
rho_zona=sprintf('%6.3f',densidad_de_la_zona);
set(handles.text57,'string',[ rho_zona,' kg/m^3']); % Paso 26
handles.densidad_de_la_zona=densidad_de_la_zona;
guidata(hObject, handles);

```

```

function leer_diametro_Callback(hObject, eventdata, handles)
function calcular_potencial_eolico_Callback(hObject, eventdata,
handles)
densidad_de_la_zona=handles.densidad_de_la_zona;
Vn=handles.Vn;
Diametro=str2double(get(handles.leer_diametro,'String'));
%paso 27
A=pi*Diametro^2/4; % Paso 28
Potencial_eolico=0.5*densidad_de_la_zona*A*Vn^3; %Paso 29
A1=sprintf('%6.3f',A);
set(handles.text65,'string',[ A1,' m^2']); % Paso 30
Potencial_eolico1=sprintf('%6.3f',Potencial_eolico);
set(handles.text68,'string',[ Potencial_eolico1,' w']); % Paso
31
handles.Potencial_eolico=Potencial_eolico;
guidata(hObject, handles);

```

```

function graficar_potencial_Callback(hObject, eventdata,
handles)
A=handles.A;
axes(handles.axes2)
plot(A(:,2), A(:,3));
xlabel('Velocidad')
ylabel('potencial eolico')
grid on

```

```

function leer_ht_Callback(hObject, eventdata, handles)
function calcular_resultados_Callback(hObject, eventdata,
handles)
Potencial_eolico=handles.Potencial_eolico;
Ht=str2double(get(handles.leer_ht,'String')) ; %Paso 33

```

```

cp=0.59;    %Paso 34    coeficiente de potencia
PMR=cp*Potencial_eolico;    %Paso 35
PMR1=sprintf('%6.3f',PMR);
set(handles.text80,'string',[ PMR1, ' w']);    % Paso 36
Rsm=0.95;    % Paso 37

P_electrica=PMR*Rsm;    %Paso 38
P_electrical=sprintf('%6.3f',P_electrica);
set(handles.text86,'string',[ P_electrical, ' w']);    % Paso 39

Rse=0.95;    % Paso 40
E_aerogenerador=P_electrica*Ht*Rse;%Paso 41
E_aerogenerador1=sprintf('%6.3f',E_aerogenerador);
set(handles.text88,'string',[ E_aerogenerador1, ' wh']);    % Paso
42

N_dias_anual=365;    %Paso 43
Produccion_estimada_de_energia_anual=E_aerogenerador*N_dias_anu
al/1000;    %Paso 44
Produccion_estimada_de_energia_anual1=sprintf('%6.3f',Produccio
n_estimada_de_energia_anual);
set(handles.text90,'string',[
Produccion_estimada_de_energia_anual1, ' kW.h']);    % Paso 45

function leer_n_Callback(hObject, eventdata, handles)
function leer_V_Callback(hObject, eventdata, handles)
function leer_cbateria_Callback(hObject, eventdata, handles)
function calcular_baterias_Callback(hObject, eventdata,
handles)
Ed=handles.Ed;
n=str2double(get(handles.leer_n,'String'));    %Paso 46
V=str2double(get(handles.leer_V,'String'));    %Paso 47
Pdescarga=0.7;    % Paso 48
C_total_baterias=(Ed*1000*n)/(V*Pdescarga);    %Paso 49
C_total_baterias1=sprintf('%6.3f',C_total_baterias);
set(handles.text91,'string',[ C_total_baterias1])    % Paso 50
Cbateria=str2double(get(handles.leer_cbateria,'String'));
%Paso 51
n0=C_total_baterias/Cbateria; %Paso 52
set(handles.text96,'string',round(n0));    % Paso 53

function Leer_P_nominal_Callback(hObject, eventdata, handles)
function Leer_V_nominal_Callback(hObject, eventdata, handles)

```



```

function Leer_I_regulador_Callback(hObject, eventdata, handles)
function calcular_reguladores_Callback(hObject, eventdata,
handles)
P_nominal=str2double(get(handles.Leer_P_nominal,'String'));
%Paso 54
V_nominal=str2double(get(handles.Leer_V_nominal,'String'));
%Paso 55
iNA=P_nominal/V_nominal; %Paso 56
iNA1=sprintf('%6.3f',iNA);
set(handles.text100,'string',[ iNA1,' A']); % Paso 57

F_seguridad_de_regulador=1.25; %Paso 58
I_salida_regulador=iNA*F_seguridad_de_regulador;
I_salida_regulador1=sprintf('%6.3f',I_salida_regulador); % Paso
59
set(handles.text105,'string',[ I_salida_regulador1,' A']); %
Paso 60

I_regulador=str2double(get(handles.Leer_I_regulador,'String'));
%Paso 61
Nr=I_regulador/I_salida_regulador; %Paso 62
set(handles.text107,'string', round(Nr)); % Paso 63

handles.P_nominal=P_nominal;
guidata(hObject, handles);

function leer_potencia_cada_inversor_Callback(hObject,
eventdata, handles)
function calcular_inversor_Callback(hObject, eventdata,
handles)
P_nominal=handles.P_nominal;
Pot_inversor=1.25*P_nominal; %Paso 64
Pot_inversor1=sprintf('%6.3f',Pot_inversor);
set(handles.text109,'string',[ Pot_inversor1,' w']); % Paso 65
potencia_cada_inversor=str2double(get(handles.leer_potencia_cad
a_inversor,'String')); %Paso 66
N_inversores=Pot_inversor/potencia_cada_inversor; %Paso 67
set(handles.text112,'string',N_inversores); % Paso 68

function leer_tension_de_linea_Callback(hObject, eventdata,
handles)
function calcular_conductor_Callback(hObject, eventdata,
handles)
C=handles.C;

```

```

pot=handles.pot;
cosfhi=1;%Paso 69
Vl=str2double(get(handles.leer_tension_de_linea,'String'));
%Paso 70
I_sistema=pot*(1000)/(sqrt(3)*Vl*cosfhi);%Paso 71
I_sistema1=sprintf('%6.3f',I_sistema);
set(handles.text116,'string',[ I_sistema1,' A']); % Paso 72

for i=1:size(C,1)-1
    if C(i,2)<=I_sistema && I_sistema<C(i+1,2)
        calibre_conductor=C(i+1,1);
        break;
    end
end

calibre_conductor1=sprintf('%6.3f',calibre_conductor);
set(handles.text143,'string',[ calibre_conductor1,' mm^2']); %
Paso 72:5

function Leer_A_Callback(hObject, eventdata, handles)
function leer_flujo_Q_Callback(hObject, eventdata, handles)
[archivo,ruta]=uigetfile('*.xlsx','ABRIR ARCHIVO'); % Paso 9
if archivo==0
    return;
else
    name=fullfile(ruta,archivo);
    Q=xlsread(name,1);
    handles.Q=Q;
    guidata(hObject, handles);
end

function leer_costos_mantenimiento_Callback(hObject, eventdata,
handles)
[archivo,ruta]=uigetfile('*.xlsx','ABRIR ARCHIVO'); % Paso 9
if archivo==0
    return;
else
    name=fullfile(ruta,archivo);
    M1=xlsread(name,2); % Paso 10
    M=M1(:,2);
    handles.M=M;
    guidata(hObject, handles);
end

```

```

function calcular_van_tir_lcoe_Callback(hObject, eventdata,
handles)
    Q=handles.Q;
    M=handles.M;
    Ed=handles.Ed;
    A=str2double(get(handles.Leer_A,'String')); %Paso 74
    i=12/100; % Paso 77
    m=length(Q); % Paso 78
    VAN=-A; % Paso 79
    for j=1:m % Paso 80
        VAN=VAN+Q(j)/(1+i)^j; % Paso 81
    end % Paso 82
    set(handles.text124,'string',VAN); % Paso 83
    if VAN>0 % Paso 84
        set(handles.text126,'string','Viable'); % Paso 85
    else % Paso 86
        set(handles.text126,'string','No Viable'); % Paso 87
    end % Paso 88
    Num=0; % Paso 89
    Den=0; % Paso 90
    n1=length(M); % Paso 91
    for t=1:n1 % Paso 92
        Num=Num+(A+M(t))/(1+i)^t; % Paso 93
        Den=Den+Ed*1000/(1+i)^t; % Paso 94
    end % Paso 95
    LCOE=Num/Den ; % Paso 96
    set(handles.text127,'string',LCOE); % Paso 97

```

```

% Calculo don Datos Predifinidos de tesis referencia.
function continuar_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.uipanel20,'visible','off')

```

```

function datos_predifinidos_Callback(hObject, eventdata,
handles)
set(handles.Pot,'String','108') ; % Paso 1
set(handles.Hu,'String','8') ; % Paso 2
archivo='VELOCIDAD Y POTENCIAL EOLICO.xlsx';
name=fullfile(pwd,archivo);
A=xlsread(name,1);
v=A(:,2); % Paso 10
handles.v=v;

```

```

handles.A=A;
guidata(hObject, handles);
set(handles.leer_h, 'String', '18'); % Paso 13
set(handles.leer_hr, 'String', '3'); % Paso 14
set(handles.leer_rugosidad, 'String', '0.25'); % Paso 15
set(handles.leer_r, 'String', '0.034'); % Paso 18
set(handles.leer_temperatura, 'String', '295.75'); % Paso 23
set(handles.leer_diametro, 'String', '15'); % paso 27
set(handles.leer_ht, 'String', '17'); % Paso 33
set(handles.leer_n, 'String', '2'); % Paso 46
set(handles.leer_V, 'String', '48'); % Paso 47
set(handles.leer_cbateria, 'String', '1500'); % Paso 51
set(handles.Leer_P_nominal, 'String', '23101.12'); % Paso 54
set(handles.Leer_V_nominal, 'String', '400'); % Paso 55
set(handles.Leer_I_regulador, 'String', '80'); % Paso 61
set(handles.leer_potencia_cada_inversor, 'String', '30000');
% Paso 66
set(handles.leer_tension_de_linea, 'String', '380'); % Paso 70
archivo='flujo.xlsx';
name=fullfile(pwd, archivo);
Q=xlsread(name, 1);
handles.Q=Q;
guidata(hObject, handles);

archivo='flujo.xlsx';
name=fullfile(pwd, archivo);
M1=xlsread(name, 2); % Paso 10
M=M1(:, 2);
handles.M=M;
guidata(hObject, handles);
set(handles.Leer_A, 'String', '264106.9'); % Paso 74
function limpiar_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.Pot, 'String', ' '); % Paso 1
set(handles.Hu, 'String', ' '); % Paso 2
set(handles.text4, 'string', ' '); % Paso 6
set(handles.text6, 'string', ' '); % Paso 7
set(handles.text9, 'string', ' '); % Paso 8
set(handles.text25, 'string', ' '); % Paso 12
set(handles.leer_h, 'String', ' '); % Paso 13
set(handles.leer_hr, 'String', ' '); % Paso 14
set(handles.leer_rugosidad, 'String', ' '); % Paso 15
set(handles.text33, 'string', ' '); % Paso 17
set(handles.leer_r, 'String', ' '); % Paso 18
set(handles.text41, 'string', ' '); % Paso 22
set(handles.leer_temperatura, 'String', ' '); % Paso 23

```

```

set(handles.text57,'string',' '); % Paso 26
set(handles.leer_diametro,'String',' '); %paso 27
set(handles.text65,'string',' '); % Paso 30
set(handles.text68,'string',' '); % Paso 31
axes(handles.axes2)
plot(1,1);
set(handles.leer_ht,'String',' '); %Paso 33
set(handles.text80,'string',' '); % Paso 36
set(handles.text86,'string',' '); % Paso 39
set(handles.text88,'string',' '); % Paso 42
set(handles.text90,'string',' '); % Paso 45
set(handles.leer_n,'String',' '); %Paso 46
set(handles.leer_V,'String',' '); %Paso 47
set(handles.text91,'string',' ') % Paso 50
set(handles.leer_cbateria,'String',' '); %Paso 51
set(handles.text96,'string',' '); % Paso 53
set(handles.Leer_P_nominal,'String',' '); %Paso 54
set(handles.Leer_V_nominal,'String',' '); %Paso 55
set(handles.text100,'string',' '); % Paso 57
set(handles.text105,'string',' '); % Paso 60
set(handles.Leer_I_regulador,'String',''); %Paso 61
set(handles.text107,'string',' '); % Paso 63
set(handles.text109,'string',' '); % Paso 65
set(handles.leer_potencia_cada_inversor,'String',' '); %Paso 66
set(handles.text112,'string',' '); % Paso 68
set(handles.leer_tension_de_linea,'String',' '); %Paso 70
set(handles.text116,'string',' '); % Paso 72
set(handles.Leer_A,'String',' '); %Paso 74
set(handles.text124,'string',' '); % Paso 83
    set(handles.text126,'string',' '); % Paso 85
    set(handles.text126,'string',' '); % Paso 87
    set(handles.text127,'string',' '); % Paso 97

function salir_Callback(hObject, eventdata, handles)
close all

```