



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**CARACTERIZACIÓN DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA
EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CAMPUS MATRIZ DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Electromecánico.

Autores:

Azogue Sulqui Diego Fabricio

Guano Punina Joffre Washington

Tutor:

Ing. MSc. Edwin Homero Moreano Martínez

LATAACUNGA – ECUADOR

2022 – 2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Azogue Sulqui Diego Fabricio y Guano Punina Joffre Washington declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: "CARACTERIZACIÓN DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI", siendo el MSc. Edwin Homero Moreano Martínez tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto 2022

Azogue Sulqui Diego Fabricio

C.C. 1804875910

Guano Punina Joffre Washington

C.C. 0202411104



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“CARACTERIZACIÓN DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”, de Azogue Sulqui Diego Fabricio y Guano Punina Joffre Washington de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2022

Ing. MSc. Edwin Homero Moreano Martínez

C.C. 0502607500



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA por cuanto, los postulantes: AZOGUE SULQUI DIEGO FABRICIO con C.I 1804875910 Y GUANO PUNINA JOFFRE WASHINGTON con C.I : 0202411104 el título de Proyecto de titulación: : “CARACTERIZACIÓN DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2022

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. Luis Rolando Cruz Panchi

CI: 0502595176

Lector 2

Ing. MSc. Cristian Fabian Gallardo Molina

CI: 0502847692

Lector 3

Ing. MSc. Carlos Francisco Pacheco Mena

CI: 0503072902



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Con el presente documento, se pone en constancia que los estudiantes; Azogue Sulqui Diego Fabricio y Guano Punina Joffre Washington, de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, han desarrollado el proyecto tecnológico “CARACTERIZACIÓN DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI” y realizaron la entrega de una estación meteorológica para el laboratorio de energías renovables cumpliendo así los objetivos propuestos al inicio del desarrollo del proyecto.

Sin otro particular autorizo para que usen el presente documento para cualquier fin legal pertinente de la Universidad.

Latacunga, agosto del 2022

DIRECTOR DE LA CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Ing. MSc. Cristian Fabian Gallardo Molina

CC: 0502847692



AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, a mis padres, hermanos de todo corazón por el apoyo que me han brindado día a día para poder llegar donde estoy, saber guiarme y hacerme comprender el valor de la vida ya que sin sus enseñanzas no estaría en esta etapa de igual manera agradezco a una persona muy especial hermana Jenny Lisset Azogue Sulqui quien desde el cielo siempre agradecido por todo lo compartido y vivo tus sabias palabras marcaron mi vida para cumplir cada meta que me eh propuesto. Agradezco a mi madrina por su apoyo incondicional de todo corazón gracias. A mis Familiares quienes me han confiado en mi capacidad de igual manera agradezco a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme ser parte de la Carrera de Ingeniería Electromecánica y a los Catedráticos de la Facultad por compartir sus conocimientos y mis amigos por su apoyo y ayuda en momentos difíciles agradezco a todos quienes han sido parte de mí progreso.

Diego Fabricio Azogue Sulqui



AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por llevarme siempre por buenos caminos dándome siempre valor y mucha esperanza para seguir luchando día tras día hasta llegar a obtener lo que uno desee, a mis padres que me dieron la vida y me supieron educar de la mejor manera, a mis hermanos y hermanas que supieron estar en los buenos y malos momentos, gracias a ese amor me dieron fuerzas para alcanzar mi objetivo que es graduarme de Ingeniero electromecánico. A la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme nuevos conocimientos el cual me servirá en mi vida profesional; A los docentes de la carrera de Ingeniería Electromecánica y a mi tutor de tesis que supo brindar muchos consejos y alientos para continuar con la tesis. De la misma manera agradezco a mis amigos, a mi compañero de tesis que de muy buena manera nos hemos tratado siempre

Joffre Washington Guano Punina



DEDICATORIA

Dedico este proyecto tecnológico de manera muy especial a mis padres Luz María y Henry Fabricio por ser un ejemplo de sacrificio, esfuerzo y perseverancia que siempre a esta ahí para apoyarme y no dejarme desistir de mis metas y mejor me enseñaron que constancia y esfuerzo todo es posible de igual manera dedico mi proyecto a mis hermanos que apenas están empezando en su vida que decirles que nunca desistan de sus propios sueños. También a mis maestros y amigos quienes me guiaron y compartieron su conocimiento para obtener el resultado de las constancia y esfuerzo mi anhelado título.

Diego Fabricio Azogue Sulqui



DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis queridos padres de una forma muy especial María Dolores Punina Quinatoa y Gerardo Guano Punina por ser los pilares más importante en mi vida, a mis hermanos y hermanas que me vieron crecer como una persona que lucha por sus objetivos, a mi amiga Lucy Guanoluisa que supo apoyarme moralmente, a mis docentes que gracias a ellos voy a poder trabajar en lo que me gusta, y por su puesto a mis amigos, como voy a olvidarme de ellos si han estado en los malos y buenos momentos de mi vida Universitaria.

Joffre Washington Guano Punina



ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	viii
INCIDE DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	22
2. INTRODUCCIÓN	23
2.1. EL PROBLEMA.....	23
2.1.1. Situación problemática	23
2.1.2. Matriz causa efecto.....	24
2.1.3. Formulación del problema.....	25
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	25
2.2.1. Objeto de estudio	25
2.2.2. Campo de acción	25
2.3. BENEFICIARIOS.....	25
2.3.1. Directos.....	25
2.3.2. Indirectos	25
2.4. JUSTIFICACIÓN	25



2.5.	HIPÓTESIS.....	26
2.6.	OBJETIVOS	26
2.6.1.	General.....	26
2.6.2.	Específicos.....	26
2.7.	SISTEMA DE TAREAS.....	27
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	27
3.1.	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.1.	Energía eólica	28
3.1.2.	Naturaleza.....	28
3.1.3.	Vientos en Ecuador.....	29
3.1.4.	Principio del viento.....	30
3.1.5.	Características del Viento.....	30
3.1.6.	Fuerza del viento	31
3.1.7.	Tipos de vientos.....	31
3.1.8.	Vientos Alisos.....	31
3.1.9.	Vientos Catabáticos y Anabáticos	32
3.1.9.1.	El viento Catabáticos	32
3.1.9.2.	El viento Anabáticos	32
3.1.10.	Tipos de vientos	33
3.1.10.1.	Según la zona de origen de la masa de aire pueden ser:	33
3.1.10.2.	Según la región del Ecuador.....	33
3.1.11.	Ventajas de la energía eólica.....	34
3.1.12.	Causas del viento a escala global.....	34
3.1.13.	Gradiente de presión	35
3.1.14.	Fuerza Coriolis.....	35
3.1.15.	Velocidad del viento	36



3.1.16.	Distribución de Weibull.....	37
3.1.17.	Dirección del viento.....	38
3.1.18.	Instrumentos de medición.....	38
3.1.18.1.	Anemómetros.....	38
3.1.18.2.	Veleta.....	39
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
4.1.	METODOLOGÍA.....	39
4.2.	DECLARACIÓN DE VARIABLES.....	40
4.2.1.	Operación de las variables.....	41
4.2.2.	Métodos, Técnicas e instrumentos.....	41
4.3.	PROCESO DE UBICACIÓN DEL SENSOR ANEMÓMETRO.....	43
4.3.1.	Datos de campo.....	43
4.3.2.	Coordenadas de la estación.....	44
4.3.3.	Instalación.....	44
4.4.	MONTAJE DEL SENSOR ANEMÓMETRO DNA121.....	44
4.4.1.	Pasos para el montaje del sensor anemómetro DNA121.....	44
4.4.2.	Calibración del sensor anemómetro DNA121.....	49
4.4.3.	Sensor de medición.....	49
4.5.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON SEÑALES ANALÓGICAS.....	49
4.5.1.	Comprobación del funcionamiento de la medición de la velocidad del viento..	49
4.5.2.	Comprobación del funcionamiento de la medición de la dirección del viento ..	50
4.6.	DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS.....	50
4.6.1.	Sensor anemómetro DNA121.....	52
4.6.2.	Data Logger.....	52
4.6.3.	Comunicación.....	53



4.6.4.	Software.....	54
4.6.5.	DOM.....	54
4.7.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON SEÑALES DIGITALES	54
4.7.1.	Pruebas de funcionamiento de la medición de la velocidad del viento	54
4.7.2.	Comprobación del funcionamiento de la medición de la dirección del viento. .	55
4.8.	ADQUISICIÓN Y TRANSMISIÓN DE DATOS.....	55
4.8.1.	Datos elaborados.....	55
4.8.2.	Estructura de los datos descargados en un archivo de texto CSV	56
4.9.	ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SENSOR ANEMÓMETRO DNA121	56
4.10.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SENSOR ANEMÓMETRO DNA121	57
4.10.1.	Ventajas del sensor anemómetro	57
4.10.2.	Desventajas del sensor anemómetro	57
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	58
5.1.	ANÁLISIS MEDIANTE LA ROSA DE LOS VIENTOS	58
5.1.1.	Análisis del día 4 de agosto del 2022	58
5.1.2.	Análisis del día 5 de agosto del 2022	60
5.1.3.	Análisis del día 6 de agosto del 2022	61
5.1.4.	Análisis del día 7 de agosto del 2022	62
5.1.5.	Análisis del día 8 de agosto del 2022	64
5.1.6.	Análisis del día 9 de agosto del 2022	65
5.1.7.	Análisis del día 10 de agosto del 2022	66
5.1.8.	Análisis del día 11 de agosto del 2022	68
5.1.9.	Análisis del día 12 de agosto del 2022	69
5.1.10.	Análisis del día 13 de agosto del 2022.....	70
5.1.11.	Análisis del día 14 de agosto del 2022.....	72
5.1.12.	Análisis del día 15 de agosto del 2022.....	73



5.1.13.	Análisis del día 16 de agosto del 2022.....	74
5.1.14.	Análisis del día 17 de agosto del 2022.....	76
5.1.15.	Análisis del día 18 de agosto del 2022.....	77
5.1.16.	Análisis del día 19 de agosto del 2022.....	78
5.1.17.	Análisis total de los 16 días de agosto del 2022	80
5.1.17.1.	Discusión de resultados	82
5.2.	PRESUPUESTO	82
5.2.1.	Costos directos.....	82
5.2.2.	Costos Indirectos	83
5.3.	ANÁLISIS DE IMPACTO	84
5.3.1.	Impacto tecnológico	84
5.3.2.	Impacto social.....	84
5.3.3.	Impacto ambiental	84
5.3.4.	Impacto económico.....	84
6.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	84
6.1.	CONCLUSIONES	84
6.2.	RECOMENDACIONES.....	85
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	86
8.	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.	Tipos de vientos en las regiones del Ecuador	33
Tabla 3.2.	Dirección de viento dominantes	36
Tabla 3.3.	Velocidades del viento.....	37
Tabla 4.1.	Variable dependiente	41
Tabla 4.2.	Variable independiente	41
Tabla 4.3.	Métodos, Técnicas e instrumentos.....	41
Tabla 4.4.	Cuadro de comparaciones del sensor anemómetro.....	43
Tabla 4.5.	Comprobación del funcionamiento de la medición de dirección del viento	50
Tabla 4.6.	Configuración de los puertos serie RS-232	53
Tabla 4.7.	Comprobar los valores.....	55
Tabla 4.8.	Información de los parámetros que se rigen para la adquisición de datos	56
Tabla 4.9.	Estructura de los datos descargados	56
Tabla 5.1.	Escala de velocidades	58
Tabla 5.2.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento.....	58
Tabla 5.3.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento.....	60
Tabla 5.4.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento.....	61
Tabla 5.5.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento.....	62
Tabla 5.6.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento.....	64
Tabla 5.7.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento.....	65
Tabla 5.8.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento.....	66
Tabla 5.9.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento.....	68
Tabla 5.10.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento	69
Tabla 5.11.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento	70
Tabla 5.12.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento	72
Tabla 5.13.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento	73



Tabla 5.14.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento	74
Tabla 5.15.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento	76
Tabla 5.16.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento	77
Tabla 5.17.	Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento	78
Tabla 5.18.	Porcentajes finales de velocidades y direcciones del viento.....	80
Tabla 5.19.	Costos directos de equipos e instrumentos	82
Tabla 5.20.	Costos indirectos de materiales y otros factores económicos.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Diagrama causa- efecto.....	24
Figura 3.1.	Fotografía de la Superficie de la Tierra en Infrarrojo	29
Figura 3.2.	Dirección predominante de los vientos en el planeta.....	29
Figura 3.3.	Dirección de vientos del planeta Tierra	31
Figura 3.4.	Vientos Alisos	32
Figura 3.5.	Viento Catabáticos	32
Figura 3.6.	Estación de aerogenerador	34
Figura 3.7.	Gradientes de presión.....	35
Figura 3.8.	Efecto Coriolis	35
Figura 3.9.	Rosa de frecuencia	38
Figura 3.10.	Anemómetro	39
Figura 3.11.	Veleta	39
Figura 4.1.	Diagrama de flujo	42
Figura 4.2.	Desatornillar la tuerca de la arandela de la rosca del eje	44
Figura 4.3.	Se acoplo el rotor DNA124 en el cuerpo del sensor combinado	45
Figura 4.4.	Aprieta el tornillo del rotor que indica la fecha.....	45
Figura 4.5.	Insertó la veleta DNA127 en el cuerpo del sensor.....	46
Figura 4.6.	Insertó la arandela y la tuerca en el eje roscado.....	46
Figura 4.7.	Aprieta la cubierta protectora.....	47
Figura 4.8.	Conecto el cable al sensor.....	47
Figura 4.9.	Monto el sensor en el mástil y aprieta el tornillo.....	48
Figura 4.10.	Cuando se aseguró el sensor en el poste, apuntamos la nariz roja hacia el NORTE para orientar.....	48
Figura 4.11.	Esquema de adquisición de datos	51
Figura 4.12.	Sensor anemómetro DNA121	52

Figura 4.13.	Esquema de adquisición de datos a través de un Data Logger.....	53
Figura 4.14.	Esquema eléctrico del sensor anemómetro	57
Figura 5.1.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 4	59
Figura 5.2.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 5	60
Figura 5.3.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 6	62
Figura 5.4.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 7	63
Figura 5.5.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 8	64
Figura 5.6.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 9	66
Figura 5.7.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 10	67
Figura 5.8.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 11	68
Figura 5.9.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 12	70
Figura 5.10.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 13	71
Figura 5.11.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 14	72
Figura 5.12.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 15	74
Figura 5.13.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 16	75
Figura 5.14.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 17	76
Figura 5.15.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 18	78
Figura 5.16.	Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 19	79
Figura 5.17.	Gráfico de velocidad y dirección del viento de los 16 días	81



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

Autores:

Azogue Sulqui Diego Fabricio

Guano Punina Joffre Washington

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica consiste en caracterizar la velocidad y dirección del viento mediante el sensor anemómetro DNA121, con el fin de conocer el potencial energético en la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Campus Matriz, ya que existe un desconocimiento de la caracterización del potencial energético del viento existente en la zona. Aplicando la investigación de campo, permitió la obtención de los datos en el lugar ínsitu, en la que se programó al instrumento de medida cada 10 minutos por 16 días para la obtención de las variables deseadas mediante la caracterización estadística de la herramienta software de Excel se obtuvo la rosa de los vientos, misma que me permiten comparar con los datos de la NASA como un sistema referencial, concluyendo que en la mayoría de días que coincide en un 27% de los datos totales recopilados que el viento viene desde el Sur a unos $97,45^\circ$ hacia el NE a unos $63,37^\circ$ con referencia la cuarto cuadrante considerando el mayor potencial energético a una velocidad promedio de 0.4 m/s deduciendo que tenemos variables estocásticas en su mayoría.

Palabras clave: Caracterización, velocidad y dirección de viento, estocásticas.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

THEME: "CHARACTERIZATION OF WIND SPEED AND DIRECTION FOR THE EVALUATION OF THE ENERGY POTENTIAL IN THE MAIN CAMPUS OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI".

Authors:

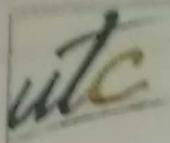
Azogue Sulqui Diego Fabricio

Guano Punina Joffre Washington

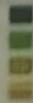
ABSTRACT

The present technological proposal consists of characterizing the wind speed and direction by means of the anemometer sensor DNA121, in order to know the energy potential at the Technical University of Cotopaxi in the Matriz Campus, since there is a lack of knowledge about the characterization of the wind energy potential existing in the area. Applying the field research, allowed obtaining the data on site, in which the instrument was programmed to measure every 10 minutes for 16 days to obtain the desired variables through the statistical characterization of the Excel software tool, the wind rose was obtained, This allows me to compare with NASA data as a referential system, concluding that in most days that coincides in 27% of the total data collected that the wind comes from the South at about 97.45° to the NE at about 63.37° with reference to the fourth quadrant considering the greatest energy potential at an average speed of 0.4 m/s deducting that we have mostly stochastic variables.

KEYWORDS: Characterization, Wind speed and direction, Stochastic.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

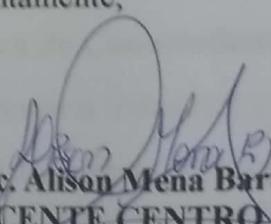
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **"CARACTERIZACIÓN DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO PARA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI"**, presentado por: **Azogue Sulqui Diego Fabricio** y **Guano Punina Joffre Washington**, egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2022

Atentamente,


MSc. Alison Mena Barthelotty
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0501801252



**CENTRO
DE IDIOMAS**



1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Caracterización de la velocidad y dirección del viento para evaluación del potencial energético en el Campus Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Tipo de Proyecto:

Proyecto Tecnológico

Fecha de inicio:

2022 / 05 / 01

Fecha de finalización:

2022 / 08 /06

Lugar de ejecución:

Zona 3, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Barrio San Felipe, Campus Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingenierías Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

Propuesta tecnológica

Equipo de Trabajo:

Ing. MsC. Moreano Martínez Edwin Homero

Azogue Sulqui Diego Fabricio

Guano Punina Joffre Washington

Área de Conocimiento:

Ingeniería industrial y Construcción

071 Ingeniería y Profesiones Afines

0713 Electricidad y energía

0714 electrónica y automatización

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sublíneas de investigación de la Carrera:

Energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía

2. INTRODUCCIÓN

La energía eólica es una de las principales energías renovables, mismas que ofrecen la posibilidad de generar electricidad, sin emisiones y con precios bajos de operación de manera sustentable las fuentes de energía renovable ayudan a producir electricidad y calor con prácticamente cero emisiones, bajos costos operativos y sostenibilidad. Al mismo tiempo, cada país tiene un interés legítimo en utilizar los recursos renovables locales; En el caso de Noruega y Brasil, debido a su favorable ubicación, en 2009 cubrieron el 96% y el 84% de la demanda interna respectivamente a través de la energía hidroeléctrica, mientras que España se convirtió en uno de los principales países del mundo en el campo de la energía solar y eólica [1].

La energía eólica se considera una opción importante frente a la demanda de energía debido a la escasez de combustibles fósiles. Mediante el uso de programas y la importante cantidad de datos proporcionados por la estación meteorológica permitirá conocer los alcances reales de la velocidad y dirección del viento y a viabilidad de proyectos de energía eólica en el sector.

Para lograr un mayor aprovechamiento de la cantidad de energía generada de una instalación eólica existen dos metodologías: La primera consiste es optimizar los componentes internos de una central eólica con el fin de que su rendimiento aumente. La segunda consiste en adquirir datos medidos en tiempo real de dirección y velocidad del viento para interpretar el potencial energético que existe en una zona y en otra.

2.1. EL PROBLEMA

2.1.1. Situación problemática

La caracterización estadística de la velocidad y dirección del viento ha sido ampliamente estudiada por varios investigadores alrededor del mundo. Presentando análisis estadísticos de las características del viento y del potencial de la energía eólica en sitios típicos de Hong Kong a partir de datos de viento de seis años registrados en cinco estaciones meteorológicas con diferentes condiciones de terreno. El mundo experimenta un aumento constante en la demanda de energía eléctrica. Una alternativa para suplir dicha demanda consiste en la implementación de energías renovables. [2] [3].

Sin embargo, los resultados no pueden generalizarse a todos los países del mundo por sus características geológicas, por lo que se incentiva el estudio de las variables meteorológicas en

el Ecuador para poder ocupar estos recursos naturales y así contribuir al cuidado del medio ambiente [4]

Actualmente en nuestro país si existen estaciones meteorológicas automáticas, las cuales se diferencian por ser más actualizadas unas más que otras, se encuentran situadas en diferentes partes del país, así como en las Universidades, Colegios, Institutos etc. Las cuales brindan información en tiempo real de los diferentes índices meteorológicos con el fin de predecir y prevenir posibles riesgos. Es importante estimar un estudio del potencial energético renovable, es por ello que mediante el sensor anemómetro receiptaremos datos, el cual me permitirá realizar la caracterización de la velocidad y dirección del viento.

2.1.2. Matriz causa efecto

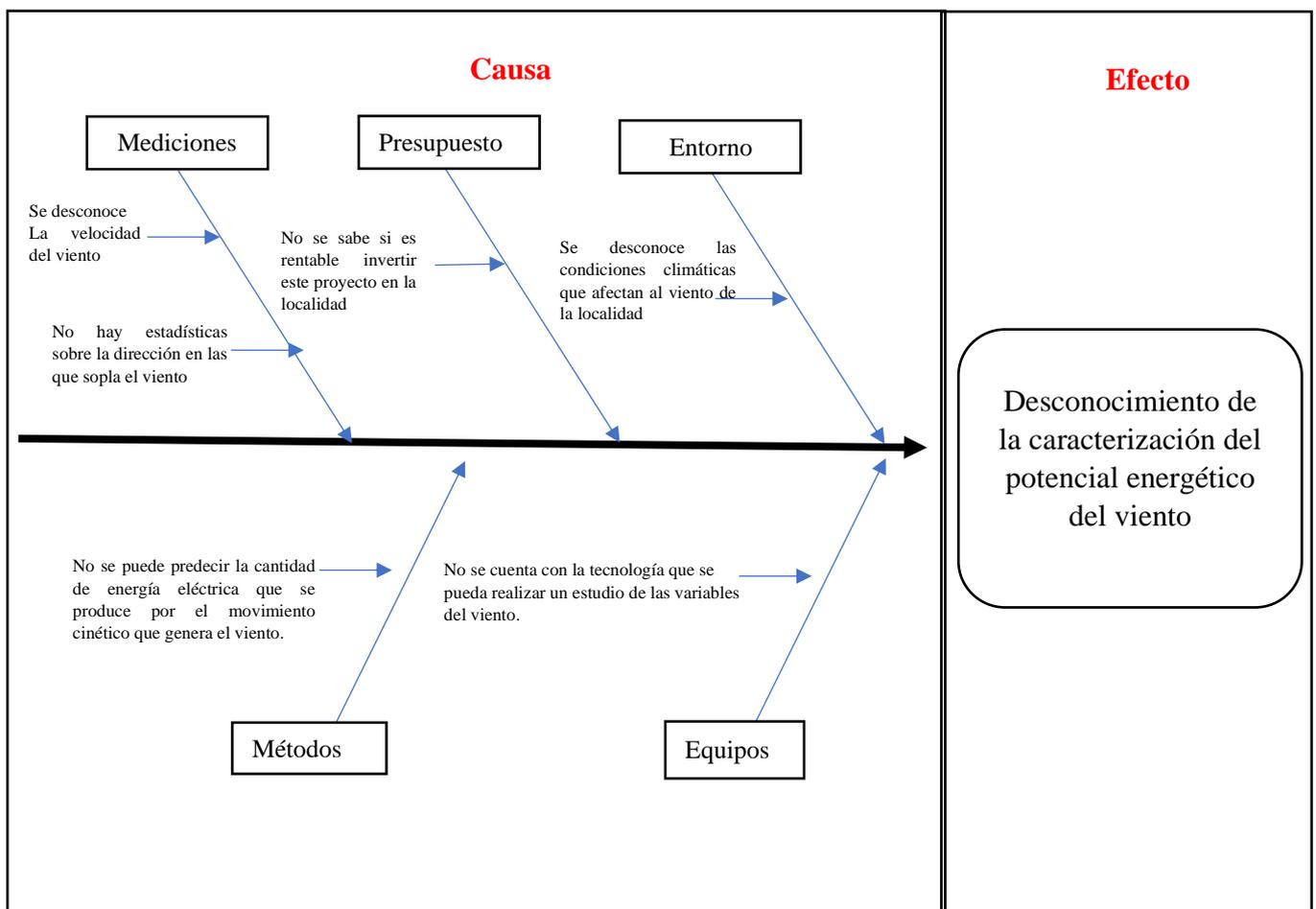


Figura 2.1. Diagrama causa- efecto

2.1.3. Formulación del problema

Desconocimiento de la caracterización del potencial energético del viento existente en la zona, debido al no tener en cuenta los beneficios que puede aportar el sensor anemómetro.

2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1. Objeto de estudio

Caracterización de la velocidad y dirección del viento

2.2.2. Campo de acción

Potencial energético

2.3. BENEFICIARIOS

2.3.1. Directos

El proyecto de tesis beneficia directamente a nosotros como estudiantes para la obtención del Título de Ingenieros Electromecánicos, y especialmente al grupo de investigación de energías alternativas, puesto que tendrán a disposición un equipo capaz de evaluar el potencial energético del viento mediante diferentes lecturas.

2.3.2. Indirectos

Entre los beneficiarios indirectos de este proyecto están: Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.4. JUSTIFICACIÓN

La propuesta tecnológica se la realiza ya que la energía eólica está en todo el planeta, pero existe el desconocimiento del potencial energético de la misma. En ciertos lugares privilegiados el potencial energético puede abastecer la necesidad o falencia que te tenga el sistema eléctrico, al tener datos sobre el comportamiento de la velocidad y dirección del viento se puede ayudar o facilitar en futuras tomas de decisiones o proyectos de energías eólicas. Los datos se obtendrán mediante la medición que se efectuará con la ayuda del sensor anemómetro en tiempo real para

su respectivo almacenamiento, que sea de utilidad, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Barrio San Felipe, Campus Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus alrededores en beneficio a la colectividad.

Por tal razón se desarrolla la caracterización de velocidad y dirección del viento para evaluar el potencial energético mediante el análisis que se realizará estadísticamente de los datos obtenidos de la medición del viento. Para en análisis de la dirección y velocidad del viento se hará la rosa de los vientos, a través de los gráficos obtenidos se realizarán sus respectivos análisis para evaluar su potencia energética en el lugar.

2.5. HIPÓTESIS

Con la caracterización de la velocidad y dirección del viento permitirá la evaluación del potencial energético en la localidad.

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. General

Caracterizar la velocidad y dirección del viento mediante el sensor anemómetro DNA121, con el fin de conocer el potencial energético en la Universidad Técnica de Cotopaxi en su Campus Matriz.

2.6.2. Específicos

- Investigar la caracterización de la velocidad y dirección del viento, mediante métodos de análisis estadísticos.
- Recolectar los datos medidos de la velocidad y dirección de viento mediante el sensor anemómetro de la estación meteorológica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Procesar la información obtenida del sensor anemómetro de la estación meteorológica para realizar el diagrama de la rosa de los vientos estadísticamente de los datos recolectados.

2.7. SISTEMA DE TAREAS

Objetivos específicos	Actividad	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Investigar sobre la caracterización de la velocidad y dirección del viento, métodos de análisis estadísticos.	Realizar investigación en artículos libros y revistas científicas sobre la energía eólica.	*Conocimientos relevantes sobre la energía eólica *Beneficios *Instrumentos y equipo utilizado	Revisión bibliográfica
Recolectar los datos medidos de la velocidad y dirección de viento mediante el sensor anemómetro de la estación meteorológica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	Recopilación de datos medidos de velocidad, y dirección viento	*Obtención de datos precisos de la velocidad y dirección del viento. * Periodos de tiempo en el día en el cual el viento es más veloz.	Recopilación de datos y descarga de datos.
Procesar la información obtenida del sensor anemómetro de la estación meteorológica para realizar el diagrama de la rosa de los estadísticamente de los datos recolectados.	*midiendo la velocidad y dirección del viento del durante un tiempo determinado. *Mediante el software Microsoft Excel para el análisis de datos que generen resultados para evaluar el potencial energético	*Diagrama de rosa de los vientos *Gráficas de velocidad de dirección del viento	*Expresión analítica de diagrama de la rosa de los vientos. *Los algoritmos y fórmulas matemáticas.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad la energía eólica se utiliza mayoritariamente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores aquella tecnología aprovecha la energía cinética del viento convirtiéndola en energía eléctrica. La energía eólica es uno de los recursos más abundantes y renovables que facilita el disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero producto de la quema de combustibles fósiles en las termoeléctricas al remplazarlas siendo un tipo de energía verde [5].

En América latina el potencial del mercado de energía eólica ha dado sus primeros pasos alcanzando una capacidad total en países como: Brasil 320 MW, México 104,5 MW, Argentina 25,3 MW, Uruguay 10MW, Cuba 4,5MW Chile 2,6MW y Ecuador 16MW. Se espera un crecimiento notable a pesar de las necesidades de reforzar las políticas nacionales e internacionales del país [6].

El primer parque eólico en el país se ubicó en la isla san Cristóbal del archipiélago de Galápagos con una capacidad de 2.4MW la cual fue ampliada en 2010. Las expectativas del ministerio de energía renovable y eficiencia energética es satisfacer toda la demanda energética con energías renovables comenzando a trabajar en el Atlas Eólico del Ecuador (2009) propiciando el desarrollo de proyectos eólicos en locaciones que cuentan con referencias históricas de vientos constantes [7].

En la actualidad Ecuador ya cuenta con una política energética, misma que pretende garantizar que las centrales eléctricas contribuyan al desarrollo de las áreas en las que se ubican. El Plan Nacional para el Buen Vivir propone construir nuevas plantas de energía renovable como una forma de diversificar y fortalecer el sector energético. Asimismo, como parte de esa política de compensación, el Ministerio de electricidad y energías Renovables (MEER) propone que estas nuevas centrales, además de utilizar recursos naturales, también contribuyan al desarrollo de sus esferas de influencia [8].

3.1.1. Energía eólica

Es la energía obtenida a través del movimiento producido por el viento es decir la energía cinética producto de las corrientes de aire que se transforma en formas útiles para la actividad humana. La energía del viento es relacionada con el movimiento de las masas de aire que fluctúan de zonas de alta presión a zonas de baja presión con velocidades proporcionales también llamadas gradiente de presión [9].

3.1.2. Naturaleza

La energía eólica es dependiente de la energía del sol que transmite a la tierra $1.74 \times 10^{14} \text{ kW}$ de potencia de la cual alrededor de 1% a 2% se convierte en energía eólica donde según la escala geográfica la naturaleza del viento puede ser escala global a 10.000km, macro escala a 1.000km, meso escala 100km y a microescala a 10km. Como se muestra en la figura 3.1 [10].

Según la escala geográfica los vientos tienen distintos orígenes o naturalezas, estos varían de la siguiente forma:

Variación a escala global, 10.000 km (vientos geostróficos)

Variación en la macro escala, 1.000 km

Variación en la meso escala, 100 km [10].

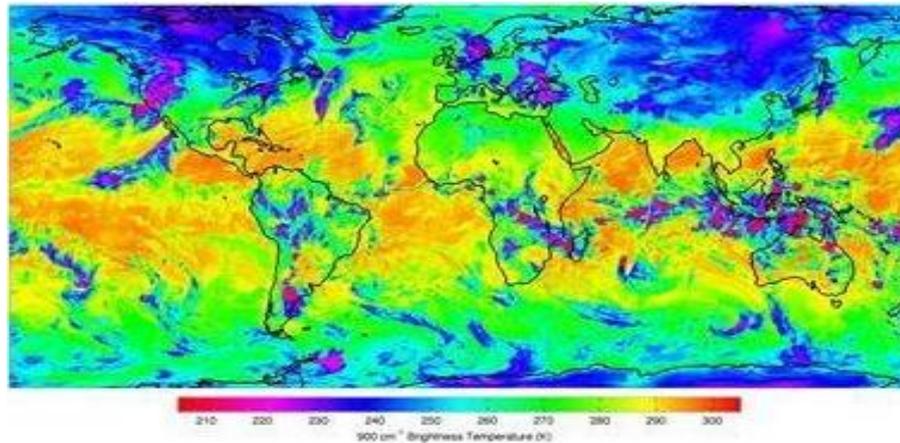


Figura 3.1. Fotografía de la Superficie de la Tierra en Infrarrojo [10].

3.1.3. Vientos en Ecuador

Los vientos predominantes en el Ecuador son los alisios del noreste en el hemisferio norte y los alisios del sureste en el hemisferio sur, modificando esta propagación por la influencia de las masas de aire y el movimiento de la faja ecuatorial. Como se puede apreciar en la figura 3.2. [11].

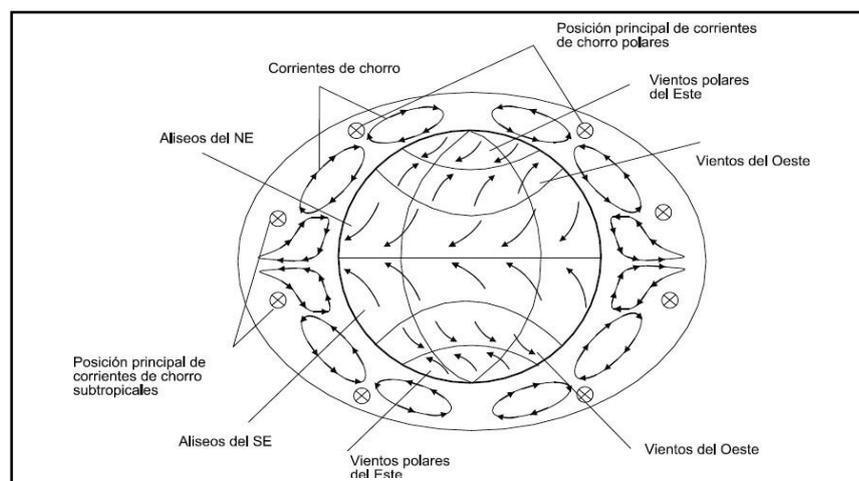


Figura 3.2. Dirección predominante de los vientos en el planeta [11].

Debido a la rotación del globo, los vientos se elevan desde el Ecuador y se mueven de norte a sur a través de las capas superiores de la atmósfera. Alrededor de los 30° de latitud en ambos hemisferios, el efecto Coriolis evita que el viento se mueva más. En esta latitud hay una zona de alta presión, por lo que el aire comienza a descender nuevamente. A medida que los vientos se acercan al ecuador, habrá una región de baja presión cerca de la Tierra que atraerá los vientos del norte y del sur. Habrá alta presión en los polos debido al aire frío. Teniendo en cuenta la resistencia a la flexión de la fuerza de Coriolis, obtenemos los siguientes resultados generales para tendencias de viento globales y grandes escalas [12].

3.1.4. Principio del viento

Por viento entendemos toda masa de aire en movimiento relativo a la superficie terrestre que, debido al calentamiento desigual de la superficie terrestre, es una fuente de energía eólica, o más bien de energía mecánica, en forma de energía cinética, transportando el aire en el movimiento de la Madre Tierra absorbe gran cantidad de energía del sol, que puede alcanzar en lugares favorables unos 2000 kW/m² por año; El 2% se convierte en energía eólica adecuada para el suministro de energía en el rango de 1017 kW, los principales factores del viento son: [13].

- a) Entorno geográfico.
- b) las características del clima.
- c) Ubicación topográfica.
- d) distorsiones topográficas.

3.1.5. Características del Viento

El aire es una representación actual indirecta de la energía solar. Esta corriente de masas de aire resulta del calentamiento asimétrico del área de la Tierra que, junto con la rotación de la Tierra, reconoce patrones de circulación global. Se utilizan tres vientos para usar un acuerdo de energía capaz [14].

- La ligereza o impulso del viento
- El lugar del viento.
- En el valor mínimo, densidad del viento.

el año y tiene techos altos sobre la mayor parte del planeta durante el año, como podemos ver en la Figura 3.4 [18]

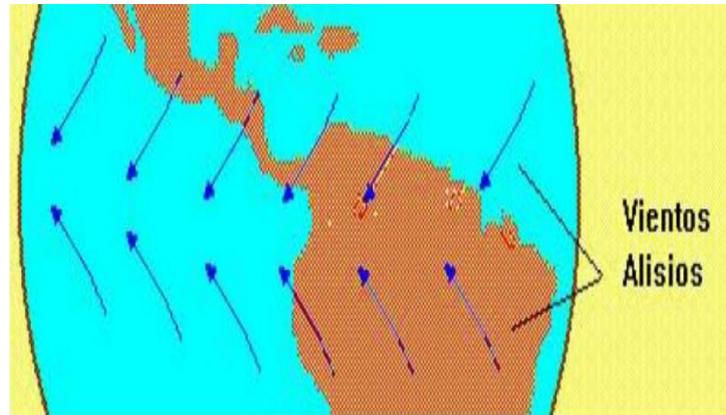


Figura 3.4. Vientos Alisios [19].

3.1.9. Vientos Catabáticos y Anabáticos

3.1.9.1. El viento Catabáticos

Se produce por el flujo de aire frío desde las tierras altas hacia las tierras bajas, en forma de vientos, a través de laderas y valles, y en este tipo de viento no tiene nada que ver con las líneas isobáricas, ya que está regulado principalmente por la dirección de los valles por donde baja [20].



Figura 3.5. Viento Catabáticos [21].

3.1.9.2. El viento Anabáticos

Es viento que exhibe una componente vertical creciente, es término opuesto a catabático.

3.1.10. Tipos de vientos

3.1.10.1. Según la zona de origen de la masa de aire pueden ser:

- Masas Tropicales marítimas se originan en las extensiones oceánicas caracterizadas por su alta temperatura y gran contenido de humedad.
- Masas Tropicales continentales su principal característica es la baja temperatura y un contenido menor de humedad se origina de las planicies del litoral y oriente
- Masas Templadas constituidas por bajas temperaturas y un contenido irregular de humedad originadas por valles interandinos.
- Masa de Aire Frías se origina de mesetas andinas y en las cimas altas de montañas a más de 3000m de altura con un temperatura menores o iguales a cero [22].

3.1.10.2. Según la región del Ecuador

Tabla 3.1. Tipos de vientos en las regiones del Ecuador

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
Región Litoral o Costera	<ul style="list-style-type: none"> • Clima: seco, tropical, sabana, tropical semihúmedo. • Las temperaturas máximas y mínimas varían hasta los 0 grados. • Superficie baja y planas con pequeños cerros y montañas. • La ligereza del viento es débil, no hacen la transición para lograr energía eólica y la consideran rentable o aprovechable.
Región Interandina o Sierra	<ul style="list-style-type: none"> • Climas: meso tónico semihúmedo, meso tónico húmedo, clima seco, Andes fríos (2500 a 4700 m.s.n.m.). • Calenturas de (10°C a 15°C.) • Fuertes vientos provenientes de cerros y valles.
Región Oriente o Amazónica	<ul style="list-style-type: none"> • Clima: trópico húmedo, rica vegetación, tiene mínimas prominencias. • La corriente es casi cero.
Región Insular o Archipiélago de Galápagos	<ul style="list-style-type: none"> • Clima: moderadamente seco en sus costas, clima de sabana en región central, donde prevalecen los vientos terrestres y marinos, con una moderación actual aceptable que puede beneficiarse de la energía eólica en esta parte del país.

3.1.11. Ventajas de la energía eólica

Las ventajas de la aplicación de la energía eólica son las siguientes: no emiten gases de efecto invernadero, el daño ambiental de las instalaciones eólicas es muy bajo, resulta fácil el integrar a las redes de potencia eléctrica ya existentes, el diseño de los aerogeneradores es flexible con diversas aplicaciones, además el coste de producción ha disminuido en un 80% en dos décadas [23].

Esta energía no es más que la contenida en masas de aire en movimiento, es decir el viento. La energía eólica no es más que la energía contenida en masas de gas en movimiento (cinéticas), es decir, en el viento. En la actualidad se utiliza maquinaria como los aerogeneradores que convierten la energía cinética del viento en energía eléctrica, como se muestra en la Figura 3.6. En las últimas dos décadas, los parques eólicos se han convertido en uno de los modelos de producción de energía renovable más grandes del mundo [24].

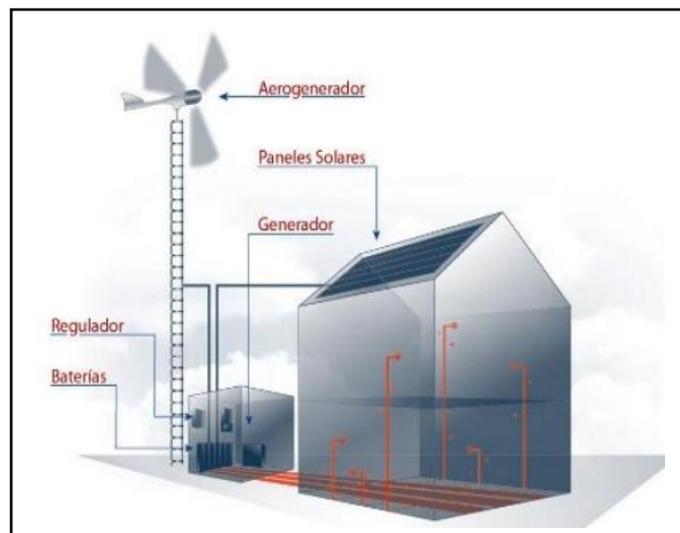


Figura 3.6. Estación de aerogenerador [25].

3.1.12. Causas del viento a escala global

Las áreas alrededor del ecuador a 0° de latitud están más calientes por la acción del sol que las áreas en el resto del mundo. En las imágenes infrarrojas de la superficie del mar, estas regiones cálidas están representadas por colores cálidos: rojo, naranja y amarillo. El aire caliente es más liviano que el aire frío, por lo que se elevará a una altura de aproximadamente 10 km y se extenderá de norte a sur. Si la tierra no gira, solo aire llegará a los polos norte y sur, luego descenderá y regresará al Ecuador [23].

3.1.13. Gradiente de presión

Como se muestra en la Figura 3.7. La intensidad del viento esta influenciado por el relieve del terreno debido a la fricción de la masa de aire disminuye la velocidad del viento desde un valor a gran altura típicamente alrededor de 2000 m hasta el nivel del suelo dependiendo del campo de presión y la latitud [26].

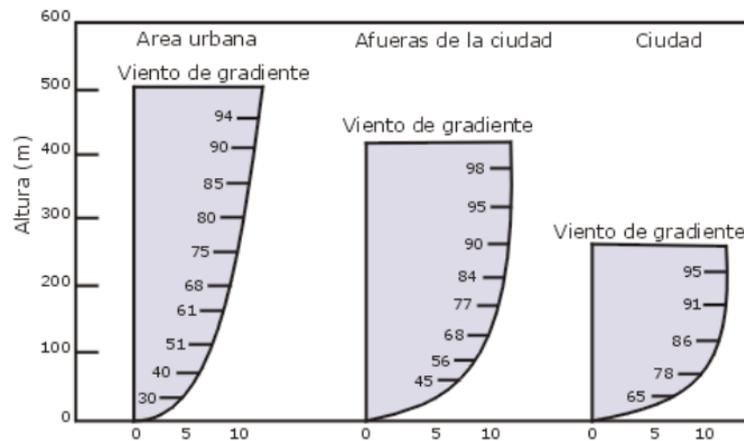


Figura 3.7. Gradientes de presión [9].

3.1.14. Fuerza Coriolis

Es el efecto que se observa en un sistema en rotación cuando un cuerpo se encuentra en movimiento con respecto al sistema de referencia en rotación, generando una desviación en la trayectoria del viento por la rotación de la tierra aumentando en la medida que aumenta la velocidad del viento, como se muestra en la Figura 3.8.

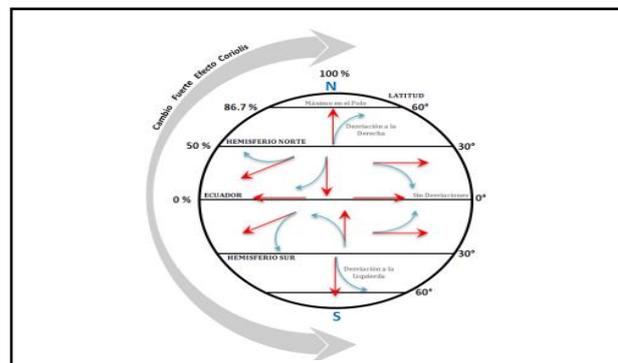


Figura 3.8. Efecto Coriolis [27].

La fuerza de Coriolis es una fuerza ficticia o "inercial" que explica este efecto, descrito cuando está claro que el observador (nosotros) está girando.

En el hemisferio norte, el viento tiende a girar en sentido contrario a las agujas del reloj a medida que se acerca a las zonas de baja presión. En el hemisferio sur, los vientos giran en el sentido de las agujas del reloj alrededor de áreas de baja presión.

Los vientos se elevan desde el ecuador y se mueven de norte a sur en la atmósfera superior. Cerca de los 30° de latitud en ambos hemisferios, la fuerza de Coriolis impide un mayor movimiento del viento. En esta latitud hay una zona de alta presión por lo que el aire comienza a descender nuevamente.

A medida que los vientos se elevan desde el Ecuador, aparecerá un área de baja presión cerca del suelo, atrayendo vientos del norte y del sur. Teniendo en cuenta la fuerza de flexión de la fuerza de Coriolis, obtenemos el siguiente resultado general para las direcciones de viento dominantes. Como se puede apreciar en la Tabla 3.2. [27].

Tabla 3.2. Dirección de viento dominantes [27].

Latitud	90-60°N	60-30°N	30-0°N	0-30°S	30-60°S	60-90°S
Dirección	NE	SO	NE	SE	NO	SE

3.1.15. Velocidad del viento

Es una magnitud vectorial que describe velocidad del viento mayormente registrada con instrumentos como anemómetros que miden estos valores con una frecuencia de muestreo junto con la dirección por medio de una veleta como se puede apreciar en la Tabla 3.3.

La característica más importante del viento es su variabilidad, tanto geográfica como temporal. En términos generales, la variabilidad espacial describe el hecho de que hay muchos climas diferentes en el mundo, algunos con más recursos disponibles que otros, que están determinados principalmente por la latitud de la Tierra. [9].

Tabla 3.3. Velocidades del viento [9].

Escala de velocidades de viento			
Velocidades de viento a 10 m de altura		Escala Beaufort (anticuada)	Viento
m/s	nudos		
0,0 – 0,4	0,0 – 0,09	0	Calma
0,4 – 1,8	0,9 – 3,5	1	Ligero
1,8 – 3,6	3,5 – 7,0	2	
3,6 – 5,8	7 – 11	3	
5,8 – 8,5	11 – 17	4	Moderado
8,5 – 11	17 – 22	5	Fresco
11 – 14	22 – 28	6	Fuerte
14 – 17	28 – 34	7	
17 – 21	34 – 41	8	Temporal
21 – 25	41 – 48	9	
25 – 29	48 – 56	10	Fuerte temporal
29 – 34	56 – 65	11	
> 34	> 65	12	Huracán

3.1.16. Distribución de Weibull

En el caso de la energía eólica, es muy importante poder describir la variación de la velocidad del viento. Los diseñadores de turbinas necesitan información para optimizar el diseño de sus turbinas eólicas y minimizar el coste de producción. Si mide la velocidad del viento durante todo el año, se encontrará que en la mayoría de las áreas donde las ráfagas son raras y frescas, los vientos moderados son bastante comunes. La variación del viento en un área típica a menudo se describe utilizando la llamada distribución de Weibull misma que es una expresión analítica empleada para representar la probabilidad de ocurrencia de una velocidad de viento obteniendo la frecuencia de aparición de diferentes velocidades del viento [28].

La distribución estadística de las velocidades del viento depende de las condiciones climáticas locales, del paisaje y de la superficie donde se está midiendo. Por lo tanto, la Distribución de Weibull, como se puede apreciar en la Figura 3.9. puede variar tanto en la forma como en el valor medio. Si el parámetro de forma es exactamente 2, esta distribución es conocida como distribución de Rayleigh. Los fabricantes de aerogeneradores proporcionan gráficas de rendimiento para sus máquinas usando la distribución de Raileigh [28].

3.1.17. Dirección del viento

La característica direccional del viento se representa a través de rosas de frecuencia y la rosa de velocidades las cuales son una representación gráfica en forma circular donde se presentan por sectores una variable. Como se puede apreciar en la Figura 3.9 [29].

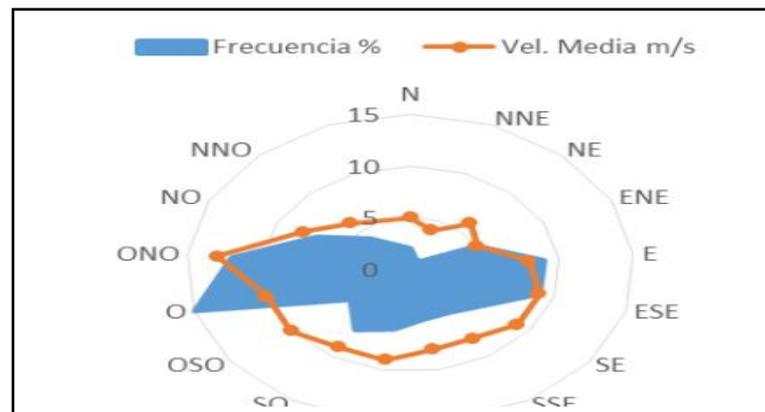


Figura 3.9. Rosa de frecuencia [29].

3.1.18. Instrumentos de medición

3.1.18.1. Anemómetros

Este instrumento generalmente es usado en una estación meteorológica destinado a medir la velocidad del viento en superficie formado por un molinete con tres bazos que giran sobre un eje vertical que activa un contador que dependiendo del número de revoluciones determina la velocidad. Como podemos ver en la Figura 3.10 [30].



Figura 3.10. Anemómetro [30].

3.1.18.2. Veleta

Se coloca próxima el anemómetro señalando la procedencia del flujo ya que la fuerza de arrastre y sustentación alinea el contrapeso en formade de flecha con el flujo del vector del viento. Como se puede apreciar en la Figura 3.11 [31].



Figura 3.11. Veleta [31].

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. METODOLOGÍA

Investigación bibliográfica

Para la caracterización de la velocidad y dirección del viento para evaluar el potencial energético se investigó antecedentes, revistas, libros, artículos, manuales, sitios web que permitan conocer y elaborar más sobre el tema propuesto, adicional a esto se interpretó manuales para realizar el montaje y pruebas del sensor DNA121.

Investigación de campo

Al ser uno de los dilemas el desconocimiento del potencial energético del viento en la localidad, se empleó esta investigación por que es necesario estar en el lugar para conocer todas las características, medidas y recopiladas que rigen el muestreo estadístico.

Método inductivo

Este método nos permite observar las variables de velocidades y direcciones medidas por el sensor anemómetro para posteriormente ser procesadas.

Método experimental

Para la parametrización de la velocidad y dirección del viento se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento con un multímetro, midiendo señales analógicas de la variable velocidad, la cual se mide en Hz y la variable de la velocidad en voltios.

Método científico

Mediante este método se observó el comportamiento de las variables en la zona para la caracterización de la velocidad y dirección del viento, con el fin de conocer el potencial energético en la zona al realizar análisis estadístico.

Técnica

Investigar. Medir. Recolectar. Analizar. Procesar.

Instrumento

Sensor anemómetro DNA121.

4.2. DECLARACIÓN DE VARIABLES

- **Variable dependiente**
Evaluar el potencial energético
- **Variable independiente**
Velocidad y dirección del viento.

4.2.1. Operación de las variables

Tabla 4.1. Variable dependiente

Variable dependiente	Definición conceptual	Indicador	Unidades	Instrumentos
Evaluar el potencial energético del viento	Permite cuantificar la cantidad de energía que puede aportar esta zona a la generación de energías eólicas.	Porcentaje diario	m/s Horas	Estación Meteorológica Sensor Anemómetro

Tabla 4.2. Variable independiente

Variable Independiente	Definición conceptual	Indicador	Unidades	Instrumentos
Velocidad y dirección del viento.	-La velocidad mide el componente horizontal del desplazamiento del aire. La dirección mide el componente horizontal de la velocidad del viento.	-Unidad de medición -Ángulo	km/h Grados	Sensor anemómetro

4.2.2. Métodos, Técnicas e instrumentos

Tabla 4.3. Métodos, Técnicas e instrumentos

Métodos	Técnicas	Instrumentos
Deductivo	Protocolo de comunicación	Interfaz RS232 Convertidor RS485
Científico	Observación y medición	Equipos de medición

En el presente proyecto se utilizan métodos como: la investigación bibliográfica, que permiten iniciar la búsqueda de antecedentes e investigaciones digitales e impresos relacionadas a estaciones meteorológicas y sus diferentes tipos de sensores para medir la velocidad y dirección de viento, la investigación de campo contribuye a la toma de datos necesarios para verificar el aprovechamiento de energía eólica en el sector.

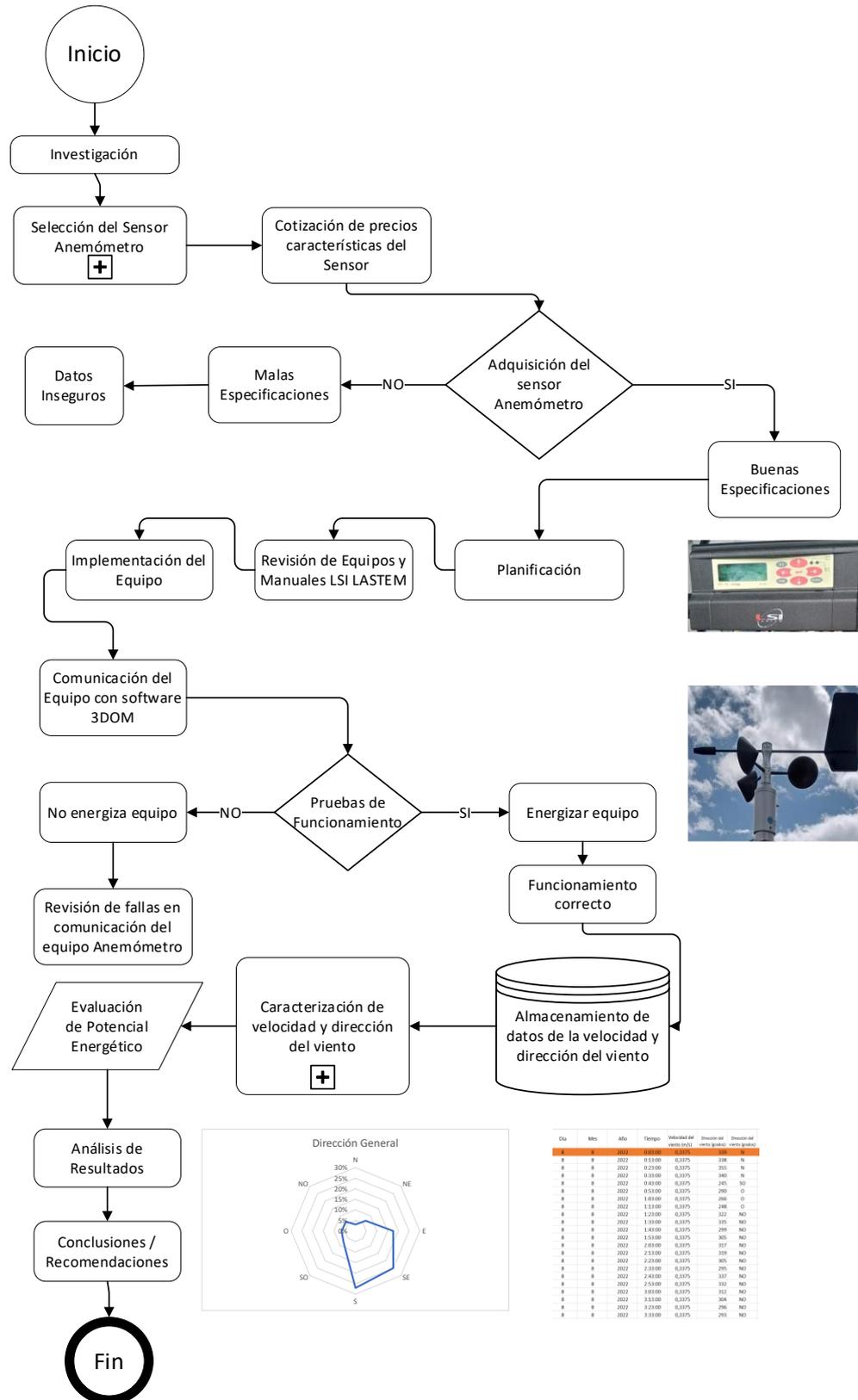


Figura 4.1. Diagrama de flujo

Tabla 4.4. Cuadro de comparaciones del sensor anemómetro

Mejores Productos	Bresser Wetterstation Funk mit Außensensor WLAN Wetter Center 5-in-1 mit 5,7	Estación Meteorológica WLAN Sainlogic Profesional, Estación Meteorológica	Bresser Centro Colour 5-EN-1 ESTACION METEOROLÓGICA 256 Colores, Negro, 17 x 4	DAVIS VANTAGE VUE WIRELESS WEATHER STATION	Froggit Estación meteorológica WH3000 SE (Edition 2018) a Internet Wi-Fi, App
Marca	BRESSER	SAINLOGIC	BRESSER	DAVIS INSTRUMENTS	FROGGIT
Modelo	7002580	WS3500	7002520 cm3000	6250	WH3000 SE
Estación	7,7" acolor	Pantalla LCD color	Pantalla LCD multicolor (256)	Pantalla LCD retroiluminada	Pantalla LCD Color
Transmisión de Datos	Wifi	Wifi	Wifi	Wifi	Wifi
Velocidad del Viento	✓	✓	✓	✓	✓
Dirección del viento	✓	✓	✓	✓	✓

4.3. PROCESO DE UBICACIÓN DEL SENSOR ANEMÓMETRO.

El lugar final para el montaje debe proporcionar las garantías necesarias para el rendimiento óptimo en este campo, que son las condiciones ambientales que serán categórica o temporalmente necesarias para la ubicación del dispositivo, en el cual se procede a seguir las sugerencias del fabricante LSI LASTEM para la perfecta localización del sensor anemómetro en la parte superior del eje a una altura de 2 m desde el suelo o su base.

4.3.1. Datos de campo

Para la instalación del sensor anemómetro DNA121 se debe partir de una planificación para su correcto funcionamiento y conocer las variables de velocidad y dirección medidas en un determinado lugar o área.

4.3.2. Coordenadas de la estación

La ubicación definitiva del sensor anemómetro DNA121 se deberá conocer y registrar de una forma precisa, la que deberán estar acordes a la conformidad de la Organización Meteorológica Mundial que a continuación se detallan:

- Latitud en grados, minutos y segundos enteros. -0.9173
- Longitud en grados, minutos y segundos enteros. -78.6332

4.3.3. Instalación

Procedimiento de instalación del sensor anemómetro DNA121. El manual de instrucciones proporcionado por el fabricante LSI LASTEM, que detalla los pasos a seguir y también da instrucciones para evitar daños de fallas en el equipo, en el momento del montaje se puede realizar las pruebas de funcionamiento no es necesario desconectar el registrador de datos.

4.4. MONTAJE DEL SENSOR ANEMÓMETRO DNA121

4.4.1. Pasos para el montaje del sensor anemómetro DNA121

Paso 1. Primeramente, manipulará el cuerpo del sensor combinado de manera delicada y precisa, basta con las manos, se procederá a desatornillar la tuerca de la arandela de la rosca del eje con mucha precaución, para montar en el eje el rotor DNA124. Como se puede observar en la figura 4.2.



Figura 4.2. Desatornillar la tuerca de la arandela de la rosca del eje

Paso 2. De manera precisa se ensambla el rotor DNA124 en el eje del sensor combinado formando un solo aparato o dispositivo, tener en cuenta de dejar libre a un el eje del sensor combinado para los siguientes pasos del montaje. Como se puede observar en la figura 4.3.



Figura 4.3. Se acoplo el rotor DNA124 en el cuerpo del sensor combinado

Paso 3. Al estar montado las dos partes de tres de sus componentes que estaban separadas, vemos que para poner seguridad entre el sensor DNA124 y el sensor combinado existe un pequeño tornillo de ajuste en el rotor, apretar de manera controlada y precisa con una llave llamada Allen, no debe utilizar otro tipo de herramientas las cuales perjudican la vida útil de los tornillos en este caso. Como se puede observar en la figura 4.4.



Figura 4.4. Apretar el tornillo del rotor que indica la fecha

Paso 4. Se insertó la veleta DNA127 en el cuerpo del sensor combinado, manteniendo el vástago en una posición estable e inserta la paleta hasta que llegue a la tuerca de ajuste, así obteniendo la unión de los tres componentes. Como se puede observar en la figura 4.5.



Figura 4.5. Insertó la veleta DNA127 en el cuerpo del sensor

Paso 5. Inserta la arandela y la tuerca en el eje roscado luego apretamos con la llave mientras sujeta el eje con el destornillador. Precaución no apretar la tuerca sujetando la aleta con la mano para evitar que el sensor pierda su ajuste. Como se puede observar en la figura 4.6.



Figura 4.6. Insertó la arandela y la tuerca en el eje roscado

Paso 6. Aprieta la cubierta protectora Como se puede observar en la figura 4.7. Este proceso es muy importante para prevenir que ingrese el agua o en si los diferentes factores climaticos, afectando principalmente al sensor.



Figura 4.7. Aprieta la cubierta protectora.

Paso 7. Conecto el cable al sensor, con una mano sujeto el sensor anemómetro y con la otro mano cojo el cable para realizar la conexión, no debe forzar ninguno de los dos componentes porque las averías se reflejarán en la adquisición de datos Como se puede observar en la figura 4.8.



Figura 4.8. Conecto el cable al sensor.

Paso 8. Como el mástil ya está posicionado en el lugar elegido, procede a montar el sensor anemómetro en el tope final del mástil, en este caso quedo a una altura de 2 m del suelo el sensor anemómetro. Aprieta el tornillo con una herramienta llamada Allen para fijar el sensor al mástil. Como se puede observar en la figura 4.9.



Figura 4.9. Monto el sensor en el mástil y aprieta el tornillo.

Paso 9. Cuando fija el sensor en su posición en el poste, apunta la nariz roja hacia el NORTE para orientar como se observar en la figura 4.10, para la orientación utilizo una brújula y la orientación que se encuentra dibujado en el piso



Figura 4.10. Cuando se aseguró el sensor en el poste, apuntamos la nariz roja hacia el NORTE para orientar

4.4.2. Calibración del sensor anemómetro DNA121

Durante la calibración, las mediciones del sensor anemómetro DNA121 deben compararse con el manual, para obtener los datos reales durante la medición. La calibración de fábrica es importante fijar el sensor en su posición que apunte la nariz roja hacia el NORTE para orientar tomar en cuenta las sugerencias del fabricante al momento de la calibración.

4.4.3. Sensor de medición

Se utilizó un solo sensor, los rotores DNA124 y DNA127 y el cable de tipo DWA, este sensor combinado en un solo equipo llamados transductores el cual mide la velocidad y dirección del viento. Su uso simplifica la instalación y el diseño de la instalación en comparación con los sistemas modulares separados, además ofrece otras ventajas porque es más pequeño en tamaño, más ligero en peso y más económico en precio. En combinación de los dos rotores obtenemos el sensor anemómetro con código DNA 121.

4.5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON SEÑALES ANALÓGICAS

Para la verificación se necesita la interpretación de los planos y manuales del fabricante el sensor anemómetro DNA 121 LSI LASTEM. Con ayuda de un multímetro dependiendo si la salida es analógica ya sean (corriente, voltaje, resistencia).

4.5.1. Comprobación del funcionamiento de la medición de la velocidad del viento

Para la verificación de la salida analógica de la medida se realiza mediante un multímetro pasos a seguir:

1. Configurar el multímetro para receptor señales medidas de frecuencia en Hz
2. Conectar los cables del multímetro a los dos cables del sensor (no es necesario desconectarlo del registrador de datos)
3. Se podrá observar en el display del multímetro si el rotor del sensor está detenido la lectura de la frecuencia será 0 Hz caso contrario será un valor superior a 0 Hz.

4.5.2. Comprobación del funcionamiento de la medición de la dirección del viento

La verificación de la salida analógica de la medida se realiza mediante un multímetro. Identifica la salida del sensor y proceda de la siguiente manera:

Para sensores con señal de salida en tensión (0÷1 y 0÷5 V):

1. Establezca el multímetro para medir el voltaje directo (CC).
2. Conectar los cables del multímetro a los dos cables del sensor no es necesario aislar del registrador de datos.
3. Gire la paleta como se muestra en la tabla y verifique los valores respectivos.

Tabla 4.5. Comprobación del funcionamiento de la medición de dirección del viento

Posición de la punta de la paleta	Valor de tensión (V)		Dirección (N)
	Salida 0 ÷ 1V	Salida 0 ÷ 5 V	
Norte (por encima de la merluza roja)	Acerca de 0/1 V	Acerca de 0/5	Acerca de 0/360
Este	Sobre 0,25	Sobre 1,25	Alrededor de 90
Sur	Sobre 0,5	Sobre 2,5	Alrededor de 180
Oeste	Sobre 0,75	Sobre 3,75	Alrededor de 270

4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS

El Laboratorio de Energías renovables de la Universidad técnica de Cotopaxi dispone de diferentes dispositivos y conexiones eléctricas que son ideal para el funcionamiento del sensor anemómetro. El equipo disponible en el laboratorio es un computador de escritorio que permite administrar la información meteorológica generada por el sensor anemómetro. Como se aprecia en la figura 4.11.

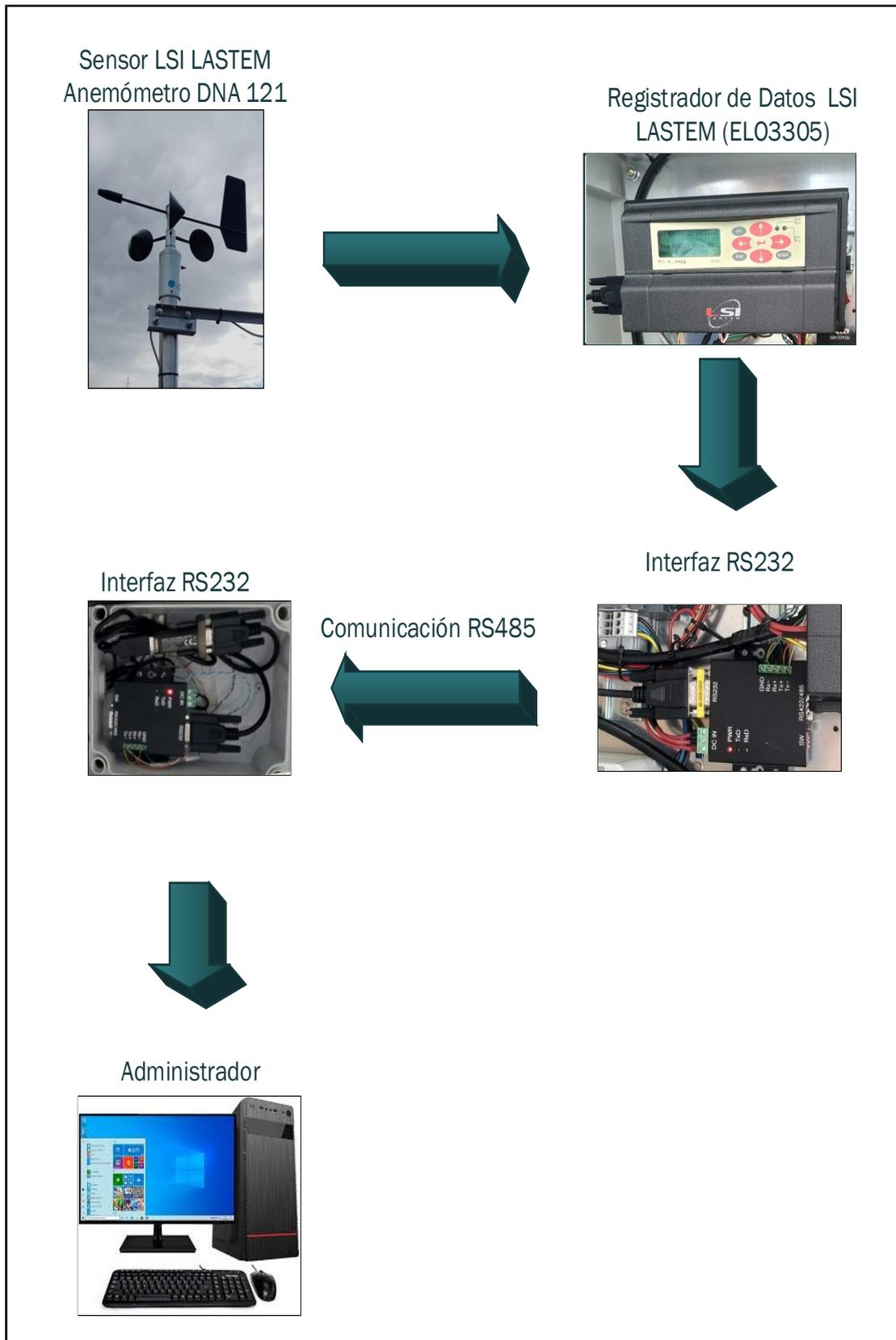


Figura 4.11. Esquema de adquisición de datos

El equipamiento del laboratorio de energías renovables de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el campus la matriz queda con sensor anemómetro de marca LSI LASTEM procedente de Italia para la medición de variables estocásticas como son la velocidad y dirección del viento.

4.6.1. Sensor anemómetro DNA121

Es un sensor transductor integrado para medir la velocidad y dirección del viento, este sistema de medición incluye sensor, rotor, veleta y cable tipo DWA como se aprecia en la figura 4.12. Se coloca a una altura de 2 metros sobre el suelo y tiene una capacidad de corriente de 20 mA.



Figura 4.12. Sensor anemómetro DNA121

4.6.2. Data Logger

Es el dispositivo electrónico central de cualquier sistema de medición automatizado. Se utiliza para registrar mediciones de variables meteorológicas, provenientes de todos los sensores conectados a él. Esta información se almacena en la memoria del registrador de datos. En la figura 4.13 se puede observar el esquema de adquisición de datos a través de un data Logger.

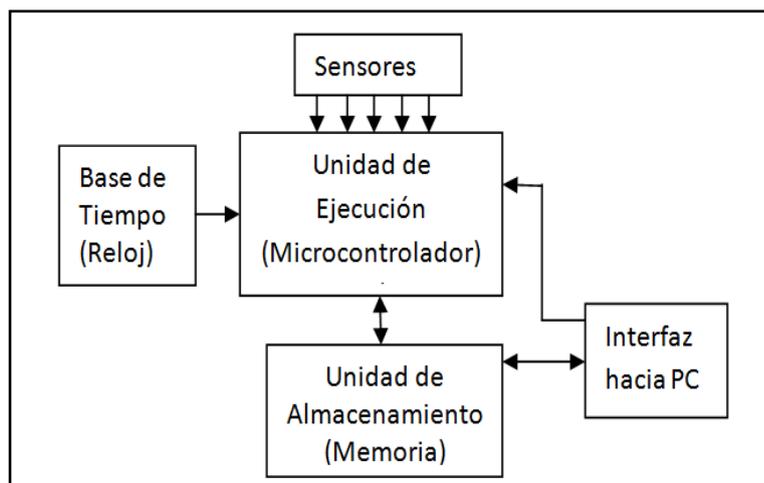


Figura 4.13. Esquema de adquisición de datos a través de un Data Logger

Registrador de datos con entradas digitales o analógicas a través de las cuales los sensores reciben las señales para convertirlas en valores digitales que representan la medición del parámetro físico que se está midiendo, funciona con una batería para garantizar autonomía o portabilidad, incluye un microprocesador y memoria para almacenar datos de varios sensores conectados a él. Es muy común usar una computadora como interfaz para configurar el equipo y mostrar las mediciones, a menudo el uso de una computadora a través de una interfaz RS232.

4.6.3. Comunicación

El registrador de datos ELO3305 viene implementado con dos puertos serie RS-232 con conectores de nueve polos tipo hembra “DB9F”. En donde el puerto serial uno se utilizará para la programación de los modos operativos y la descarga de datos del instrumento mediante el protocolo de comunicación. Esta puede ser una herramienta indispensable cuando se trata de depurar, probar y mejorar dispositivos seriales y controladores, a través de esta conexión podemos obtener datos, almacenar datos y visualizar. Los puertos serie RS-232 vienen de fábrica con la siguiente configuración que podemos observar en la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Configuración de los puertos serie RS-232

Tasa de baudios	9600 bps
Bits de datos	8

Bit de parada	1
Paridad	Ninguna
Dirección de red	1
Control de flujo	Solo señal RTS

4.6.4. Software

Para el manejo y administración de la información de datos, los equipos LSI LASTEM contienen un conjunto de aplicaciones de software que se pueden usar para la comunicación local o remota entre el ELO3305 y una PC.

4.6.5. DOM

Es una aplicación de software que básicamente permite descargar la información recibida por el registrador de datos para su posterior análisis. Esta información del sensor anemómetro se guarda en formato de archivo de texto ANSSI, para posterior descargarla en formatos de archivo CSV.

4.7. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON SEÑALES DIGITALES

Para la verificación se necesita la interpretación de los planos y manuales del fabricante del sensor anemómetro DNA121 LSI LASTEM, con ayuda de una PC y su respectiva comunicación (RS485) primeramente instalamos el software modpoll y después procedemos a realizar los siguientes procesos.

4.7.1. Pruebas de funcionamiento de la medición de la velocidad del viento

1. Conecte el cable serial del sensor anemómetro DNA 121 LSI LASTEM al puerto de la PC
2. Abra una ventana de solicitud de DOS y escriba el consecutivo comando: modpoll -a 1 -r 1 -c 2 -t 4: float -p ninguno -b 9600 com1 se sobre entiende que la configuración realizada esta bajo los siguientes parámetros:
Baudrate: 9600 bps,
Parity: None

Puerto serial de la PC utilizado es COM1

Para ver la lista de comandos disponibles, escriba el comando modpoll / help

3. Se podrá observar si el rotor del sensor está detenido la primera lectura que se visualice en el programa será cero 0 casos contrarios será un valor superior a 0.

4.7.2. Comprobación del funcionamiento de la medición de la dirección del viento.

Se puede realizar la verificación de salida digital (RS485) para medir la dirección. Ajustar el comando modpoll para ejecutar. Los valores a comprobar son los asociados a la segunda medida mostrada para el programa. Girar el motor como se indica en la tabla y comprobar los valores correspondientes. En la tabla 4.7 se puede observar la comprobación de valores.

Tabla 4.7. Comprobar los valores

Posición de la paleta	Dirección (N)
Norte (por encima de la merluza roja)	Acerca de 0/360
Este	Alrededor de 90
Sur	Alrededor de 180
Oeste	Alrededor de 270

4.8. ADQUISICIÓN Y TRANSMISIÓN DE DATOS

Desde el mes de julio 2022 se implementó el sensor anemómetro DNA121 Donde los datos obtenidos de los sensores son registrados en un dispositivo de recolección de datos denominado registrador de datos, luego son procesados a partir de archivos de texto en los cuales se descarga información de los diversos parámetros físicos.

4.8.1. Datos elaborados

Es un conjunto de datos compuestos por valores adquiridos por el sensor anemómetro DNA121. La recopilación de datos se realizó en intervalos definidos por el usuario como podemos ver en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Información de los parámetros que se rigen para la adquisición de datos

Fecha de inicio de recopilación de datos	4 de agosto del 2022 desde las cero horas
Intervalos de tiempo de recopilación de datos	10 minutos
Fecha final de recopilación de datos	19 de agosto del 2022 hasta las cero horas
Altura del sensor anemómetro	2 metros
Ubicación	Latitud -0.9173 Longitud -78.6332

4.8.2. Estructura de los datos descargados en un archivo de texto CSV

Se puede visualizar los datos medidos en el idioma inglés como se puede observar en la tabla 4.9, la distribución de los datos medidos de la velocidad y dirección del viento en las fechas prescritas anteriormente y con sus respectivos parámetros.

Tabla 4.9. Estructura de los datos descargados

Year	Año
Mo	Mes
Dy	Día
Hr	Hora
WS2 m	Velocidad del viento
WD2 m	Dirección del viento

4.9. ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SENSOR ANEMÓMETRO DNA121

El esquema eléctrico viene a ser una representación gráfica de la instalación eléctrica del sensor anemómetro como se puede apreciar en la figura 4.14. donde cada componente de instalación y conexión se selecciona perfectamente.

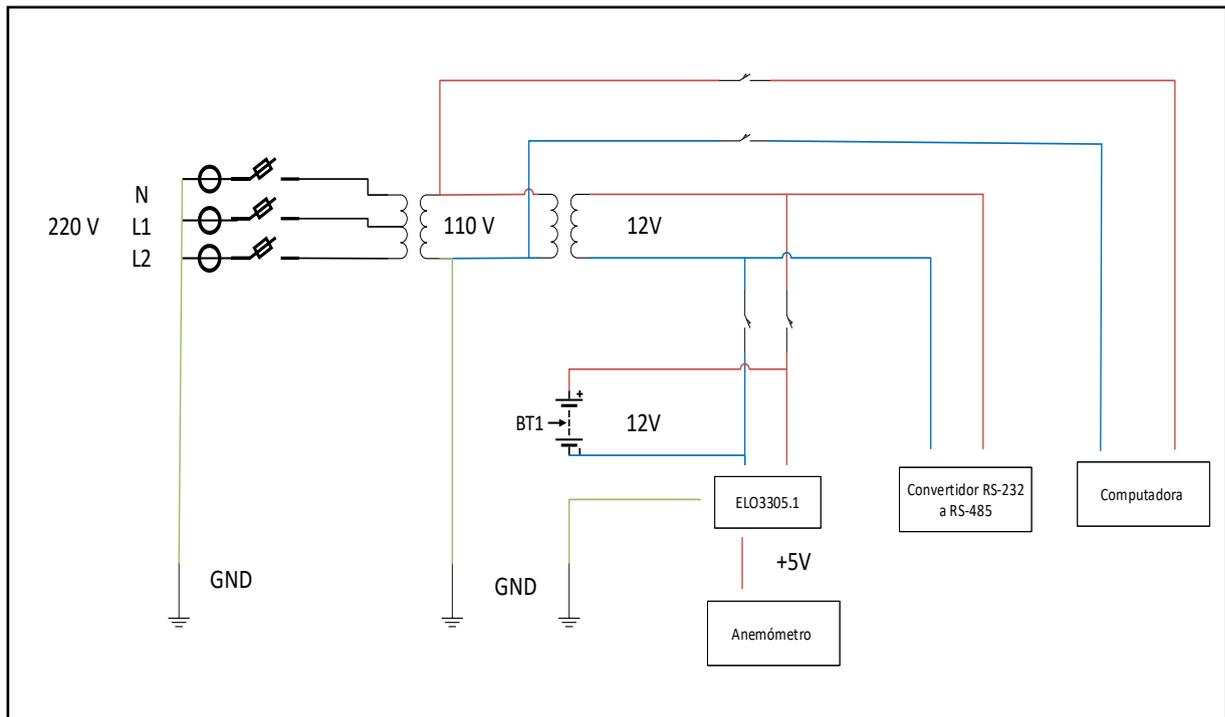


Figura 4.14. Esquema eléctrico del sensor anemómetro

4.10. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SENSOR ANEMÓMETRO DNA121

4.10.1. Ventajas del sensor anemómetro

- Fácil instalación.
- Facilidad acceso al sensor.
- Facilidad para el mantenimiento rutinario.
- Precisión de los datos.

4.10.2. Desventajas del sensor anemómetro

- El sensor al ser accesibles para cualquier persona esta corre el riesgo de ser manipulada de manera incorrecta, y en casos peores podría ser robada.
- El sensor no está adherido permanentemente, en el caso de que existan fuertes viento o tormenta puede ser empujada de su sitio.
- El sensor anemómetro no debe tener objetos a su alrededor que ocasionen áreas sombreadas que intervengan a la medición del sensor.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS MEDIANTE LA ROSA DE LOS VIENTOS

La velocidad del viento se trata a través de módulo con un anemómetro, pero como es de carácter vectorial a través de su dirección con la veleta que nos indica de donde viene el viento. Para representar climatológicamente todos esos datos y ordenarlos según la dirección desde donde sopla el viento. Para graficar la rosa de los vientos, que nos indica a que dirección sopla el viento: Norte, Sur, Este, Oeste y de las combinaciones del Nor Este, Sur Este, Sur Oeste, Nor Oeste y así hasta 16 rumbos, sin embargo, el viento que sopla toca procesar de manera estadística, analizando los intervalos de velocidad que actúan en la medición del sensor anemómetro. Para graficar la velocidad del viento se debe tomar en cuenta la escala de velocidades. Como se puede apreciar en la tabla 5.1. diferentes estados de vientos.

Tabla 5.1. Escala de velocidades

Escala de velocidades					
Calma	Ligero		Moderado	Fresco	
0(0.0 – 0.4)	1(0.4 – 1.8)	2(1.8 – 3.6)	3(3.6 – 5.8)	4(5,8 – 8,5)	5(8,5 – 11)

5.1.1. Análisis del día 4 de agosto del 2022

Tabla 5.2. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	8	14	8	18	75	8	3	13	147
%	5%	10%	5%	12%	51%	5%	2%	9%	100%
°	19,59	34,3	19,6	44,08	183,7	19,59	7,347	31,8	360

Velocidad												
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	4	%	#	%
N	8	5,56		0,00		0,00		0,00		0,00	8	5,56
NE	14	9,72		0,00		0,00		0,00		0,00	14	9,72
E	8	5,56		0,00		0,00		0,00		0,00	8	5,56
SE	6	4,17	2	1,39	5	3,47	3	2,08	2	1,39	18	12,50
S	2	1,39	7	4,86	27	18,75	32	22,22	7	4,86	75	52,08
SO	4	2,78	3	2,08	1	0,69		0,00		0,00	8	5,56

O	2	1,39	1	0,69		0,00		0,00		0,00	3	2,08
NO	10	6,94		0,00		0,00		0,00		0,00	10	6,94
	54		13		33		35		9		144	100,00

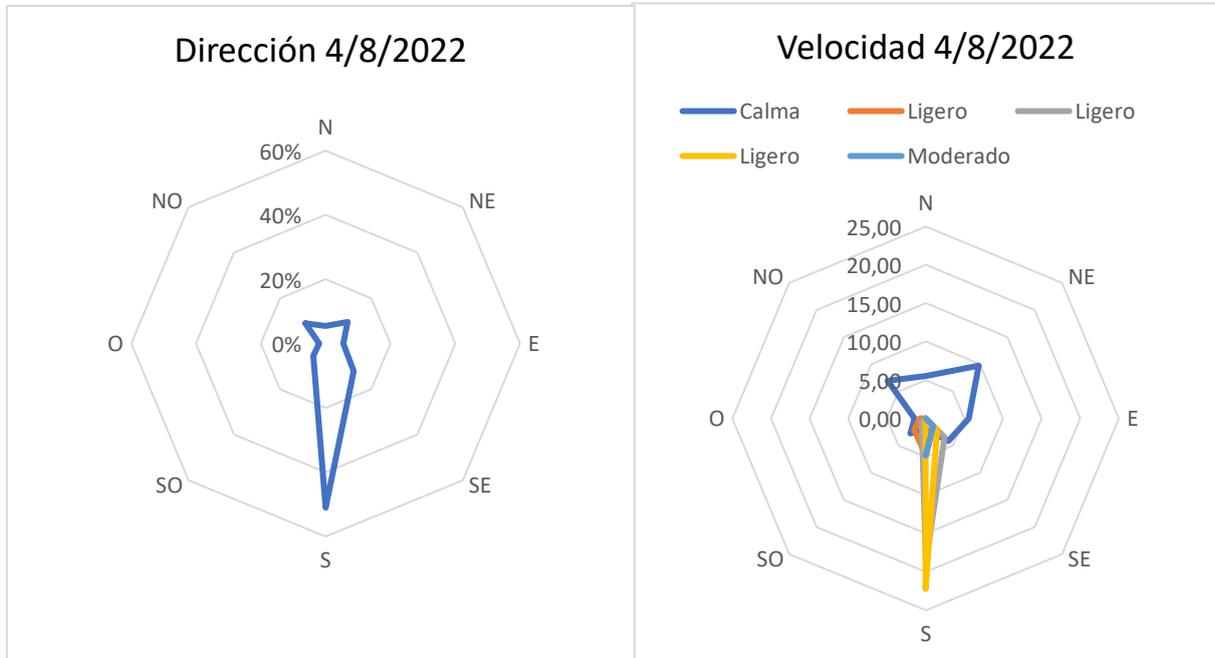


Figura 5.1. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 4

Dirección. - Como se puede observar el gráfico 5.1 el viento viene desde el S con respecto al cuarto cuadrante y se dirige hacia el SE como se puede observar una curvatura en sentido horario donde se direcciona la veleta del sensor anemómetro al SE con unos $44,08^\circ$ que es la dirección más notable que se pudo observar mediante los datos medidos del día 4 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. – Se puede visualizar las diferentes escalas de velocidades del viento, se puede observar vientos calmados con velocidades de $0,0 \text{ m/s}$ a $0,4 \text{ m/s}$; el viento no se mantiene en una misma dirección, su ingreso es desde el Noreste y varía en todos los sentidos como podemos ver en la tabla 5.2, pero su variación va más hacia el Noreste. El pico más largo indica el punto máximo de velocidad que esta logra alcanzar, en este caso ingresa desde el Sur, es un viento ligero con velocidades de $3,6 \text{ m/s}$ a $5,8 \text{ m/s}$ y se aprecia un gráfico muy alargado a razón de que el viento mantenía su misma dirección.

5.1.2. Análisis del día 5 de agosto del 2022

Tabla 5.3. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	0	2	0	8	98	20	13	3	144
%	0%	1%	0%	6%	68%	14%	9%	2%	100%
°	0	5	0	20	245	50	32,5	7,5	360

Velocidad												
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	4	%	#	%
N	2	1,4		0,0		0,0		0,0		0,0	2	1,4
NE		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	0	0,0
E		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	0	0,0
SE	3	2,1	4	2,8		0,0	1	0,7	8	5,6	16	11,1
S	3	2,1	22	15,3	25	17,4	40	27,8		0,0	90	62,5
SO	1	0,7	15	10,4	3	2,1	1	0,7		0,0	20	13,9
O	3	2,1	3	2,1	7	4,9				0,0	13	9,0
NO	2	1,4		0,0	1	0,7				0,0	3	2,1
	14		44		36		42		8		144	100,00

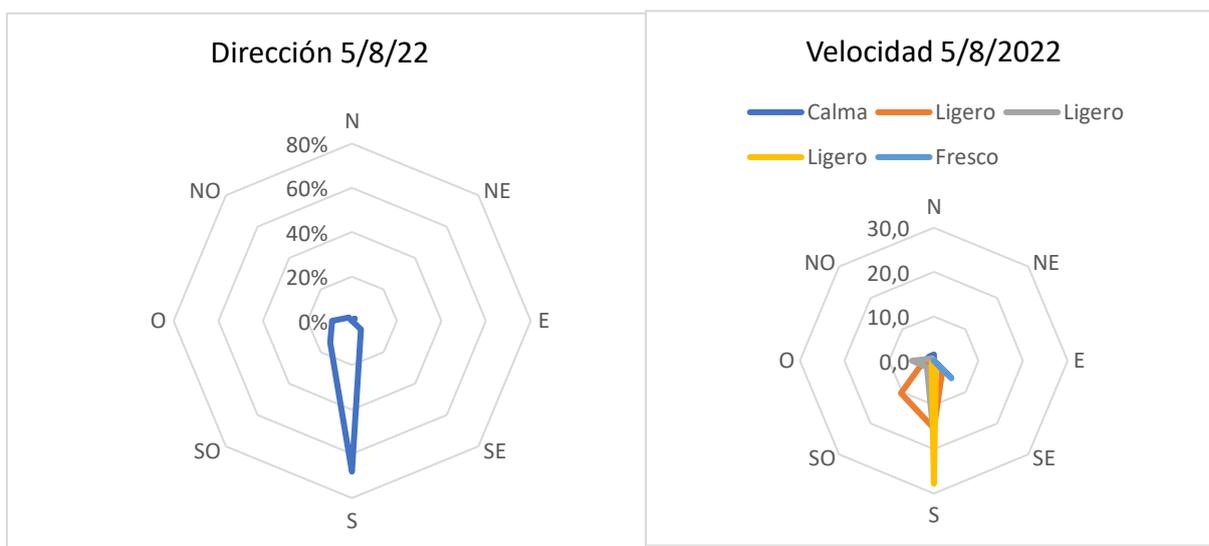


Figura 5.2. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 5

Dirección. - La rosa de los vientos se puede observar en la figura 5.2. de la dirección del viento donde se observa que viene desde el S con respecto al cuarto cuadrante y se dirige hacia el NE, como se puede observar en sentido antihorario donde la dirección de la veleta del sensor anemómetro tiene una tendencia que se dirige el viento hacia el NE con unos 5° , mediante los datos medidos del día 5 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. – Podemos presenciar vientos calmados, ligeros y frescos, los que más sobresalen son los vientos ligeros, debido a que poseen variaciones en su escala de velocidad, esto a su vez hace que la dirección rote de acuerdo a la variación de la velocidad como podemos ver en la misma figura.

La figura amarilla representa el pico máximo de velocidad al que ha llegado el viento ligero, en el gráfico de color naranja se observa un desplazamiento hacia el suroeste, debido a que la dirección del viento entra desde el sur.

5.1.3. Análisis del día 6 de agosto del 2022

Tabla 5.4. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	8	8	4	23	78	9	6	8	144
%	6%	6%	3%	16%	54%	6%	4%	6%	100%
°	20	20	10	57,5	195	22,5	15	20	360

Velocidad												
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	4	%	#	%
N	8	5,56		0,00		0,00		0,00		0,00	8	5,56
NE	8	5,56		0,00		0,00		0,00		0,00	8	5,56
E	4	2,78		0,00		0,00		0,00		0,00	4	2,78
SE	8	5,56	1	0,69	3	2,08	11	7,64		0,00	23	15,97
S	1	0,69	4	2,78	19	13,19	37	25,69	17	11,81	78	54,17
SO	3	2,08	3	2,08	3	2,08		0,00		0,00	9	6,25
O	6	4,17		0,00		0,00		0,00		0,00	6	4,17
NO	8	5,56		0,00		0,00		0,00		0,00	8	5,56

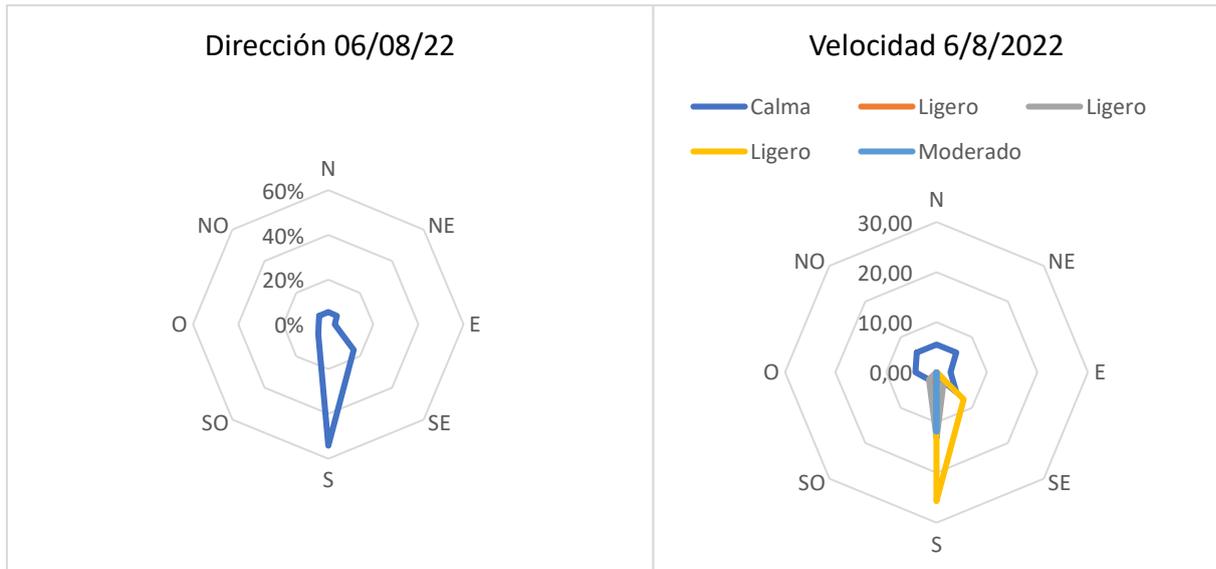


Figura 5.3. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 6

Dirección. - En la figura 5.3. de la rosa de los vientos se puede observar de la dirección de donde viene el viento desde el S que está ubicado a unos 195° en sentido horario y se dirige hacia el SE como se puede observar en el gráfico donde la dirección la veleta del sensor anemómetro tiene una tendencia que se dirige el viento hacia el SE con unos $57,5^\circ$ mediante los datos medidos del día 6 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. – Se observa que el punto máximo que alcanza la velocidad del viento ligero es menor a comparación de los dos gráficos anteriores, también se puede visualizar que la dirección del viento cambia de sentido y en esta ocasión su dirección se está dirigiendo hacia el Sureste.

5.1.4. Análisis del día 7 de agosto del 2022

Tabla 5.5. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

	Dirección								Suma
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
#	4	4	0	7	107	17	3	2	144
%	3%	3%	0%	5%	74%	12%	2%	1%	100%
°	10	10	0	17,5	267,5	42,5	7,5	5	360

Velocidad												
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	4	%	#	%
N	4	2,78	1	0,69		0,00		0,00		0,00	5	3,47
NE	6	4,17		0,00		0,00		0,00		0,00	6	4,17
E		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	0	0,00
SE	1	0,69		0,00	4	2,78	2	1,39		0,00	7	4,86
S	2	1,39	3	2,08	41	28,47	53	36,81	8	5,56	107	74,31
SO		0,00	1	0,69	16	11,11		0,00		0,00	17	11,81
O		0,00		0,00	2	1,39		0,00		0,00	2	1,39
NO		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	0	0,00
	13		5		63		55		8		144	100,00

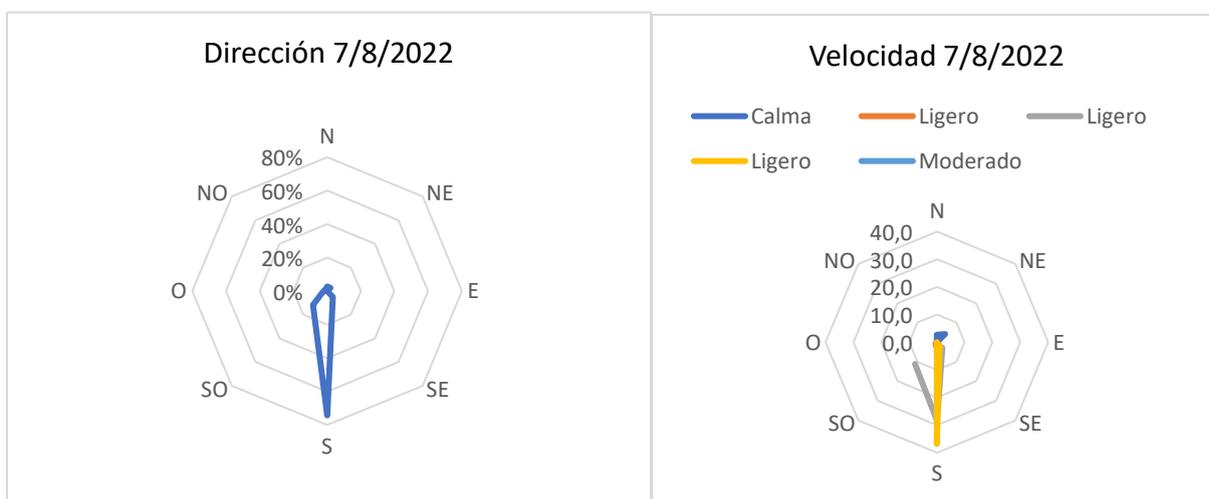


Figura 5.4. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 7

Dirección. - La dirección de donde viene como se puede observar en la figura 5.4. de rosa de vientos es desde el S que está ubicado a unos 267° en sentido horario y se dirige hacia el SE como se puede observar en el gráfico donde la dirección la veleta del sensor anemómetro tiene una tendencia que se dirige el viento hacia el SE mediante los datos medidos del día 7 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. - Representa los puntos máximos y mínimos de las velocidades que representa los vientos presentes en las respectivas gráficas, haciendo comparación a las gráficas anteriores, se puede visualizar que los vientos ligeros llegan a obtener su punto inicial en el sur, los calmados y moderados se mantienen en el centro.

5.1.5. Análisis del día 8 de agosto del 2022

Tabla 5.6. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	6	15	49	45	15	6	3,0	5	144
%	4%	10%	34%	31%	10%	4%	0,0	3%	100%
°	15	37,5	122,5	112,5	37,5	15	7,5	12,5	360

Velocidad												
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	7	%	#	%
N	6	4,2		0,0		0,0		0,0		0,0	6	4,2
NE	15	10,4		0,0		0,0		0,0		0,0	15	10,4
E	49	34,0		0,0		0,0		0,0		0,0	49	34,0
SE	27	18,8	6	4,2	1	0,7	11	7,6		0,0	45	31,3
S	4	2,8	5	3,5	3	2,1	2	1,4	1	0,7	15	10,4
SO	6	4,2		0,0		0,0		0,0		0,0	6	4,2
O	3	2,1		0,0		0,0		0,0		0,0	3	2,1
NO	5	3,5		0,0		0,0		0,0		0,0	5	3,5
	115		11		4		13		1		144	100

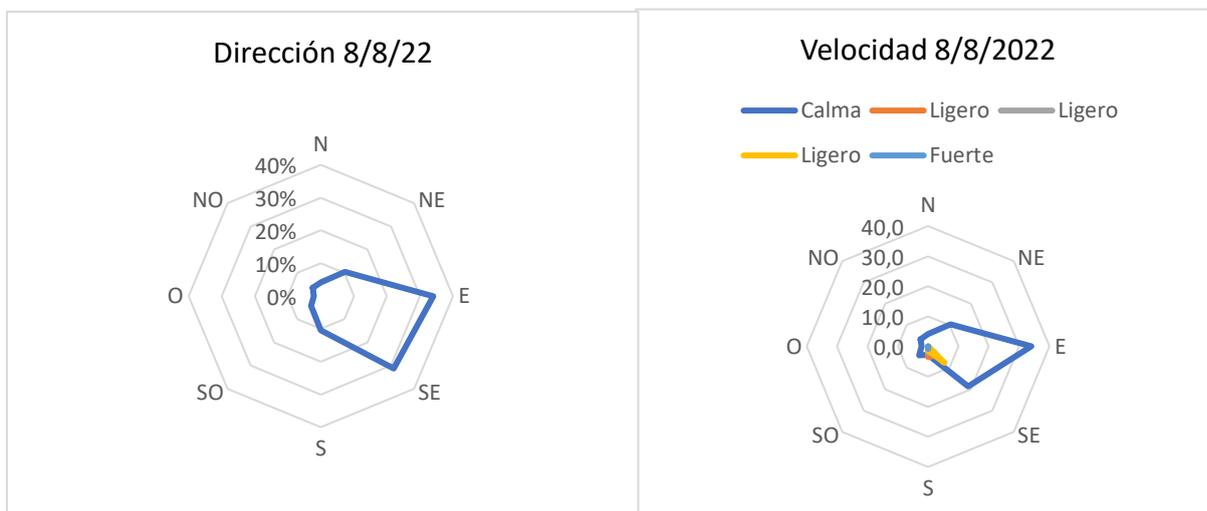


Figura 5.5. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 8

Dirección. – Como se puede observar la figura 5.5. del viento viene desde el SE con respecto al cuarto cuadrante y se dirige hacia el NE como se puede observar una curvatura en donde se direcciona la veleta del sensor anemómetro al NE con unos $37,5^\circ$ que es la dirección que se pudo observar mediante los datos medidos del día 8 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. - Se puede visualizar que los vientos calmados son mucho más fuertes que en los días anteriores, se podría deducir que la dirección del mismo va hacia el sureste con una alta velocidad a comparación de los vientos ligeros y fuertes que permanecen en el centro a una velocidad mínima.

5.1.6. Análisis del día 9 de agosto del 2022

Tabla 5.7. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	0	1	17	96	8	15	6	1	144
%	0%	1%	12%	67%	6%	10%	4%	1%	100%
°	0	2,5	42,5	240	20	37,5	15	2,5	360

Velocidad								
DIR	0	%	1	%	2	%	#	%
N		0,00		0,00		0,00	0	0,00
NE		0,00	1	0,69		0,00	1	0,69
E	3	2,08	8	5,56	6	4,17	17	11,81
SE	62	43,06	7	4,86	27	18,75	96	66,67
S	7	4,86		0,00	1	0,69	8	5,56
SO	15	10,42		0,00		0,00	15	10,42
O	3	2,08	3	2,08		0,00	6	4,17
NO		0,00	1	0,69		0,00	1	0,69
	90		20		34		144	100,00

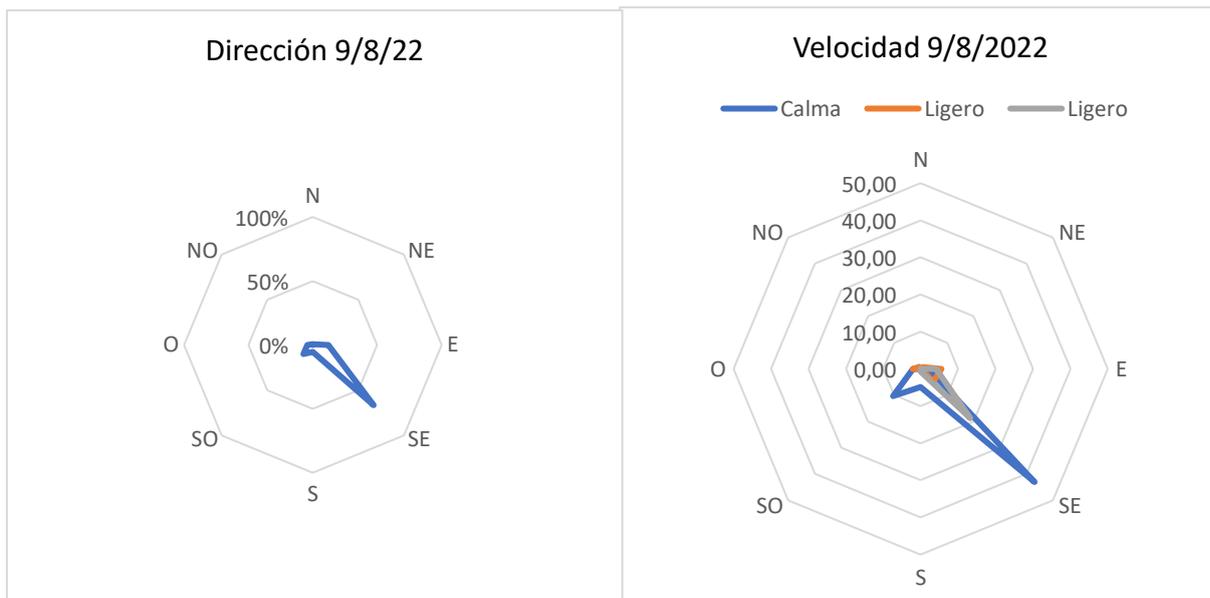


Figura 5.6. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 9

Dirección. - La rosa de los vientos se puede observar en la figura 5.6. de la dirección del viento donde se aprecia que viene desde el SE con respecto al cuarto cuadrante y se dirige hacia el E como se puede observar en sentido antihorario donde la dirección la veleta del sensor anemómetro tiene una tendencia que se dirige el viento hacia el E con unos $42,5^\circ$ mediante los datos medidos del día 9 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. - Nos representa las velocidades y direcciones hacia donde se dirigen los vientos, en este día podemos deducir que los vientos fuertes desaparecen, pero siguen predominando los vientos ligeros y calmados, estos vientos se están dirigiendo hacia el Sureste a una velocidad muy alta.

5.1.7. Análisis del día 10 de agosto del 2022

Tabla 5.8. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	8	18	3	48	17	10	19	21	144
%	6%	13%	2%	33%	12%	7%	13%	15%	100%
°	20	45	7,5	120	42,5	25	47,5	52,5	360

Velocidad										
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	#	%
N	8	5,56		0,00		0,00		0,00	8	5,56
NE	7	4,86	7	4,86	2	1,39	2	1,39	18	12,50
E	1	0,69	2	1,39		0,00		0,00	3	2,08
SE	12	8,33	33	22,92	3	2,08		0,00	48	33,33
S	8	5,56	9	6,25		0,00		0,00	17	11,81
SO	5	3,47	4	2,78	1	0,69		0,00	10	6,94
O	14	9,72	2	1,39	3	2,08		0,00	19	13,19
NO	3	2,08	6	4,17	12	8,33		0,00	21	14,58
	58		63		21		2		144	100,00

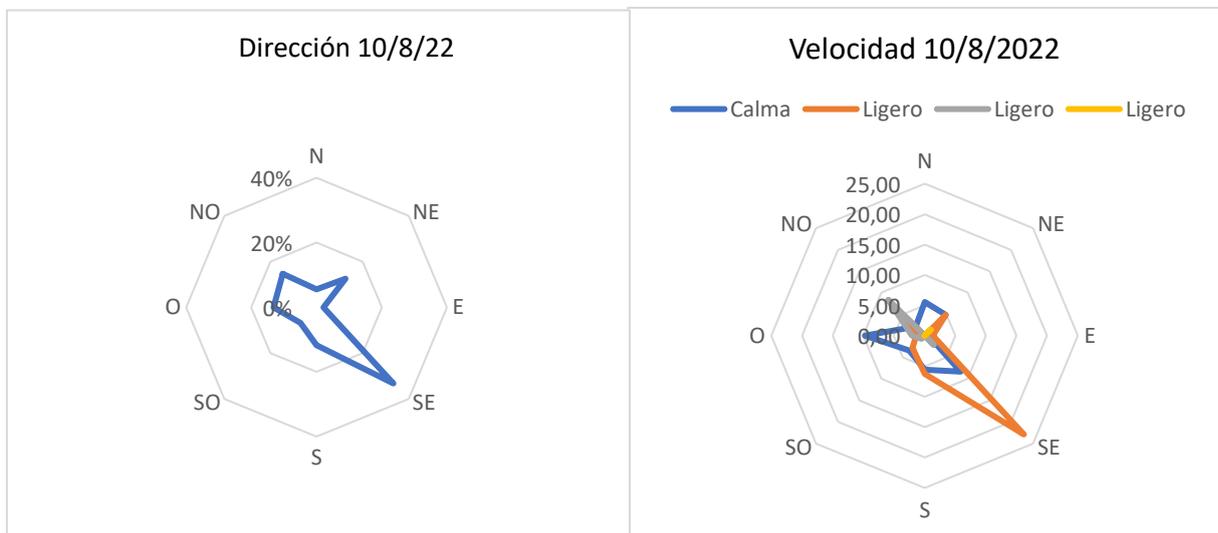


Figura 5.7. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 10

Dirección. – La rosa de los vientos se puede observar en la figura 5.7. de la dirección del viento donde se aprecia que viene desde el SE con respecto al cuarto cuadrante y se dirige hacia el NO como se puede observar en sentido donde la dirección la veleta del sensor anemómetro tiene una tendencia que se dirige el viento hacia el NO con unos $52,5^\circ$ mediante los datos medidos del día 10 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. - Se observa que los vientos calmados y ligeros se dispersan, ya no van en una misma dirección como los días anteriores, a comparación de las gráficas anteriores aquí podemos visualizar que la gráfica tomate es la que toma la delantera seguida de la azul que es el viento calmado.

5.1.8. Análisis del día 11 de agosto del 2022

Tabla 5.9. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	12	8	11	21	9	9	45	29	144
%	8%	6%	8%	15%	6%	6%	31%	20%	100%
°	30	20	27,5	52,5	22,5	22,5	113	72,5	360

Velocidad								
DIR	0	%	1	%	2	%	#	%
N	12	8,33		0,00		0,00	12	8,33
NE	1	0,69	7	4,86		0,00	8	5,56
E	4	2,78	6	4,17	1	0,69	11	7,64
SE	7	4,86	6	4,17	8	5,56	21	14,58
S	3	2,08	4	2,78	2	1,39	9	6,25
SO	1	0,69	8	5,56		0,00	9	6,25
O	10	6,94	21	14,58	14	9,72	45	31,25
NO	6	4,17	11	7,64	12	8,33	29	20,14
	44		63		37		144	100,00

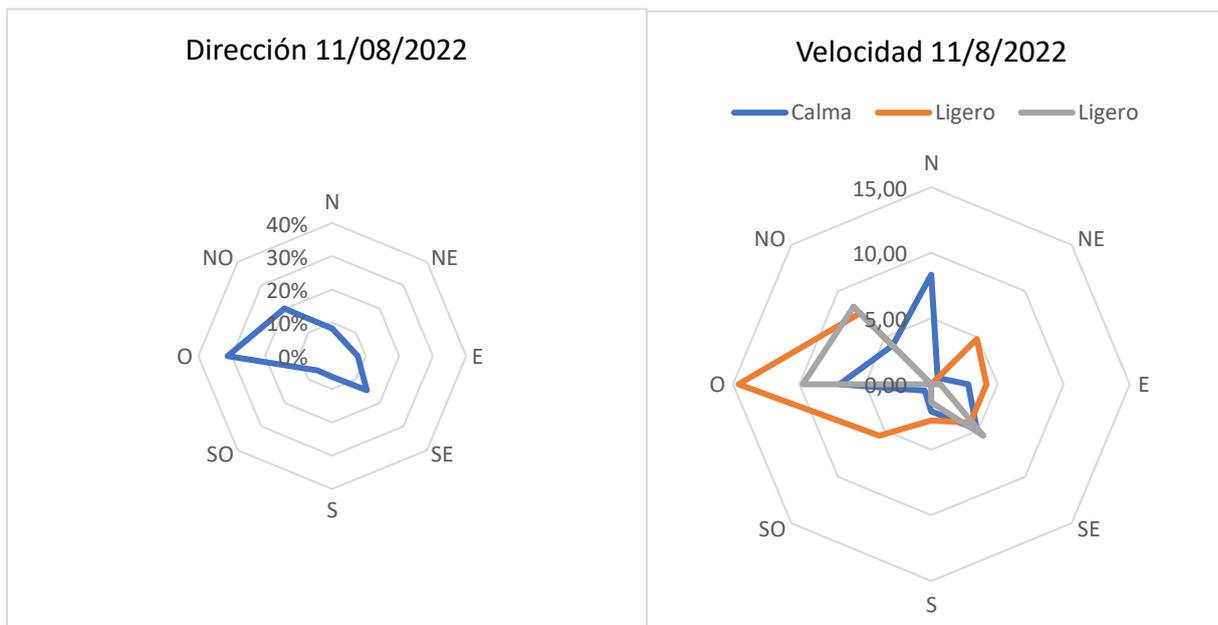


Figura 5.8. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 11

Dirección. - Como se puede observar en la figura 5.8. el viento viene desde el SE con respecto al cuarto cuadrante y se dirige hacia el SE como se puede observar una curvatura en donde se direcciona la veleta del sensor anemómetro al NE con unos $37,5^\circ$ que es la dirección que se pudo observar mediante los datos medidos del día 11 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 11 minutos durante todo el día.

Velocidad. - Visualizamos que los vientos son mucho más fuertes en diferentes direcciones, la dirección del viento ligero esta hacia el Oeste, mientras que el calmado se dirige hacia el Norte y Sureste. En este día podemos deducir que los vientos llegan a poseer un porcentaje alto en velocidad esto podría ser por las condiciones climatológicas que presenta el día.

5.1.9. Análisis del día 12 de agosto del 2022

Tabla 5.10. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	5	0	2	4	9	1	0	3	24
%	21%	0%	8%	17%	38%	4%	0%	13%	100%
°	75	0	30	60	135	15	0	45	360

Velocidad				
DIR	0	%	#	%
N	0	0,00	0	0,00
NE	5	20,83	5	20,83
E	2	8,33	2	8,33
SE	4	16,67	4	16,67
S	9	37,50	9	37,50
SO	1	4,17	1	4,17
O	0	0,00	0	0,00
NO	3	12,50	3	12,50
	24		24	100,00

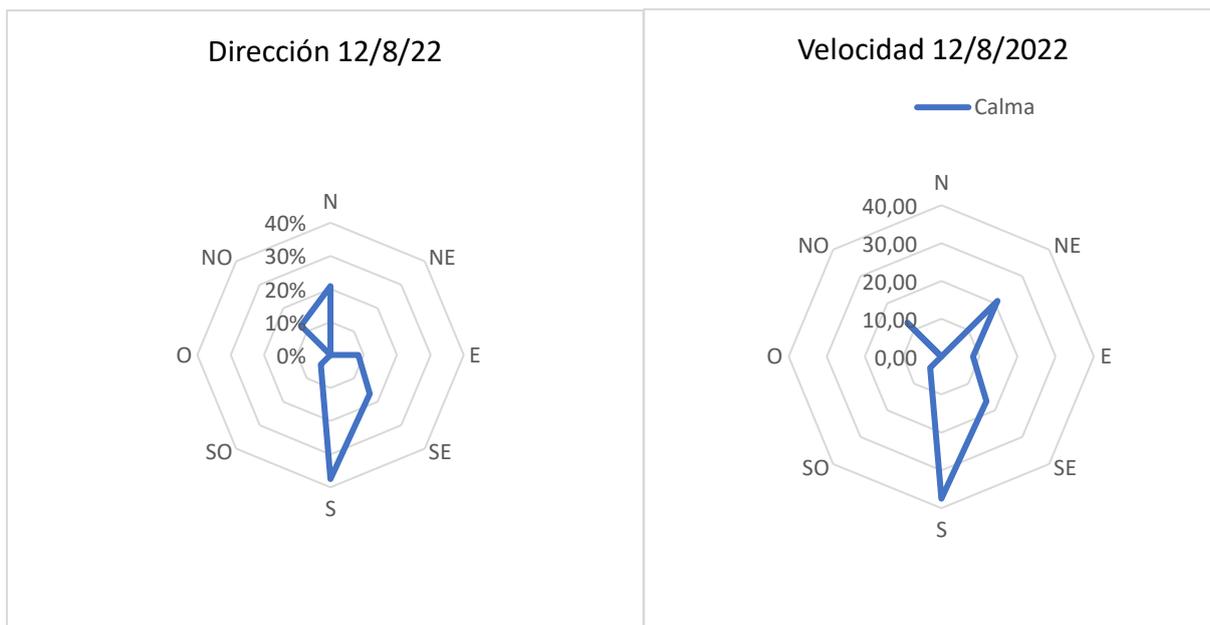


Figura 5.9. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 12

Dirección. - Como se puede observar en la figura 5.9. el viento viene desde el S 38° con respecto al cuarto cuadrante y se dirige hacia el N como se puede observar en donde se direcciona la veleta del sensor anemómetro al N con unos 21° que es la dirección que se pudo observar mediante los datos medidos del día 12 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. - Se deduce que los vientos que estaban presentes en días anteriores se han perdido y el único que aparece es el viento calmado con una dirección que va desde el Noreste hacia el Sur, la velocidad máxima que este alcanza es 3m/s a comparación de los días anteriores, se podría deducir que las condiciones climatológicas están calmadas.

5.1.10. Análisis del día 13 de agosto del 2022

Tabla 5.11. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	1	15	14	23	26	25	23	17	144
%	1%	10%	10%	16%	18%	17%	16%	12%	100%
°	2,5	37,5	35	57,5	65	62,5	57,5	42,5	360

Velocidad										
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	#	%
N	1	0,69		0,00		0,00		0,00	1	0,69
NE	15	10,42		0,00		0,00		0,00	15	10,42
E	11	7,64	3	2,08		0,00		0,00	14	9,72
SE	20	13,89	3	2,08		0,00		0,00	23	15,97
S	24	16,67	2	1,39		0,00		0,00	26	18,06
SO	16	11,11	4	2,78	4	2,78	1	0,69	25	17,36
O	9	6,25	11	7,64	3	2,08		0,00	23	15,97
NO	3	2,08	12	8,33	2	1,39		0,00	17	11,81
	99		35		9		1		144	100,00

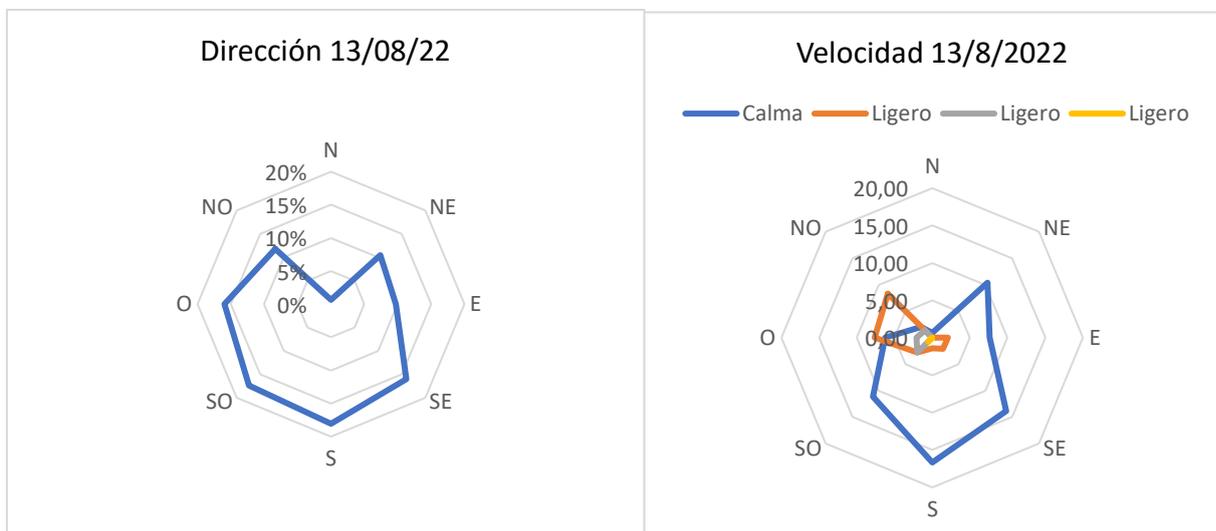


Figura 5.10. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 13

Dirección. - En rosa de vientos es desde el S que está ubicado a unos 18° y dirige hacia el NO como se puede observar en la figura 5.10. donde la dirección la veleta del sensor anemómetro tiene una tendencia que se dirige el viento hacia el NO 12° mediante los datos medidos del día 13 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 13 minutos durante todo el día.

Velocidad. - Se aprecia que los vientos ligeros vuelven a aparecer, pero son muy ligeros. El viento ligero sigue predominando y su punto máximo de concentración está en el Sur con una velocidad de 17m/s , se podría analizar que las condiciones climatológicas han vuelto a cambiar es por ello que el viento de igual manera ha cambiado.

5.1.11. Análisis del día 14 de agosto del 2022

Tabla 5.12. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	8	23	13	16	21	26	16	21	144
%	6%	16%	9%	11%	15%	18%	11%	15%	100%
°	20	57,5	32,5	40	52,5	65	40	52,5	360

Velocidad				
DIR	0	%	#	%
N	8	5,56	8	5,56
NE	23	15,97	23	15,97
E	13	9,03	13	9,03
SE	16	11,11	16	11,11
S	21	14,58	21	14,58
SO	26	18,06	26	18,06
O	16	11,11	16	11,11
NO	21	14,58	21	14,58
	144		144	100,00

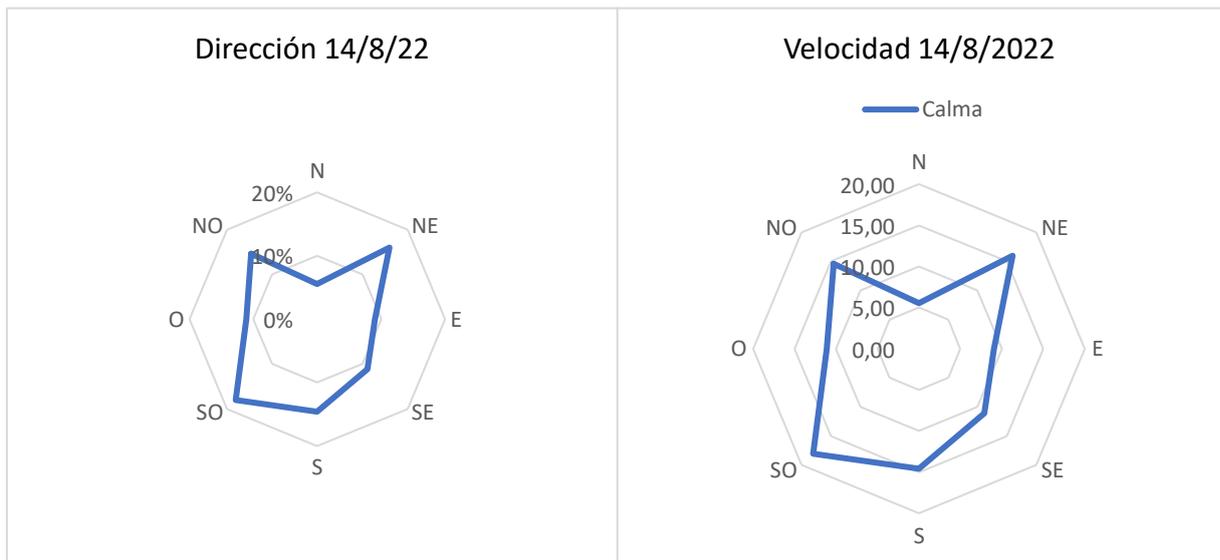


Figura 5.11. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 14

Dirección. - La dirección de donde viene como se puede observar en la figura 5.11 de rosa de vientos es desde el S que está ubicado a unos 21° en sentido antihorario y se dirige hacia el NE como se puede observar en el gráfico donde la dirección la veleta del sensor anemómetro tiene una tendencia que se dirige el viento hacia el NE mediante los datos medidos del día 14 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. – Reiteradamente vuelve a desaparecer los vientos ligeros, pero sin embargo los vientos calmados siguen aumentando su velocidad y van cubriendo más zonas a comparación de los días anteriores, sus direcciones van hacia los 4 puntos cardinales con una concentración mayor hacia el Noreste y Suroeste, nuevamente las condiciones climatológicas vuelven a afectar en este día.

5.1.12. Análisis del día 15 de agosto del 2022

Tabla 5.13. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	2	0	3	41	95	2	1	0	144
%	1%	0%	2%	28%	66%	1%	1%	0%	100%
°	5	0	7,5	102,5	237,5	5	2,5	0	360

Velocidad				
DIR	0	%	#	%
N	2	1,39	2	1,39
NE		0,00	0	0,00
E	3	2,08	3	2,08
SE	41	28,47	41	28,47
S	95	65,97	95	65,97
SO	2	1,39	2	1,39
O	1	0,69	1	0,69
NO		0,00	0	0,00
	144		144	100,00

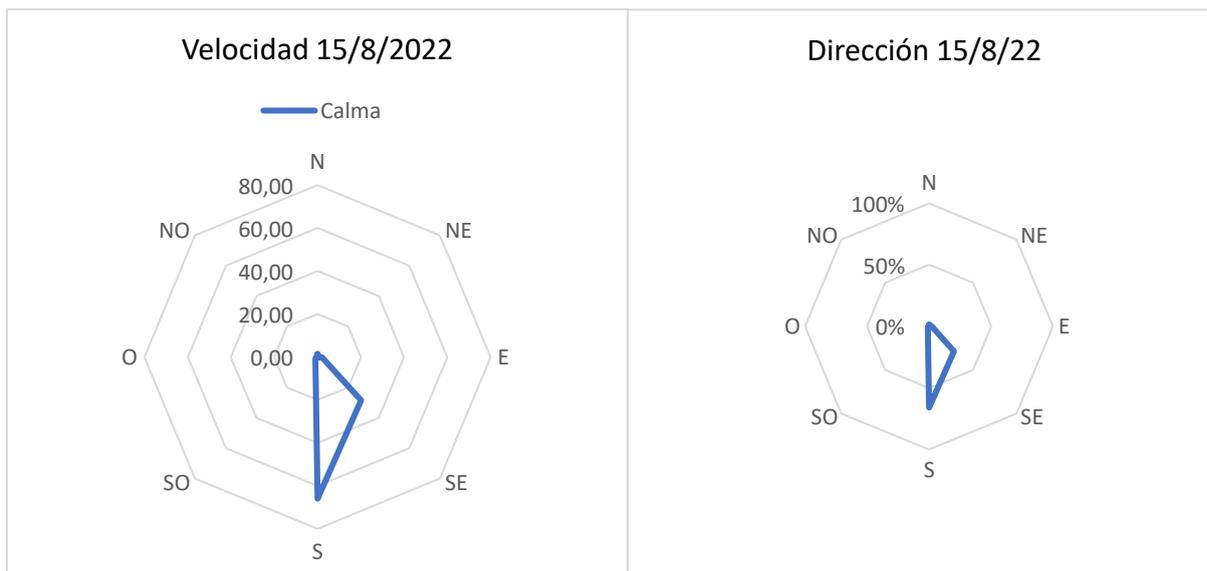


Figura 5.12. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 15

Dirección. - Como se puede observar en la figura 5.12. el viento viene desde el S $237,5^\circ$ con respecto al cuarto cuadrante en sentido horario, se dirige hacia el SE como se puede observar una curvatura en donde se direcciona la veleta del sensor anemómetro al SE con unos $102,5^\circ$ en sentido antihorario que es la dirección que se pudo observar mediante los datos medidos del día 15 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. – Al visualizar que los vientos calmados bajan su potencia y velocidad, su concentración esta hacia el Sur y ya no son tan altos como en los días anteriores.

5.1.13. Análisis del día 16 de agosto del 2022

Tabla 5.14. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	0	1	10	88	23	12	1	9	144
%	0%	1%	7%	61%	16%	8%	1%	6%	100%
°	0	2,5	25	220	57,5	30	2,5	22,5	360

Velocidad				
DIR	0	%	#	%
N		0,00	0	0,00

NE	1	0,69	1	0,69
E	10	6,94	10	6,94
SE	88	61,11	88	61,11
S	23	15,97	23	15,97
SO	12	8,33	12	8,33
O	9	6,25	9	6,25
NO	1	0,69	1	0,69
	144		144	100,00

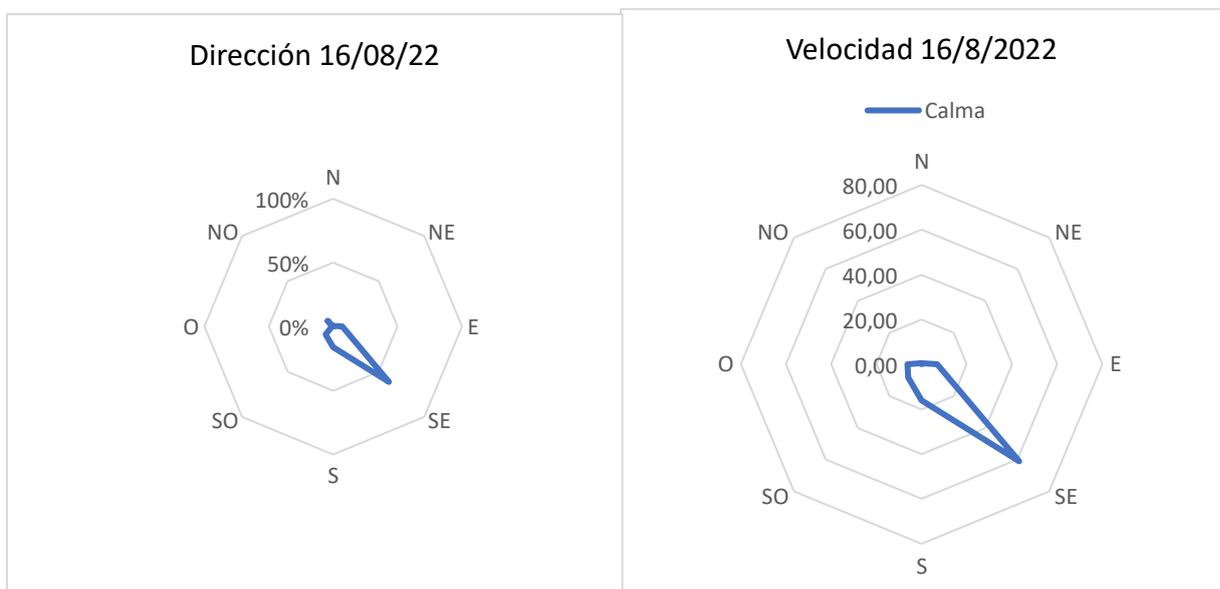


Figura 5.13. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 16

Dirección. - En el presente análisis de la rosa de vientos se puede observar que viene desde el SE que está ubicado a unos 88° y dirige hacia el E como se puede observar en la figura 5.13. donde la dirección la veleta del sensor anemómetro tiene una tendencia que se dirige el viento hacia el E 10° mediante los datos medidos del día 16 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. - Se aprecia que los vientos calmados siguen predominando, pero la dirección del mismo ha cambiado y se está dirigiendo hacia el Sureste con un porcentaje de velocidad mayor al 50%, podríamos deducir que como los vientos son calmados no existiría algún problema en el transcurso del día.

5.1.14. Análisis del día 17 de agosto del 2022

Tabla 5.15. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	0	7	56	79	1	1	0	0	144
%	0%	5%	39%	55%	1%	1%	0%	0%	100%
°	0	17,5	140	197,5	2,5	2,5	0	0	360

Velocidad										
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	#	%
N		0,00		0,00		0,00		0,00	0	0,00
NE	7	4,86		0,00		0,00		0,00	7	4,86
E	28	19,44	1	0,69	18	12,50	9	6,25	56	38,89
SE	72	50,00	3	2,08	4	2,78		0,00	79	54,86
S	1	0,69		0,00		0,00		0,00	1	0,69
SO	1	0,69		0,00		0,00		0,00	1	0,69
O		0,00		0,00		0,00		0,00	0	0,00
NO		0,00		0,00		0,00		0,00	0	0,00
	109		4		22		9		144	100,00

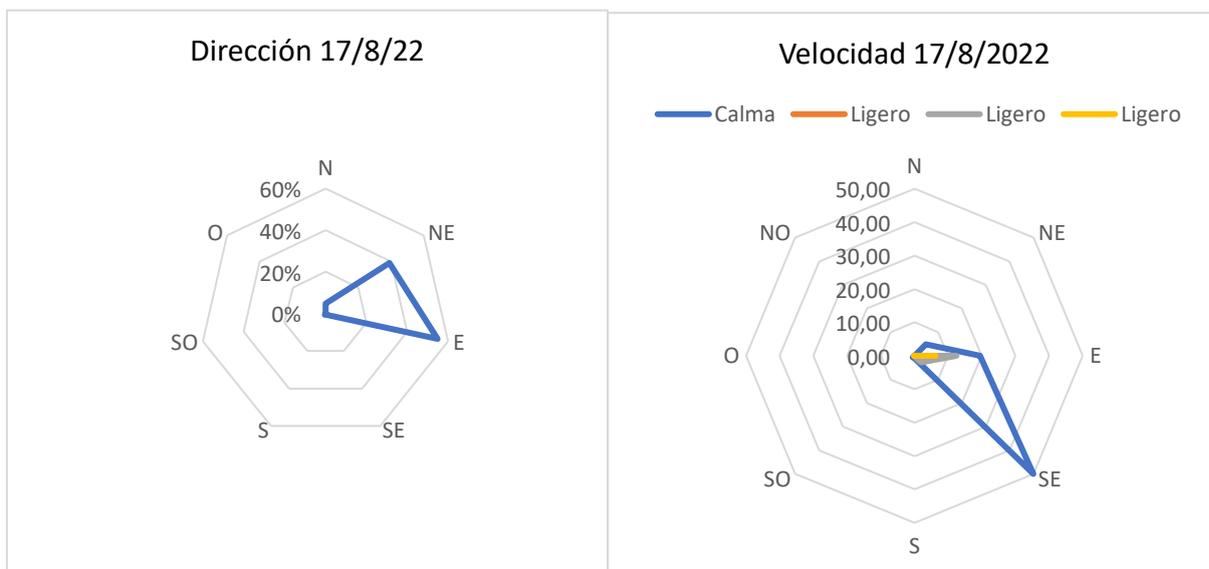


Figura 5.14. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 17

Dirección. - Mediante esta gráfica estadística podemos observar en la figura 5.14. como viene el viento desde el E que está ubicado a unos 56° y dirige hacia el NE como se puede observar en el gráfico donde la dirección la veleta del sensor anemómetro tiene una tendencia que se dirige el viento hacia el NE $17,5^\circ$ mediante los datos medidos del día 17 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. - Se mira que los vientos ligeros vuelven a aparecer, pero con un porcentaje muy bajo y se dirigen hacia el Este. La dirección del viento calmado permanece en el Sureste, pero se visualiza que también hay un desfase hacia el Este.

5.1.15. Análisis del día 18 de agosto del 2022

Tabla 5.16. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

Dirección									
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
#	0	12	128	2	1	1	0	0	144
%	0%	8%	89%	1%	1%	1%	0%	0%	100%
°	0	30	320	5	2,5	2,5	0	0	360

Velocidad												
DIR	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	#	%
N		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	0,0	0,00
NE	3	2,08	1	0,69	2	1,39	5	3,47	1	0,69	12,0	8,33
E	1	0,69	23	15,97	86	59,72	18	12,50		0,00	128,0	88,89
SE		0,00	2	1,39		0,00		0,00		0,00	2,0	1,39
S		0,00		0,00		0,00	1	0,69		0,00	1,0	0,69
SO		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	0,0	0,00
O		0,00		0,00		0,00	1	0,69		0,00	1,0	0,69
NO		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	0,0	0,00
	4		26		88		25		1		144	100,00

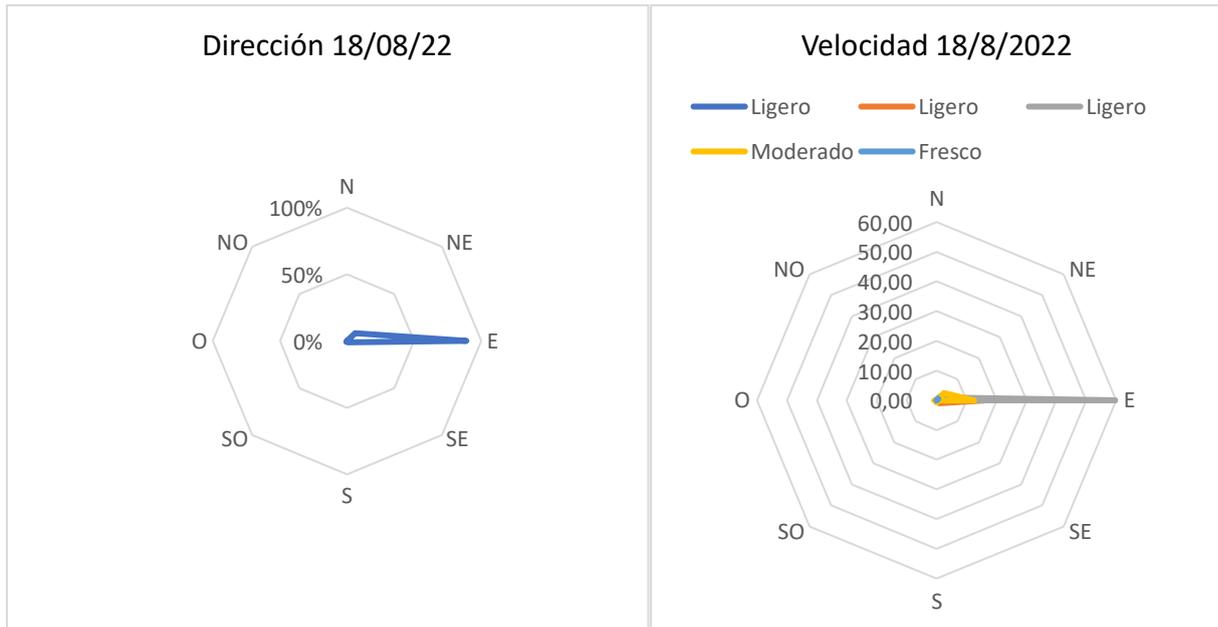


Figura 5.15. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 18

Dirección. - Como se puede observar en la figura 5.15. el viento viene desde el E 320° con respecto al primer cuadrante en sentido horario, se dirige hacia el NE como se puede observar una curvatura en donde se direcciona la veleta del sensor anemómetro al NE con unos 30° en sentido antihorario que es la dirección que se pudo observar mediante los datos medidos del día 17 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. – Analizamos que los vientos ligeros bajan su intensidad y los vientos ligeros son los que vuelven a predominar a comparación de los días anteriores. La dirección de estos está hacia el Este, pero su nivel de velocidad es mínimo y no podría existir algún problema en el transcurso del día.

5.1.16. Análisis del día 19 de agosto del 2022

Tabla 5.17. Porcentajes de las velocidades y direcciones del viento

		Dirección								
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma	
#	5	21	67	27	9	8	3	4	144	
%	3%	15%	47%	19%	6%	6%	2%	3%	100%	
°	12,5	52,5	167,5	67,5	22,5	20	7,5	10	360	

Velocidad												
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	4	%	#	%
N	2	1,39	2	1,39	1	0,69		0,00		0,00	5,0	3,47
NE		0,00	5	3,47	4	2,78	8	5,56	4,0	2,78	21,0	14,58
E	4	2,78	3	2,08	10	6,94	39	27,08	11,0	7,64	67,0	46,53
SE	1	0,69	11	7,64	7	4,86	7	4,86	1,0	0,69	27,0	18,75
S	2	1,39	2	1,39	3	2,08	2	1,39		0,00	9,0	6,25
SO		0,00	7	4,86		0,00	1	0,69		0,00	8,0	5,56
O		0,00	3	2,08		0,00		0,00		0,00	3,0	2,08
NO		0,00	2	1,39		0,00	2	1,39		0,00	4,0	2,78
	9		35		25		59				144	100,00

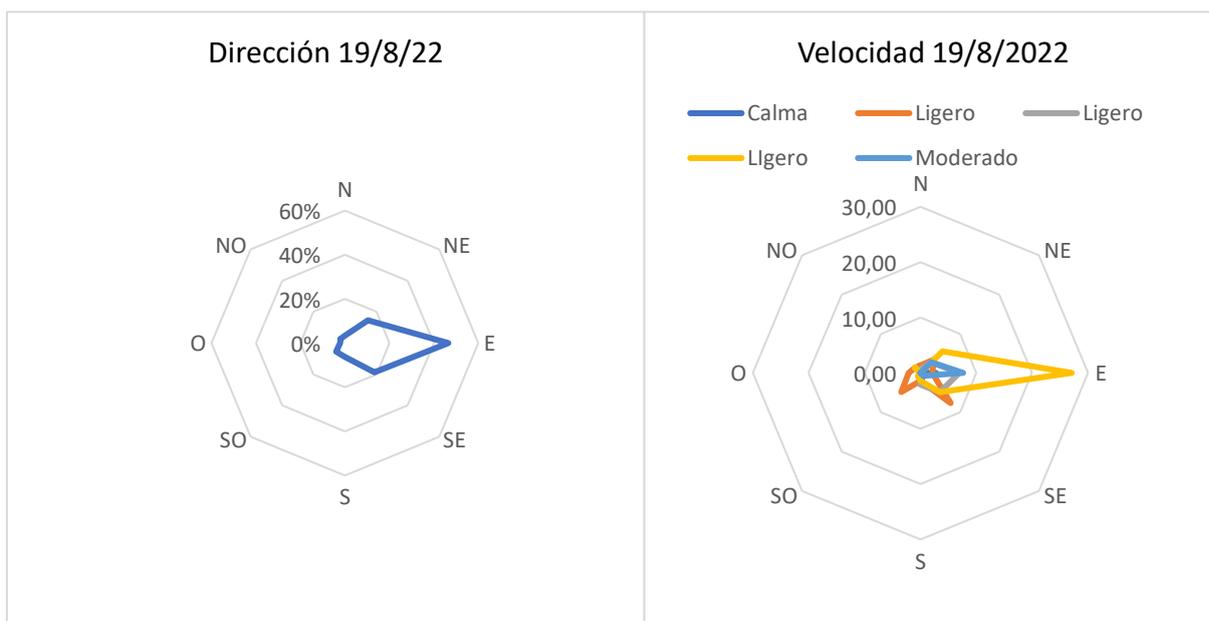


Figura 5.16. Gráfico de velocidad y dirección del viento del día 19

Dirección. - Mediante el análisis estadístico se puede observar en la figura 5.16. el comportamiento que tiene el viento en ciertos puntos cardinales donde se deduce que la veleta del sensor anemómetro tiene un comportamiento del viento donde inicia desde el E a unos $167,5^\circ$ y se dirige hacia el NE a unos $52,5^\circ$ estos son las direcciones más considerables que se ha podido deducir mediante los datos medidos del día 19 de agosto del 2022 con un intervalo de tiempo de 10 minutos durante todo el día.

Velocidad. – Se caracteriza que los vientos ligeros y calmados se dispersan y ya no mantienen una misma dirección, el viento ligero es que el más predomina con una dirección hacia el Este.

5.1.17. Análisis total de los 16 días de agosto del 2022

Tabla 5.18. Porcentajes finales de velocidades y direcciones del viento

Dirección									
Días	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
4	8	14	8	18	75	8	3	13	144
5	0	2	0	8	98	20	13	3	144
6	8	8	4	23	78	9	6	8	144
7	4	4	0	7	107	17	3	2	144
8	6	15	49	45	15	6	3	5	144
9	0	1	17	96	8	15	6	1	144
10	8	18	3	48	17	10	19	21	144
11	12	8	11	21	9	9	45	29	144
12	5	0	2	4	9	1	0	3	24
13	1	15	14	23	26	25	23	17	144
14	8	23	13	16	21	26	16	21	144
15	2	0	3	41	95	2	1	0	144
16	0	1	10	88	23	12	1	9	144
17	0	7	56	79	1	1	0	0	144
18	0	12	128	2	1	1	0	0	144
19	5	21	67	27	9	8	3	4	144
Suma	67	149	385	546	592	170	142	136	2304
%	3%	7%	18%	25%	27%	8%	6%	6%	100%
°	11,10	24,52	63,37	89,88	97,45	27,98	23,37	22,39	360

Velocidad de los 16 días																
DIR	0	%	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	7	%	#	%
N	76	3,30	4	0,17	1	0,04		0,00		0,00		0,00		0,00	81	3,52
NE	102	4,43	25	1,09	9	0,39	12	0,52	9	0,39	1,00	0,04		0,00	158	6,86
E	144	6,25	26	1,13	59	2,56	134	5,82	29	1,26		0,00		0,00	392	17,01
SE	384	16,67	80	3,47	65	2,82	35	1,52	3	0,13		0,00		0,00	567	24,61

S	213	9,24	60	2,60	123	5,34	166	7,20	41	1,78		0,00	1	0,04	604	26,22
SO	98	4,25	49	2,13	30	1,30	3	0,13		0,00		0,00		0,00	180	7,81
O	77	3,34	54	2,34	46	2,00		0,00	1	0,04		0,00		0,00	178	7,73
NO	66	2,86	37	1,61	39	1,69	2	0,09		0,00		0,00		0,00	144	6,25
	1160		335		372		352		83		1		1	0,04	2304	100,00

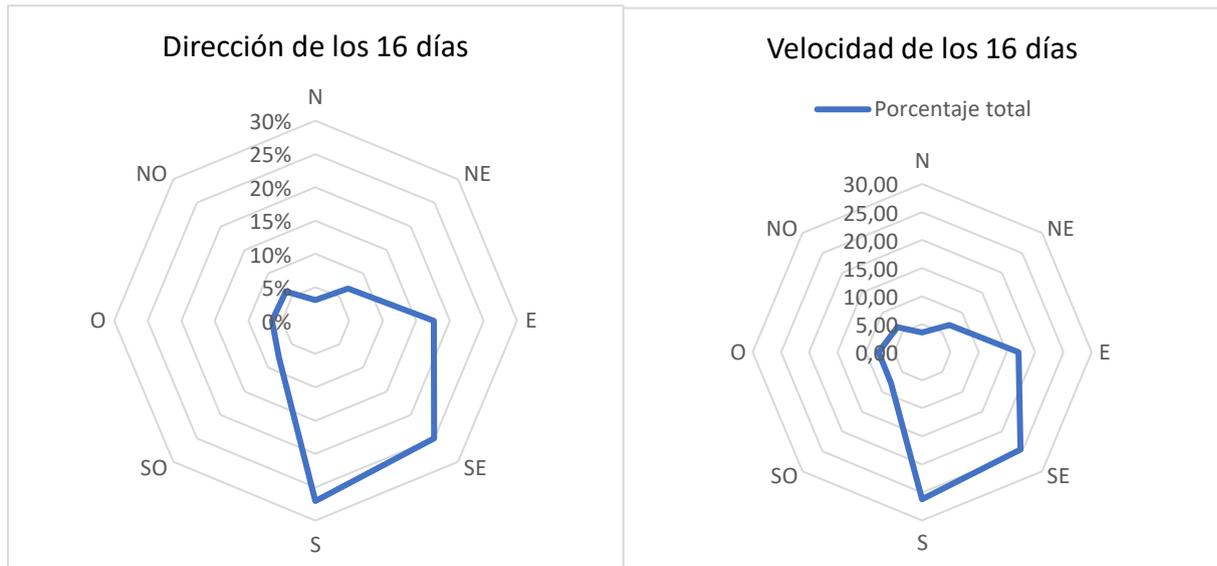


Figura 5.17. Gráfico de velocidad y dirección del viento de los 16 días

Dirección. - esta gráfica se puede observar el análisis estadístico de todos los 16 días que se ha medido para poder analizar el potencial energético que tiene la zona y para ello se observa en la gráfica que el viento en la mayoría de días coincide en un 27% que el viento viene desde el S a unos $97,45^\circ$ y se dirigió hacia e NE l a unos $63,37^\circ$ donde son los puntos cardinales con más tendencia de inclinación que se ha recopilado mediante los datos medidos se diría que el potencial energético en la zona tiende a ser más efectivo cuando la veleta de aerogenerador tendría más eficiencia cuando esté direccionado hacia el S donde ingresa el viento y se direcciona a NE para que sea una buena oportunidad para analizar a futuro la implementación de energías renovables.

Velocidad. – Se observa una gráfica donde podemos analizar la zona donde pegaron más los vientos. La dirección de este va desde el Sur hacia el Este, el porcentaje más alto del mismo es del 16% y el mínimo 3,30%.

5.1.17.1. Discusión de resultados

Los resultados medidos mediante el sensor anemómetro LSI LASTEM se recopilan en intervalos de 10 minutos a una altura de 2 m y los datos que tomamos de referencia de la NASA están en intervalos de 1 hora y a una altura de 10 m. Los datos recopilados son mediciones en tiempo real para las investigaciones que necesiten sin fines de lucro ya que existen más estaciones meteorológicas que recopilan datos, pero no son de libre acceso a menos de que se realice un depósito bancario para hacer uso de la información medida. Las mediciones registradas por el Elog3305 si tienden a variar ya que son variables estocásticas. Permite conocer el comportamiento de la velocidad y dirección del viento en la zona en tiempo real para evaluar el potencial energético en el sitio.

Los resultados analizados son coherentes y tienen sentido con respecto al comportamiento climático del sitio, con el fin de conocer el potencial energético en la Universidad Técnica de Cotopaxi en su Campus Matriz, para realizar el diagrama de la rosa de los vientos. Los datos recopilados servirán para futuras investigaciones en la zona para mitigar el potencial energético con la implementación de energías renovables que aprovechen el máximo potencial del viento con los datos obtenidos.

5.2. PRESUPUESTO

La adquisición y el pago de la estación meteorológica se realizó entre 12 personas, la estación meteorológica cuenta con varios sensores para medir diferentes índices meteorológicos, a razón de esta situación positiva nos comprometimos a realizar la tesis de un sensor en específico.

5.2.1. Costos directos

Tabla 5.19. Costos directos de equipos e instrumentos

Costos directos			
Código	Artículo	Cantidad	Precio
ELO3305	E-Log	1	\$1.091,84
ELF340	Caja IP66	1	\$ 599,78
DYA074	Arm	1	\$ 97,38
ADN121	Anemómetro	1	\$ 811,77
DWA505A	Cable STD	5 m	\$ 71,53
DMA672.1	Sensor T+RH%	1	\$ 437,77
DYA230	Pantalla	1	\$ 132,71

DYA049	Collarín	1	\$ 35,33
DPA154	Piranómetro	1	\$ 772,13
DWA610A	Cable STD D.	10 m	\$ 83,59
DYA034	Brazo	1	\$ 83,59
DYA049	Collarín Sen.	1	\$ 35,33
DYA006.1	Poste	2 m	\$ 254,22
DYA020	Trípode	1	\$ 128,40
DYA020.1	Pernos	3	\$ 47,40
BSZ311	SW Gidas Visor	1	\$ 210,27
SPETRA	Envió	1	\$ 459,60
DEA504.1	Convertidores	2	\$ 480,28
MN1510	Cable/Lan	50	\$ 258,53
DZZORG	Certificado	1	\$ 172,35
Suma Costos Directos Total			\$6.263,77

5.2.2. Costos Indirectos

Tabla 5.20. Costos indirectos de materiales y otros factores económicos

Costos Indirectos	
Artículo	Precio
Materiales Instalación	\$ 17,00
DHL	\$ 2.050,00
Compuertas	\$ 20,00
Transporte	\$ 10,00
Certificaciones	\$ 385,00
Adaptadores	\$ 13,00
Documentos	\$ 13,00
Suma Costos Indirectos Total	\$ 2.491,00
Suma Total de Costos Directos e Indirectos	\$ 8.755

5.3. ANÁLISIS DE IMPACTO

5.3.1. Impacto tecnológico

La caracterización del potencial energético del viento con lleva al conocimiento de nuevos recursos tecnológicos, que permitirán aprovechar de la mejor forma la energía cinética, al tener datos sobre el comportamiento de la velocidad y dirección del viento se ayuda y se facilita en futuras tomas de decisiones en proyectos de energías eólicas.

5.3.2. Impacto social

Con la implementación de la estación meteorológica permitirá realizar estudios, proyectos y demás actividades las cuales estén relacionadas con energías renovables. También proporciona información en tiempo real sobre varios índices meteorológicos de riegos que pueden ser prevenidos.

5.3.3. Impacto ambiental

La caracterización del potencial energético del viento se realizó mediante el sensor anemómetro, cuida el medio ambiente porque depende de la energía cinética, cabe destacar que el sensor anemómetro no genera nada de ruido al medio ambiente.

5.3.4. Impacto económico

El presente proyecto pretende dar a conocer si existe un potencial energético en la zona para posteriores proyectos eólicos o más investigaciones a realizarse, para poder sustentar la demanda de potencia en la zona con centrales eólica con el fin de mitigar el consumo de energía hidráulica y menorar el costo del mismo.

6. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

6.1. CONCLUSIONES

- Concluimos que mediante la caracterización estadística se determinó que la velocidad es contante cuando se tiene un flujo laminar y que la velocidad es variable cuando existe un flujo turbulento.

- Concluimos que para la medición y recopilación de datos se programó el anemómetro cada 10 min durante 16 días, a una altura de 2 metros desde la terraza del bloque B de Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Concluimos que mediante el procesamiento de la caracterización estadística se representa a través de la rosa del viento, que registran los parámetros de la de la velocidad y dirección del viento en una sola representación gráfica. Considerando la dirección del viento de Sur a 93,7 y con una velocidad de 0.4 m/s.

6.2. RECOMENDACIONES

- Para el montaje del sensor anemómetro que es un equipo industrial, por ello es necesario previo a su instalación la interpretación de los manuales los manuales que llegan con el equipo para tener conocimiento del proceso que se realiza.
- Es necesario recopilar datos meteorológicos por mucho más tiempo en cortos intervalos para una mejor apreciación en diagramas estadísticos, el cual nos permitirá tener un enfoque más relevante al realizar propuestas tecnológicas referentes a energías del viento.
- Para la caracterización de la velocidad y dirección del viento es inevitable hacer uso de todas las mediciones obtenidas para tener una mejor apreciación ya que son variables estocásticas y en ocasiones tienden de manera abrupta por las ráfagas de viento existentes en la fona a variar y poder interpretar de mejor manera la gráfica.
- Se recomienda que las variables medias puedan ser de libre de acceso subidas a la nube, para que puedan ser visualizadas y descargadas en tiempo real desde cualquier sitio con accesibilidad de internet.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Palacios, «Producción de energía eólica en Ecuador,» Wind energy production in Ecuador, 8 enero 2019. [En línea]. Available: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/610/1466>.
- [2] revistaespacios, «Análisis Estadístico Descriptivo e Inferencial de la Velocidad y Dirección del viento en la Costa Caribe Colombiana,» 2018.
- [3] F. Eraso, E. Escobar, Fernando y C. Morales, «Metodología para la determinación de características del viento y evaluación del potencial de energía eólica en Túquerres - Nariño,» 2017.
- [4] D. Campoverde, A. Villa y S. Rivera, «Caracterización de la velocidad y dirección de viento en la,» 2020.
- [5] Ministerio de energías renovables, Coordinacion de energias renovables, 2008.
- [6] Asociación mundial de energía Eólica WWEA, Capacidad Eolica a nivel Mundial, 2011.
- [7] MEER, Políticas y estrategias para el cambio de la matriz energética del Ecuador, 2009.
- [8] D. Mendieta y J. Esparcia, «La política de energía eólica y sus efectos sobre el desarrollo local. Un análisis a partir del sistema de actores (Loja, Ecuador),» *Instituto de Desarrollo Local. Universidad de Valenci*, vol. 40, nº 1, 2020.
- [9] M. Villarubia, *Energia Eolica*, Barcelona: Ceac, 2004.
- [10] NASA, «National Aeronautics and Space Administrator,» de *AVGRR*, 2015.
- [11] Física ambiental, «El viento y su aprovechamiento aprovechamiento energético,» de *El viento y su aprovechamiento aprovechamiento energético*.
- [12] Maldonado, «Energía Eólica en Ecuador,» de *Energía Eólica en Ecuador*, 2011.
- [13] M. Alvear, «Principios Básicos De Meteorología,» de *Principios Básicos De Meteorología*, 2012.
- [14] M. Marlon, «Características del Viento,» de *Características del Viento*, 2013.
- [15] M. Iván, «Vientos,» 2011.

- [16] lageografia, «Los vientos,» [En línea]. Available: <https://lageografia.com/geografia-fisica/vientos>.
- [17] M. Alvear, «vientos,» 2012.
- [18] M. Alvear, «Vientos».
- [19] M. Alvear, «Vientos,» 2012.
- [20] M. Alvear, «Vientos,» 2012.
- [21] tmcaribe, «Vientos huracanados,» [En línea]. Available: <https://tmcaribe.com/2018/10/15/vientos-huracanados-en-antartica/>.
- [22] Maldonado, «Vientos del ecuador,» 2011.
- [23] R. Aguilar, «Energía Eólica,» 2018.
- [24] G. Hernández, L. Pampillón y L. Hernández, «IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ENERGÍA EÓLICA,» *Kuxulkab*, vol. 24, n° 50, 2018.
- [25] R. y. R. Dissemination, «Energía Eólica,» 2016. [En línea]. Available: http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49917eec3c3bd/1234272658_Gu_a_EnergiaEolica_Alterner.pdf. [Último acceso: 2022].
- [26] C. J. A. C. R, «Generación Eléctrica de Energías Renovables,» de *Centrales de Energías Renovables*, Madrid, Pearson, 2009, p. 351 352.
- [27] Strahler, Strahler , «Efecto Coriolis,» de *Efecto Coriolis*, 1999.
- [28] A. F. Garcia, «www.sc.ehu.es,» sc.ehu, 2016. [En línea]. Available: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/datos/viento/estadistica.html>. [Último acceso: 2022].
- [29] M. V. López, «PublicacionesDidacticas.com,» Marcombo, 2011. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/235862698.pdf>.
- [30] A. J. V. Maria, «oni.escuelas.edu.ar,» IPEM, [En línea]. Available: <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/cordova/1324/trabajo/anemometro.html>.
- [31] darrera, «Veleta,» [En línea]. Available: <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/cordova/1324/trabajo/anemometro.html>.
- [32] radiosondemuseum, «radiosondemuseum,» 2015. [En línea]. Available: <http://radiosondemuseum.org>. [Último acceso: 2022].
- [33] www.delta-t.co.uk, «delta-t,» delta-t, 2012. [En línea]. Available: <http://www.delta-t.co.uk>. [Último acceso: 2022].

- [34] O. O. y. m. S.L., «Open energy,» Open energy, 2016. [En línea]. Available: http://opex-energy.com/eolica/tipos_aerogeneradores.html. [Último acceso: 2022].
- [35] MiKTeX, «biblus.us.es,» bibing, 2010. [En línea]. Available: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/70162/fichero/Volumen+%C3%BAnico%252F02+Generalidades+sobre+aerogeneradores.pdf>.
- [36] P. C. Rodríguez, «CENTRO NACIONAL DE condiciones de trabajo,» E.R.O.M. (ACCIONA), 2014. [En línea]. Available: <https://www.aeolica.org/uploads/documents/10170-aerogeneradores-i-funcionamiento-y-marco-normativo-de-prevencirn-de-riesgos-laborales.pdf>. [Último acceso: 2022].
- [37] wordpress, «wordpress.com,» wordpress.com, 2015. [En línea]. Available: <https://triplep97.wordpress.com/energia-eolica/aerogeneradores/partes-de-un-aerogenerador/gondola/>. [Último acceso: 2022].
- [38] REVE, «www.evwind.com,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.evwind.com/2012/09/21/eolica-primer-tren-de-palas-de-aerogeneradores-eolicos/>. [Último acceso: 2022].
- [39] ACCIONA, «www.acciona.com,» ACCIONA, 2020. [En línea]. Available: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/aerogeneradores/>. [Último acceso: 2022].
- [40] Olympus, «www.olympus-ims.com,» EVIDENT, 2010. [En línea]. Available: <https://www.olympus-ims.com/es/applications/rvi-wind-turbine/>. [Último acceso: 2022].
- [41] Asociación danesa de la industria eólica, «windpower web,» windpower web, 2003. [En línea]. Available: <http://drømstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/wtrb/tower.htm>. [Último acceso: 2022].
- [42] Delta-box, «www.delta-box.es,» delta-box, 2016. [En línea]. Available: <http://www.delta-box.es>. [Último acceso: 2022].
- [43] U.S. Department of Commerce, «National Oceanic and Atmospheric Administration,» U.S. Department of Commerce, [En línea]. Available: <https://csl.noaa.gov/projects/lamar/hrdl.html>.
- [44] B. Gomez, «Radar meteorológico,» Medellín, Santa elena.
- [45] IDEAM, «GUÍA PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LAS,» Bogotá, 2021.
- [46] M. Alvear, «Tipos de vientos,» de *Tipos de vientos en Ecuador geográficamente*, 2012.

8. ANEXOS



Document Information

Analyzed document	PLAGIO_BIEN, GUANO,AZOGUE (1).docx (D143457428)
Submitted	9/1/2022 12:47:00 AM
Submitted by	
Submitter email	diego.azogue5910@utc.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	edwin.moreano.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	E_04_VELASTEGUI DANIEL.pdf Document E_04_VELASTEGUI DANIEL.pdf (D113057181)
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / antiplagio.docx Document antiplagio.docx (D143455625) Submitted by: richard.sopalo8403@utc.edu.ec Receiver: edwin.moreano.utc@analysis.orkund.com
SA	TESIS 3.pdf Document TESIS 3.pdf (D9552432)
SA	E_04_Centeno Darío.pdf Document E_04_Centeno Darío.pdf (D113058231)
SA	CesarRivasplata2012ReportedelEstadodelartedelosageneradoresdeúltimogeneraciónExperienciasyEstudiosdeCasoPasodelosVientosparaelDesarrolloSostenibledelaRegión.pdf Document CesarRivasplata2012ReportedelEstadodelartedelosageneradoresdeúltimogeneraciónExperienciasyEstudiosdeCasoPasodelosVientosparaelDesarrolloSostenibledelaRegión.pdf (D34233102)
SA	Tomo I.doc Document Tomo I.doc (D14041879)
SA	TESIS NARANJO JOSE.pdf Document TESIS NARANJO JOSE.pdf (D26733244)
SA	E_04_USIÑA_EVELIN.pdf Document E_04_USIÑA_EVELIN.pdf (D113057996)
SA	TESIS PRIMERA PRESENTACIÓN FINAL.pdf Document TESIS PRIMERA PRESENTACIÓN FINAL.pdf (D49780692)

Entire Document

1. INTRODUCCIÓN La energía eólica es una de las principales energías renovables, mismas que ofrecen la posibilidad de generar electricidad, sin emisiones y con precios bajos de operación de mane las fuentes de energía renovable ayudan a producir electricidad y calor con prácticamente cero emisiones, bajos costos operativos y sostenibilidad. Al mismo tiempo, cada país tiene un interés legítim los recursos renovables locales; En el caso de Noruega y Brasil, debido a su favorable ubicación, en 2009 cubrieron el 96% y el 84% de la demanda interna respectivamente a través de la energía hidrc mientras que España se convirtió en uno de los principales países del mundo en el campo de la energía solar y eólica CITATION Pár19 \l 12298 [1].

La energía eólica se considera una opción importante frente a la demanda de energía debido a la escasez de combustibles fósiles. Mediante el uso de programas y la importante cantidad de datos prc por la estación meteorológica permitirá conocer los alcances reales de la velocidad y dirección del viento y a viabilidad de proyectos de energía eólica en el sector.

Para lograr un mayor aprovechamiento de la cantidad de energía generada de una instalación eólica existen dos metodologías: La primera consiste es optimizar los componentes internos de una cen el fin de que su rendimiento aumente. La segunda consiste en adquirir datos medidos en tiempo real de dirección y velocidad del viento para interpretar el potencial energético que existe en una zon:

1.1. EL PROBLEMA

1.1.1. Situación problemática

87%	MATCHING BLOCK 1/30	SA	E_04_VELASTEGUI DANIEL.pdf (D113057181)
La caracterización estadística de la velocidad y dirección del viento ha sido ampliamente estudiada por varios investigadores alrededor del mundo. Presentando			
90%	MATCHING BLOCK 2/30	SA	E_04_VELASTEGUI DANIEL.pdf (D113057181)
análisis estadísticos de las características del viento y del potencial de la energía eólica en sitios típicos de Hong Kong			

ANEXO I: Características técnicas del sensor anemómetro DNA121

Código	DNA121
Salida de velocidad del viento	0 ... 833 Hz
Rango de medición velocidad del viento	0 ... 75 m / s (límite de daño)
Dirección de salida del viento	0 ... 1 V CC
Protocolo	-
Configuración	-
CEM	EN61326-1 2013
Protección RS485	-
Velocidad RS485	-
Dieta	10 ... 30 Vca/cc
Consumo de energía	0,5 vatios
Compatibilidad con registrador de datos	Registro M (ELO008) registro electrónico A-Log usando Módulo ALIEM

ANEXO II: Características técnicas comunes del sensor anemómetro DNA121

Velocidad del viento	Principio	Disco optoelectrónico de 32 sectores
	Exactitud	0 ... 25 m/s: $\pm 0,25$ m/s o 3% > 25 m/s: 2%
	el umbral	0,25 m/s
	Ruta de retraso	4,8 m (@ 10 m / s). Según VDI3786 y ASTM 5096-96
	Resolución	0,06 m/s
Dirección del viento	Principio	efecto Hall
	Rango de medición	0 ... 360 °
	Exactitud	1%
	el umbral	0,15 m/s
	Resolución	0,3 °
	Ruta de retraso	1,2 metros (@ 10 m / s). Según VDI3786 y ASTM 5366-96
Información general	coeficiente de amortiguamiento	0,21 (@ 10 m / s). Según VDI3786 y ASTM 5096-96
	Límite de daño	75 m/s
	Conector	Conector impermeable IP65 de 7 pines
	Alojamiento	Aluminio anodizado
	Tazas	Plástico PA6 y fibra de vidrio
	Veleta	Aluminio
	Grado de protección	IP66
	Peso	1,4 kg
	Temperatura de funcionamiento	> -30 °C (sin hielo)
Asamblea	Poste Ø 48 ... 50mm	

ANEXO III: Modelo E-Log

Descripción	Registrador de datos E-Log N.12 entradas por regleta
Tipo de entradas	Bloque de terminales
Entradas analógicas	N.8 diferencial (final único N 16)
Entradas digitales	N4 (encendido /apagado o frecuencia/contador)
Puertos seriales	N.2 RS232
Sensores (reconocimiento automático)	No
Salidas de encendido/apagado	Si
Pantalla retro iluminada	No
Ranura roscada para fijación de trípode	No
Batería interna	No
Enchufe para cargador de batería de alimentación	Si
Accesorios incluidos	Adaptador RS232/USB, cable RS232, barra DIN montaje

ANEXO IV: Características técnicas E-Log

Entradas analógicas		Distancia	Resolución	Exactitud (25°C)
		Voltio	-300... 1200mV	40μV
±78mV	3 μV		±35μV	
±39mV	1,5 μV		±25 μV	
Resistencias	80...140Ω	0,0013 Ω	±0,02 Ω	
	80...320 Ω	0,005 Ω	±0,05 Ω	
	0...6000 Ω	0,19 Ω	±1,5 Ω	
Termopares	E-IPTS 68-200...1000°C	<0,1°C	±1,5°C	
	J-IPTS 68-50...600°C	<0,1°C	±1,2°C	
	J-DIN-50...600 °C	<0,1°C	±1,2°C	
	K-IPTS 68-150.1350°C	<0,1°C	±1,9°C	
	S-IPTS68 0... 1600°C	0,22°C	±4,9°C	
	T-IPTS 68 -200...200°C	<0,1°C	±1,4°C	
Tensión de sujeción	±2,5V			
Protecciones ESD (Normado)	IEC 61000-4-2 Descarga de contacto ±12kV IEC 61000-4-2 Descarga de espacio de aire ±15 kV IEC 61000-4-5 Sobretensión 3,0 A (8√20μs			

	Error de temperatura (@-10...30°C)	-300...1200mV<±0,01% FS ±39mV <± 0,01%FS ±78mV<±0,01% fondo de escala
Entradas digitales	Número de entradas	N.4
	Frecuencia de entrada max.	5kHz
	Exactitud	3 Hz a 5 kHz
	Protecciones (normado)	IEC 61000-4-2 nivel 4: $\sqrt{5kV}$ (descarga de aire) 8kV (descarga de contacto) IEC 61000-4-5 MILSTD883G, método 3015-7: clase 3B 25kV HBM (modelo de cuerpo humano)
Fuente de alimentación conmutada	Tensión de sujeción	+33V
	Protecciones	En cada salida: Protecciones de sobre intensidad PTC (reiniciables) máx. 1, 1 ^a
	Protecciones (energía)	Pico de potencia de pulso: 600W(10/100µS) 4kW (8/20 µS)
Puertos RS-232-485	Número /tipo NP: MDMMB1110	N.2 puertos RS-232(N.1 para configuración del sistema y visualización de datos por PC, N.1 para salida Modbus-RTU)
	Número /tipo NP: MDMMB1110.1	N.1 RS-232 para configuración del sistema y visualización de datos por PC N.1 RS-485 para salida Modbus-RTU (con aislado 12V@160 mA)
	Tipo	pin Db-9/macho/hembra/DCE

ANEXO V: Certificado de calibración

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE *CE Conformity Declaration*

Produttore: **LSI LASTEM s.r.l.**
Applicant Via Ex S.P. 161 Dosso, n.9 – 20090 Settala Premenugo (MI) – Italia

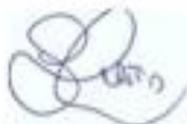
Con la presente si dichiara che i sensori di Velocità e Direzione del vento DNA121 e DNA122 per loro natura non contengono componenti elettrici/elettronici tali da generare o contribuire a generare emissioni elettromagnetiche e pertanto non sono soggetti alla Direttiva Europea:

We hereby declare that the Speed and Direction wind DNA121 and DNA122 sensors for its nature don't contain electric/electronic components to produce or to contribute to produce electromagnetic issues and therefore they aren't subject to the European Directive:

EMC Directive 2004/108/CE

La presente dichiarazione copre tutti i modelli derivanti dai prodotti sopra citati.
The present declaration covers all the options derived by the specified product.

Settala, febbraio 2012



Dr. Giulio Certo
Direttore Generale e Legale Rappresentante

ANEXO VI: Certificado de calibración

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE CE Conformity Declaration

Produttore: **LSI LASTEM s.r.l.**
Applicant Via Ex S.P. 161 Dosso, n.9 – 20090 Settala Premenugo (MI) – Italia

Con la presente si dichiara che tutti i prodotti delle seguenti serie:
We hereby declare that all the products of the following series:

Velocità e direzione del vento per applicazioni ambientali
Speed and Direction wind for environmental applications

- **DNA701-DNA702-DNA705-DNA706-DNA707-DNA708-DNA709-DNA710-DNA711-DNA714-DNA715-DNA716-DNA717-DNA719-DNA721-DNA722-DNA727-DNA728**
- **DNA801-DNA802-DNA805-DNA806-DNA807-DNA810-DNA811-DNA814-DNA815-DNA816-DNA821-DNA827**

a cui questa dichiarazione si riferisce, è conforme ai requisiti essenziali dei seguenti standard e documenti normativi:
to which this declaration relates, is in conformity with the relevant provisions of the following standard and other normative documents:

EN – 61326 2006 Industrial Location

che rispettano le direttive:
following the provisions of the Directive:

89/336/EEC, 2004/108/CE

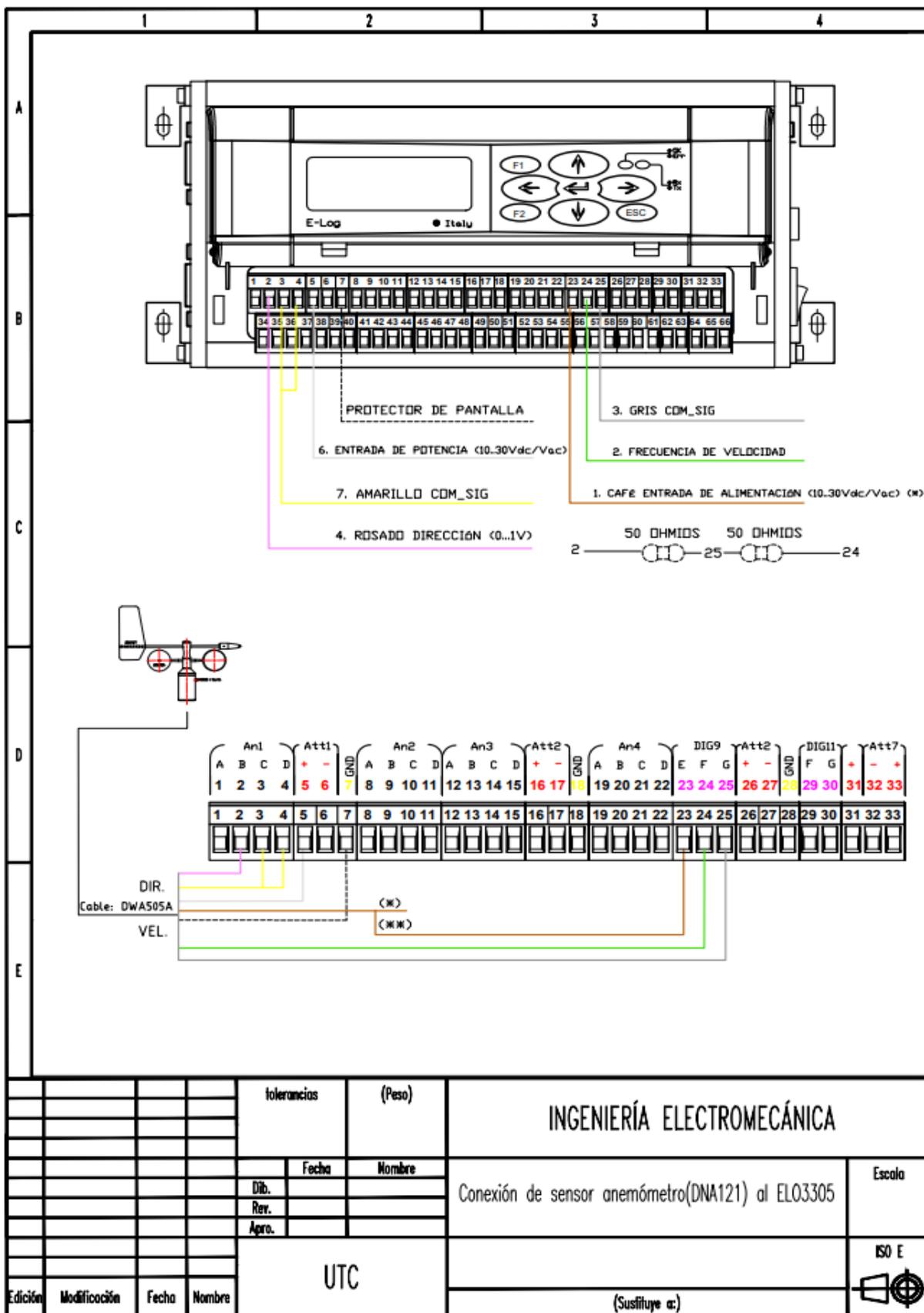
La presente dichiarazione copre tutti i modelli derivanti dai prodotti sopra citati.
The present declaration covers all the options derived by the specified product.

Settala, aprile 2012

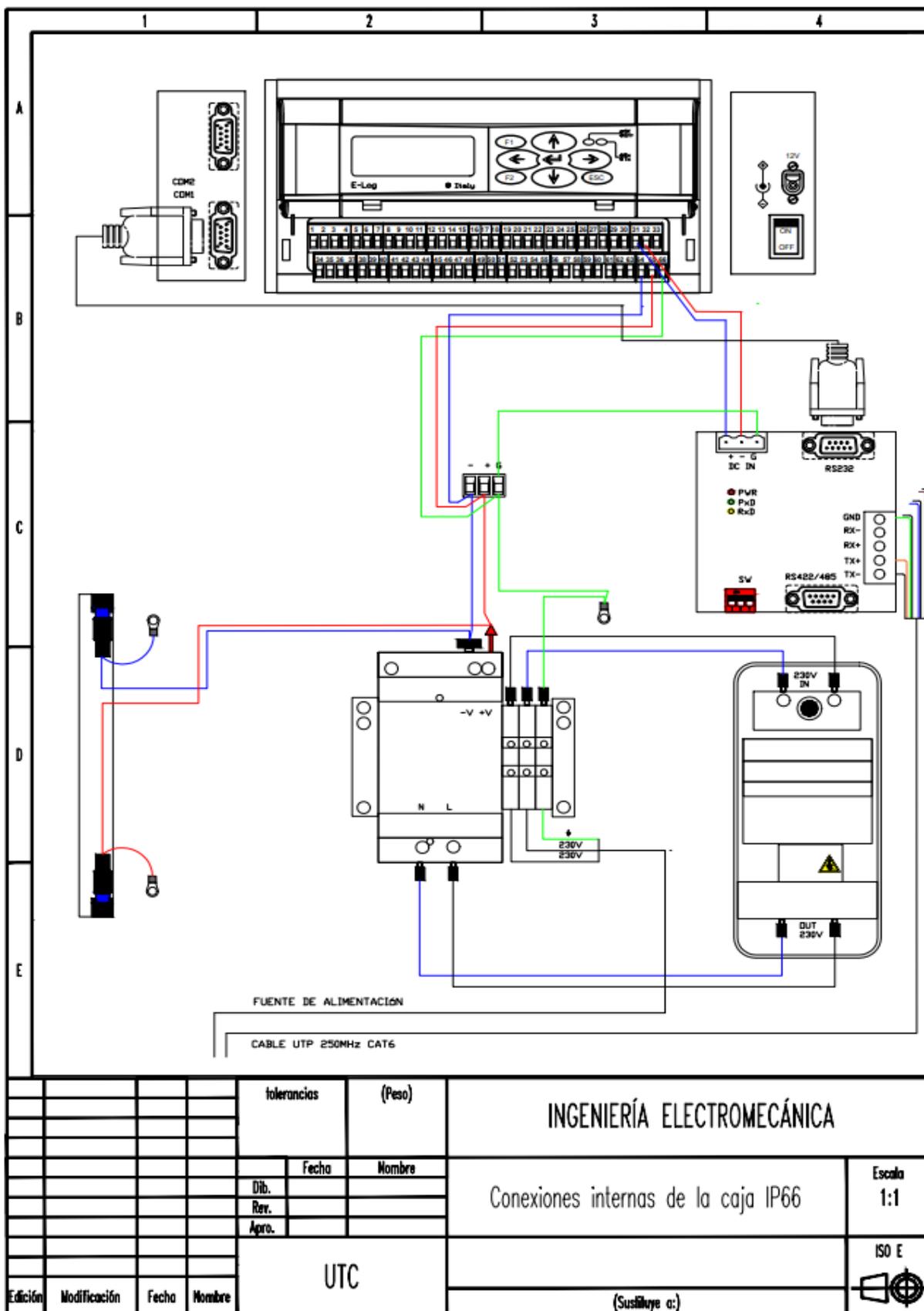


Dr. Giulio Certo
Direttore Generale e Legale Rappresentante

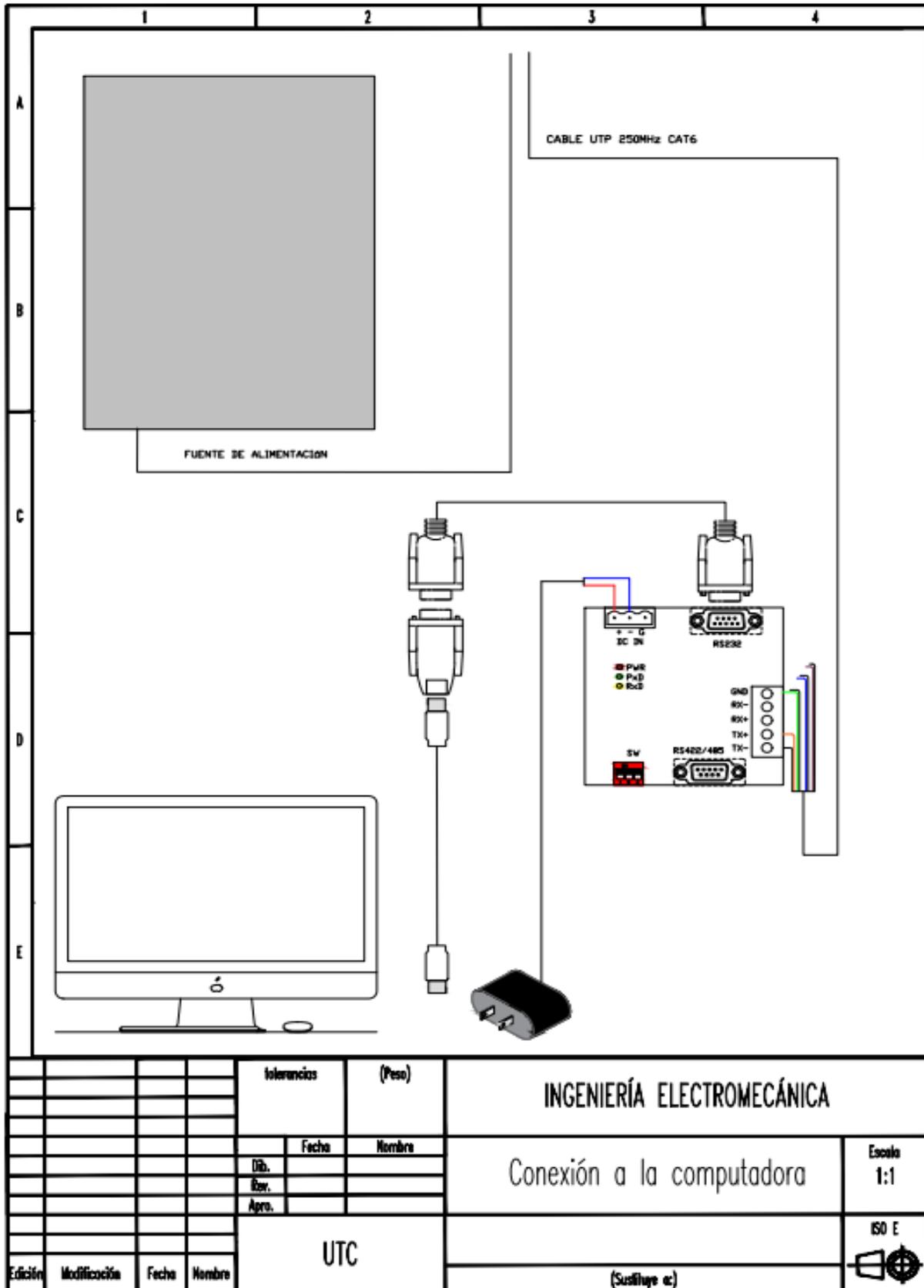
ANEXO VII: Conexión del sensor anemómetro DNA 121 al Data Logger ELO3305



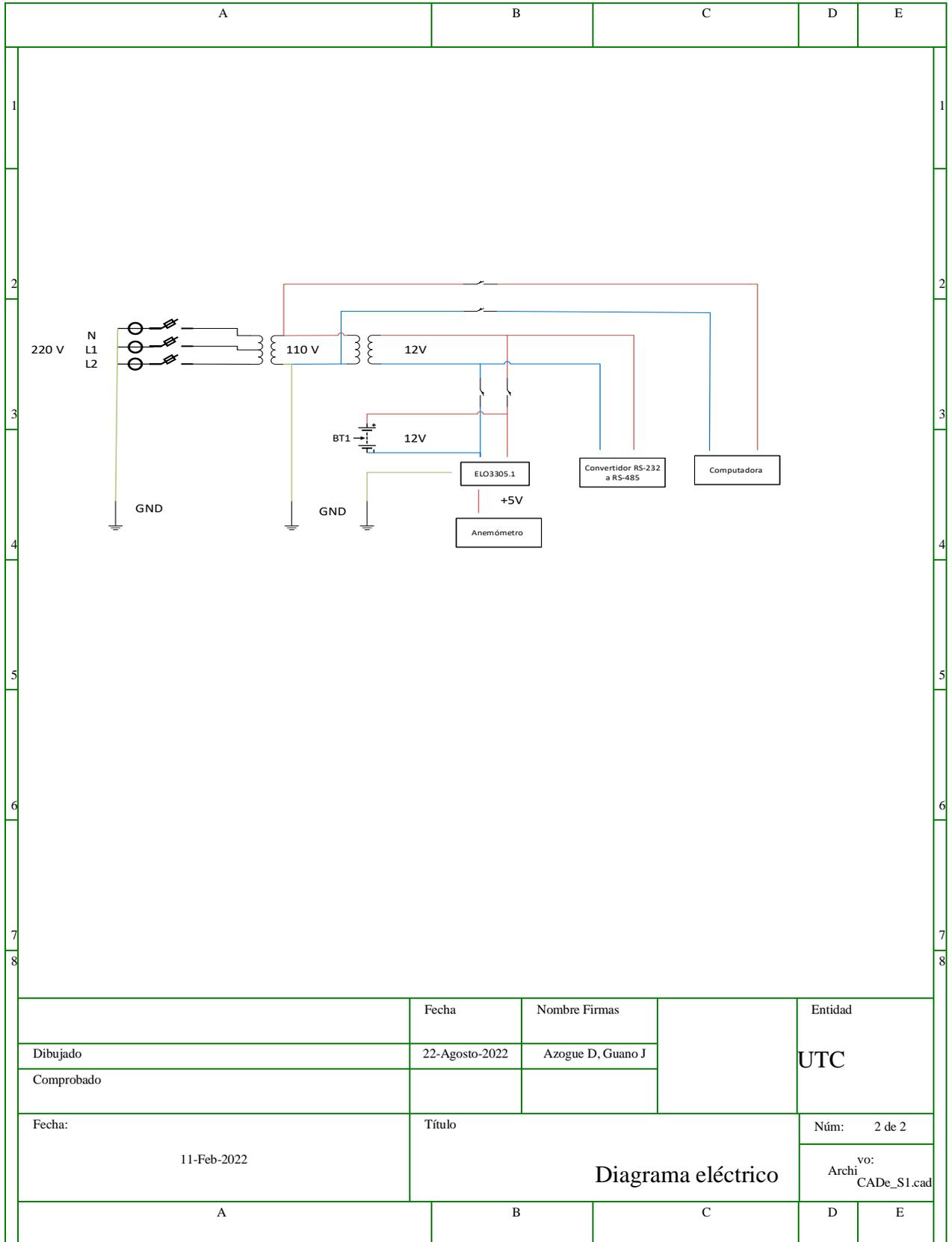
ANEXO VIII: Conexión de los diferentes componentes al interior de la caja IP66



ANEXO IX: Conexión a la computadora de escritorio



ANEXO X: Diagrama eléctrico de conexiones



ANEXO XI

Diagrama esquemático de la adquisición de datos

Sensor LSI LASTEM
Anemómetro DNA 121



Registrador de Datos LSI
LASTEM (ELO3305)



Interfaz RS232



Comunicación RS485



Interfaz RS232



Administrador



ANEXO XII	Conexión del convertidor, disyuntor, batería, convertidor y de los demás sensores	1.1
		
ANEXO XIII	Conexiones finalizadas de los diferentes componentes internos de la caja IP66	1.2
		

ANEXO XIV	Conexiones finalizadas de con convertidores RS485 e interfaz RS232	1.3
		
ANEXO XV	Comparación del protocolo de comunicación	1.4
		

ANEXO XVI

Montaje e implementación finalizada de la estación meteorológica en la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus la Matriz

1.5

