



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA**

**“CARACTERIZACIÓN TEMPORAL DEL VIENTO
REGISTRADO EN EL BORDE COSTERO DE LA CIUDAD DE
SANTA ROSA Y EN LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, DURANTE
LOS AÑOS 2005 al 2012”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN FÍSICA**

PRESENTADO POR:

Bach. Fís. CHAPOÑAN SANDOVAL, Julio Cesar

Lambayeque – PERÚ

**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ
GALLO”**

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Escuela Profesional de Física

Tesis

***“Caracterización temporal del viento registrado en el borde costero de
la ciudad de Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera, durante los
años 2005 al 2012”***

Para optar el Título Profesional de:

LICENCIADO EN FÍSICA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Juan de Dios Romero Acuña.

Presidente

Lic. Fis. Francisco García Roque.

Secretario

Lic. Fis. Francisco S. Salazar Ordinola.

Vocal

Ing. Mg. Uceda Pisfil, Jacinto Guillermo

Asesor

Fecha de sustentación, 05 de Julio del 2016.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, Severiano y Petronila.

A mis hermanos Agustina, Gonzalo, J. Eduardo, Henry y Doris, porque nos une un mismo sentimiento.

A la memoria de mi hermano Carlos Roberto y a mis abuelos José Santos y Juliana, Juan y Rosa Elena.

A todos los investigadores del laboratorio costero IMARPE sede Santa Rosa.

Julio Cesar.



AGRADECIMIENTO

Al terminar este proyecto de investigación de tesis de pre grado, me ha brindado una gran satisfacción y el poder aportar en el campo de las ciencias físicas, sin embargo, este trabajo no habría sido posible sin la participación de personas e instituciones que estuvieron apoyándome durante todo el desarrollo de mi tesis de los cuales hago mención:

A DIOS por darme la vida y las fuerzas para seguir cada día adelante, a mis padres Severiano y Petronila por su apoyo incondicional durante mi formación profesional. Al Ms. Jacinto Guillermo Uceda Pisfil por el apoyo y asesoramiento durante el desarrollo de mi proyecto de tesis, también quiero agradecer de manera muy especial a mi co-asesor y gran amigo al Lic. Fis. David Geremias Correa Chillón, por la paciencia, dedicación, apoyo incondicional y exclusividad de su tiempo para la elaboración, no solo de mi tesis, sino también en la enseñanza de los modelos numéricos, base fundamental para la investigación y formación científica.

También quiero mencionar a los investigadores del Laboratorio costero de IMARPE Santa Rosa (Lambayeque). Al Ing. Jaime de la Cruz Galloso, por haberme facilitado el acceso a la información meteorológica y formar parte del equipo profesional que viajó a las Islas Lobos de Afuera, para realizar la prospección Bio-oceanográfica de abril del 2015, viaje que me permitió conocer la ubicación de la estación meteorológica en las Isla Lobos de Afuera, y participar de los trabajos de recolección de muestras de parámetros físicos y químicos en las Islas, mi especial agradecimiento al Ms. Javier Castro Gálvez y al Lic. David Torres por su tiempo, y enseñanzas, durante nuestra estadía en las Islas Lobos de Afuera, una experiencia que la llevaré presente.

A todos docentes de la escuela profesional de Física de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, así mismo agradezco a todas las personas que se dieron el tiempo para leer, revisar y sugerirme algunas mejoras para mi informe de tesis, especialmente al oceanógrafo Dr. Wilmer Carbajal V., el Economista Ms. Teodoro Martínez Inoñan, y al Mg. Alfonso Tesen Arroyo por su ayuda en la interpretación y mejoramiento de los cuadros estadísticos y a todas las personas que me brindaron su apoyo en forma desinteresada durante todo este tiempo. Muchas gracias a todos.



Resumen

“Caracterización temporal del viento registrado en el borde costero de la ciudad de Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera, durante los años 2005 al 2012”

La zona costera del departamento de Lambayeque, especialmente la ciudad de Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera, tienen como principal actividad económica la pesquería artesanal, la misma que se ve influenciada por las condiciones marino-ambientales como los oleajes, eventos El Niño y La Niña, así como por la intensificación y cambio de dirección del viento, cualquier de estas situaciones tiene una influencia directa e indirecta en la disponibilidad de los recursos pesqueros y por ende impactan en la economía de la población de Santa Rosa y del departamento de Lambayeque.

En la presente investigación se analiza la información de vientos de dos estaciones meteorológicas automáticas (EMA), la primera es la estación meteorológica automática del Laboratorio Costero de IMARPE - Santa Rosa, estación que se encuentra ubicada en el borde costero de la ciudad de Santa Rosa, y que registró información durante los años 2005 al 2012 y la segunda estación meteorológica automática, ubicada en las Islas Lobos de Afuera, que registro información de parámetros meteorológicos durante los años 2000 hasta la actualidad a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), de la marina de guerra del Perú. A partir de esta información se llegó a determinar la variación temporal (ciclo diurno, estacional, mensual) de la velocidad y dirección del viento y el proceso físico asociado a su comportamiento estacional.

A través de los análisis se llegó a determinar que en Santa Rosa, el viento alcanza una velocidad promedio de 3.5 m/s y en las Islas Lobos de Afuera una velocidad promedio de 4.6 m/s. y estacionalmente, para verano la velocidad del

viento varía entre 2.0 a 4.0 m/s, para otoño entre 2.0 a 5.0 m/s, para invierno entre 2.0 a 6.0 m/s, para primavera entre 2.0 a 5.0 m/s para Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera, para verano entre 3.0 a 6.0 m/s, para otoño, invierno y primavera entre 3.0 a 7.0 m/s. Respecto a la dirección del viento, se determinó que estacionalmente predominan vientos del Sursureste (SSE), en los siguientes porcentajes, 41.4% (verano), 50.9% (otoño), 60.5%(invierno), 54.3% (primavera), para Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera, predominan vientos de dirección sureste (SE), en los siguientes porcentajes, 47.1%(verano), 56.1(otoño), 50.3(invierno), 56.5%(primavera).

En general los vientos en la caleta Santa Rosa en Lambayeque, se ven influenciados por la diferencia térmica entre la zona costera-marina y costera-continental, llegando a producir un marcado ciclo diurno, con vientos de dirección predominante del Sursureste (SSE) a Sur(S).

Palabras clave: Santa Rosa, Islas Lobos de Afuera, velocidad y dirección del viento, Lambayeque.

CONTENIDO

Páginas

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
CONTENIDO.....	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN PROBLEMÁTICA	2
1.3 SITUACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	2
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.6 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.7 DESCRIPCIÓN DEL BORDE COSTERO DE LAMBAYEQUE.....	4
1.7.1 <i>Clima costero</i>	4
1.7.2 <i>Oceanografía y actividad pesquera</i>	5
1.7.3 <i>Hidrografía</i>	6
1.8 LA CALETA SANTA ROSA:.....	7
1.8.1 <i>Tradiciones</i> :	7
1.8.2 <i>Gastronomía y Atractivo Turístico</i> :.....	7
1.8.3 <i>Geografía</i> :.....	7
1.8.4 <i>Clima</i> :	8
1.9 LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA:	8
1.10 ÁREA DE ESTUDIO Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	8
2 MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	12
2.2 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	13
2.3 DINÁMICA DE LOS VIENTOS COSTEROS	14
2.4 BASE TEÓRICA DE LA INFLUENCIA DEL VIENTO EN EL AFLORAMIENTO COSTERO	17
3 MATERIALES	20
3.1 INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA	20

3.2	INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA	21
4	MÉTODOS	25
4.1	METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	25
4.1.1	<i>Promedio</i>	25
4.1.2	<i>Desviación estándar</i>	25
4.1.3	<i>Coficiente de Correlación</i>	26
4.1.4	<i>Rosas de viento</i>	26
4.1.5	<i>Diagramas de Hovmöller</i>	27
4.1.6	<i>Otros métodos (Series temporales)</i>	28
5	RESULTADOS	30
5.1	ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA INFORMACIÓN DE VIENTOS	30
5.2	ANÁLISIS TEMPORAL DEL VIENTO.....	32
5.2.1	<i>Análisis temporal del viento en promedio general</i>	32
5.2.2	<i>Análisis temporal del viento en promedio estacional</i>	34
5.2.3	<i>Análisis temporal del viento en promedio mensual</i>	39
5.2.4	<i>Análisis temporal del viento en promedio anual</i>	51
5.3	ANÁLISIS DEL CICLO DIURNO DE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.....	54
5.3.1	<i>Diagrama de Hovmöller, periodo total</i>	54
5.3.2	<i>Diagrama de Hovmöller del periodo estacional</i>	56
5.3.3	<i>Diagramas de Hovmöller mensuales</i>	64
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
6.1	CONCLUSIONES.....	79
6.2	RECOMENDACIONES	81
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	83
	ANEXOS	86

Lista de Figuras

FIGURA 1: ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DEL LABORATORIO COSTERO SANTA ROSA.	9
FIGURA 2: ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA EN ISLAS LOBOS DE AFUERA.	10
FIGURA 3: EFECTOS DE CORIOLIS SOBRE LOS VIENTOS	16
FIGURA 4: ESQUEMA CONCEPTUAL DE LA DINÁMICA DE AFLORAMIENTO COSTERO POR CONSECUENCIA DE LOS VIENTOS	18
FIGURA 5: EJEMPLO DE DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTO.	27
FIGURA 6: EJEMPLO DE DIAGRAMA DE HOVMÖLLER (LATITUD VS TIEMPO)DE LA VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DEL VIENTO, PUBLICADO EL DÍA 23 DE ENERO EN EL BOLETÍN SEMANAL OCEANOGRÁFICO DEL IMARPE	28
FIGURA 7: ESQUEMA DEL ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA INFORMACIÓN DE VIENTOS REGISTRADA EN SANTA ROSA E ISLAS LOBOS DE AFUERA.	32
FIGURA 8: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS GENERAL (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2001 Y 2009.	33
FIGURA 9: COMPARACIÓN DEL PROMEDIO ESTACIONAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO ENTRE SANTA ROSA E ISLAS LOBOS DE AFUERA.	35
FIGURA 10: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA VERANO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	37
FIGURA 11: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA OTOÑO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	37
FIGURA 12: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA INVIERNO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	38
FIGURA 13: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA PRIMAVERA (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	38
FIGURA 14: COMPARACIÓN DEL PROMEDIO MENSUAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO ENTRE SANTA ROSA E ISLAS LOBOS DE AFUERA.	42
FIGURA 15: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA ENERO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	45
FIGURA 16: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA FEBRERO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	46

FIGURA 17: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA MARZO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	46
FIGURA 18: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA ABRIL (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	47
FIGURA 19: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA MAYO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	47
FIGURA 20: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA JUNIO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	48
FIGURA 21: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA JULIO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	48
FIGURA 22: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS AGOSTO (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2001 Y 2009.	49
FIGURA 23: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS SETIEMBRE (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2001 Y 2009.	49
FIGURA 24: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS OCTUBRE (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2001 Y 2009.	50
FIGURA 25: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA NOVIEMBRE (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	50
FIGURA 26: DIAGRAMA DE ROSA DE VIENTOS PARA DICIEMBRE (IZQUIERDA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (DERECHA) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	51
FIGURA 27: COMPARACIÓN DEL PROMEDIO INTER - ANUAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO ENTRE SANTA ROSA E ISLAS LOBOS DE AFUERA.	54
FIGURA 28: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER GENERAL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	55

FIGURA 29: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER GENERAL DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	56
FIGURA 30: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER DEL PERIODO ESTACIONAL DE VERANO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	57
FIGURA 31: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER DEL PERIODO ESTACIONAL DE VERANO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	58
FIGURA 32: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER DEL PERIODO ESTACIONAL DE OTOÑO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	59
FIGURA 33: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER DEL PERIODO ESTACIONAL DE OTOÑO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	60
FIGURA 34: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER DEL PERIODO ESTACIONAL DE INVIERNO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	61
FIGURA 35: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER DEL PERIODO ESTACIONAL DE INVIERNO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	62
FIGURA 36: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER DEL PERIODO ESTACIONAL DE PRIMAVERA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	63
FIGURA 37: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER DEL PERIODO ESTACIONAL DE PRIMAVERA DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	64

FIGURA 38: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA ENERO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	65
FIGURA 39: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA FEBRERO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	65
FIGURA 40: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA MARZO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009..	66
FIGURA 41: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA ABRIL DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	66
FIGURA 42: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA MAYO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	67
FIGURA 43: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA JUNIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	67
FIGURA 44: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA JULIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	68
FIGURA 45: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA AGOSTO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	68
FIGURA 46: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA SETIEMBRE DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	69
FIGURA 47: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA OCTUBRE DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	69
FIGURA 48: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA NOVIEMBRE DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	70
FIGURA 49: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA DICIEMBRE DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	70

FIGURA 50: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA ENERO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	71
FIGURA 51: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA FEBRERO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	72
FIGURA 52: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA MARZO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	72
FIGURA 53: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA ABRIL DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	73
FIGURA 54: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA MAYO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	73
FIGURA 55: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA JUNIO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	74
FIGURA 56: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA JULIO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	74
FIGURA 57: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA AGOSTO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	75
FIGURA 58: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA SETIEMBRE DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	75
FIGURA 59: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA OCTUBRE DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	76
FIGURA 60: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA NOVIEMBRE DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	76
FIGURA 61: DIAGRAMA DE HOVMÖLLER PARA DICIEMBRE DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO (SUPERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA SANTA ROSA, PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2005 A 2012, (INFERIOR) ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA, PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 2001 A 2009.	77

Lista de Tablas

TABLA 1: BIODIVERSIDAD MARINA EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.....	6
TABLA 2: INFORMACIÓN DESCRIPTIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL LABORATORIO COSTERO DE IMARPE SANTA ROSA.	20
TABLA 3: CAMPOS DE INFORMACIÓN RECOLECTADA POR LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL LABORATORIO COSTERO DE IMARPE, SEDE SANTA ROSA.....	21
TABLA 4: INFORMACIÓN DESCRIPTIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA ISLAS LOBOS DE AFUERA.	22
TABLA 5: CAMPOS DE INFORMACIÓN RECOLECTADA POR LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ISLAS LOBOS DE AFUERA.	22
TABLA 6: ANÁLISIS DESCRIPTIVO A NIVEL GENERAL DE LA VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO ENTRE SANTA ROSA E ISLAS LOBOS DE AFUERA.	33
TABLA 7: ANÁLISIS DESCRIPTIVO A NIVEL ESTACIONAL DE LA VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO ENTRE SANTA ROSA E ISLAS LOBOS DE AFUERA.	35
TABLA 8: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE RESULTADOS A NIVEL MENSUAL.....	41
TABLA 9: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE RESULTADOS A NIVEL INTER-ANUAL.....	53



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



1 INTRODUCCIÓN

1.1 *Introducción*

El departamento de Lambayeque es hoy en día un referente económico y cultural en el norte del Perú. La presencia de diversos ecosistemas de su territorio y su importante posición geopolítica, la ha convertido en un lugar cada vez más industrializado, poblado y al mismo tiempo con crecientes niveles de contaminación y deforestación.

Uno de sus ecosistemas al que muchas veces no se le ha prestado la atención necesaria a esta parte del departamento de Lambayeque y se ignora su gran aporte en la configuración de los ecosistemas terrestres es la importancia ecológica del sistema marino costero. Sin embargo, gran parte de lo que acontece en el mar se refleja en el continente. Desde los vientos, la humedad y la temperatura hasta la riqueza hidrobiológica del mar repercuten en la vida de los lambayecanos.

Es por eso que el presente trabajo de investigación consistió en determinar las características y rangos de variación de la velocidad y dirección del viento en dos estaciones meteorológicas automáticas (EMA), una ubicada en el borde costero de Santa Rosa en las coordenadas: 06° 22' 11" de Latitud Sur y 07° 10' 27" de Longitud Oeste), que opero y registró información de vientos desde los años 2005 a 2012 y una segunda estación meteorológica automática, ubicada en la Isla Lobos de Afuera, ubicada en las coordenadas (6° 55' 42" de Latitud Sur y 80° 42' 38 de Longitud Oeste) a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú, y así determinar el proceso físico asociado al comportamiento del viento en Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, Como etapa preliminar se analizó la información registrada en ambas estaciones llegándose a

determinar el ciclo diurno, estacional, mensual y anual de la velocidad y dirección del viento.

Llegándose a obtener los siguientes resultados tanto para la velocidad y dirección en ambos lugares. En Santa Rosa la velocidad del viento en promedio es de 3.5 m/s, en las Islas Lobos de Afuera es de 4.6 m/s, para Santa Rosa la dirección de viento que mayor predomina es de dirección Sursureste (SSE) en un 52.2 % y en las Islas Lobos de Afuera es de dirección Sureste (SE) en un 52.3 %.

1.2 Planteamiento y formulación problemática

¿La caracterización temporal del viento (velocidad y dirección) registrado entre los años 2005 al 2012, en el borde costero de Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, demuestran que los vientos frente a las costas de Lambayeque se encuentran gobernados por procesos físicos semejantes?

1.3 Situación del Problema

Existe escaso trabajo de investigación y conocimiento de las características y comportamiento del viento (velocidad y dirección) frente a las costas de Lambayeque, específicamente sobre la variación temporal (interanual, estacional y diurna), así como de su influencia en las condiciones ambientales del litoral costero de Lambayeque y sobre las actividades económicas como la pesquería en Lambayeque.

1.4 Objetivo de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Determinar la caracterización de la variación interanual, estacional y diaria de la velocidad y dirección del viento registrado en el borde costero de Santa Rosa e

Islas Lobos de Afuera, a partir de la información de vientos registrados entre los años 2005 al 2012.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Analizar y determinar el estado de la información de vientos recolectados en el Laboratorio Costero de IMARPE sede Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera.
- Determinar la variación climatológica (estacional y diurna) de la velocidad y dirección del viento Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera, a través del uso de métodos estadísticos descriptivos.
- Caracterizar la variación interanual y diurna de la velocidad y dirección del viento, en Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera, a través del uso de series de tiempo, diagrama de Hovmöller (horas vs días) y rosa de viento.

1.5 Justificación e importancia de la investigación

El desarrollo del presente trabajo de investigación permitirá conocer las características de la velocidad y dirección del viento en el borde costero de Santa Rosa e Isla Lobos de Afuera, principalmente los rangos de variación tanto en velocidad como en dirección de cada una de las estaciones meteorológicas, así mismo permitirá determinar los procesos que influyen sobre cada una de ellas y por consecuencia sobre la dinámica de las actividades locales, como la pesquería.

1.6 Hipótesis de la investigación

Es posible determinar la caracterización de la variación interanual, estacional y diaria de la velocidad y dirección del viento registrado entre los años 2005 al 2012 en el borde costero de Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera.

1.7 Descripción del borde costero de Lambayeque

El departamento de Lambayeque se ubica al noroeste del Perú, en el sector occidental de los Andes. Limita por:

El norte: con el departamento de Piura;

El sur: con el departamento de la Libertad;

El este: con el departamento de Cajamarca;

El oeste: con el Océano Pacífico.

Lambayeque tiene una superficie total de 1 423 130 hectáreas, después de tumbes es el segundo departamento más pequeño del Perú. Tiene 3 provincias; Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe, y un total de 38 distritos.

Su territorio abarca dos islas del océano Pacífico; las Islas Lobos de Afuera, de 200 hectáreas y la Isla Lobos de tierra, de 1600 hectáreas.

1.7.1 Clima costero

Las condiciones atmosféricas en la costa de Lambayeque son estables, debido a la semi permanencia del anticiclón del Pacífico suroriental y el fenómeno de inversión térmica, que se presenta en altitudes variables entre 300 y 1200 metros sobre el nivel del mar; estableciéndose como su nivel promedio los 800 metros de altura. El estrato de aire debajo de este nivel de inversión térmica es fresco y húmedo, en tanto que el aire sobre este nivel es cálido y seco, contribuyendo así en que gran parte del año la zona costera de la cuenca se cubra de una capa nubosa estable asociada a la humedad condensada de las masas de aire marítimas desplazadas sobre la fría corriente peruana.

Según el informe denominado “Guía Climática Turística” elaborado por el servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI) (Cuba & Ita 2010), el departamento de Lambayeque cuenta con los siguientes tipos de climas:

- **CLIMA DEL TIPO ÁRIDO, SEMI - CÁLIDO**, con ausencia de precipitaciones en todas las estaciones del año corresponde este tipo climático a la mayor parte del territorio del departamento, abarcando localidades de las provincias de Chiclayo, Ferreñafe y Lambayeque.
- **CLIMA DEL TIPO ÁRIDO, CALIDO**, con ausencia de lluvias en todas las estaciones del año. Corresponde este tipo climático a las localidades ubicadas en las provincias de Lambayeque y Ferreñafe.
- **CLIMA DEL TIPO SEMI – SECO, TEMPLADO Y HÚMEDO**, con carencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, corresponde este tipo climático a las localidades de la provincia de Ferreñafe, ubicada en las estribaciones andinas en el límite de Cajamarca.

Por su ubicación geográfica, al departamento le corresponde un clima tropical, pero árido y seco debido básicamente a la influencia del anticiclón del océano pacífico, que con sus movimientos verticales descendentes (subsistencia) sobre los 1000 m.s.n.m. impide el desarrollo de nubes productivas de lluvias.

1.7.2 Oceanografía y actividad pesquera

El mar frente a las costas del departamento de Lambayeque presenta aguas templadas, con temperaturas promedio de 19 a 20 °C, debido al afloramiento costero de aguas sub superficiales frente al litoral y son transportadas por la Corriente Costera Peruana.

El mar de Lambayeque presenta una amplia variedad de especies marinas y está constituida por peces pequeños (anchoveta), medianos y grandes, conchas de

abanico, choros, caracoles, entre otras especies. El litoral de Lambayeque, la isla lobos de tierra y la isla lobos de afuera presentan una alta biodiversidad en peces (126 especies), moluscos (75 especies), crustáceos (43 especies). También existen pequeñas islas y algunas puntas en el litoral, con una alta población de aves guaneras (Carbajal et al. 2005).

Tabla 1: Biodiversidad marina en el departamento de Lambayeque.

Biodiversidad	Litoral de Lambayeque	Islas Lobos de Afuera	Islas Lobos de Tierra
Peces	126	62	50
Moluscos	75	46	58
Crustáceos	43	19	31
Mamíferos	5	5	5
Reptiles	4	4	4
Aves	16	7	7
Equinodermos	12	7	7
Algas	6	2	3

Fuente: www.imarpe.gob.pe/chiclayo/informes/Diagnostico%20Ambiental%20del%20Litoral%20Lambayeque%20GRL.pdf

1.7.3 Hidrografía

El sistema fluvial pertenece en su totalidad a la vertiente hidrográfica del pacífico; se caracteriza por mantener un régimen irregular con grandes crecientes en los meses de verano (diciembre - abril) y una disminución de su caudal en el invierno hasta casi desaparecer.

Los principales ríos del Departamento de Lambayeque mencionados de sur a norte son: Zaña, chancay (Reque, Lambayeque y Taymi), La Leche, Motupe, Olmos y Cascajal. Todos estos ríos y sus tributarios pertenecen a la vertiente del Pacífico. En conjunto presentan un escurrimiento promedio anual de 43.98 m³/s y una masa media anual de 1,697 m³; son de corto recorrido y de fuertes pendientes en las

partes altas y medias, por lo que la eficiencia en la utilización de sus aguas es muy reducida.

1.8 La caleta Santa rosa:

Está ubicado en la región chala, a 4 m.s.n.m, en el litoral Norte de la provincia de Chiclayo, cuenta con una población de 12,687 habitantes¹ y limita con:

Norte: con el distrito de Pimentel

Sur: con el distrito de Monsefú

Este: con los distritos de Monsefú y La Victoria

Oeste: con el Océano Pacífico

1.8.1 Tradiciones:

Actividades: La principal es la pesca, en la que ocupa el primer lugar a nivel departamental, realizándose en forma artesanal.

1.8.2 Gastronomía y Atractivo Turístico:

Santa Rosa, a pesar de ser una caleta pesquera pequeña posee una cultura culinaria exquisita y como característica principal es la utilización de pescado en la elaboración de sus potajes. En la que encontramos: cebiche de pescado, de tollo y de mariscos – espesado-chilcano (Plato bandera de la ciudad)- Cabrito.

1.8.3 Geografía:

Su territorio es llano con pequeñas lomas y algunas depresiones, que son salinas, donde antiguamente se formaron ciénagas o lagunas, hoy ya desaparecidas. Posee amplias playas con la presencia de dunas.

¹ fuente: instituto de estadística e informática, dirección nacional de censos y encuestas ,30 de junio 2015

1.8.4 Clima:

El clima en la franja costera es del tipo desértico Sub-tropical, templado durante las estaciones de primavera, otoño e invierno y caluroso en época de verano.

1.9 Las Islas Lobos de Afuera:

Las Islas Lobos de Afuera se ubican 93 km de la costa de Lambayeque. Este conjunto de islas tiene una extensión de 2.36 km², es un lugar de anidación de aves marinas. Las características frías del mar peruano hacen posible la presencia de una alta diversidad biológica de peces que sirven de alimento a las aves. Forma parte del conjunto de islas guaneras protegidas por el Estado Peruano a través del sistema de islas y puntas del SINAMPE. La isla y el guano (excremento de aves) fueron la base de la economía en las décadas pasadas (Stucchi, M. & Figueroa, j. 2006. La fauna de las Islas Lobos de Afuera y algunos alcances sobre su biodiversidad).

Actualmente la isla alberga poblaciones de “pingüinos de Humboldt” (*Spheniscus humboldti*), de “lobos chuscos” (*Otaria byronia*), y “chanchos marinos” (*Phocoena spinipinnis*), además de la diversidad de aves e invertebrados que habitan alrededor de estos lugares.

1.10 Área de estudio y ubicación de las estaciones meteorológicas

El área de estudio comprende información de vientos (velocidad y dirección) registrados en dos estaciones meteorológicas automáticas, una ubicada en el Laboratorio Costero de IMARPE, sede Santa Rosa, ubicada en el borde costero (en las coordenadas: 06° 22' 11" de Latitud Sur y 07° 10' 27" de Longitud Oeste), que opero y registró información de vientos desde los años 2000 a 2012 y una segunda estación meteorológica automática, ubicada en las Islas Lobos de Afuera, ubicada

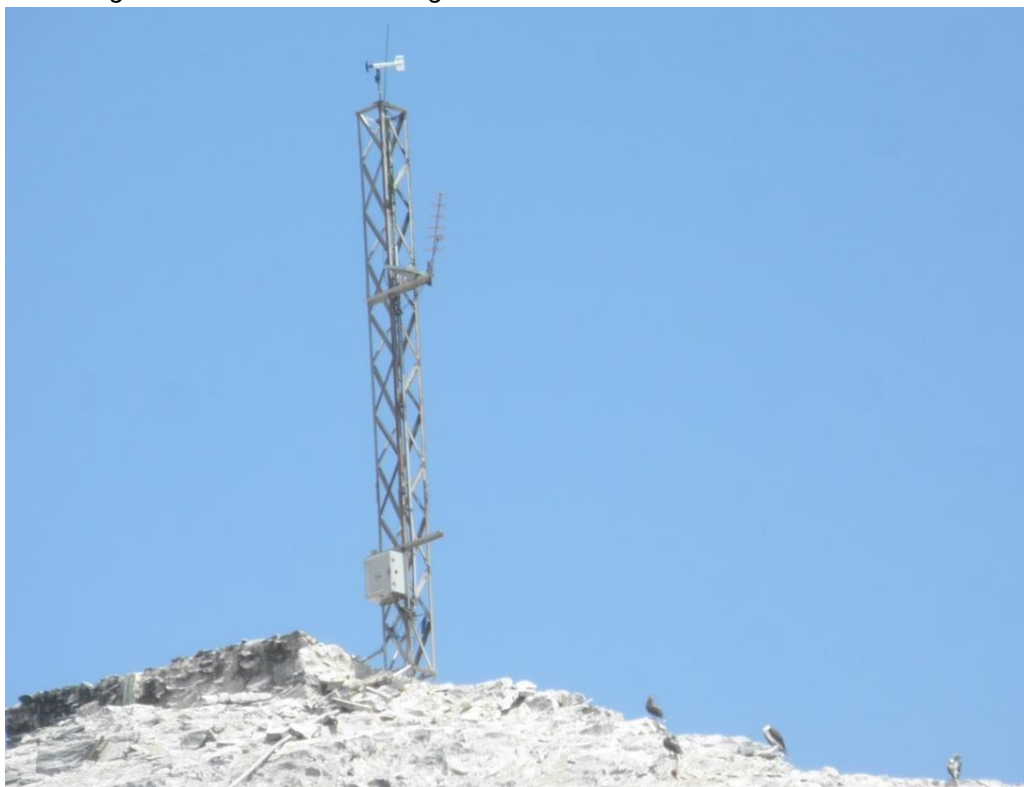
en las coordenadas (6° 55' 42" de Latitud Sur y 80° 42' 38 de Longitud Oeste) a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú, dicha estación viene registrando información horaria de parámetros meteorológicos desde el 2000 hasta la actualidad, la información de viento será solicitada a través de la Dirección de Oceanografía del IMARPE – Sede Central. En las figuras (Figura 1 y Figura 2), se muestra la ubicación referencial de las estaciones meteorológicas automáticas (Laboratorio de Santa Rosa e Isla Lobos de Afuera), frente al litoral costero del departamento de Lambayeque.

Figura 1: estación meteorológica automática del laboratorio costero Santa Rosa.



Fuente: <http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/index.htm>

Figura 2: Estación meteorológica automática en Islas Lobos de Afuera.



Fuente: fotografía del autor



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO



2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Huacal, A. y Bances, M. (2010) desarrollaron la tesis titulada “Perfil Vertical Del Viento en la Estación 301-UNPRG”, llegando a determinar que existe una relación directa entre el perfil logarítmico del viento y las características ambientales que rodean a la estación meteorológica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.

Correa, D.(2012), desarrolló la tesis titulada “Simulación Numérica del Sistema de Afloramiento Como Respuesta a la Dinámica del Viento Frente a las Costas de Lambayeque”, concluyo que la configuración de la línea de costa y la topografía generan un transporte superficial del viento a lo largo de la costa, denominado componente Long-Shore, así mismo el esfuerzo del viento a lo largo de la costa (Long-shore) tiene una influencia determinante sobre la intensidad de las velocidades marinas de ascenso de la capa sub-superficial a la superficial en la mayoría de meses del año.

Siesquen, I.(2013), desarrolló la tesis titulada “Caracterización de la Variación Estacional de la Velocidad y Dirección del Viento en la Ciudad de Lambayeque, durante los Años 2002 a 2012”, concluyó que la velocidad del viento en la estación meteorológica de la UNPRG en la ciudad de Lambayeque, varía estacionalmente, en los meses de verano entre 3.2 a 3.7 m/s, en los meses de otoño entre 3.16 a 3.62 m/s, en los meses de invierno entre 3.22 a 3.51 m/s y para los meses de primavera entre 3.76 a 3.90 m/s; respecto a la dirección del viento, concluyó que en un 73 % predominaron vientos de dirección Sur durante el periodo de análisis.

Correa D; Pizarro L. y Luis Vásquez, investigadores del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), (2014), desarrollaron el estudio titulado “comparación del Ciclo Diurno del Viento en Pisco, a Partir de los Vientos Costeros Horarios”, en el concluyeron que la velocidad en Pisco, presenta un ciclo diurno semejante y permanente durante todos los meses de año, con una mayor intensidad durante las horas de la tarde y durante los meses de verano y primavera; respecto a la dirección, se ve influenciada por procesos locales, relacionado con la diferencias térmicas, que se generan entre la zona marina y el continente, produciendo cambios de dirección (brisas marinas) en horas de la mañanas en ambas estaciones meteorológicas. En general, predominaron vientos de dirección SSO a SO.

2.2 Definición de términos

- **VIENTO**

El viento es el movimiento en masa del aire en la atmósfera en movimiento horizontal. Gunter 2002, lo define como: la compensación de las diferencias de presión atmosférica entre dos puntos. El viento tiene una velocidad y una dirección.

- **ANEMÓMETRO**

Son instrumentos destinados a la medida de la velocidad o recorrido del viento, la unidad de medida es en m/s, pero en algunos casos pueden usar otras unidades como km/h, nudos o millas.

- **VELETA**

Es el instrumento utilizado para la medida de la dirección del viento y a la vez forma parte del anemómetro.

Esta basa en la propiedad de que todos los cuerpos, fácilmente movibles y fijos, oponen la menor resistencia cuando se sumerge en una corriente.

- **ESTACIÓN AUTOMÁTICA**

Una estación meteorológica automática es una versión autónoma automatizada de la tradicional estación meteorológica, preparada tanto para ahorrar labor humana, o realizar mediciones en áreas remotas o inhóspitas.

2.3 Dinámica de los vientos costeros

El análisis de los vientos permite seguir la evolución temporal y geográfica de los contaminantes que hayan sido dispersados en la atmosfera en ese u otro lugar. Las masas de aire adquieren velocidad al estar sometidas a una aceleración y este es el resultado de todas las fuerzas aplicadas sobre las masas de aire cuando se encuentran en un sistema de masa de referencia inercial. Sin embargo los vientos (magnitud de la velocidad y dirección) se miden en un sistema de referencia acelerado, la superficie del suelo, lo cual introduce un elemento adicional en el cálculo de la aceleración relativa al suelo.

El movimiento del aire en las proximidades de la superficie terrestre está controlado por cuatro factores:

- **La fuerza del gradiente de presión**

En meteorología el gradiente de presión hace referencia a la variación de la presión atmosférica. Este gradiente suele expresarse en función de las fuerzas báticas, derivadas de la variación en la presión, y que son perpendiculares a las isobaras, líneas de presión constante. A medida que aumenta el gradiente de presión los vientos son más fuertes, si el gradiente oscila entre 1 o menos milibares indica vientos suaves, mientras que un gradiente de 4, 5 o más milibares indica que los vientos son fuertes. La fuerza del gradiente de presión se expresa matemáticamente como:

$$FGP= -(1/\rho) (\Delta p/\Delta n)$$

Dónde:

ρ , es la densidad del aire.

Δp , es la diferencia de presión.

Δn , es la distancia entre los observatorios.

$\Delta p/\Delta n$: gradiente horizontal de presión.

- **Fuerza de Coriolis**

La fuerza de Coriolis es un fenómeno visible es una desviación de la trayectoria de los vientos y de las corrientes oceánicas debido a la rotación de la Tierra. Al patrón de circulación de aire que se genera en la Tierra debido a las *celdas de convección* y al efecto de Coriolis se le conoce como *vientos globales*. Los vientos globales están determinados por tres celdas de convección que encontramos en cada hemisferio y que forman los *vientos alisios*, los *vientos del oeste* y los *vientos polares del este*. Se debe saber que la presencia de masas de tierra ocasiona disturbios en los patrones de viento globales.

La fuerza de Coriolis se define como:

$$F_c = 2V_w * \sin(f)$$

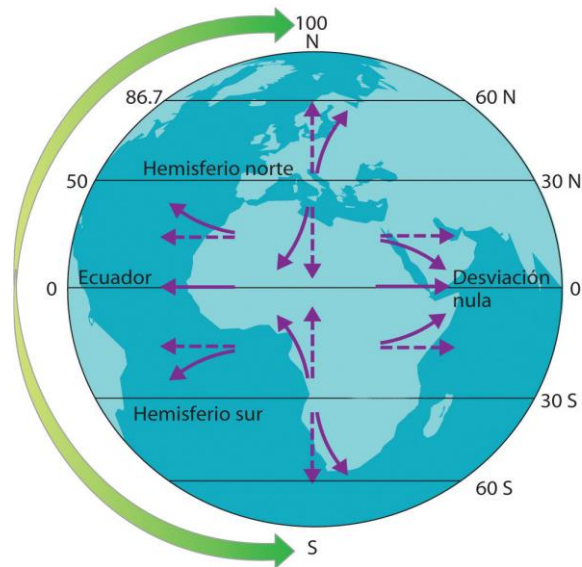
Dónde:

V: velocidad del viento.

W: velocidad angular de la rotación terrestre.

f: latitud del lugar.

Figura 3: efectos de coriolis sobre los vientos



Fuente: www.physicalgeography.net/fundamentals/7p.html

- **Aceleración centrípeta**

Para que un cuerpo siga una trayectoria curva debe existir una aceleración hacia dentro (c), hacia el centro de rotación. Se expresa como:

$$a_c = V^2 / r$$

Dónde: V es la velocidad, r es el radio de curvatura. La aceleración centrípeta en general es pequeña y sólo adquiere importancia en el caso de vientos que se muevan a gran velocidad siguiendo su trayectoria muy curvados, es decir en las proximidades de las bajas presiones muy intensas.

- **Fuerza de rozamiento**

Una fuerza que tiene un efecto importante sobre el movimiento del aire es el que se debe a la fricción con la superficie terrestre.

Hacia la superficie (por debajo de los 500 m en terrenos llanos) la fricción empieza a reducir la Velocidad del viento por debajo del valor Geostrófico.

Esta capa de influencia de la fricción se denomina capa límite planetaria. La velocidad del viento disminuye exponencialmente cerca de la superficie terrestre debido a los efectos de rozamiento de la superficie. Éstos implican hacer fricción

sobre los obstáculos, edificios, árboles, colinas., y el esfuerzo ejercido por el aire en la superficie de contacto.

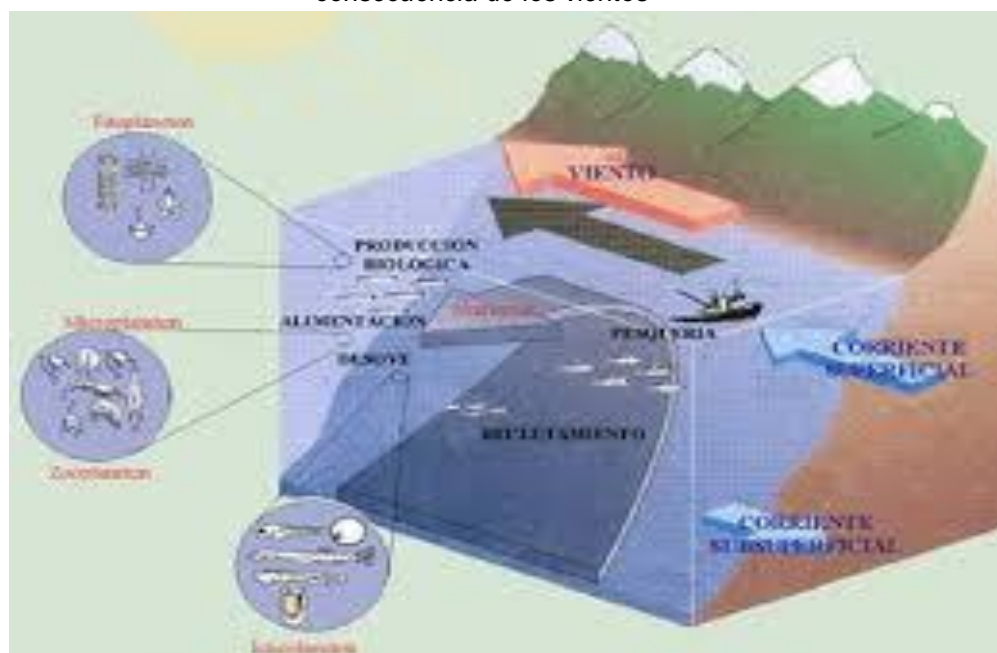
2.4 Base teórica de la influencia del viento en el afloramiento costero

La dinámica del afloramiento costero, consiste en transportar a la superficie aguas sub-superficiales más ricas en sales minerales (nitratos, fosfatos y silicatos), esenciales para el fitoplancton y para la productividad en base a la fotosíntesis.

Los factores que producen el afloramiento son varios y actúan en conjunto:

- Los vientos locales (mar-tierra y tierra-mar), que empujan y alejan masas de agua, promoviendo la circulación vertical. La acción tangencial del viento sobre la superficie del mar que produce el mismo efecto anterior.
- La diferencia de temperatura y contenido de sal (efectos termo - halinos), que originan movimientos verticales. Las aguas más frías (más pesadas) van hacia el fondo, y las aguas más saladas se intercambian con las menos saladas.
- La topografía costera (cambios de dirección), contra la cual choca la corriente oceánica y costera peruana, y el arremolinamiento del agua producen movimientos verticales.
- Las ondas internas de baja frecuencia producen remolinos en espiral, estos como consecuencia del efecto de la topografía sobre las corrientes marinas.

Figura 4: Esquema Conceptual de la dinámica de afloramiento costero por consecuencia de los vientos



Fuente: <http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/oceanografia/Afloramiento/Afloramientos.htm>

La disponibilidad de nutrientes frente a Perú es el resultado de eventos de afloramiento costero, los cuales transportan desde profundidades someras (usualmente 50 m – 100 m) aguas con un alto contenido de nitratos y bajo contenido de oxígeno disuelto (Zuta & Guillen, 1970; Pocklington, 1981; Calienes et al. 1985). Importantes centros de afloramiento y alta concentración de nutrientes se han identificado frente a Paita (5° S), en Piura: entre Pimentel y Salaverry (7° a 14° S); entre Huarmey y Supe (10° a 11° S); frente a Pisco (13° a 14° S); y entre San Juan y Mollendo (15° a 17° S) (Zuta & Guillen, 1970; Rojas de Mendiola, 1981).

El sistema de corriente de Humboldt, es considerado entre los sistemas más productivos del mundo, extendiéndose a lo largo del Pacífico Sur oriental frente a Chile y Perú. En particular las aguas costeras frente a Perú atraen un considerable interés por encontrarse entre las más fértiles y productivas, destacando la pesquería de la anchoveta y que representa uno de los pilares de la economía del Perú.

CAPÍTULO III

MATERIALES



3 MATERIALES

En el presente capítulo se describen los materiales y métodos utilizados en el desarrollo del presente proyecto de investigación. Se hace énfasis en las metodologías para el análisis estadístico de la información.

3.1 Información de la estación meteorológica Santa Rosa

El Laboratorio Costero de IMARPE Santa Rosa, cuenta con información de parámetros meteorológicos registrados entre enero del 2002 a octubre del 2012 a través de una estación automática CASELLA.

La información de los parámetros meteorológicos se encuentra almacenada en archivos de texto, y contienen información de cada día, como se muestra en la siguiente relación de archivos (**20050110.DAT, 20120510.DAT**). Las características de la estación meteorológica del Laboratorio Costero de IMARPE Santa Rosa se describen en la (*Tabla 2*).

Tabla 2: Información descriptiva de las Características de la estación meteorológica del laboratorio Costero de IMARPE Santa Rosa.

Información	Descripción
Ubicación de Estación	Distrito de Santa Rosa, Chiclayo – Lambayeque.
Tipo de Estación	Estación meteorológica automática
Categoría	Registro automático
Latitud	06°52'32" S
Longitud	079°55'34 W
Altitud	250 metros
Modelo	NEMESYS
Marca	Casella
Altura	Aprox. 5 metros
Inicio de registro	01 de enero del 2002.
Fin de registro	31 de octubre del 2012.
Variables registradas	Temperatura del aire, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, humedad relativa, radiación
Frecuencia de registro	Cada 10 minutos
Responsable	Laboratorio Costero de Santa Rosa – IMARPE

Cada archivo de texto contiene la información de los parámetros meteorológicos y se encuentra organizada de acuerdo a la estructura de campos que se muestra en la (Tabla 3).

Tabla 3: Campos de información recolectada por la estación meteorológica del Laboratorio Costero de IMARPE, sede Santa Rosa.

Item	Campo original	Campo equivalente
1	DATE	Fecha
2	TIME	Tiempo
3	PRAINFALL	Precipitación
4	PSPEED	Velocidad del viento
5	PGUST	Ráfaga de viento
6	PDIRECTION	Dirección del viento
7	PAIRTEMP	Temperatura del aire
8	PHUMIDITY	Humedad relativa
9	PPRESSURE	Presión atmosférica
10	PSOLARIMETER	Radiación solar
11	PSUNSHINE	Brillo solar

Fuente: área de oceanografía, Laboratorio Costero IMARPE Santa Rosa

3.2 Información de la estación meteorológica en las Islas Lobos de Afuera

La estación meteorológica automática ubicada en las Islas Lobos de Afuera a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), cuenta con información de parámetros meteorológicos registrados desde diciembre 2000 hasta la actualidad a través de una estación automática marca Hydrolab MS4A / MS5 Datalogger Sutron Modelo 8210.

La información de los parámetros meteorológicos se encuentra almacenada en archivos de texto, y contienen información de cada día, como se muestra en la siguiente relación de archivos (**20001231.DAT, 20090821.DAT**).

Las características de la estación meteorológica de la Isla Lobos de Afuera se describen en la (Tabla 4).

Tabla 4: Información Descriptiva de las Características de la Estación Meteorológica Islas Lobos de Afuera.

Información	Descripción
Ubicación de Estación	Islas Lobos de Afuera
Tipo de Estación	Estación Meteorológica Automática
Categoría	Registro Automático
Fuente	Dirección de Hidrografía y Navegación
Latitud	06°56'12.8" S
Longitud	081°06'27" W
Marca / Modelo	Hydrolab MS4A / MS5 Datalogger Sutron Modelo 8210
Altitud	Aprox. 10 metros
Inicio de Registro	Diciembre del 2000
Fin de Registro	Operativa
VARIABLES Registradas	Temperatura del aire, Velocidad y Dirección del Viento, Presión Atmosférica, Humedad Relativa, Radiación, entre otras variables
Frecuencia de registro	60 minutos
Responsable	Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) – Marina de Guerra.

Fuente: área de oceanografía, Laboratorio Costero IMARPE Santa Rosa

Cada archivo de texto contiene la información de los parámetros meteorológicos y se encuentra organizada de acuerdo a la estructura que se muestra en la (Tabla 5).

Tabla 5: Campos de Información Recolectada por la Estación Meteorológica de las Islas Lobos de Afuera.

Indices	Campo original	Campo equivalente
1	DATE	Fecha
2	TIME	Tiempo
3	IPRAINFALL	Precipitación
4	IPSPEED	Velocidad del viento
5	IPGUST	Ráfaga de viento
6	IPDIRECTION	Dirección del viento
7	IPAIRTEMP	Temperatura del aire
8	IPHUMIDITY	Humedad relativa
9	IPPRESSURE	Presión atmosférica
10	IPSOLARIMETER	Radiación solar
11	IPSUNSHINE	Brillo solar

Actualmente la estación de la Islas Lobos de Afuera se encuentra operativa, y viene registrando información de parámetros océano-atmosféricos, más la estación de Santa Rosa se encuentra inoperativa desde el año 2014.



CAPÍTULO IV

MÉTODOS



4 MÉTODOS

4.1 Metodologías de análisis de información

4.1.1 Promedio

Se obtiene a partir de la suma de todos sus valores dividido entre el número de sumandos. En el presente estudio se obtendrá el promedio mensual y horario de la velocidad del viento para ser expresado en series de tiempo y diagramas de Hovmöller.

Dado n números $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, la media se define como:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

4.1.2 Desviación estándar

La desviación estándar o desviación típica (denotada con el símbolo σ o s , dependiendo de la procedencia del conjunto de datos) es una medida de dispersión.

Para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer la medida de tendencia central (promedio), sino que también necesitamos conocer la desviación estándar, que presentan los datos en su distribución respecto de la media de la distribución. La desviación estándar equivale a la raíz cuadrada de la varianza.

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

4.1.3 Coeficiente de Correlación

La correlación estadística determina la relación o dependencia que existe entre las dos variables que intervienen en una distribución bidimensional es decir, determinar si los cambios en una de las variables influyen en los cambios de la otra. En caso de que suceda, diremos que las variables están correlacionadas o que hay correlación entre ellas. El coeficiente de correlación lineal se expresa mediante la letra "r".

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

4.1.4 Rosas de viento

Una rosa de viento, es un círculo que tiene marcados los rumbos en que se divide la circunferencia del horizonte. Su invención se atribuye a Raimundo Lulio, el diagrama de rosa de vientos representa la intensidad media del viento y la dirección del viento en diferentes sectores en los que divide el círculo del horizonte.

Los cuatro rumbos principales son:

N: Norte

S: Sur

E: Este

O/W: Oeste

Los cuatro rumbos laterales o secundarios son:

NE (Norte-Este): Nordeste

SE (Sur-Este): Sudeste

SO/SW (Sur-Oeste): Sudoeste

NO/NW (Norte-Oeste): Noroeste

Los ocho rumbos colaterales son:

NNE (Nornordeste)

ENE (Estenordeste)

ESE (Estesudeste)

SSE (Sudsudeste)

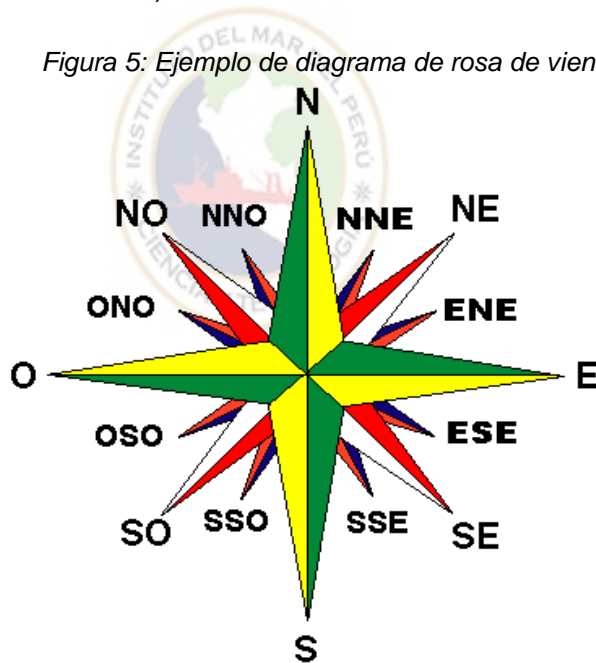
SSO/SSW (Sudsudoeste)

OSO/WSW (Oeste sudoeste)

ONO/WNW (Oeste noroeste)

NNO/NNW (Nornoroeste)

Figura 5: Ejemplo de diagrama de rosa de viento.



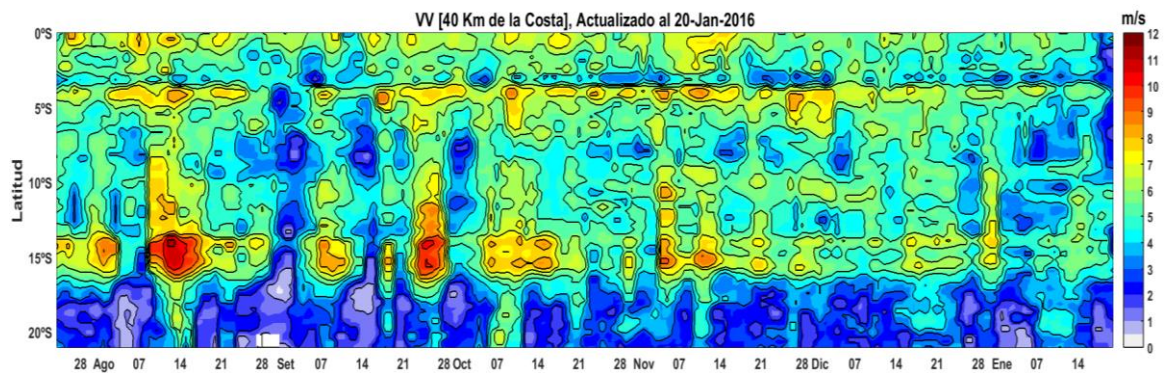
4.1.5 Diagramas de Hovmöller

Un diagrama Hovmöller es una forma de uso común de visualizar datos meteorológicos para destacar el papel de las ondas. Los ejes de un diagrama de Hovmöller son típicamente longitud o latitud y el tiempo, con el valor de algún campo representado a través del color o sombreado. Diagramas Hovmöller también

se utilizan para trazar la evolución temporal de los perfiles verticales de cantidades escalares tales como la temperatura, la densidad o concentración de los componentes en la atmósfera o el océano. En ese caso el tiempo se representa a lo largo de la abscisa y la posición vertical (profundidad, altura, presión) a lo largo de la ordenada.

El diagrama de Hovmöller fue inventado por Ernest Aabo Hovmöller (1912-2008), meteorólogo Danés, que propuso esta forma de representar la información de la velocidad y dirección del viento y lo plasmó en un documento científico en el año 1949. [https://en.wikipedia.org/wiki/Hovm%C3%B6ller_diagram]

Figura 6: Ejemplo de diagrama de Hovmöller (latitud vs tiempo) de la variación espacio temporal del viento, publicado el día 23 de enero en el boletín semanal oceanográfico del IMARPE



4.1.6 Otros métodos (Series temporales)

Es una secuencia de datos u observaciones medidas en un determinado tiempo, ordenados cronológicamente y normalmente, espaciados entre sí de manera uniforme. El análisis de series temporales comprende métodos que ayudan a interpretar este tipo de datos. Resulta difícil imaginar una rama de las ciencias en la que no aparezcan datos que pueden ser considerados como series temporales.

CAPÍTULO V

RESULTADOS



5 RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados de la presente investigación, a través de cuatro secciones, en la primera sección se detalla los procedimientos seguidos para realizar el control de calidad a la información de vientos, en las segunda sección se analiza la información con énfasis en determinar el ciclo diario de la información registrada en Santa Rosa y en las Islas Lobos de Afuera, en la tercera sección se analiza la información con énfasis a determinar la dirección del viento a través de diagramas de rosas viento, en la cuarta sección se determina el comportamiento de la velocidad del viento a través de diagramas de Hovmöller.

5.1 *Análisis y control de calidad de la información de vientos*

La información registrada en la estación meteorológica del Laboratorio Costero de IMARPE Santa Rosa, comprende el periodo entre el 05 de abril de 2005 al 31 de diciembre del 2012 y en la estación meteorológica de la Red SUTRON (Proyecto BID, año 2000) ubicada en las Islas Lobos de Afuera, en una primera etapa registro información durante el periodo de 01 de enero del 2001 al 21 de agosto del 2009.

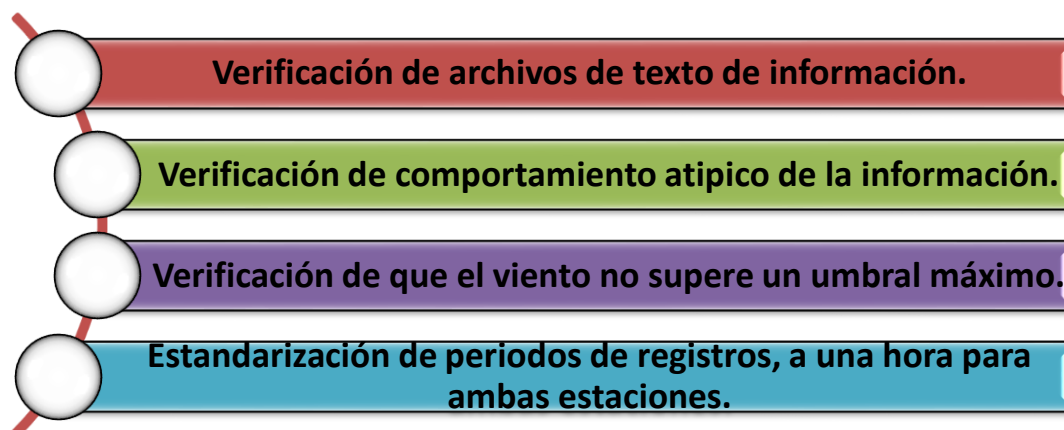
Considerando que los instrumentos meteorológicos, no están exentos de registrar información errada, es que como etapa preliminar al análisis y procesamiento de la información se realiza el control y verificación de la calidad de los datos, para lo cual se tuvo en cuenta el siguiente procedimiento, (descrito en la Figura 7).

En principio se solicitó formalmente al Laboratorio Costero de Santa Rosa (IMARPE), la información registrada en la estación meteorológica automática del laboratorio costero, registrada en el periodo de los años 2005 al 2012. Así mismo se solicitó formalmente a la sede central del IMARPE, la información registrada en la

estación meteorológica de la Red SUTRON (Proyecto BID, año 2000) ubicada en las Islas Lobos de Afuera, para el periodo de los años 2001 al 2009.

- De la información recibida (estación Santa Rosa); existieron 20 (0.6% de la información total) archivos de texto de registros diarios de vientos dañados o con información sobre-escrita, cada uno de estos archivos fueron revisados y se logró recuperar parte de la información.
- La información de vientos con un comportamiento temporal atípico (con variaciones muy pequeñas por tiempos prolongados) fue excluida de los análisis.
- La información de vientos con registros demasiados altos o por encima de los valores conocidos para la zona de Lambayeque, fueron excluidos de los análisis, esto se realizó a través de la fijación de un umbral de velocidad de viento, establecido en 12 m/s para la zona de Santa Rosa.
- La estación meteorológica automática de Santa Rosa, en su mayoría registró información con periodos de 5 ó 10 minutos, en algunos casos fueron de 1 minuto, por otro lado la estación de Islas Lobos de Afuera, contenía información horaria. Por lo cual fue necesario estandarizar el periodo de la información de ambas estaciones en un registro de un dato por hora, a fin de garantizar la homogeneidad de los registros de la información.
- Para la estandarización del periodo de la información de vientos y facilitar los análisis y comparación de la información de ambas estaciones, fue necesario calcular el promedio horario, principalmente para la información de Santa Rosa, ya que la información de la estación de la Islas Lobos de Afuera, ya estaba a un registro cada una hora (24 datos por día).

Figura 7: Esquema del análisis y control de calidad de la información de vientos registrada en Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera.



5.2 *Análisis Temporal del viento*

Una vez realizado el análisis y control de calidad de la información registrada para ambas estaciones, se realizó el procesamiento y análisis temporal de los datos a través del software de programación y visualización MATLAB, llegándose a determinar la variación climatológica, estacional, mensual, anual de la velocidad y dirección del viento en Santa Rosa e Islas de Afuera.

5.2.1 *Análisis temporal del viento en promedio general*

Se calculó el promedio general de la velocidad y dirección del viento para Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, los resultados se presenta en la *Tabla 6*.

La velocidad promedio del viento para Santa Rosa es de 3.5 m/s, con una dirección promedio de 159°.

La velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.6 m/s, con una dirección promedio de 143°.

Tabla 6: Análisis descriptivo a nivel general de la velocidad y dirección del viento entre Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera.

Estación Meteorológica	Cantidad de datos	Velocidad de Viento	Componente Zonal	Componente Meridional	Dirección (Ángulo)
Santa Rosa	70128	3.5	-1.2	3.1	159 °
Islas Lobos de Afuera	65261	4.6	-2.7	3.6	143 °

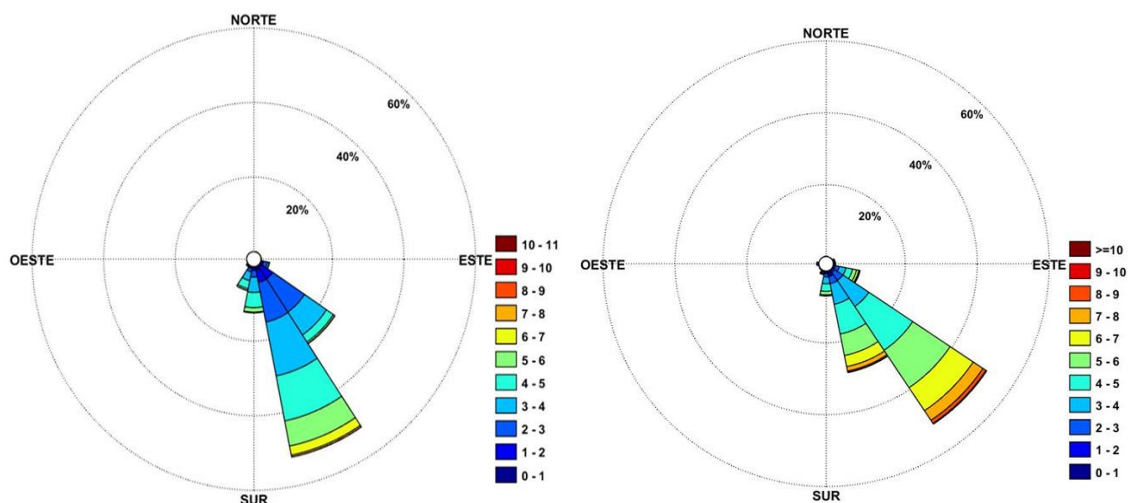
Fuente: Elaboración Propia

Con el fin de determinar la velocidad y dirección predominante de viento en Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, se analizó la información a través de diagramas de Rosas de Vientos (ver definición en la sección de metodología).

El análisis del viento de la estación de Santa Rosa, muestran que predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 25.3 %, Sursureste (SSE) en un 52.2% y Sur (S) en un 12,6%, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 5.0 m/s. Figura 8 (izquierda)

El análisis del viento de la estación en Islas Lobos de Afuera, muestran que predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 52.3% y Sursureste (SSE) en un 29.3 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 6.0 m/s. Figura 8(derecha).

Figura 8: Diagrama de rosa de vientos general (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre el 2001 y 2009.



Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Análisis temporal del viento en promedio estacional

Se calculó el promedio estacional de la velocidad y dirección del viento para Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, los resultados se presenta en la Tabla 7.

Para verano, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 2.9 m/s, con una dirección promedio de 160°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.4 m/s, con una dirección promedio de 144°.

Para otoño, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.5 m/s, con una dirección promedio de 154°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 5.2 m/s, con una dirección promedio de 141°.

Para invierno, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.8 m/s, con una dirección promedio de 159°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.3 m/s, con una dirección promedio de 145°.

Para primavera, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.5 m/s, con una dirección promedio de 161°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.6 m/s, con una dirección promedio de 144°.

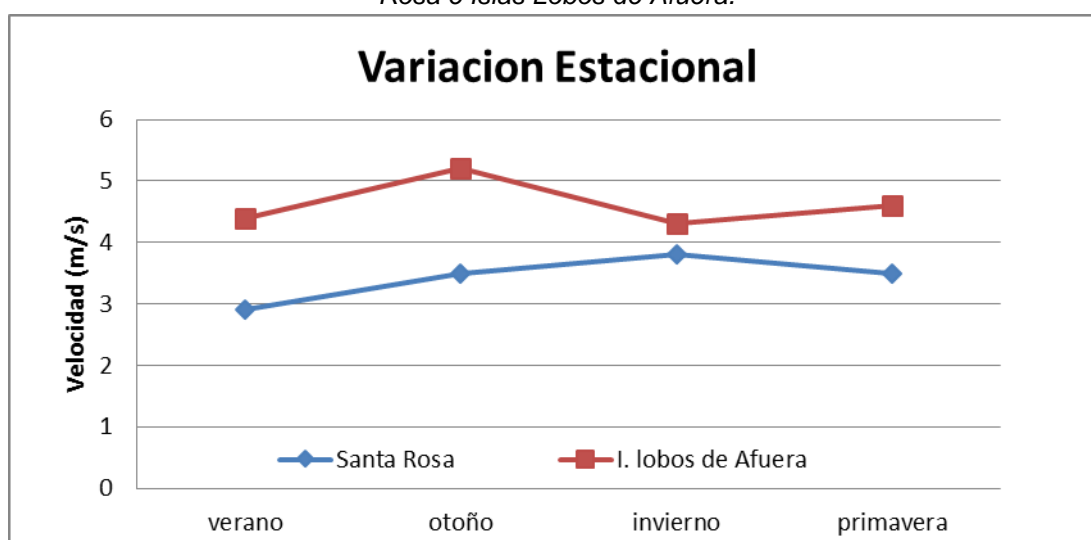
En la

Figura 9, se muestra la comparación de las velocidad del viento en promedio por estación para Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, observándose una mayor intensidad de viento en las Islas Lobos de Afuera respecto a Santa Rosa. Especialmente en otoño.

Tabla 7: Análisis descriptivo a nivel estacional de la velocidad y dirección del viento entre Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera.

Ubicación	Estación	Cantidad de datos	Velocidad de Viento	Componente Zonal	Componente Meridional	Ángulo
Santa Rosa	Verano	17328	2.9	-0.9	2.5	160 °
	Otoño	17472	3.5	-1.5	3.1	154 °
	Invierno	17664	3.8	-1.3	3.4	159 °
	Primavera	17664	3.5	-1.1	3.2	161 °
Islas Lobos de Afuera	Verano	17217	4.4	-2.4	3.3	144 °
	Otoño	18469	5.2	-3.2	3.9	141 °
	Invierno	16326	4.3	-2.4	3.4	145 °
	Primavera	13249	4.6	-2.6	3.6	144 °

Figura 9: Comparación del Promedio Estacional de la Velocidad del Viento entre Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera.



Con el fin de determinar la velocidad y dirección predominante de viento en Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, se analizó la información estacional a través de diagramas de rosas de vientos.

Para verano, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 28.3 %, Sursureste (SSE) en un 41.4% y respecto a la velocidad varían entre 1.0 a 4.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección

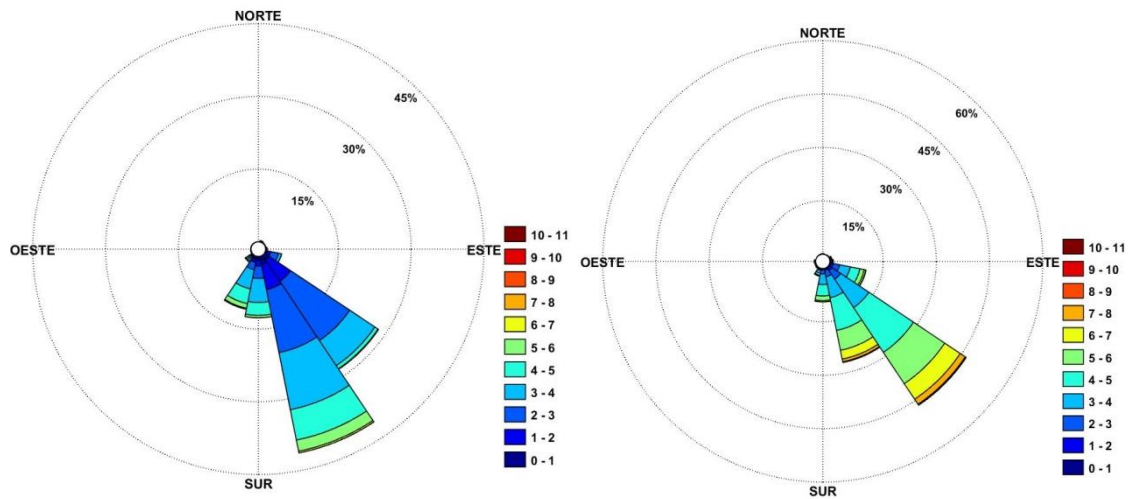
Sureste (SE) en un 47.1% y Sursureste (SSE) en un 27.2 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 6.0 m/s, Figura 10

Para otoño, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 31.4 %, Sursureste (SSE) en un 50.9% respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 5.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 56.1% y Sursureste (SSE) en un 27.3 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 7.0 m/s, Figura 11.

Para invierno, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 19.8 %, Sursureste (SSE) en un 60.5 % respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 6.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 50.3% y Sursureste (SSE) en un 33.0 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 7.0 m/s, Figura 12.

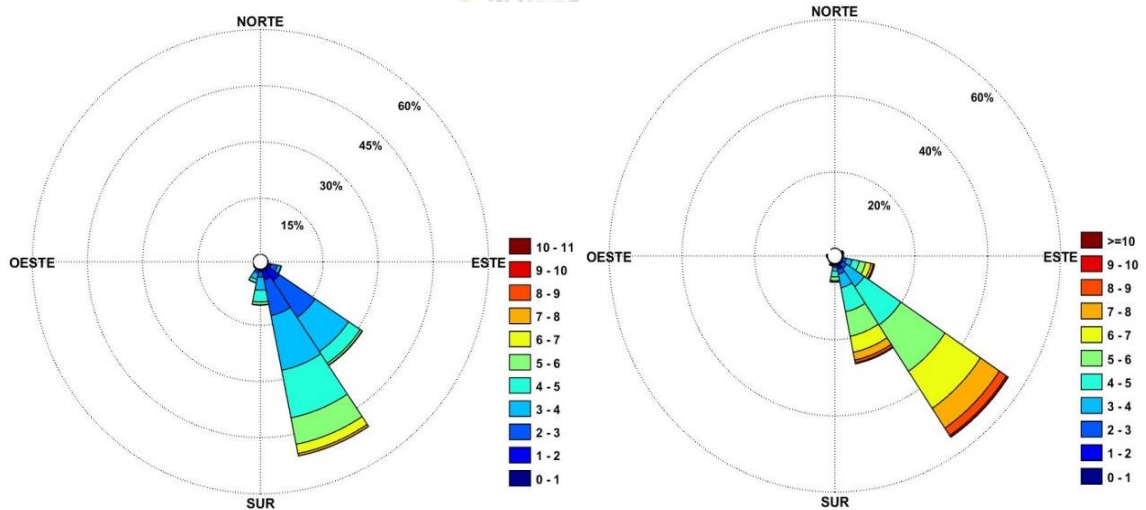
Para primavera, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 22.2 %, Sursureste (SSE) en un 54.3 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 5.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 56.5 % y Sursureste (SSE) en un 30.1 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 7.0 m/s,(Figura 13).

Figura 10: Diagrama de rosa de vientos para verano (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



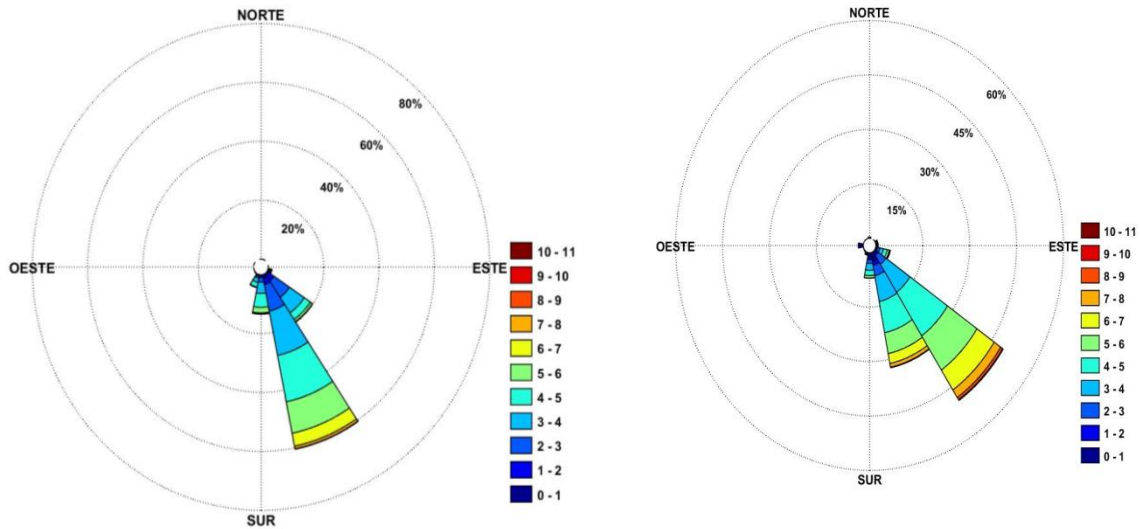
Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Diagrama de rosa de vientos para otoño (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



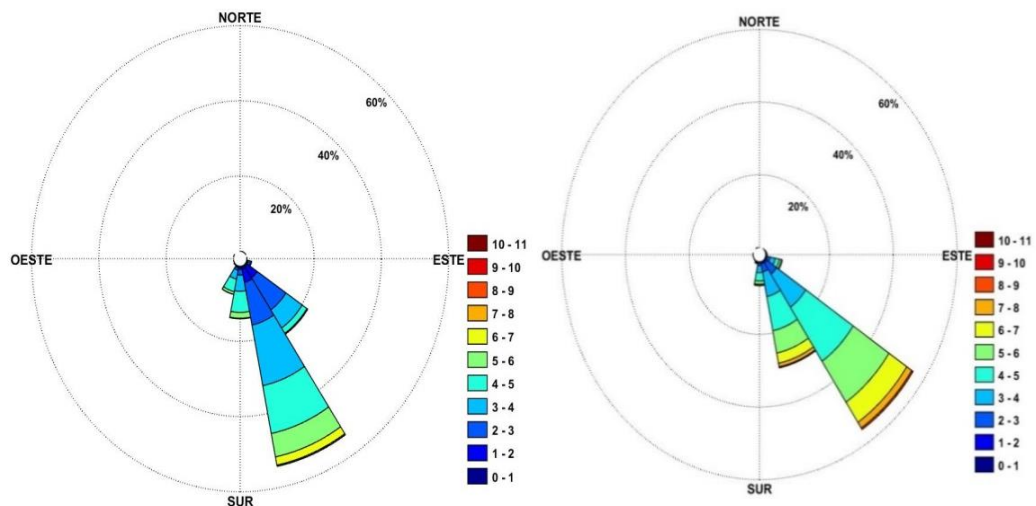
Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Diagrama de rosa de vientos para invierno (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Diagrama de rosa de vientos para primavera (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

5.2.3 *Análisis temporal del viento en promedio mensual*

Se calculó el promedio mensual de la velocidad y dirección del viento para Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, los resultados se presenta en la Tabla 8.

Para enero, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.0 m/s, con una dirección promedio de 159°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.2 m/s, con una dirección promedio de 146°.

Para febrero, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 2.9 m/s, con una dirección promedio de 162°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.4 m/s, con una dirección promedio de 142°.

Para marzo, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 2.9 m/s, con una dirección promedio de 160°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.6 m/s, con una dirección promedio de 143°.

Para abril, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.3 m/s, con una dirección promedio de 156°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 5.5 m/s, con una dirección promedio de 142°.

Para mayo, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.7 m/s, con una dirección promedio de 152°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 5.5 m/s, con una dirección promedio de 140°.

Para junio, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.5 m/s, con una dirección promedio de 155°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.6 m/s, con una dirección promedio de 141°.

Para julio, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.5 m/s, con una dirección promedio de 157°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.0 m/s, con una dirección promedio de 145°.

Para agosto, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.7 m/s, con una dirección promedio de 159°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.1 m/s, con una dirección promedio de 147°.

Para setiembre, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 4.2 m/s, con una dirección promedio de 158°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 5.0 m/s, con una dirección promedio de 141°.

Para octubre, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 4.0 m/s, con una dirección promedio de 162°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.8 m/s, con una dirección promedio de 143°.

Para noviembre, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.3 m/s, con una dirección promedio de 162°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.6 m/s, con una dirección promedio de 144°.

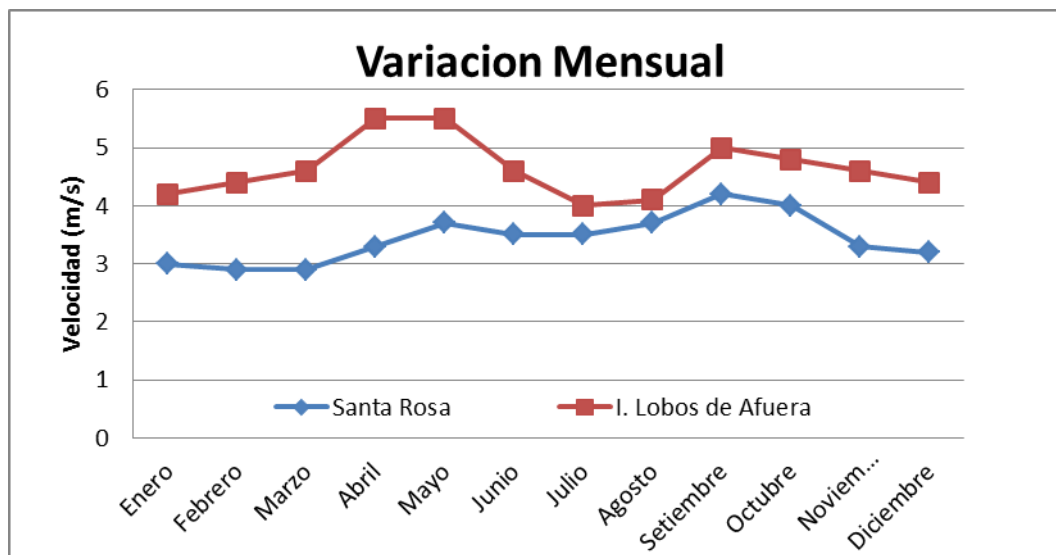
Para diciembre, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.2 m/s, con una dirección promedio de 142°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.4 m/s, con una dirección promedio de 145°.

En la Figura 14, se muestra la comparación de las velocidad del viento en promedio mensual para Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, observándose una mayor intensidad de viento en las Islas Lobos de Afuera respecto a Santa Rosa, particularmente en abril y mayo.

Tabla 8: Análisis descriptivo de resultados a nivel mensual

Ubicación	Estación	Cantidad de datos	Velocidad de Viento	Componente Zonal	Componente Meridional	Ángulo
Santa Rosa	Enero	5952	3	-1	2.6	159 °
	Febrero	5424	2.9	-0.8	2.5	162 °
	Marzo	5952	2.9	-0.9	2.5	160 °
	Abril	5760	3.3	-1.3	2.9	156 °
	Mayo	5952	3.7	-1.7	3.2	152 °
	Junio	5760	3.5	-1.4	3	155 °
	Julio	5952	3.5	-1.3	3.1	157 °
	agosto	5952	3.7	-1.3	3.4	159 °
	Setiembre	5760	4.2	-1.5	3.8	158 °
	Octubre	5952	4	-1.2	3.6	162 °
	noviembre	5760	3.3	-1	3	162 °
	diciembre	5952	3.2	-1.1	2.8	159 °
Islas Lobos de Afuera	Enero	5934	4.2	-2.2	3.3	146 °
	Febrero	5435	4.4	-2.5	3.2	142 °
	Marzo	5848	4.6	-2.6	3.5	143 °
	Abril	6077	5.5	-3.3	4.2	142 °
	Mayo	6259	5.5	-3.4	4.1	140 °
	Junio	6133	4.6	-2.8	3.4	141 °
	Julio	6221	4	-2.2	3.1	145 °
	agosto	5628	4.1	-2.2	3.4	147 °
	Setiembre	4477	5	-3	3.7	141 °
	Octubre	4821	4.8	-2.8	3.7	143 °
	noviembre	4139	4.6	-2.6	3.6	144 °
	diciembre	4289	4.4	-2.4	3.4	145 °

Figura 14: Comparación del Promedio Mensual de la Velocidad del Viento entre Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera.



Con el fin de determinar la velocidad y dirección predominante de viento en Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, se analizó la información mensual a través de diagramas de rosas de vientos.

Para Enero, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 29.3 %, Sursureste (SSE) en un 43.0% y Sur (S) en un 13.4 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 5.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 43.0% y Sursureste (SSE) en un 31.4 % y Sur (S) en un 11 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 7.0 m/s, Figura 15.

Para Febrero, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 27.2 %, Sursureste (SSE) en un 39.3 %, Sur (S) en un 12.4 % y Sursuroeste (SSO) en un 12.4 %, respecto a la velocidad varían entre 1.0 a 5.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Este sureste (ESE) en un 12.0 %, Sureste (SE) en un 49.8 % , Sursureste (SSE) en un 22.9 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 7.0 m/s, Figura 16.

Para Marzo, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 28.5 %, Sursureste (SSE) en un 41.7 %, Sur (S) en un 12.2 % y Sursuroeste (SSO) en un 10.8 %, respecto a la velocidad varían entre 1.0 a 5.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Este sureste (ESE) en un 10.3 %, Sureste (SE) en un 48.3 % y Sursureste (SSE) en un 27.0 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 7.0 m/s, Figura 17.

Para Abril, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 31.1 %, Sursureste (SSE) en un 48.0 %, Sur (S) en un 10.8 %, respecto a la velocidad varían entre 1.0 a 5.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Este sureste (ESE) en un 8.4 %, Sureste (SE) en un 54.8 % y Sursureste (SSE) en un 27.8 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 8.0 m/s, Figura 18.

Para Mayo, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 34.1 %, Sursureste (SSE) en un 50.8 % y Sur (S) en un 8.2 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 6.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 61.0% y Sursureste (SSE) en un 25.3 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 7.0 m/s. Figura 19

Para Junio, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 28.9 %, Sursureste (SSE) en un 53.8 %, Sur (S) en un 9.9 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 6.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Este sureste (ESE) en un 11.5 %, Sureste (SE) en un 52.5 % ,

Sursureste (SSE) en un 28.8 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 8.0 m/s, Figura 20.

Para Julio, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 23.8 %, Sursureste (SSE) en un 55.4 %, Sur (S) en un 12.4 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 6.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección, Sureste (SE) en un 47.8 % y Sursureste (SSE) en un 31.8 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 7.0 m/s, Figura 21.

Para Agosto, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 17.3 %, Sursureste (SSE) en un 61.6 %, Sur (S) en un 14.6 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 6.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección, Sureste (SE) en un 45.5 %, Sursureste (SSE) en un 38.5 % y Sur (S) en un 8.1 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 7.0 m/s, Figura 22.

Para Setiembre, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 18.6 %, Sursureste (SSE) en un 64.2 % y Sur (S) en un 13.1 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 6.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 59.6 % y Sursureste (SSE) en un 27.6 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 7.0 m/s, Figura 23.

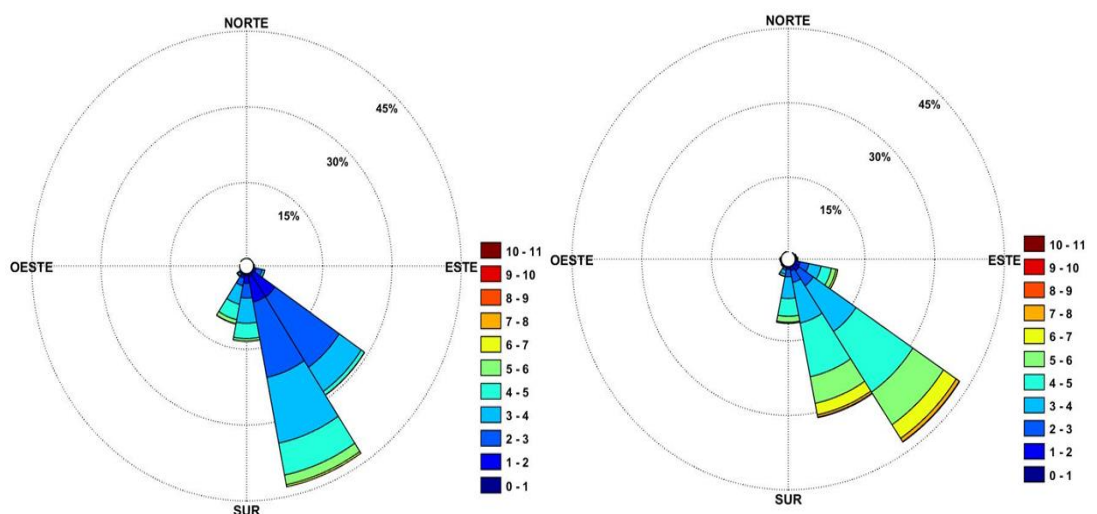
Para Octubre, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 16.0 %, Sursureste (SSE) en un 62.1 % y Sur (S) en un 14.6 %, respecto a la velocidad varían entre 2.0 a 6.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección, Sureste (SE) en un 60.1 % , Sursureste (SSE) en un 29.3 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 6.0 m/s,

Figura 24.

Para Noviembre, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 22.4 %, Sursureste (SSE) en un 52.8 %, Sur (S) en un 14.4 % y Sursuroeste (SSO) en un 8.4 %, respecto a la velocidad varían entre 1.0 a 5.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección, Sureste (SE) en un 59.6 % y Sursureste (SSE) en un 27.6 %, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 7.0 m/s, Figura 25.

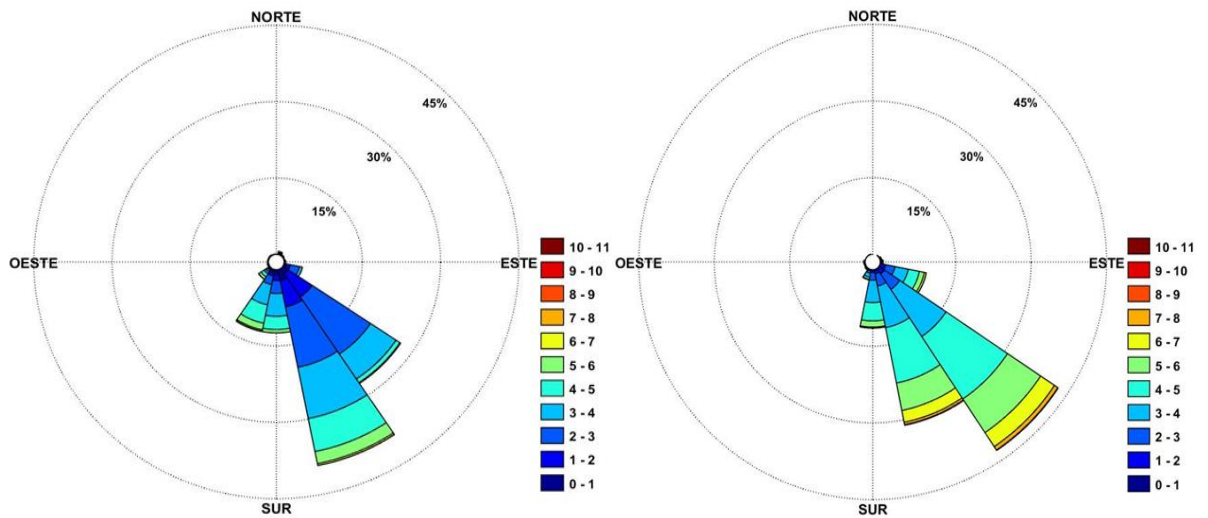
Para Diciembre, los diagramas de rosa de viento, muestran que en la estación de Santa Rosa, predominan vientos con dirección Sureste (SE) en un 29.2 %, Sursureste (SSE) en un 46.9 %, Sur (S) en un 13.2 % y Sursuroeste (SSO) en un 8.1 %, respecto a la velocidad varían entre 1.0 a 5.0 m/s, para la estación en Islas Lobos de Afuera, predominan vientos con dirección Este sureste (ESE) en un 6.7 %, Sureste (SE) en un 49.4 %, Sursureste (SSE) en un 32.0 % y Sur (S) en un 9.8, respecto a la velocidad varían entre 3.0 a 6.0 m/s, Figura 26.

Figura 15: Diagrama de rosa de vientos para enero (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, período comprendido entre los años 2001 a 2009.



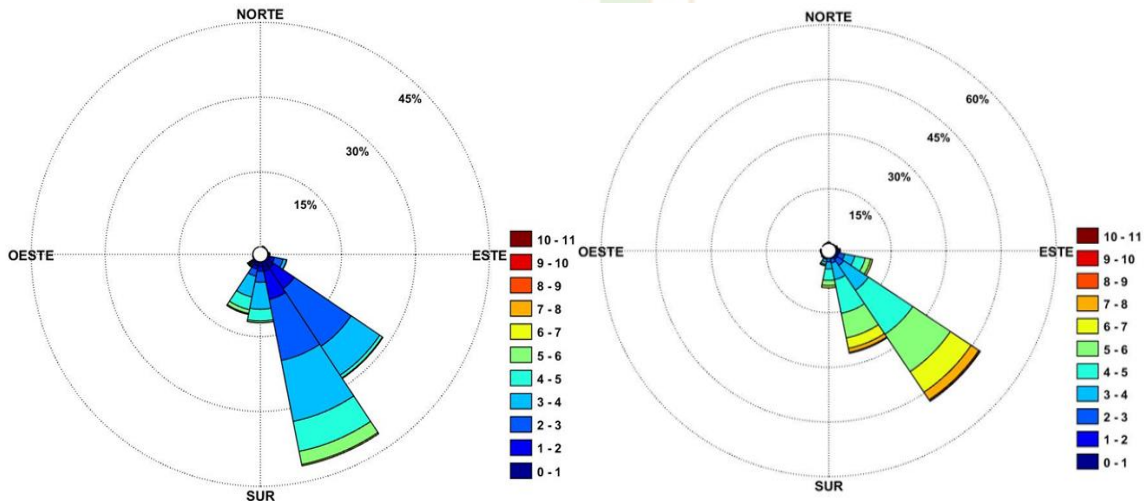
Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Diagrama de rosa de vientos para febrero (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



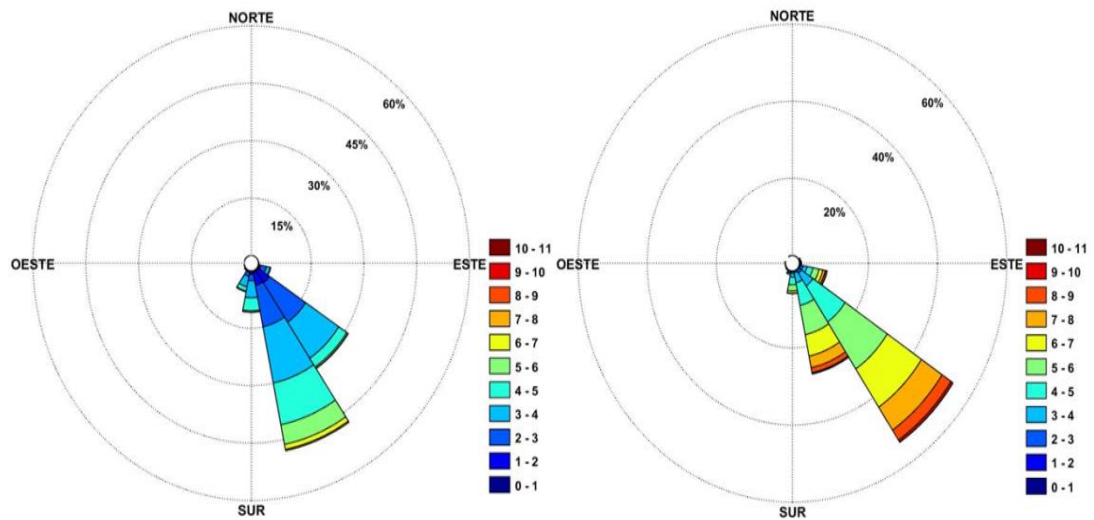
Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Diagrama de rosa de vientos para marzo (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



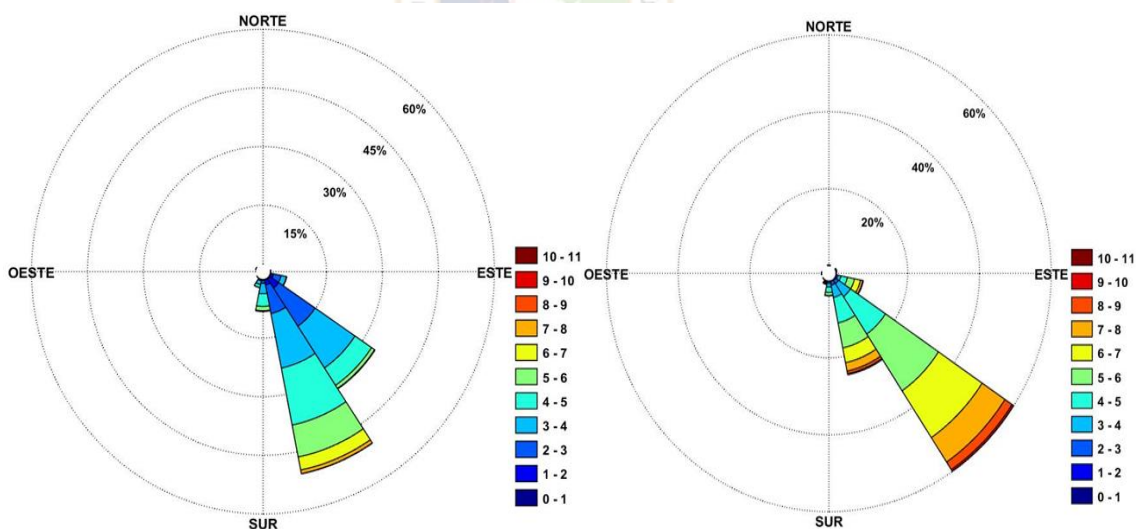
Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Diagrama de rosa de vientos para abril (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



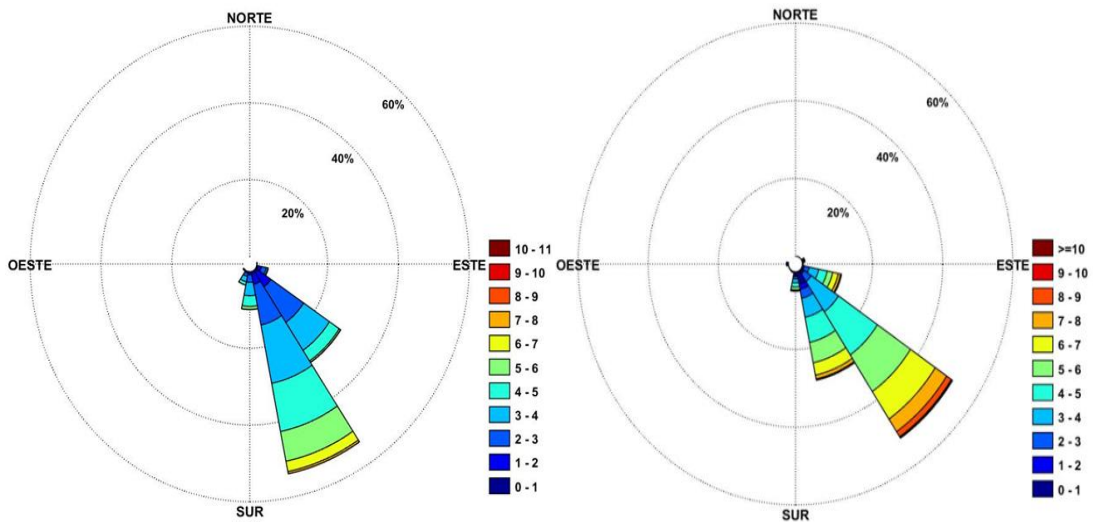
Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Diagrama de rosa de vientos para mayo (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



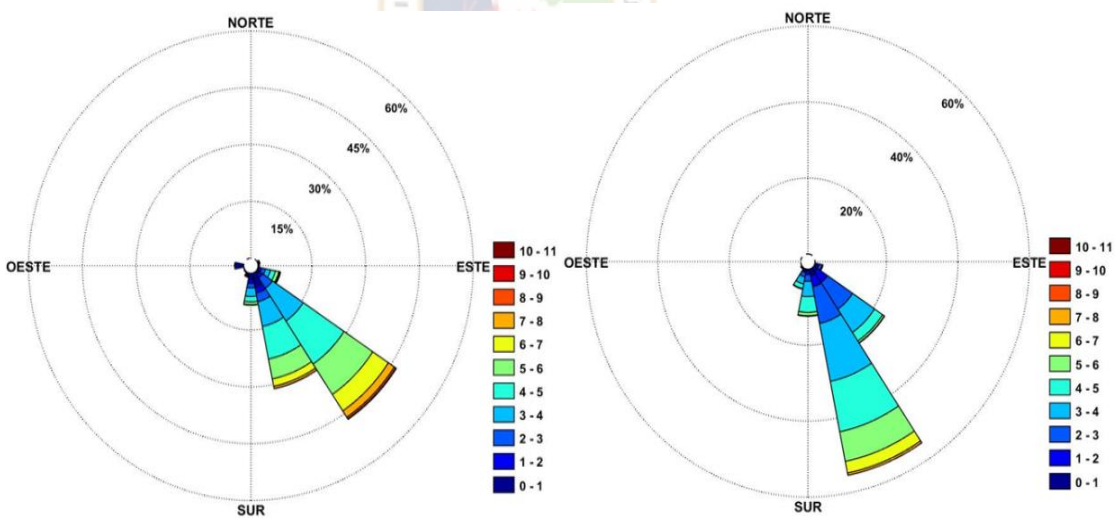
Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Diagrama de rosa de vientos para junio (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, período comprendido entre los años 2001 a 2009.



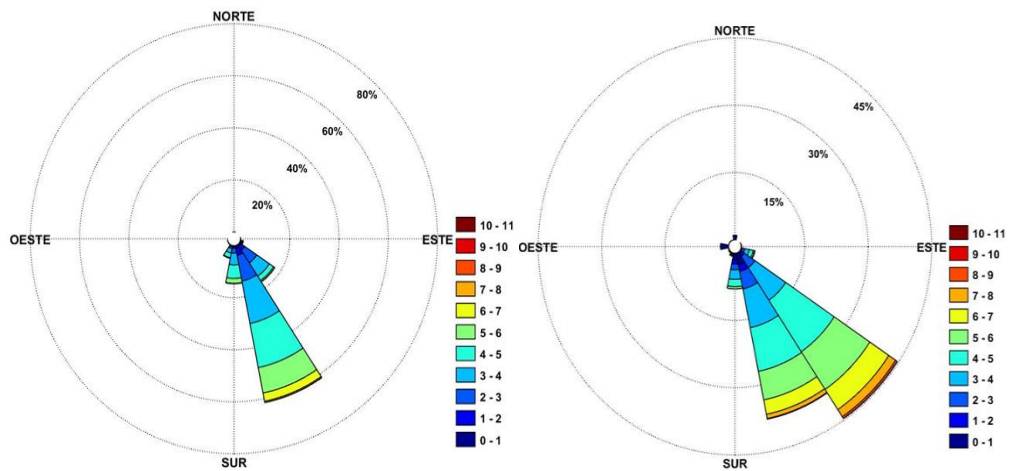
Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Diagrama de rosa de vientos para julio (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, período comprendido entre los años 2001 a 2009.



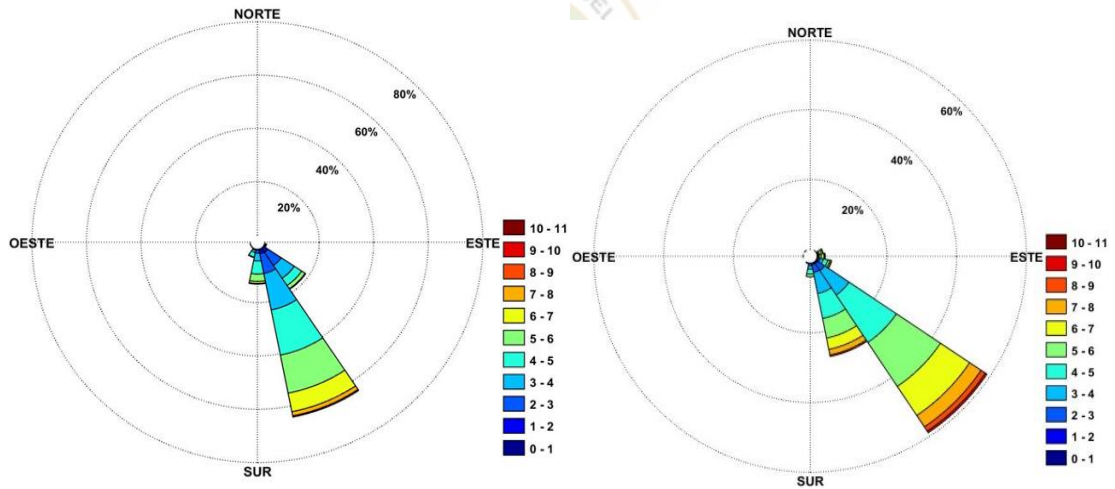
Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Diagrama de rosa de vientos agosto (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre el 2001 y 2009.



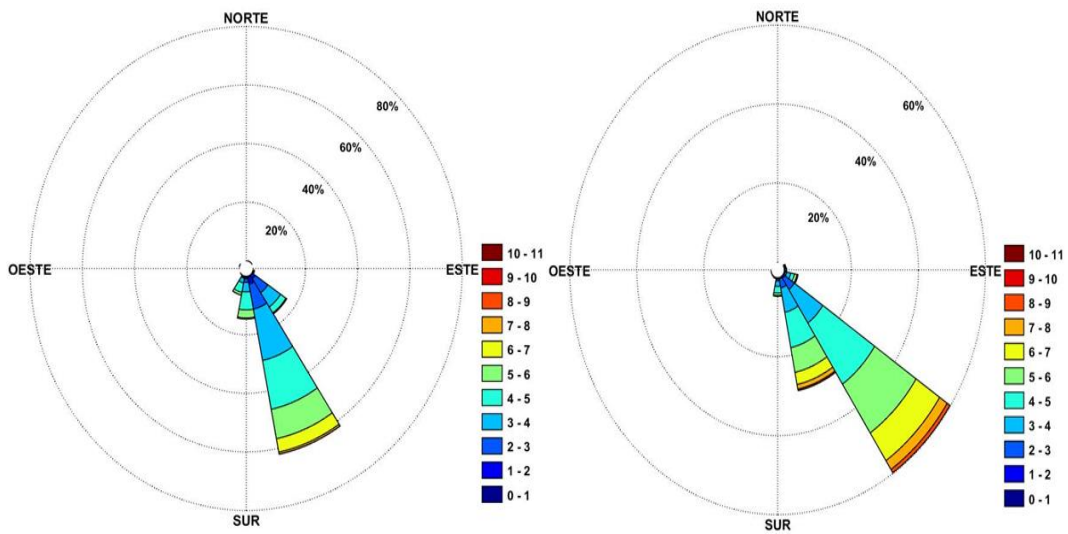
Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Diagrama de rosa de vientos setiembre (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre el 2001 y 2009.



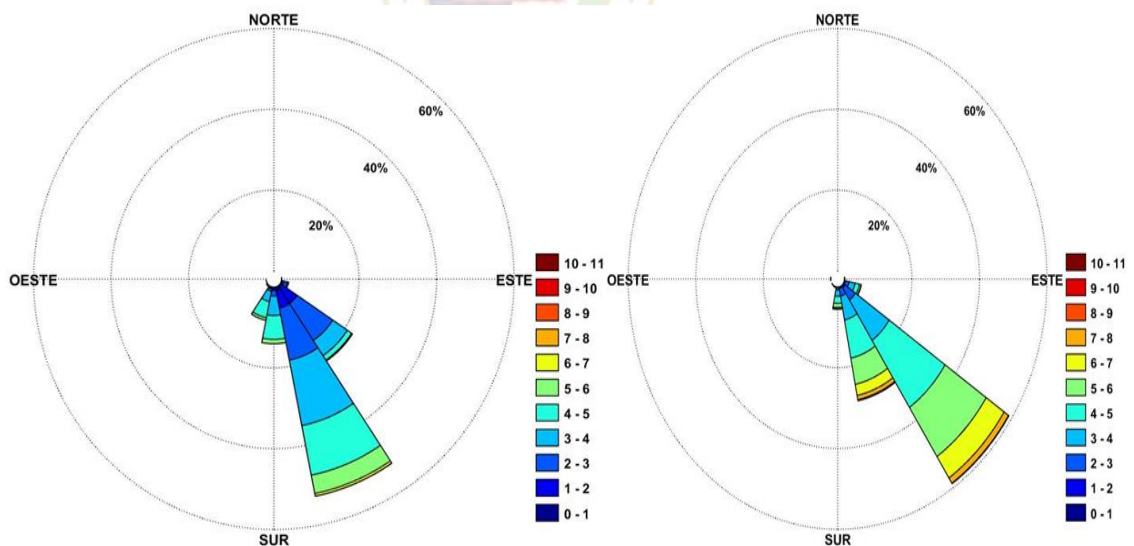
Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Diagrama de rosa de vientos octubre (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre el 2001 y 2009.



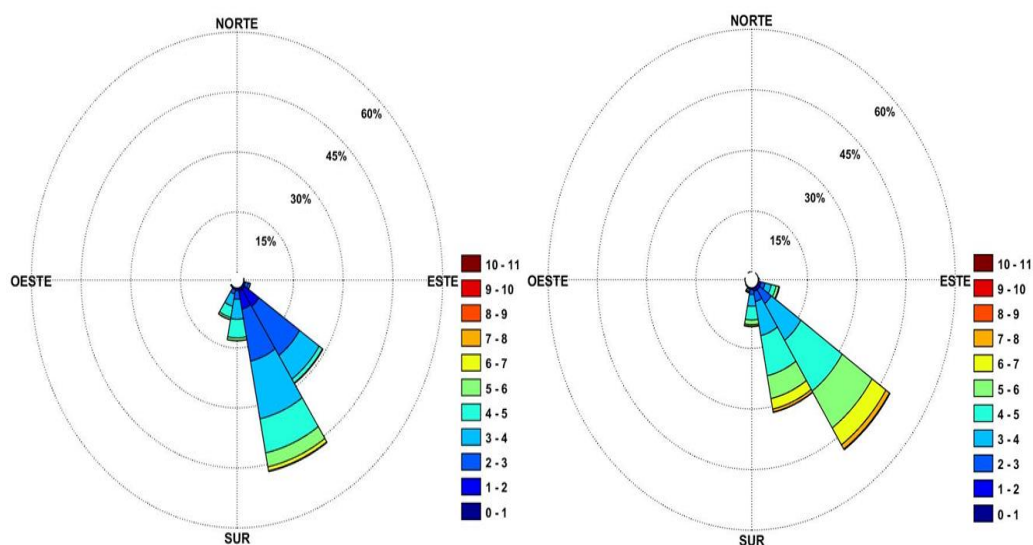
Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Diagrama de rosa de vientos para noviembre (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Diagrama de rosa de vientos para diciembre (izquierda) estación meteorológica de Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (derecha) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Análisis temporal del viento en promedio anual

Se calculó el promedio anual de la velocidad y dirección del viento para Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera, los resultados se presenta en la Tabla 9.

Para 2005, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.3 m/s, con una dirección promedio de 160°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.7 m/s, con una dirección promedio de 140°.

Para 2006, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.8 m/s, con una dirección promedio de 164°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.6 m/s, con una dirección promedio de 140°.

Para 2007, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 4.0 m/s, con una dirección promedio de 157°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.8 m/s, con una dirección promedio de 139°.

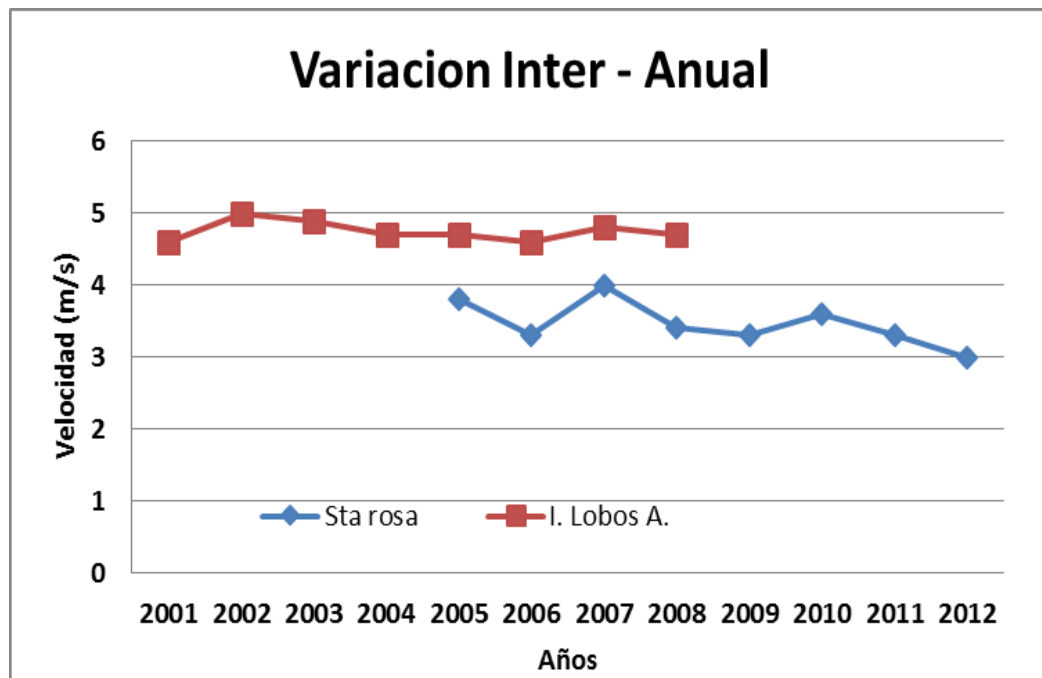
Para 2008, la velocidad promedio para Santa Rosa es de 3.4 m/s, con una dirección promedio de 162°, la velocidad promedio del viento para las Islas Lobos de Afuera es de 4.7 m/s, con una dirección promedio de 162°.



Tabla 9: Análisis estadístico descriptivo de resultados a nivel inter-anual

Ubicación	Años	Cantidad de datos	Velocidad de Viento	Componente Zonal	Componente Meridional	Ángulo
Santa Rosa	2005	8760	3.8	-1	3.5	164 °
	2006	8760	3.3	-1.1	3	160 °
	2007	8760	4	-1.5	3.5	157 °
	2008	8784	3.4	-1	3	162 °
	2009	8760	3.3	-1	3	162 °
	2010	8760	3.6	-1.4	3.2	156 °
	2011	8760	3.3	-1.4	2.8	153 °
	2012	8784	3	-1.3	2.5	153 °
Islas Lobos de Afuera	2001	7134	4.6	-2.6	3.6	144 °
	2002	7717		-3.3	3.5	137 °
	2003	4632	4.9	-3.2	3.5	138 °
	2004	8589	4.7	-3	3.5	139 °
	2005	8664	4.7	-2.9	3.5	140 °
	2006	8466	4.6	-2.9	3.5	140 °
	2007	8295	4.8	-3	3.4	139 °
	2008	7404	4.7	-1.4	4.3	162 °

Figura 27: Comparación del Promedio Inter - anual de la Velocidad del Viento entre Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera.



Fuente: Elaboración propia

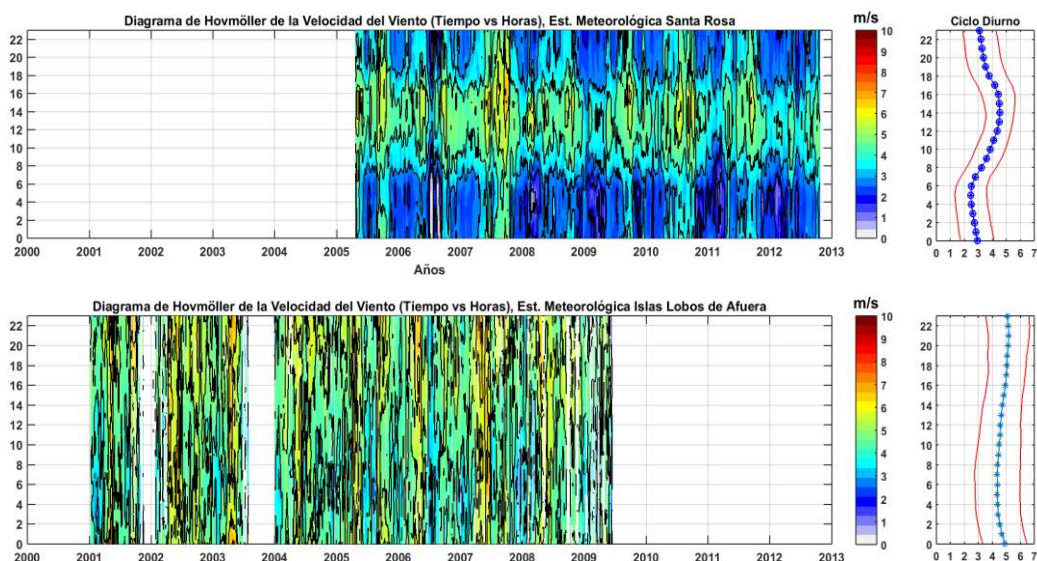
5.3 Análisis del Ciclo Diurno de la velocidad y dirección del viento

5.3.1 Diagrama de Hovmöller, periodo total

Con el fin de visualizar y determinar el comportamiento de la velocidad y dirección de viento en Santa Rosa e Islas Lobos de Afuera se analiza la información de vientos a través de los diagramas de Hovmöller.

En la estación Santa Rosa, el promedio horario de la velocidad del viento es de 3.5 m/s, e inicia a incrementar su intensidad desde las horas de la mañana a partir de las 6 hasta las 16 horas, con una variación de 3 m/s a 4.5 m/s con una desviación estándar de aproximadamente de 1 m/s, (Figura 28, superior), a diferencia de la estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, que presenta una velocidad de viento en promedio de aproximadamente de 4.6 m/s y manteniéndose constante en gran parte del día. (Figura 28, inferior).

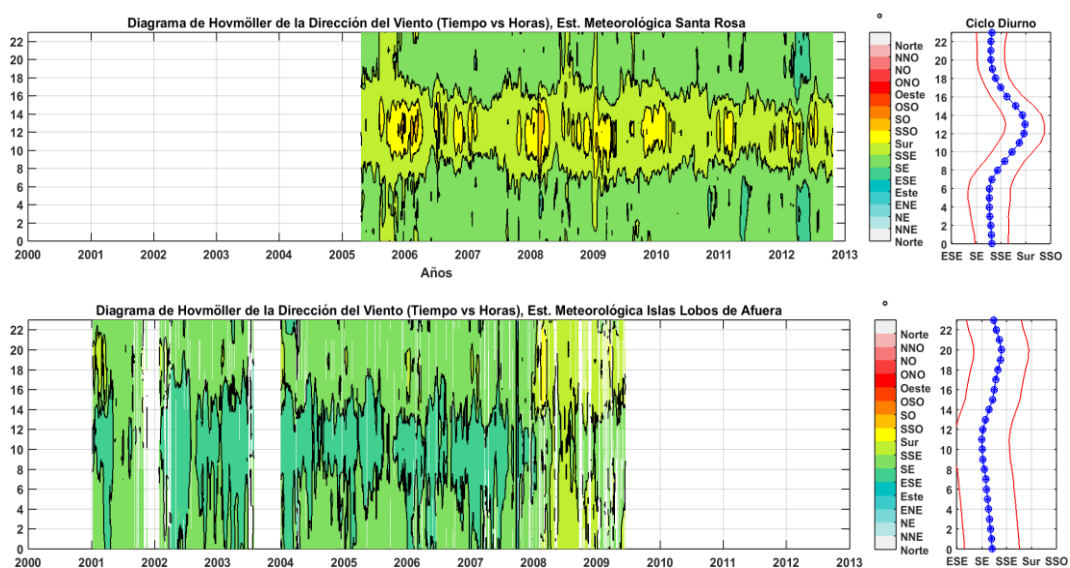
Figura 28: Diagrama de Hovmöller general de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 29, se muestra la variación temporal de la dirección del viento en Santa Rosa, durante las primeras horas del día se presenta viento de dirección Sureste (SE), entre las 6 y 14 horas del día, la dirección varía entre Sursureste (SSE) y Sur (S), y a partir de las 14 horas los vientos alcanzan su máxima velocidad y vuelven a presentar dirección SE. A diferencia de la estación de las Islas Lobos de Afuera, durante las horas de la mañana hasta las 12 horas se presentan vientos con dirección SE, y entre las 12 y 20 horas día cambian de dirección y varían alrededor de SSE, a partir de las 20 horas alcanzan su máxima velocidad y vuelven a presentar dirección del (SE).

Figura 29: Diagrama de Hovmöller general de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.

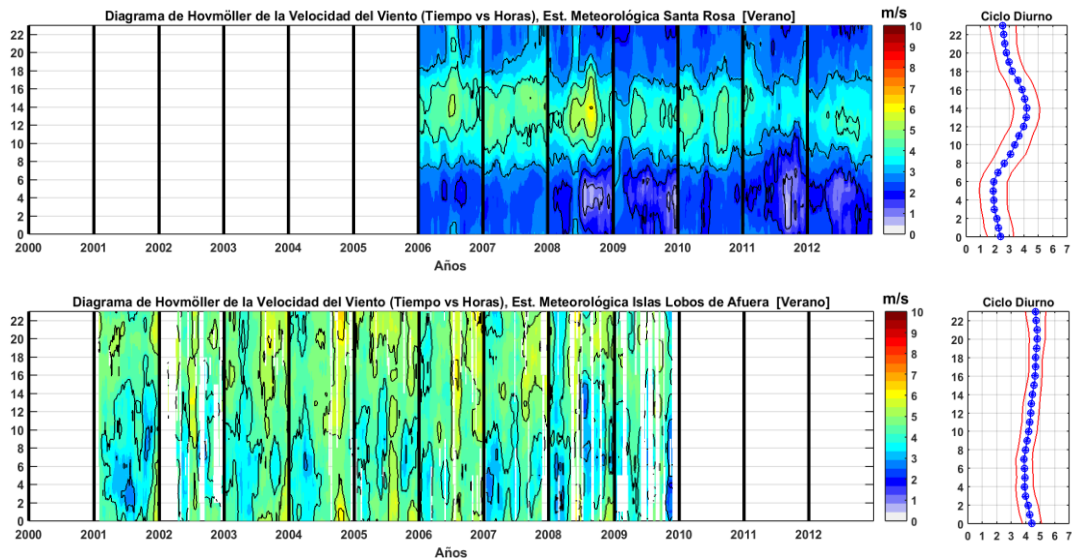


Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Diagrama de Hovmöller del periodo estacional

Para verano, los diagramas de Hovmöller muestran el comportamiento del ciclo diurno estacional de la velocidad del viento, en Santa Rosa alcanzan intensidades de 2.9 m/s en promedio, el viento costero en época de verano empieza a incrementarse en horas de la mañana a partir de las 6 hasta las 14 horas, con una variación de 2.1 m/s a 4.1 m/s, con una desviación estándar de aproximadamente 1 m/s. Figura 30 (superior), a diferencia de la estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, la velocidad en promedio es de 4.4 m/s. el comportamiento de la velocidad del viento durante el día en horas de la mañana el viento empieza a incrementarse a partir 6 hasta la 20 horas con una variación de 4.4 m/s a 4.9 m/s. Figura 30 (inferior).

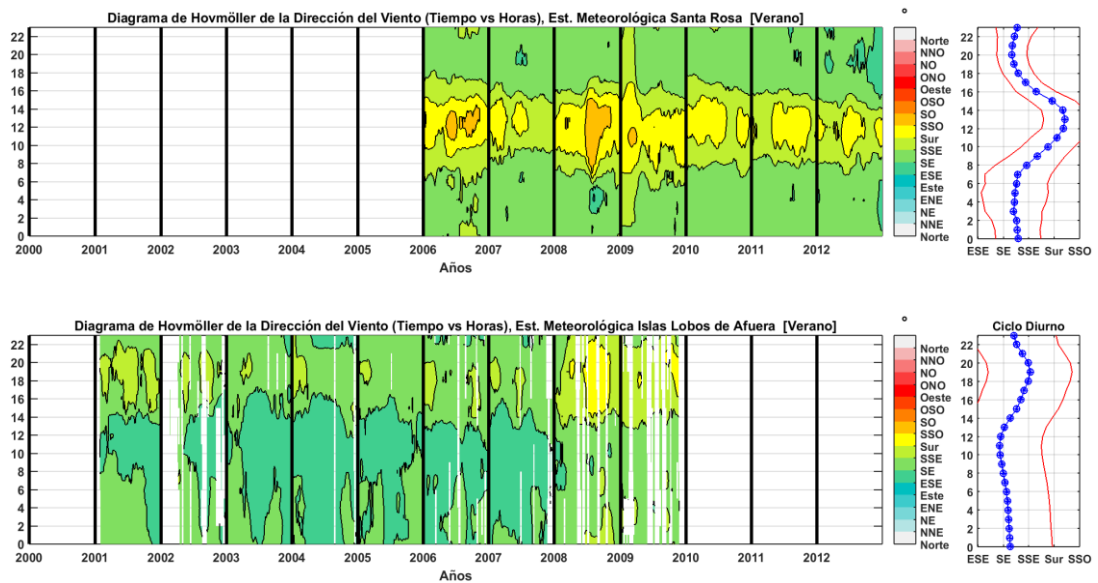
Figura 30: Diagrama de Hovmöller del periodo estacional de verano de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

La Figura 31, se muestra la variación temporal de la dirección del viento en Santa Rosa, durante las primeras horas del día se presenta viento de dirección Sureste (SE), y a partir 7 hasta las 14 horas del día, la dirección varía entre Sursureste (SSE) y Sursuroeste (SSO), a partir de las 14 horas los vientos alcanzan su máxima velocidad y vuelven a presentar dirección Sureste (SE). A diferencia de la estación de las Islas Lobos de Afuera durante las horas de la mañana hasta las 12 horas se presentan vientos con dirección SE, a partir de 12 hasta las 20 horas cambian de dirección a vientos con dirección SSE. A partir de las 20 horas los vientos alcanzan su máxima velocidad y vuelven a vientos SE.

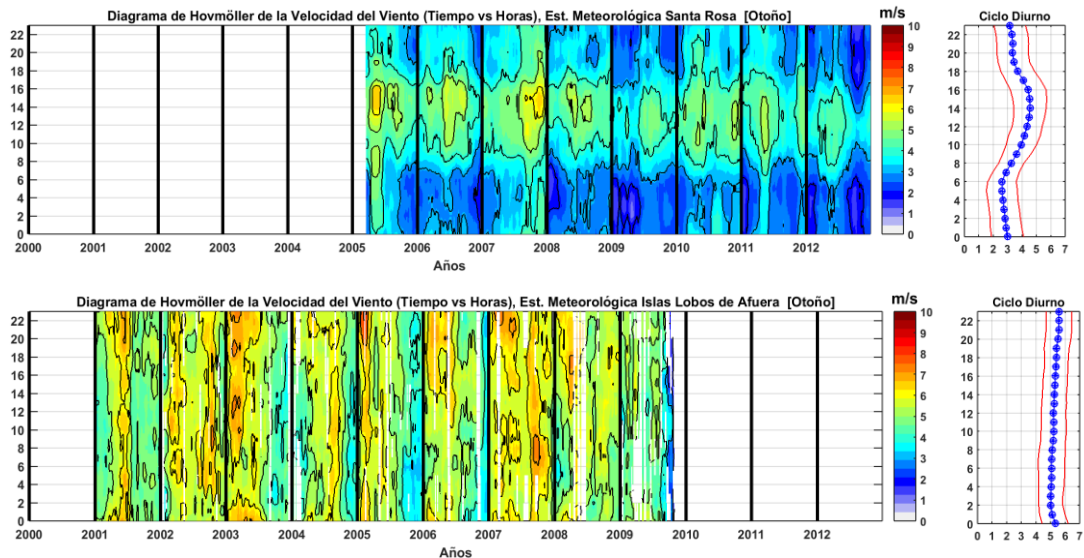
Figura 31: Diagrama de Hovmöller del periodo estacional de verano de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

Para otoño, los diagramas de Hovmöller muestran el comportamiento del ciclo diurno estacional de la velocidad del viento, en Santa Rosa alcanzan intensidades de 3.5 m/s en promedio, el viento costero en época de otoño empieza a incrementarse en horas de la mañana a partir de las 6 hasta las 16 horas, con una variación de 3.1 m/s a 3.9 m/s, con una desviación estándar de aproximadamente 1 m/s. Figura 32 (superior). A diferencia de la estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, la velocidad en promedio es de 5.2 m/s. el comportamiento de la velocidad del viento durante el día es casi constante. Figura 32 (inferior)

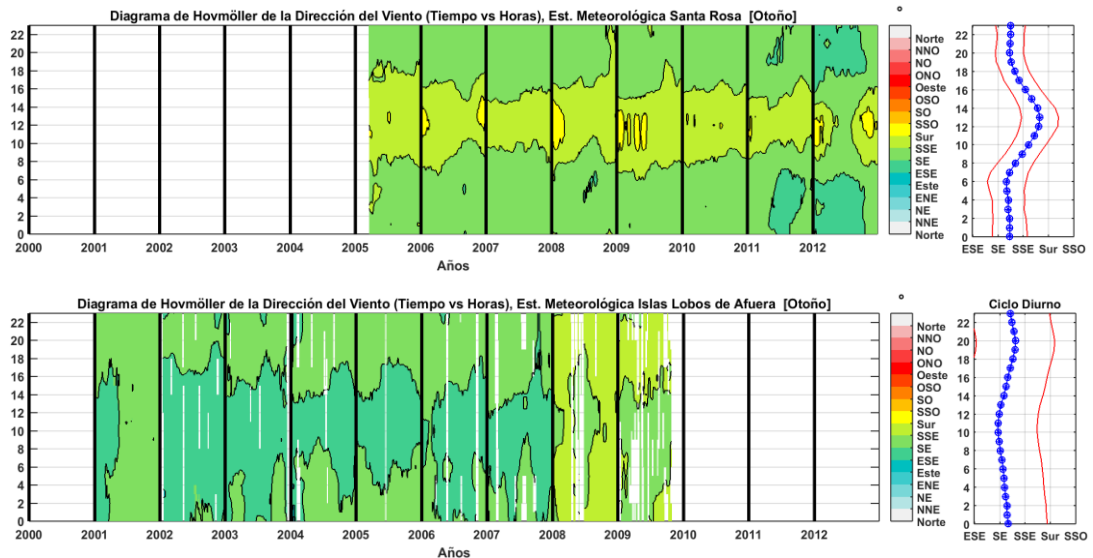
Figura 32: Diagrama de Hovmöller del periodo estacional de otoño de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 33, muestran la variación temporal de la dirección del viento en santa Rosa, durante las primeras horas de la mañana se presentan vientos con dirección Sureste (SE). A partir de las 6 hasta 14 horas del día se presenta viento dirección Sursureste (SSE) y Sur (S), a partir de las 14 horas alcanzan su máxima velocidad y vuelven a presentar dirección Sureste (SE). A diferencia de la estación de las Islas Lobos de Afuera durante las horas de la mañana hasta las 12 horas se presentan vientos con dirección Sureste (SE), y entre las 12 y 20 horas cambian e incrementan su dirección a vientos con dirección SSE. A partir de las 20 horas los vientos alcanzan su máxima velocidad y vuelven a presentar dirección Sureste (SE).

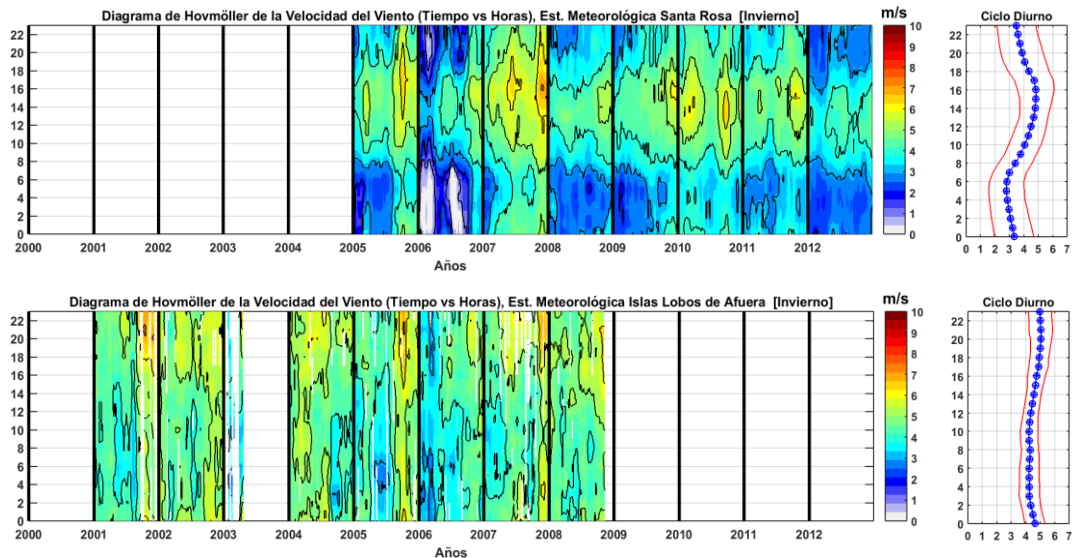
Figura 33: Diagrama de Hovmöller del periodo estacional de otoño de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

Para invierno, los diagramas de Hovmöller muestran el comportamiento del ciclo diurno estacional de la velocidad del viento, en Santa Rosa alcanzan intensidades de 3.8 m/s en promedio, el viento costero en época de invierno empieza a incrementarse en horas de la mañana a partir de las 6 hasta las 17 horas, con una variación de 3.1 m/s a 5 m/s, con una desviación estándar de aproximadamente 1 m/s. Figura 34 (superior). A diferencia de la estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, la velocidad en promedio es de 4.3 m/s. el comportamiento de la velocidad del viento durante el día es casi constante, Figura 34(inferior).

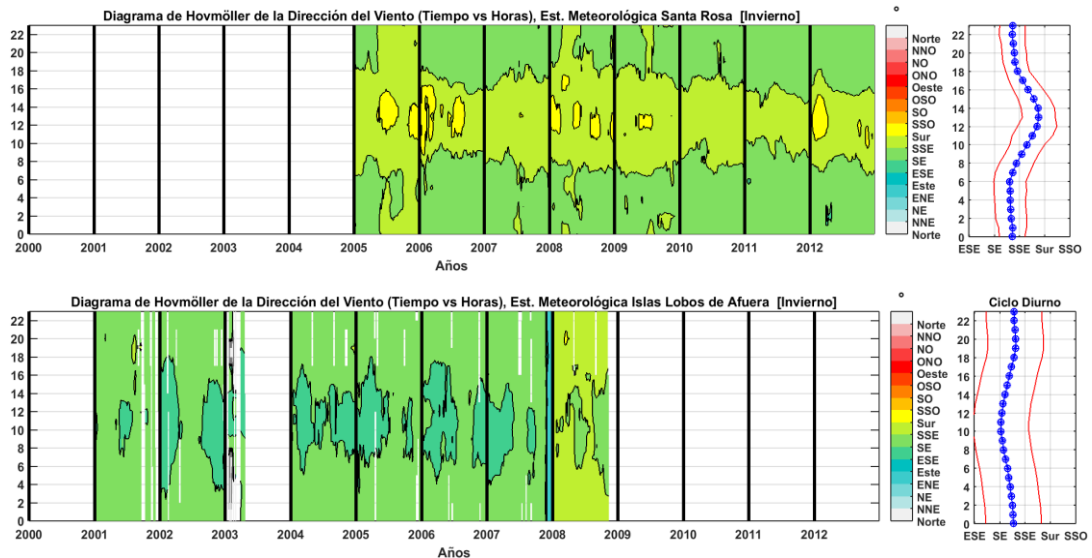
Figura 34: Diagrama de Hovmöller del periodo estacional de invierno de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 35, se muestra la variación temporal de la dirección del viento en santa Rosa, durante las primeras horas del día se presenta viento con dirección Sureste (SE). Entre las 7 y 14 horas cambian del día, la dirección varía entre Sursureste (SSE) y Sur (S), a partir de las 14 horas alcanzan su máxima velocidad y vuelven a presentar dirección SE. A diferencia de la estación de las Islas Lobos de Afuera durante las horas de la mañana se presentan vientos con dirección SE, a partir de 12 hasta las 20 horas cambian e incrementan su velocidad, pero siguen siendo vientos de dirección SE.

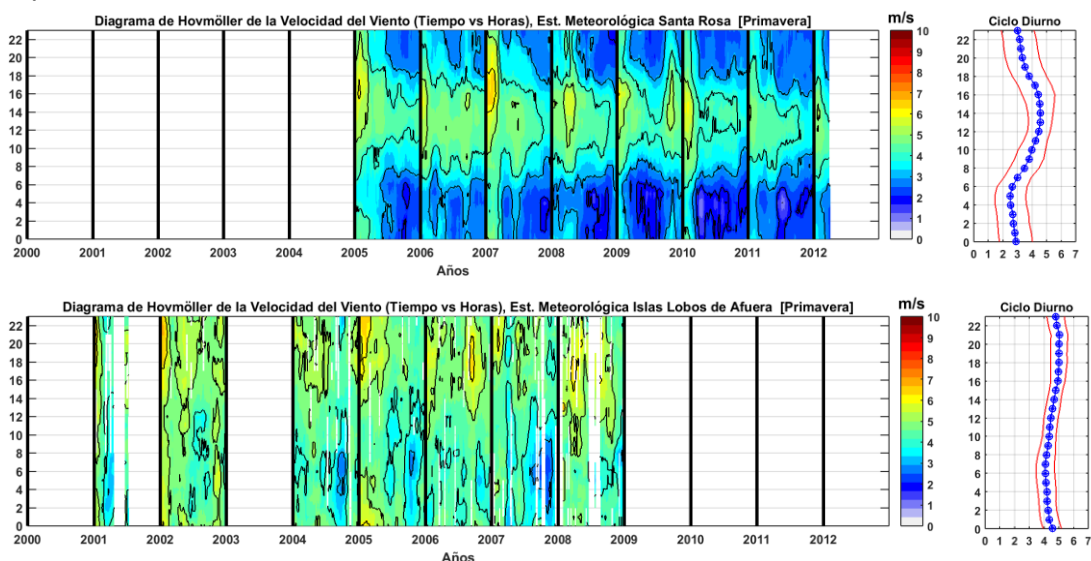
Figura 35: Diagrama de Hovmöller del periodo estacional de invierno de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

Para primavera, los diagramas de Hovmöller muestran el comportamiento del ciclo diurno estacional de la velocidad del viento, en Santa Rosa alcanzan intensidades de 3.5 m/s en promedio, el viento costero en época de primavera empieza a incrementarse en horas de la mañana a partir de las 5 hasta las 16 horas, con una variación de 2.5 m/s a 4.5 m/s, con una desviación estándar de aproximadamente 1 m/s. Figura 36 (superior). A diferencia de la estación meteorológica Islas Lobos de Afuera, la velocidad en promedio es de 4.6 m/s. el comportamiento de la velocidad del viento empieza a incrementarse durante el día en horas de la mañana a partir de las 6 hasta las 16 horas con una variabilidad de 4 m/s a 5 m/s. Figura 36 (inferior)

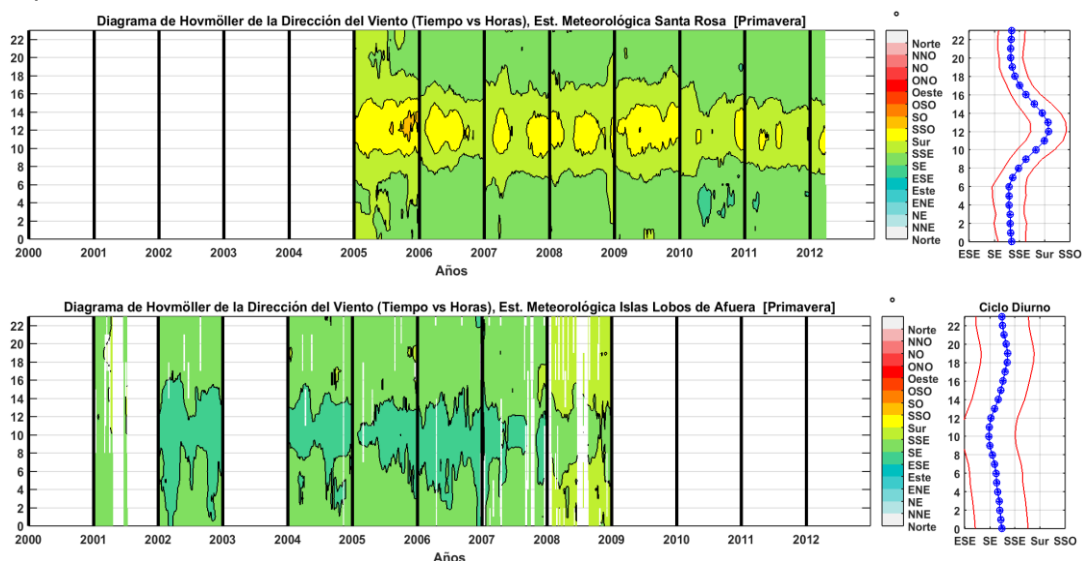
Figura 36: Diagrama de Hovmöller del periodo estacional de primavera de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 37, se muestra la variación temporal de la dirección del viento, en Santa Rosa, durante las primeras horas del día se presenta viento con dirección Sureste (SE). Entre las 6 hasta 13 horas del día, la dirección varía entre Sursureste (SSE) y Sur (S), a partir de las 14 horas alcanzan su máxima velocidad y vuelven a presentar dirección SE. A diferencia de la estación de las Islas Lobos de Afuera durante las horas de la mañana se presentan vientos con dirección SE, y entre las 10 hasta las 18 horas cambian de dirección y varían alrededor Sursureste (SSE). A partir de las 18 horas alcanzan su máxima velocidad y vuelven a presentar dirección del SE.

Figura 37: Diagrama de Hovmöller del periodo estacional de primavera de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



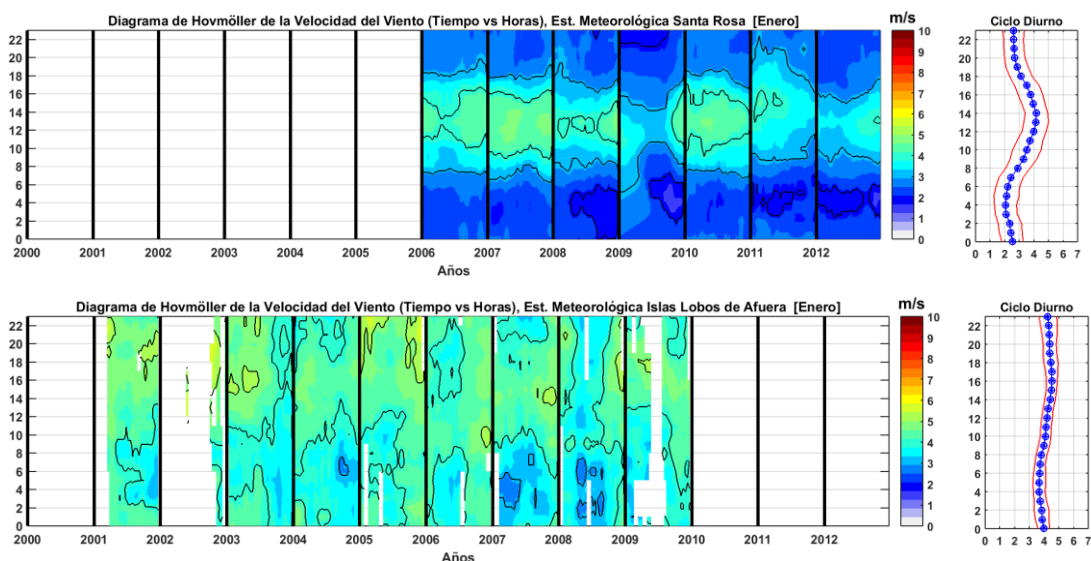
Fuente: Elaboración propia

5.3.3 Diagramas de Hovmöller mensuales

5.3.3.1 Diagramas de Hovmöller mensual de la variación temporal de la Velocidad del Viento.

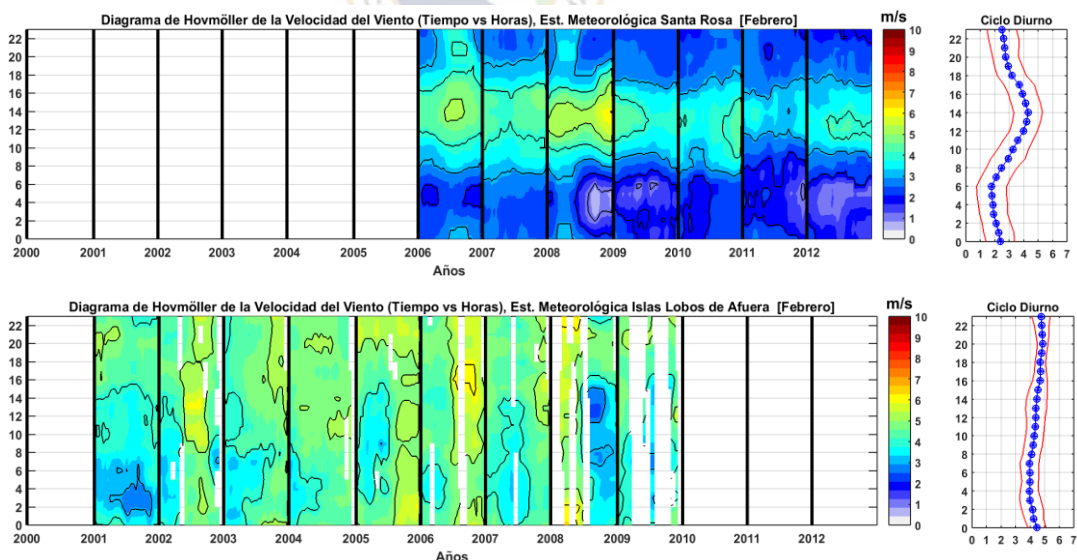
Durante el periodo mensual, los diagramas de Hovmöller muestran el comportamiento del ciclo diurno mensual de la velocidad del viento, en Santa Rosa, alcanzaron intensidades en promedio de 2.9 m/s a 4.2 m/s durante todos los meses del año, el viento costero empieza a incrementarse en horas de la mañana a partir de las 6 hasta 16 horas con una variación de 2.1 m/s a 5.7 m/s. siendo los meses de mayo y setiembre con mayor intensidad de viento. A diferencia de la estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, la velocidad en promedio que alcanzaron es de 4 m/s a 5.5 m/s. el viento empieza a incrementarse en horas de la mañana a partir 6 hasta las 20 horas, con una variación de 3.1 m/s a 5.9 m/s durante todos los meses del año, a excepción de los meses de mayo y junio con una con una velocidad casi constante de 5.3 m/s y 5 m/s aproximadamente respectivamente, como se muestran en las figuras (Figura 38 a Figura 49).

Figura 38: Diagrama de Hovmöller para enero de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



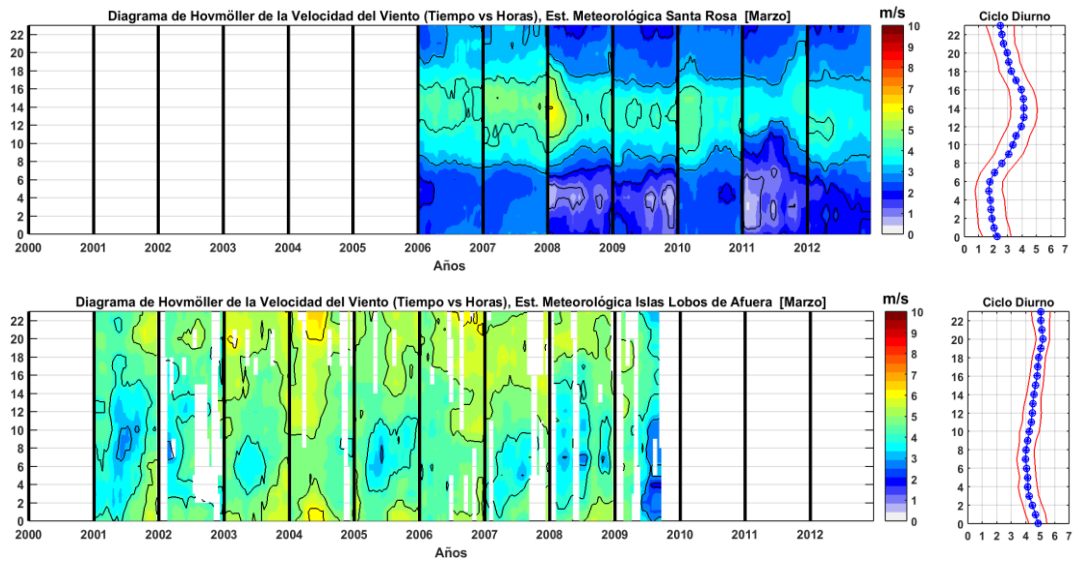
Fuente: Elaboración propia

Figura 39: Diagrama de Hovmöller para febrero de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



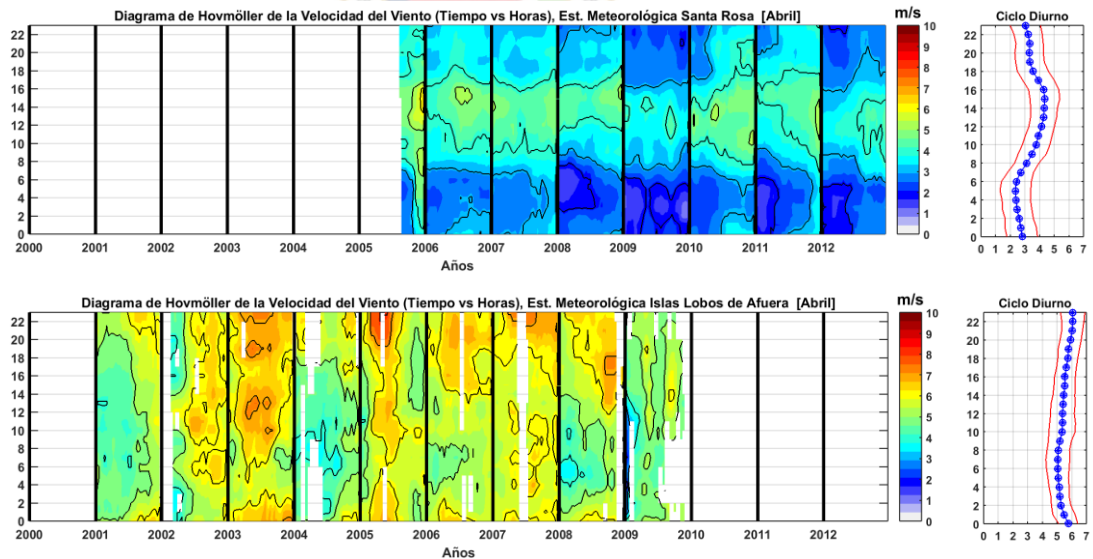
Fuente: Elaboración propia

Figura 40: Diagrama de Hovmöller para marzo de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



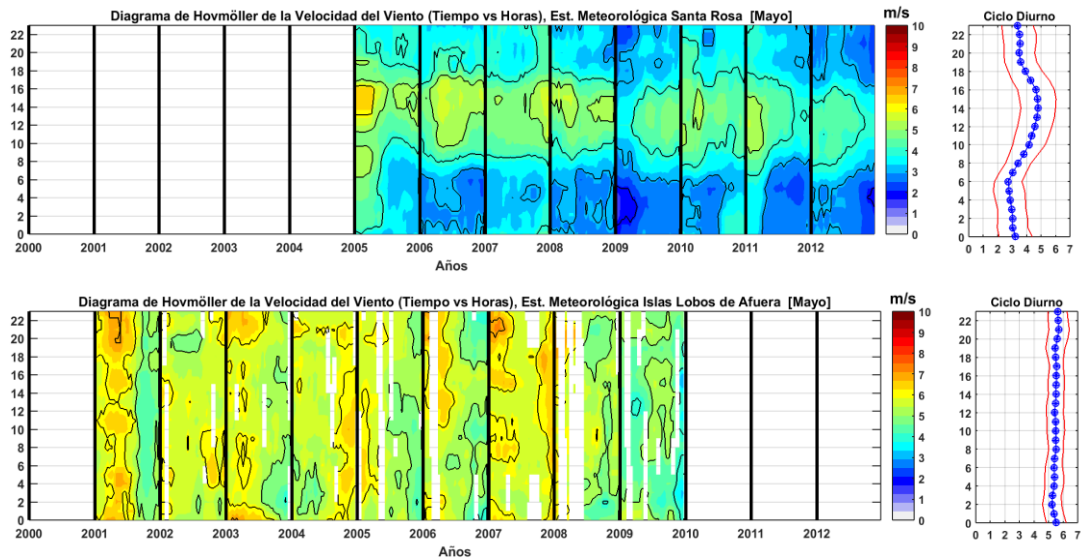
Fuente: Elaboración propia

Figura 41: Diagrama de Hovmöller para abril de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



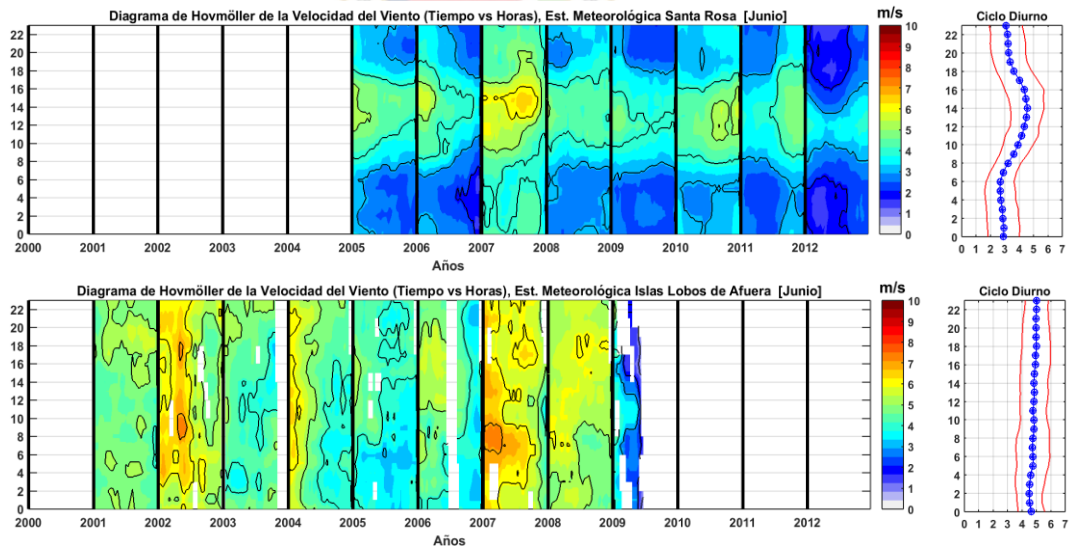
Fuente: Elaboración propia

Figura 42: Diagrama de Hovmöller para mayo de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



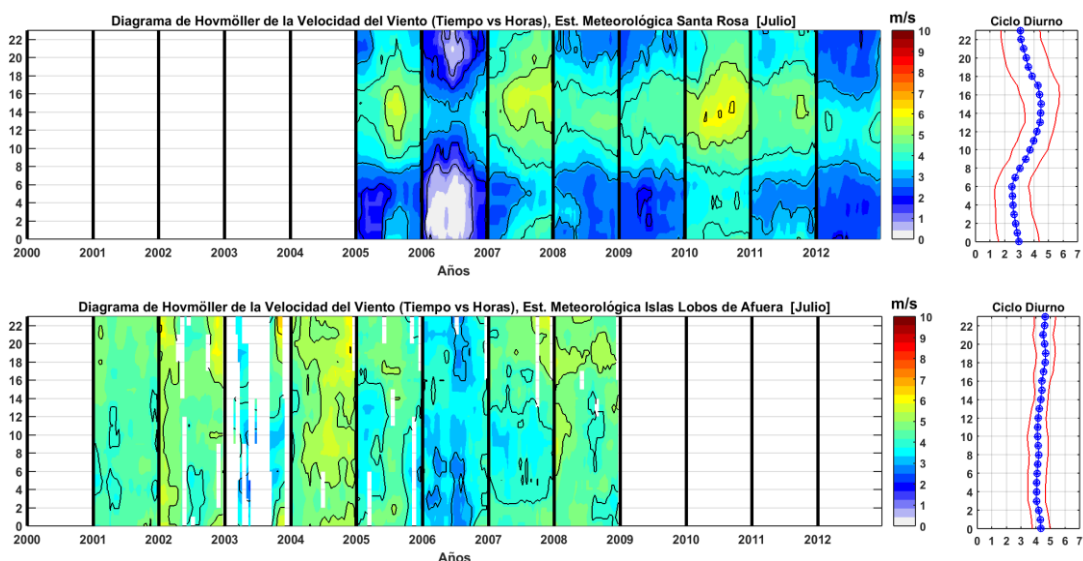
Fuente: Elaboración propia

Figura 43: Diagrama de Hovmöller para junio de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



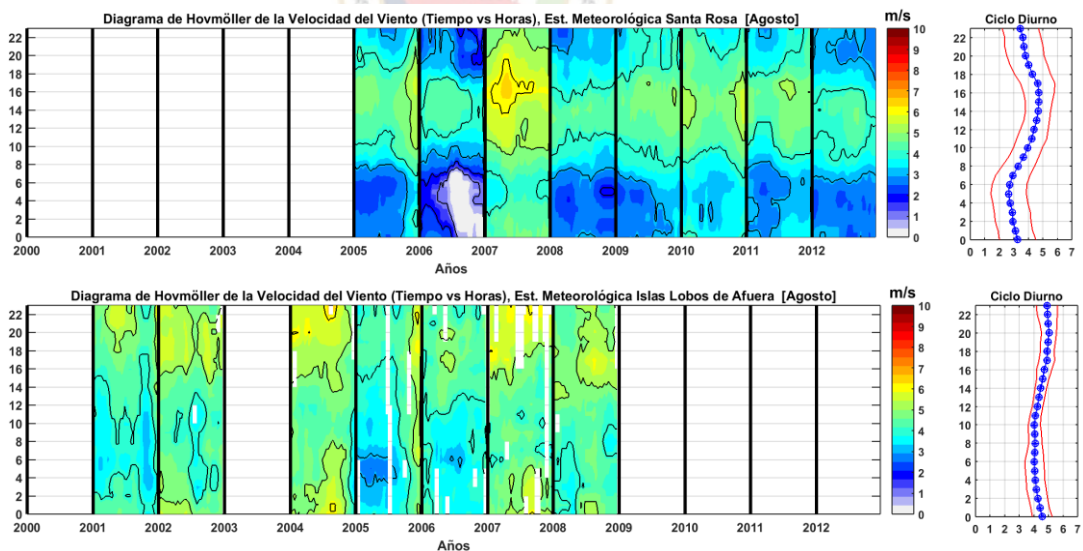
Fuente: Elaboración propia

Figura 44: Diagrama de Hovmöller para julio de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



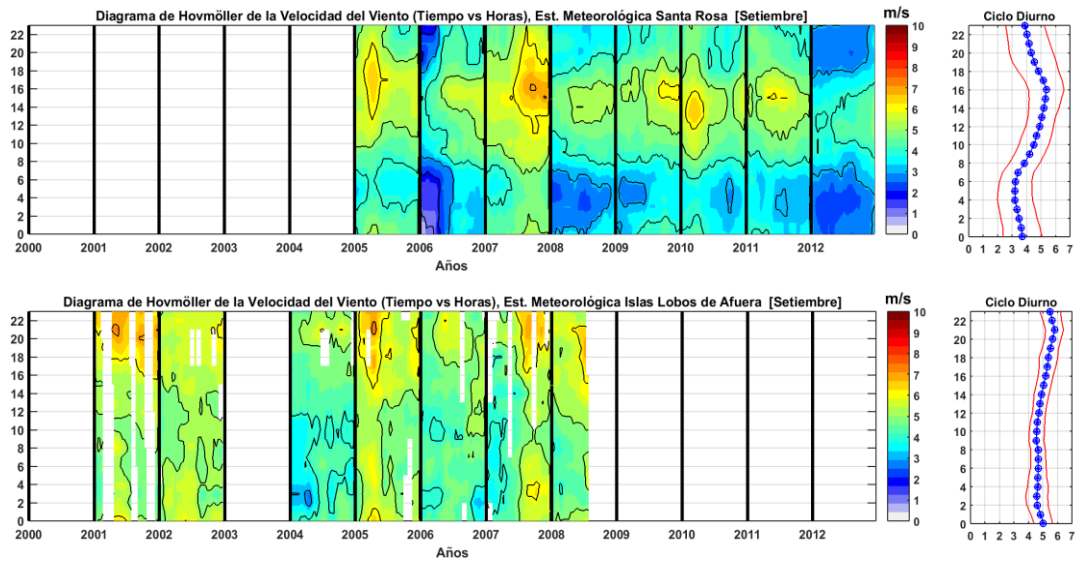
Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Diagrama de Hovmöller para agosto de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



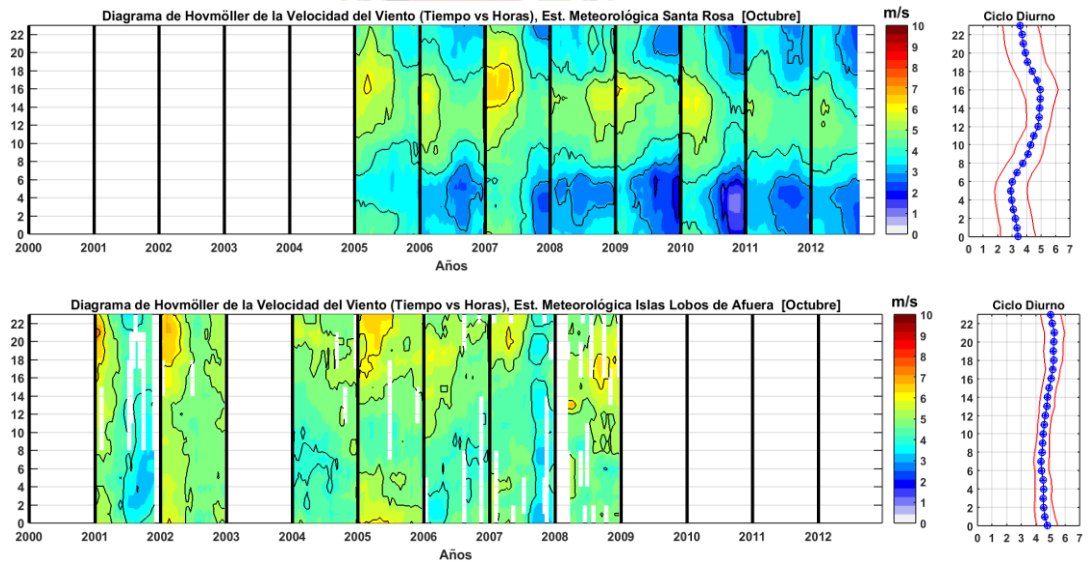
Fuente: Elaboración propia

Figura 46: Diagrama de Hovmöller para setiembre de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



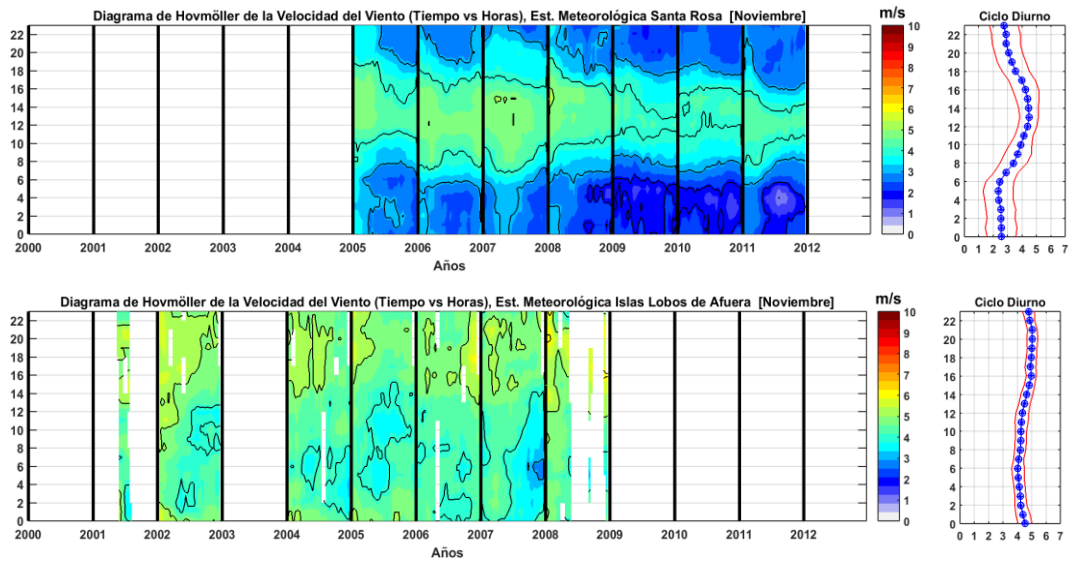
Fuente: Elaboración propia

Figura 47: Diagrama de Hovmöller para octubre de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



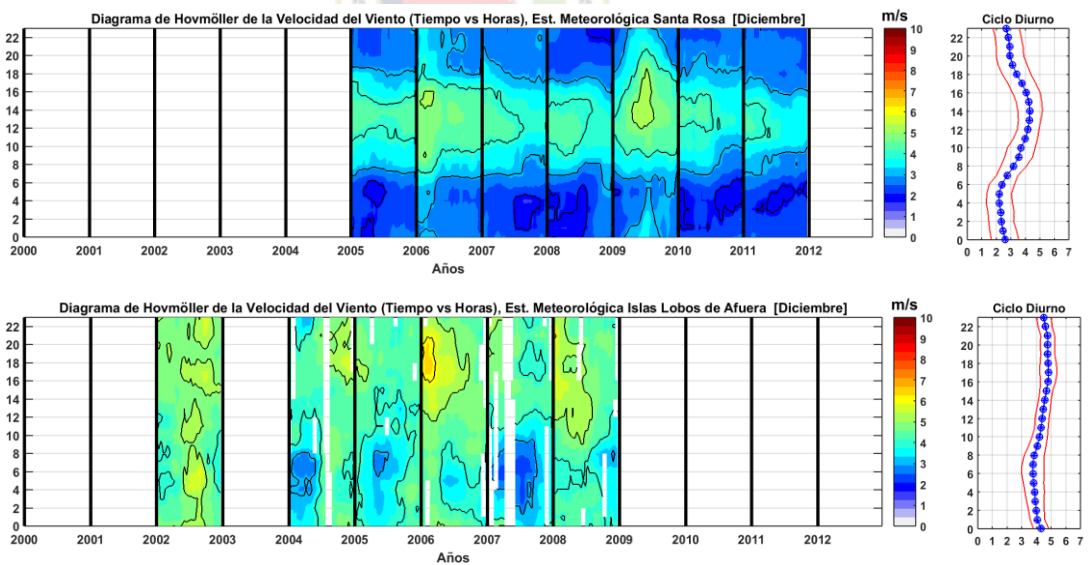
Fuente: Elaboración propia

Figura 48: Diagrama de Hovmöller para noviembre de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

Figura 49: Diagrama de Hovmöller para diciembre de la velocidad del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.

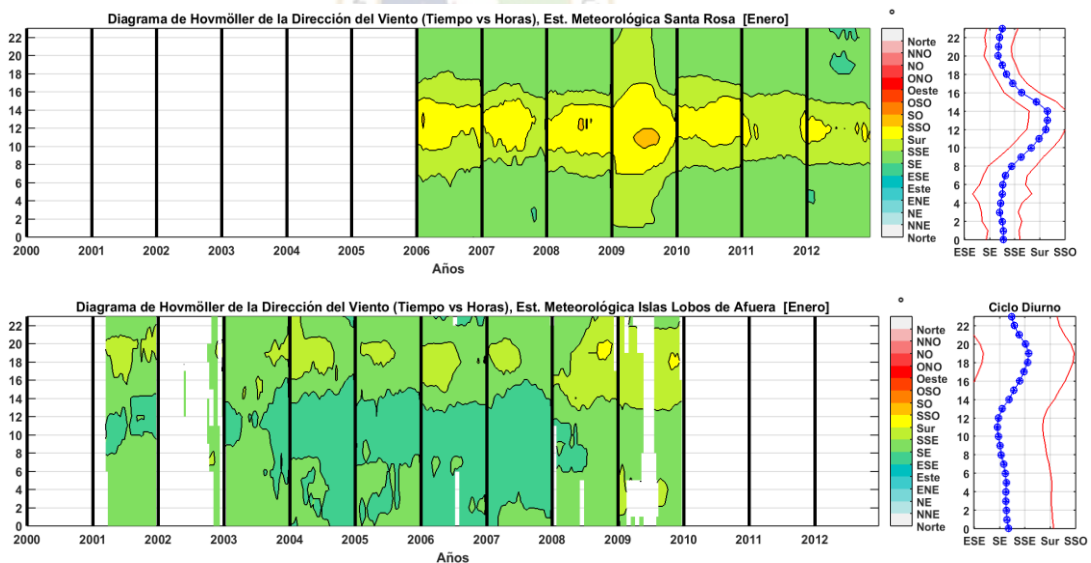


Fuente: Elaboración propia

5.3.3.2 Diagramas de Hovmöller mensuales de la Variación temporal de la dirección del Viento

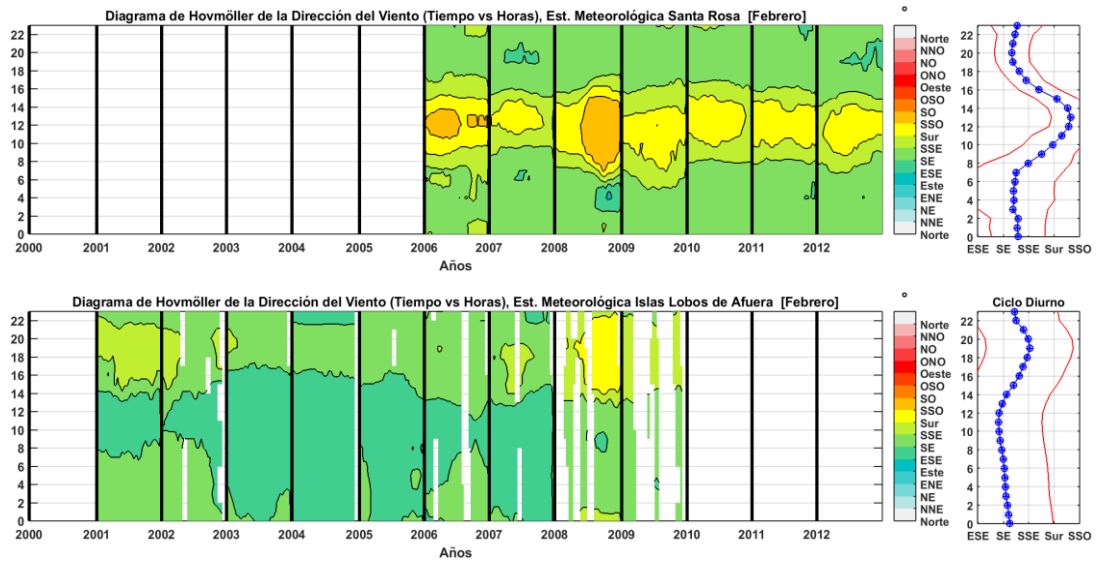
En las figuras (Figura 50 a Figura 61), se muestra la variación temporal de la dirección del viento, en Santa Rosa, durante las primeras horas del día se presentan vientos con dirección Sureste (SE). Entre las 7 hasta las 14 horas del día, la dirección varía entre Sursureste (SSE) a Sur (S), alcanzando su máxima Velocidad y vuelven a vientos de dirección Sureste (SE), durante todos los meses del año. A diferencia de la estación de las Islas Lobos de Afuera durante las primeras horas de la mañana se presentan vientos de dirección SE, a partir de las 12 hasta las 20 horas cambian de dirección e incrementan su dirección inclinándose a vientos SSE.

Figura 50: Diagrama de Hovmöller para enero de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



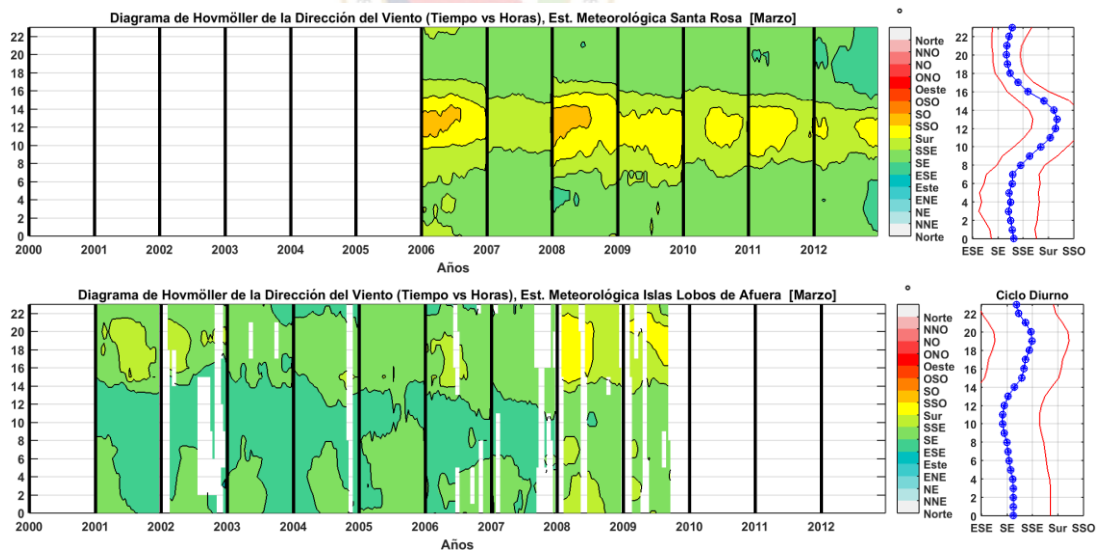
Fuente: Elaboración propia

Figura 51: Diagrama de Hovmöller para febrero de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



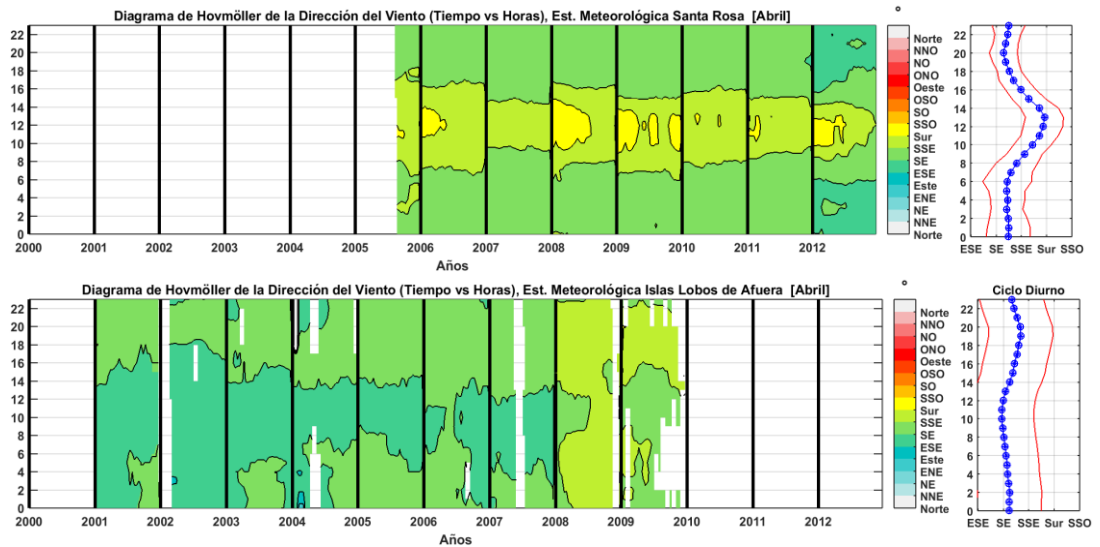
Fuente: Elaboración propia

Figura 52: Diagrama de Hovmöller para marzo de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



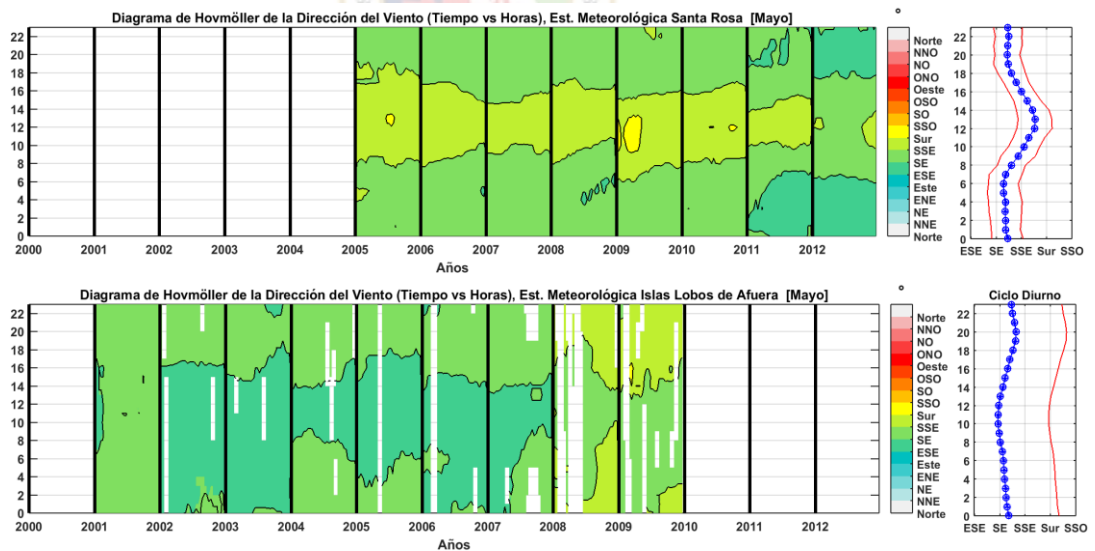
Fuente: Elaboración propia

Figura 53: Diagrama de Hovmöller para abril de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



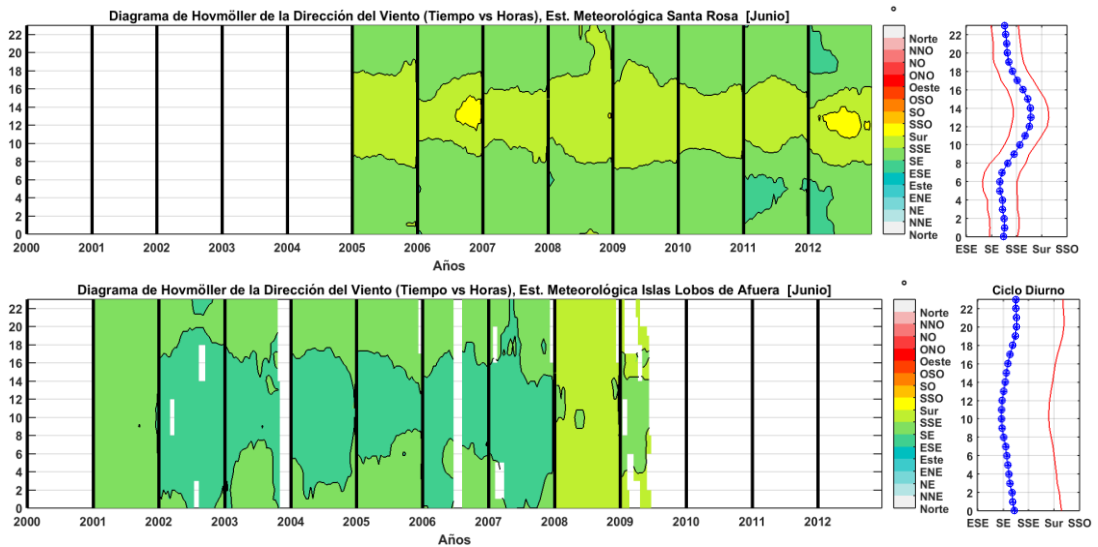
Fuente: Elaboración propia

Figura 54: Diagrama de Hovmöller para mayo de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



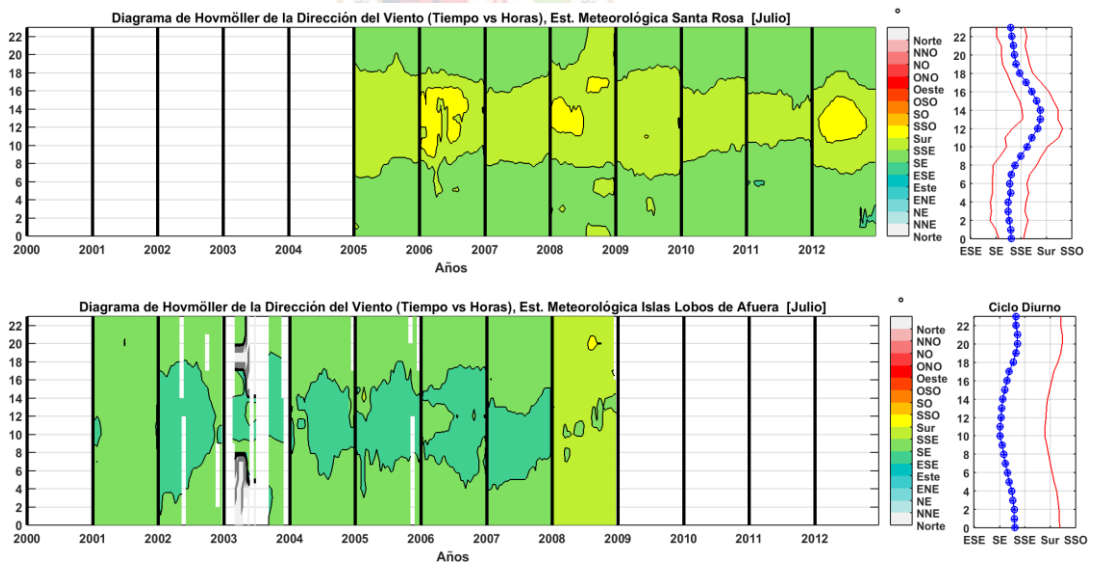
Fuente: Elaboración propia

Figura 55: Diagrama de Hovmöller para junio de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



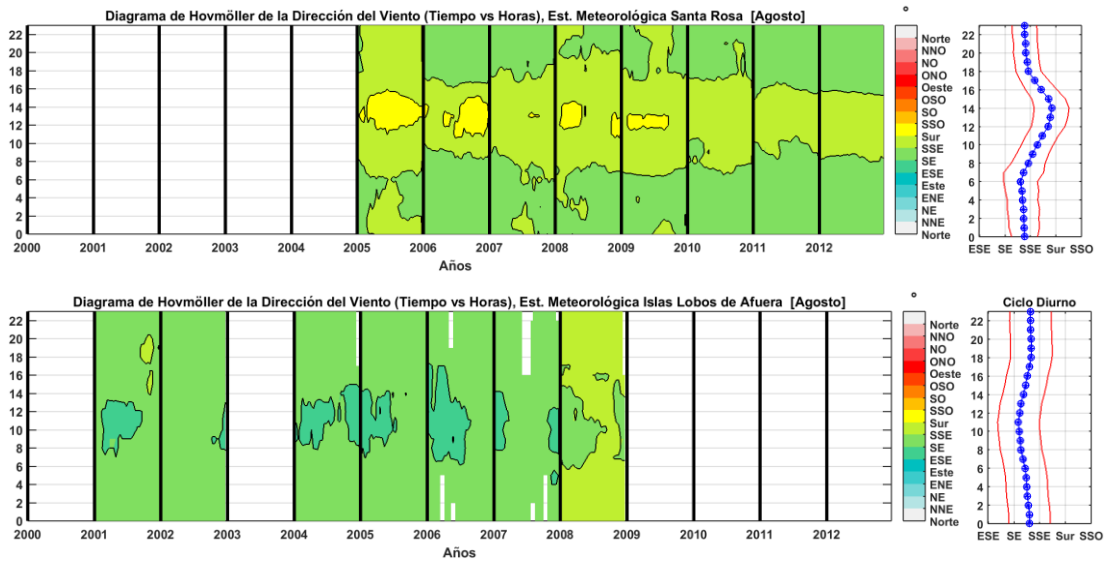
Fuente: Elaboración propia

Figura 56: Diagrama de Hovmöller para julio de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



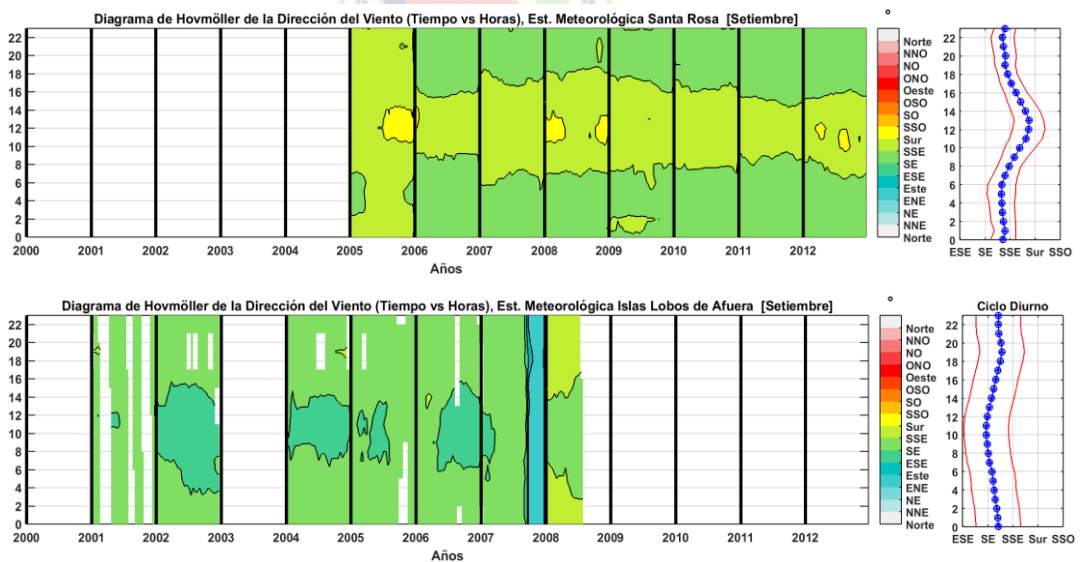
Fuente: Elaboración propia

Figura 57: Diagrama de Hovmöller para agosto de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



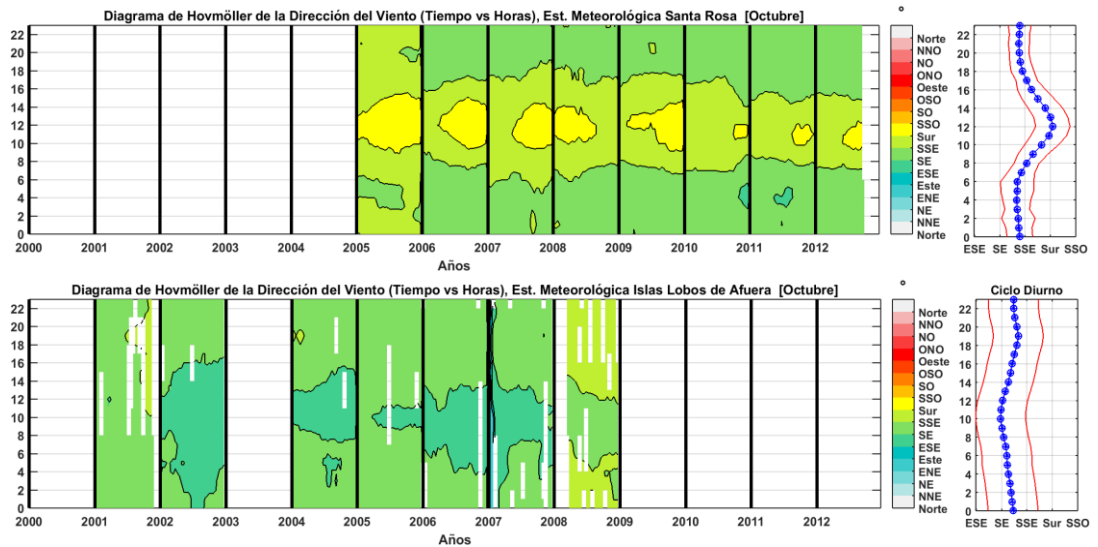
Fuente: Elaboración propia

Figura 58: Diagrama de Hovmöller para setiembre de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



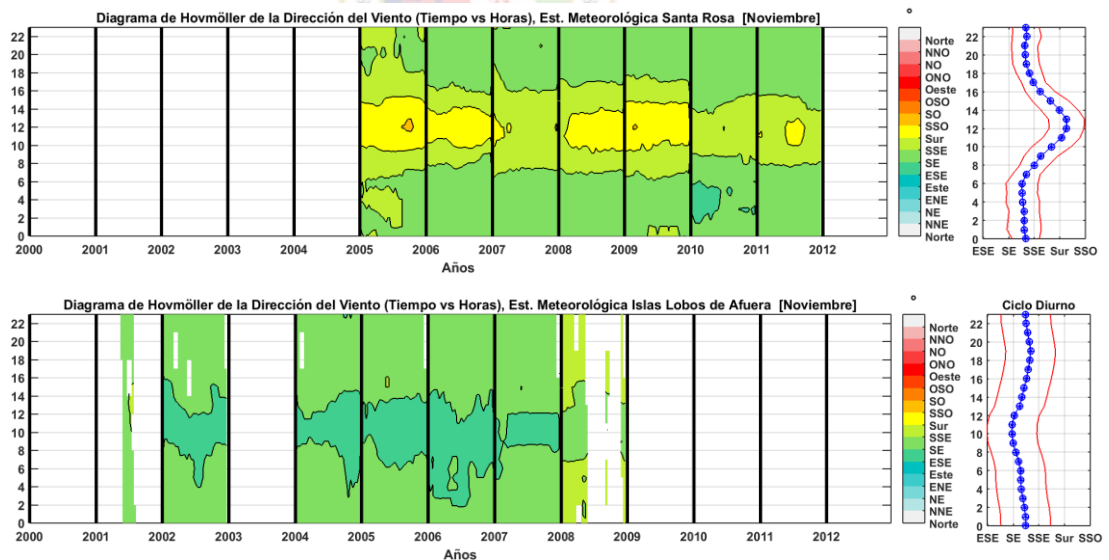
Fuente: Elaboración propia

Figura 59: Diagrama de Hovmöller para octubre de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



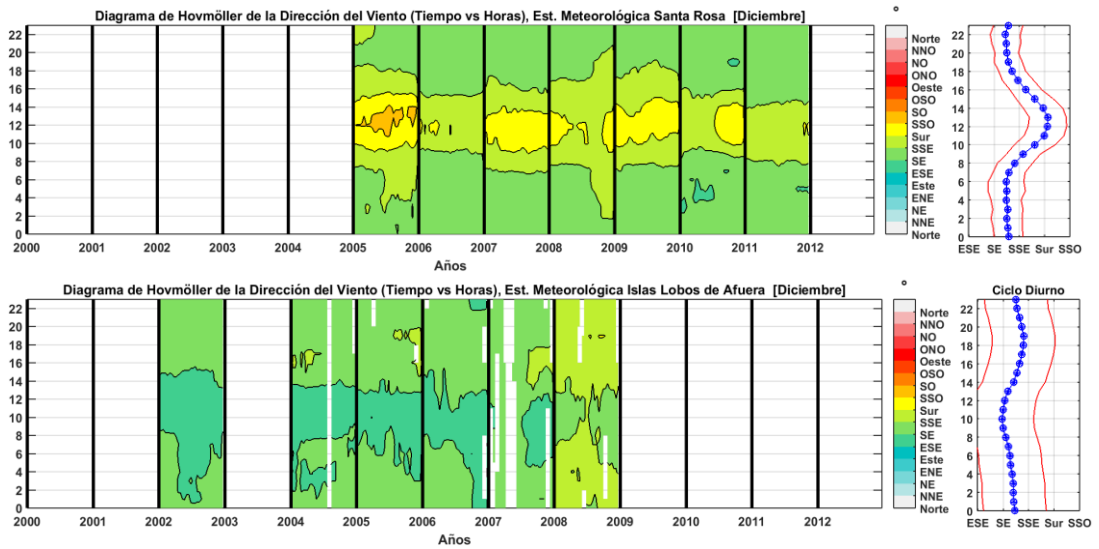
Fuente: Elaboración propia

Figura 60: Diagrama de Hovmöller para noviembre de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia

Figura 61: Diagrama de Hovmöller para diciembre de la dirección del viento (superior) estación meteorológica Santa Rosa, período comprendido entre los años 2005 a 2012, (inferior) estación meteorológica de las Islas Lobos de Afuera, periodo comprendido entre los años 2001 a 2009.



Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se determinó a través del control de calidad de datos que existieron 20 (0.6 % de la información total) archivos de texto de registros diarios de viento dañados con información sobre-escrita, cada uno de estos archivos fueron revisados y se logró recuperar parte de la información.
- Se determinó que las velocidades promedio de viento registradas en las Islas Lobos de Afuera presenta una mayor velocidad del viento, aproximadamente de 4.6 m/s a diferencia de los vientos costeros registrados en Santa Rosa, que presentan velocidades aproximadamente de 3.5 m/s.
- Se determinó que la velocidad del viento en Santa Rosa para verano varía entre 2.0 a 4.0 m/s, para otoño entre 2.0 a 5.0 m/s, para invierno entre 2.0 a 6.0 m/s, para primavera entre 2.0 a 5.0 m/s; mientras que en las Islas Lobos de Afuera para verano varía entre 3.0 a 6.0 m/s, para otoño, invierno y primavera varía entre 3.0 a 7.0 m/s.
- Se determinó que la dirección del viento con mayor predominancia en Santa Rosa para el periodo estacional de verano, otoño, invierno, primavera son vientos de dirección Sursureste (SSE) en 41.4%, 50.9%, 60.5%, 54.3% respectivamente; y para Islas Lobos de Afuera los vientos que mayor predominan para el periodo estacional son de dirección Sureste (SE) en 47.1%, 56.1, 50.3% y 56.5% respectivamente.
- La dirección del viento en Santa Rosa, se ve influenciado por procesos locales relacionado con las diferencias térmicas, que se generan entre la zona costera y continental, que hacen que durante las horas de la mañana ocurran cambios de dirección predominando viento de dirección Sursureste (SSE) a Sur(S); a cambio en Isla Lobos de Afuera cambian de

dirección a partir del mediodía e incrementan su dirección a vientos de dirección Sursureste (SSE).



6.2 Recomendaciones

- Se recomienda hacer posteriormente una actualización de la climatología, considerando la información de datos de vientos y hacer una comparación con los resultados obtenidos para la velocidad y dirección del viento, y sean considerados como datos patrones en la zona costera del departamento de Lambayeque e Islas Lobos de Afuera.
- Se recomienda hacer un nuevo estudio de ubicación para la estación meteorológica automática, ubicada en la Isla Lobos de Afuera.
- Se recomienda hacer un estudio de índices de afloramiento en las Islas Lobos de Afuera utilizando los resultados de la velocidad y dirección del viento.



CAPITULO VII

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA



Referencia Bibliográfica

- ✓ Calienes, R., Guillén, O., & Lostaunau, N. (1985). Variabilidad espacio-temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. Boletín Instituto Mar Perú, 10, 6-1
- ✓ Carbajal W., Castró J., Galán J., Ramírez P., De La Cruz J., (2005). Diagnóstico ambiental de la zona costera de Lambayeque 2004. Laboratorio Costero de Santa Rosa (Chiclayo) del instituto del mar del Perú.
- ✓ Correa, D., Pizarro L., Vásquez L., (2014), Comparación del Ciclo Diurno del Viento en Pisco, a Partir de los Vientos Costeros Horarios. IV Congreso de Ciencias del Mar del Perú, realizado del 24 al 28 de junio del 2014.
- ✓ Cuba F. & Ita N. (2010) Guía Climática Turística del Perú. Informe elaborados para el Ministerio del Ambiente. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).
- ✓ Fisure, L., (2008), Meteorología y oceanografía, Edición Vitoria-Gasteiz 2009.
- ✓ Gobierno Regional Lambayeque (2014), La Biodiversidad Biológica de Lambayeque.
- ✓ Günter, R., (2002), Meteorología. Formaciones nubosas y otros fenómenos meteorológicos. Situaciones meteorológicas generales. Pronósticos del tiempo. Barcelona: Ediciones Omega, 2003
- ✓ INEI(Instituto Nacional de Estadística e Informática)(2015) dirección nacional de censos y encuestas ,30 de junio 2015
- ✓ Iñigo, C., Apuntes de Meteorología y Climatología para el Medioambiente, ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, España 2009.
- ✓ Pizarro A., Hormazabal F.; Gonzales A. y Yáñez E., (1994), Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 22: 85-101, 1994.

- ✓ Pocklington, R. (1981). Organic matter in upwelling off Northern Peru. Boletín Instituto del Mar del Perú, Volumen extraordinario ICANE, 7-14.
- ✓ Santamaría, C., & Correa, D. (2010). Variación Climatológica e Interanual de la Temperatura Superficial del Mar Frente a las Costas de Lambayeque. II Congreso de Ciencias del Mar del Perú, 221-222.
- ✓ Sarochar, H., Introducción a la Meteorología General, Universidad Nacional de la Plata.
- ✓ Zuta, S., & Guillén, O. (1970). Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú, 2(5), 157-324.

HEMEROGRAFIA

- ✓ Chávez J., 2013, Desarrollado e Implementación de un Modelo de Simulación Numérica de Vientos para Evaluar la Calidad de Aire en el Departamento de Lambayeque, Trabajo de investigación desarrollado en SENAMHI – Lima.
- ✓ Correa D., 2012, Simulación Numérica del Sistema de Afloramiento Como Respuesta a la Dinámica del Viento Frente a las Costas de Lambayeque, Tesis para optar el título de Licenciado en Física, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- ✓ Huacal A., Bances M., 2010, Perfil Vertical Del Viento en la Estación 301-UNPRG, Tesis para optar el título de Licenciado en Física, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- ✓ Siesquen I, (2014) Caracterización de la Variación Estacional de la Velocidad y Dirección del Viento en la Ciudad de Lambayeque, durante los Años 2002 a 2012. Tesis para optar el título de Licenciado en Física, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

LINCOGRAFIA

- ✓ http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/santarosa_mp.pdf
- ✓ <http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/informes/Diagnostico%20Ambiental%20del%20Litoral%20Lambayeque%20GRL.pdf>
- ✓ http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci3n_meteorol3gica_automatica
- ✓ [http://cremc.ponce.inter.edu/2daedicion/articulo2.htm\(corrientes\)](http://cremc.ponce.inter.edu/2daedicion/articulo2.htm(corrientes))
- ✓ <http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/oceanografia/Afloramiento/Afloramientos.htm>
- ✓ <https://sites.google.com/site/atlaslambayeque/division-administrativa/provincia-de-chiclayo/santa-rosa>
- ✓ <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7p.html>



CAPITULO VIII

ANEXOS



ANEXOS

1. PROGRAMAS PARA ANÁLISIS DE ROSAS DE VIENTOS

a) Estación meteorológica – IMARPE Santa Rosa

A través de este programa se crean archivos Excel de la información horaria registrada en la estación meteorológica automática de IMARPE Santa Rosa, se crean archivos Excel por cada mes de año (12 archivos) y por cada estación del año (4 archivos).

```
clear all,clc, close all

load data_santa_rosa_2015_09_20.mat

%% Crea archivo Excel para todo el periodo
ind = find(and(not(isnan(VANG)),not(isnan(VANG))));
salida = [VANG(ind)',VVEL(ind)'];
xlswrite('Datos_Starosa_rosvi_total.xls',salida);

%% Crea archivo Excel para cada estación del año
Est = {'Verano','Otonho','Invierno','Primavera'};

for est = 1:4
    switch est
        case 1, mes1 = 1; mes2=3;
        case 2, mes1 = 4; mes2=6;
        case 3, mes1 = 7; mes2=9;
        case 4, mes1 = 10; mes2=12;
    end

    ind =
    find(and(and(not(isnan(VANG)),not(isnan(VANG))),and(month(FFECHA)
    >=mes1,month(FFECHA)<=mes2)));
    salida = [VANG(ind)',VVEL(ind)'];
    xlswrite(['Datos_Starosa_rosvi_',Est{est},'.xls'],salida);
end

%% Crea archivo Excel para cada mes del año
Mes =
{'Enero','Febrero','Marzo','Abril','Mayo','Junio','Julio','Agosto',
',...
','Setiembre','Octubre','Noviembre','Diciembre'};

for mes = 1:12
    ind =
    find(and(and(not(isnan(VANG)),not(isnan(VANG))),month(FFECHA)==me
    s)));
    salida = [VANG(ind)',VVEL(ind)'];
    xlswrite(['Datos_Starosa_rosvi_',Mes{mes},'.xls'],salida);
end
```

b) Estación meteorológica – Islas Lobos de Afuera

A través de este programa se crean archivos Excel de la información horaria registrada en la estación meteorológica automática de las Islas Lobos de Afuera, se crean archivos Excel por cada mes de año (12 archivos) y por cada estación del año (4 archivos).

```
clear all,clc, close all

load data_Isla_2015_09_20.mat

%% Crea archivo Excel para todo el periodo
ind = find(and(not(isnan(ANG)),not(isnan(ANG))));
salida = [ANG(ind),VEL(ind)];
xlswrite('Datos_Isla_rosvi_total.xls',salida);

%% Crea archivo Excel para cada estación del año
Est = {'Verano','Otonho','Invierno','Primavera'};

for est = 1:4
    switch est
        case 1, mes1 = 1; mes2=3;
        case 2, mes1 = 4; mes2=6;
        case 3, mes1 = 7; mes2=9;
        case 4, mes1 = 10; mes2=12;
    end

    ind =
    find(and(and(not(isnan(ANG)),not(isnan(ANG))),and(month(FECHA)>=mes1,month(FECHA)<=mes2)));
    salida = [ANG(ind),VEL(ind)];
    xlswrite(['Datos_Isla_rosvi_',Est{est},'.xls'],salida);
end

%% Crea archivo Excel para cada mes del año
Mes =
{'Enero','Febrero','Marzo','Abril','Mayo','Junio','Julio','Agosto',
',...
','Setiembre','Octubre','Noviembre','Diciembre'};

for mes = 1:12
    ind =
    find(and(and(not(isnan(ANG)),not(isnan(ANG))),month(FECHA)==mes))
    ;
    salida = [ANG(ind),VEL(ind)];
    xlswrite(['Datos_Isla_rosvi_',Mes{mes},'.xls'],salida);
end
```


2. PROGRAMAS PARA ANÁLISIS EN DIAGRAMAS DE HOVMÖLLER

a) *Diagrama de Hovmöller para periodo general – IMARPE Santa Rosa*

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se ordena la información previamente, para poder obtener un diagrama de Hovmöller para los datos horarios de la estación meteorológica automática de Santa Rosa

```
clear all,close all,clc, warning off

load data_horaria_2015_07_10.mat

VEL= VVEL;
FECHA = FFECHA;

VEL(find(VEL>=12))=nan;
% mm = 1;
% mes = month(FECHA);
hora = hour(FECHA);
hora(find(hora ==0))=24;
Bar_Vel=nan*ones(20000,24);
for h = 1:24
    in1 = find(hora==h);
    cnt = sum(hora==h);
    PVel_hora(h) = nanmean(VEL(in1));
    MVel_hora(h) = nanmedian(VEL(in1));
    SVel_hora(h) = nanstd(VEL(in1));
    VVel_hora(h) = nanvar(VEL(in1));
    NVel_hora(h) = cnt;
    Bar_Vel(1:cnt,h) = VEL(in1);
end

%%
boxplot(Bar_Vel)

X1 = PVel_hora + SVel_hora; X1 = X1';
X2 = PVel_hora - SVel_hora; X2 = X2';
Y1 = [1:24]'; Y2 = Y1;

figure
subplot(131)
graficar_plot_area(X1,X2,Y1,Y2,[PVel_hora]);
xlim([0 10]);
ylim([1 24]);
set(gca,'XTick',[0:1:10],'XTickLabel',[0:1:10],'YTick',[0:24],'YTickLabel',[0:24],'FontW','bold')
grid on
xlabel('Velocidad [m/s]','FontSize',16,'FontW','bold')
ylabel('Horas del días [horas]','FontSize',16,'FontW','bold')
title({'Ciclo Diurno','Periodo 2005 - 2012'},'FontSize',16,'FontW','bold')
```

b) Diagrama de Hovmöller para periodo general – Islas Lobos de Afuera
A continuación se muestra un ejemplo de cómo se ordena la información previamente, para poder obtener un diagrama de Hovmöller para los datos horarios de la estación meteorológica automática de las Islas Lobos de Afuera.

```

clear all,close all,clc, warning off

load data_Isla_2015_09_20.mat

VEL= vel*0.51
FECHA = fecha;

VEL(find(VEL>=12))=nan;
% mm = 1;
% mes = month(FECHA);
hora = hour(FECHA);
hora(find(hora ==0))=24;
Bar_Vel=nan*ones(20000,24);
for h = 1:24
    in1 = find(hora==h);
    cnt = sum(hora==h);
    PVel_hora(h) = nanmean(VEL(in1));
    MVel_hora(h) = nanmedian(VEL(in1));
    SVel_hora(h) = nanstd(VEL(in1));
    VVel_hora(h) = nanvar(VEL(in1));
    NVel_hora(h) = cnt;
    Bar_Vel(1:cnt,h) = VEL(in1);
end

%%
boxplot(Bar_Vel)

X1 = PVel_hora + SVel_hora; X1 = X1';
X2 = PVel_hora - SVel_hora; X2 = X2';
Y1 = [1:24]'; Y2 = Y1;

figure
subplot(131)
graficar_plot_area(X1,X2,Y1,Y2,[PVel_hora]);
xlim([0 15]);
ylim([1 24]);
set(gca,'XTick',[0:1:15],'XTickLabel',[0:1:15],'YTick',[0:24],'YTickLabel',[0:24],'FontW','bold')
grid on
xlabel('Velocidad [m/s]','FontSize',16,'FontW','bold')
ylabel('Horas del día [horas]','FontSize',16,'FontW','bold')
title({'Ciclo Diurno','Periodo 2001 - 2009'},'FontSize',16,'FontW','bold')

```