

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**ESTUDIO CLIMATICO-SINÓPTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL VIENTO
EN SUPERFICIE PARA LA COSTA SUR DE GUATEMALA.**

TESIS

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

VICTOR HUGO VASQUEZ GARCIA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Febrero del 2001

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
+ (1952)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ FIGUEROA
VOCAL CUARTO:	Prof. JACOBO BOLVITO RAMOS
VOCAL QUINTO:	Br. JOSE BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA
SECRETARIO:	Ing. Agr. EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

Guatemala, febrero de 2001

Señores:

Honorable Junta Directiva

Honorable tribunal examinador

Facultad de agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

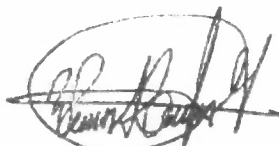
Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**ESTUDIO CLIMATICO-SINOPTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL VIENTO
EN SUPERFICIE PARA LA COSTA SUR DE GUATEMALA.**

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado de Licenciado.

Atentamente,



Víctor Hugo Vasquez García

Carné: 92-16965

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: POR SER LA LUZ QUE GUIA MI VIDA

MIS PADRES: MARIA DEL CARMEN GARCIA ANDRADE DE VASQUEZ
VICTOR HUGO VASQUEZ CACEROS

Como una mínima recompensa, por sus sacrificios realizados al ayudarme a cumplir mis metas que me he propuesto en mi vida... gracias por darme la existencia, el amor, la comprensión y el apoyo para enfrentar la vida... los quiero mucho

MIS HERMANOS JULIA RAQUEL Y MARIO ROBERTO

Por el cariño que siempre me han brindado; que mi triunfo sea un ejemplo a seguir.

MI ESPOSA: SILVIA MARIA DIAZ McDOUGALL DE VASQUEZ

Amor y gran apoyo incondicional... gracias amorzote...

A LAS FAMILIAS: GARCIA ANDRADE, CACERES GALINDO, IXCOT CARRILLO

Por brindarme siempre todo su apoyo y cariño, sus consejos y por haberme aceptado como un miembro más de la familia... durante mi etapa de estudiante universitario; toda mi gratitud a ustedes.

TODA MI FAMILIA:

En agradecimiento de su apoyo incondicional en mi vida.

MIS AMIGOS: RONY, EDYN, CARLOS, RONALD, MYNOR, DOUGLAS, RAY, MARCOS, GUSTAVO...

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS: POR SER EL UNICO CAMINO FIRME Y VERDADERO QUE
COMO HOMBRE HAY QUE SEGUIR.

MI FAMILIA: Los seres más especiales que dios me ha brindado.

LAS INSTITUCIONES:

CENGICAÑA E INSIVUMEH

Por haberme brindado la oportunidad de desarrollarme como profesional con la realización de mi práctica supervisada y la presente tesis.

MIS ASESORES: Ing. Agr. OTTO CASTRO, Ing. Agr. MARIO BAUTISTA

Por su apoyo y consejos para la realización de mi tesis.

Lic. LUIS HERRERA: Por su apoyo incondicional y atirados consejos.

LOS COMPAÑEROS DE CENGICAÑA

LOS COMPAÑEROS DEL INSTITUTO ADOLFO V. HALL DEL SUR

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**TODOS AQUELLOS BUENOS AMIGOS QUE SIEMPRE HAN ESTADO EN LOS
MOMENTOS TRASCENDENTALES DE MI VIDA CON SU INCONDICIONAL
APOYO.**

INDICE

Contenido	Pag.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. JUSTIFICACIÓN	2
4. MARCO TEORICO	3
4.1 MARCO REFERENCIAL	3
4.1.1 Localización Geográfica de la zona cañera de Guatemala	3
4.1.2 Datos Climáticos	3
4.1.3 Zonas de Vida	4
4.1.4 Suelos Predominantes	4
4.1.5 Estratificación de la zona productora de caña de azúcar	5
4.2 MARCO CONCEPTUAL	8
4.2.1 Circulación General de la Atmósfera	8
4.2.2 Meteorología Tropical	9
4.2.3 Variación diurna y efectos locales	14
4.2.4 Viento en Superficie	15
4.2.5 Principios generales de la medida del viento en superficie	15
4.2.6 Vientos Locales	17
4.2.7 Régimen de Vientos	20
4.2.8 Estaciones Sinópticas	20
4.2.9 Estaciones Climatológicas	20
5. OBJETIVOS	21
5.1 General	21
5.2 Específicos	21
6. METODOLOGÍA	22
6.1 Análisis Descriptivo del Comportamiento Histórico del Viento por estación	22
6.2 Análisis Comparativo	23
6.3 Validación de la Información de las estaciones	25
7. VARIABLES	25
7.1 Dirección del Viento	25
7.2 Intensidad del Viento	25
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
8.1 Análisis del comportamiento histórico del viento	26
8.2 Validación de la información de las estaciones	83
8.3 Horarios de quema de caña en función del viento para la Costa Sur	86
9. CONCLUSIONES	87

10.	RECOMENDACIONES	89
11.	BIBLIOGRAFÍA	90
12.	ANEXOS	92

INDICE DE CUADROS

Contenido	Pag.
Cuadro 1 Evaluación climática de las principales estaciones	4
Cuadro 2 Ejemplo de la distribución de datos para la estación del Puerto de San José	22
Cuadro 3 Análisis Frecuencial de dirección e intensidad del viento	23
Cuadro 4 Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Enero	28
Cuadro 5 Análisis estadístico para las variables durante el mes de Enero de 1998.	29
Cuadro 6 Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Febrero.	32
Cuadro 7 Análisis estadístico para las variables durante el mes de Febrero de 1998.	33
Cuadro 8 Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Marzo.	36
Cuadro 9 Análisis estadístico para las variables durante el mes de Marzo de 1998.	37
Cuadro 10 Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Abril.	42
Cuadro 11 Análisis estadístico para las variables durante el mes de Abril de 1998.	42
Cuadro 12 Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Mayo.	47
Cuadro 13 Análisis estadístico para las variables durante el mes de Mayo de 1998.	47
Cuadro 14 Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Junio.	52
Cuadro 15 Análisis estadístico para las variables durante el mes de Junio de 1998.	53
Cuadro 16 Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Julio.	57
Cuadro 17 Análisis estadístico para las variables durante el mes de Julio de 1998.	58
Cuadro 18 Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Agosto.	62
Cuadro 19 Análisis estadístico para las variables durante el mes de Agosto de 1998.	63
Cuadro 20 Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Septiembre.	67

Cuadro 21	Análisis estadístico para las variables durante el mes de Septiembre de 1998.	68
Cuadro 22	Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Octubre.	72
Cuadro 23	Análisis estadístico para las variables durante el mes de Octubre de 1998.	73
Cuadro 24	Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Noviembre.	77
Cuadro 25	Análisis estadístico para las variables durante el mes de Noviembre de 1998.	77
Cuadro 26	Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Diciembre.	81
Cuadro 27	Análisis estadístico para las variables durante el mes de Diciembre de 1998.	82

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pag.	
Figura 1	Ubicación de las Estaciones Meteorológicas en Estudio	3
Figura 2	Estrato I, Zona Cañera	5
Figura 3	Estrato II, Zona Cañera	6
Figura 4	Estación Aeropuerto de Retalhuleu	7
Figura 5	Estación Cengicaña	7
Figura 6	Estrato III, Zona Cañera	7
Figura 7	Circulación al nivel del mar, suponiendo la superficie de la tierra uniforme	8
Figura 8	Presión al nivel del mar y líneas de corriente en Enero	10
Figura 9	Presión al nivel del mar y líneas de corriente en Julio	11
Figura 10	Posiciones promedio de la Vaguada Ecuatorial	12
Figura 11	Diferencias de presiones que resultan por diferencias de calentamiento	17
Figura 12	Brisa de Mar	18
Figura 13	Efecto de la Brisa de Mar sobre el viento de gradiente	18
Figura 14	Brisa de Tierra	19
Figura 15	Rosas de Viento, del mes de Enero, observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	29
Figura 16	Rosas de Viento, del mes de Febrero, observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	33

Figura 17	Rosas de Viento, del mes de Marzo , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	38
Figura 18	Rosas de Viento, del mes de Abril , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	43
Figura 19	Rosas de Viento, del mes de Mayo , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	48
Figura 20	Rosas de Viento, del mes de Junio , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	53
Figura 21	Rosas de Viento, del mes de Julio , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	58
Figura 22	Rosas de Viento, del mes de Agosto , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	63
Figura 23	Rosas de Viento, del mes de Septiembre , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	68
Figura 24	Rosas de Viento, del mes de Octubre , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	73
Figura 25	Rosas de Viento, del mes de Noviembre , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	78
Figura 26	Rosas de Viento, del mes de Diciembre , observando los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación	82
Figura 27	Viento a las 09:00 Horas.	83
Figura 28	Viento a las 10:00 Horas.	83
Figura 29	Viento a las 11:00 Horas.	84
Figura 30	Viento a las 13:00 Horas.	84
Figura 31	Viento a las 15:00 Horas.	85
Figura 32	Viento a las 16:00 Horas.	85

**ESTUDIO CLIMATICO-SINÓPTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL VIENTO
EN SUPERFICIE PARA LA COSTA SUR DE GUATEMALA**

**STUDY OF THE CLIMATIC-SINOPTIC SURFACE WIND BEHAVIOR IN THE SOUTH
COSAT OF GUATEMALA**

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de azúcar - CENGICAÑA - a partir de registros de velocidad e intensidad del viento a nivel horario mensual, de cuatro estaciones sinópticas ubicadas en la costa sur (zona cañera) de Guatemala. Se realizó éste, debido a que en la actualidad en la costa sur, no se han realizado estudios meteorológicos y específicamente sobre el comportamiento de vientos, que contribuyan a la toma de decisiones para la planificación y operación de diversas actividades agrícolas y de saneamiento ambiental que son llevadas a cabo en la zona cañera. Así también podrá ser utilizado en posteriores trabajos de investigación que se realicen y que requieran de datos sobre el comportamiento de los vientos de la región.

El objetivo de esta investigación fue describir y comparar el comportamiento histórico (Intensidad y Dirección) del viento a nivel horario mensual durante un periodo de 11 años (1987 - 1998) en 2 estaciones Sinópticas propiedad del INSIVUMEH, ubicadas en la costa sur, una en el Puerto de San José, otra en el Aeropuerto de Retalhuleu. Además se contó con información de 1 año (1998), de la estación de la Finca Verapaz, propiedad del Ingenio Pantaleón y de CENGICAÑA.

Las variables evaluadas fueron Dirección e Intensidad, la primera fue distribuida en 8 intervalos de clase correspondientes a los 8 puntos de la Rosa Náutica. Norte, Sur, Este, Oeste, Noreste, Sudeste, Noroeste, Sudoeste. La segunda (en km./h) se agrupó en 5 clases siguientes: Calma (0 a 5), de 6 a 11, de 12 a 19, de 20 a 29, y mayor de 30 Kilómetros por hora.

La metodología utilizada se realizó basándose en datos históricos horarios del viento medido a 10 metros de altura sobre el suelo, se utilizaron datos horarios de dirección e intensidad y del viento durante el periodo de 1987, a 1998, tomando en cuenta que la estación de Retalhuleu registra únicamente 12 horas (diurnas) en comparación con las 24 horas que registran las demás estaciones. Con los datos horarios, se elaboró para cada mes, un cuadro de presentación a nivel horario, de las distribuciones de frecuencia para posteriormente se ingresar los resultados a la

computadora, para la elaboración de cuadros de resúmenes de resultados, análisis estadísticos y gráficos como lo son las Rosas de Viento, y de dos ejes, para una mejor interpretación, valiéndonos de la ayuda de la hoja electrónica Excel 97 de la familia MS Office para Windows 95. lo cual permite establecer el patrón del comportamiento del viento para cada estación de una manera fácilmente comprensible.

Los vientos mas frecuentes en la costa sur, presentan dos sectores de procedencia: Noroeste - Noreste (NW - NE), y Sur - Oeste (S - W), siendo similar el comportamiento en las estaciones estudiadas, debido a que el viento en esta zona está regido por el Sistema de Vientos Locales, el cual está constituido por las Brisas Marinas y por las Brisas de tierra.

Los vientos Nocturnos están relacionados con mayor frecuencia, a intensidades de 0 hasta 11 KPH., (Clase 1 y 2), mientras que los vientos Diurnos más frecuentes, oscilan de 6 hasta 19 KPH., (Clase 2 y 3).

Existen dos períodos de transición en los cuales el viento cambia su comportamiento, y en donde el sector de procedencia es muy variable; el primero se presenta de 07:00 a 10:00 horas. El segundo se presenta de 17:00 a 20:00 horas.

Se recomienda la utilización del presente estudio como alternativa en: a) Elaboración de horarios más adecuados de quema en la cosecha de caña de azúcar, tomando en cuenta las direcciones e intensidades de vientos más frecuentes, y la ubicación de los lotes de caña con respecto a los poblados mas cercanos. b) Mejor horario de aplicación de pesticidas por vía aérea o terrestre, tomando en cuenta las condiciones climáticas. c) Mayor aprovechamiento de la lámina de riego por aspersion, al utilizar de mejor forma la dirección y la intensidad del viento. c) Utilización de la información, en cuanto al transporte aéreo de la zona.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio climático de una zona determinada, se hace necesario para analizar las posibilidades que se presentan, para el correcto desenvolvimiento del proceso productivo agrícola, incluyendo lógicamente las ventajas y riesgos por efectos del clima. Toda vez que este se considera como no modificable, conocerlo y comprenderlo, constituye una alternativa de alto valor, con la finalidad de asegurar el éxito de cualquier proceso agrícola.

De todas las variables climáticas, el comportamiento del viento tiene varias implicaciones en las actividades productivas del hombre, especialmente en la agricultura. Así tenemos que los vientos suaves favorecen el proceso de polinización, intercambio gaseoso en los cultivos. Asimismo, es responsable de la baja eficiencia de distribución de productos químicos como madurantes, herbicidas y la mala uniformización del agua erogada por un sistema de riego por aspersión etc.; además los vientos fuertes, aumentan la diseminación de la ceniza provocada por las quemas en la cosecha de la caña, causan daños mecánicos a los cultivos y estructuras agrícolas tales como invernaderos etc.

El objetivo de esta investigación fue describir y comparar el comportamiento histórico (Intensidad y Dirección) del viento a nivel horario mensual durante un período de 11 años (1988 – 1998) en 2 estaciones Sinópticas propiedad del INSIVUMEH, ubicadas en la zona de la costa sur, una en el Puerto de San José, otra en el Aeropuerto de Retalhuleu. Además se contó con información de un año (1998), de la estación de la Finca Verapaz, propiedad del Ingenio Pantaleón y de CENGICAÑA. Este estudio contiene información que puede ser utilizada para la planificación y operación de diversas actividades agrícolas y de saneamiento ambiental que son llevadas a cabo en la zona cañera. Así también podrá ser utilizado en posteriores trabajos de investigación que se realicen y que requieran de datos sobre el comportamiento de los vientos de la región.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, en la costa sur (zona cañera), no se ha realizado estudios meteorológicos y específicamente sobre el comportamiento de vientos, que contribuyan a la toma de decisiones para llevar a cabo alguna práctica agrícola. Sin embargo existe información del INSIVUMEH y CENGICAÑA, sobre registros históricos de vientos horario-mensual de estaciones Sinópticas ubicadas en la costa sur, la cual fue utilizada para la realización de este estudio, con la cual se pueden definir horarios óptimos para la programación estratégica de las prácticas agronómicas (6, 8, 9). Como ejemplo se puede mencionar que existen ingenios que tienen instalado sistema de riego por aspersión hasta en un 87% del total de su área sembrada, utilizando los aspersores en todo el día sin considerar la dirección y la intensidad del viento, lo cual afecta la distribución de la lámina de agua aplicada al suelo (3). Asimismo todos los ingenios aplican madurantes según la edad de la caña, aproximadamente a 108,000 hectáreas, de la totalidad del área sembrada, su aplicación se realiza en avioneta o en helicóptero, con equipo de aspersión (de boquillas la mayoría), se toma en cuenta el viento para dichas aplicaciones pero sin base alguna, ya que no hay estudios del comportamiento del viento en la zona cañera (3). Otro ejemplo de la poca aplicación técnica del comportamiento del viento lo tenemos en la quema en la cosecha de caña, la cual es realizada por todos los ingenios en casi el 100% de sus fincas, en dicha práctica prevalecen criterios como las condiciones de la plantación, la época, y condiciones ambientales muy generales, pero toman en cuenta la intensidad y la dirección del viento solamente de una forma empírica, siendo este un factor muy importante para una buena realización de esta (3).

3. JUSTIFICACIÓN:

Con la presente investigación se generó un patrón del comportamiento de la dirección e intensidad del viento durante todo el año, con lo cuál se tiene una base para tomar decisiones con respecto a la realización de las prácticas agronómicas llevadas a cabo en el manejo del cultivo, así como la realización de estudios sobre el Campo de Viento en la zona cañera, Seguimiento de la ceniza provocada por las quemadas, horarios de quemadas, horarios de aplicación de riego por aspersión y horarios para la aplicación de productos químicos como madurantes, herbicidas, etc.

4. MARCO TEORICO

4.1- MARCO REFERENCIAL:

4.1.1 Localización geográfica de la zona cañera de sur de la república de Guatemala.

La zona cañera, se encuentra dentro de un rango de elevación de cero hasta los 800 msnm. Aproximadamente (Ver Figura 1), ubicada en la "Planicie costera del Pacífico", (a excepción del ingenio Santa Teresa, que se encuentra a 1,200 msnm.) con un área que va desde las coordenadas de 13 grados, 50 minutos; hasta 14 grados, 15 minutos de Latitud Norte; y de 90 grados, 30 minutos, a 91 grados, 40 minutos de Longitud Oeste (12).

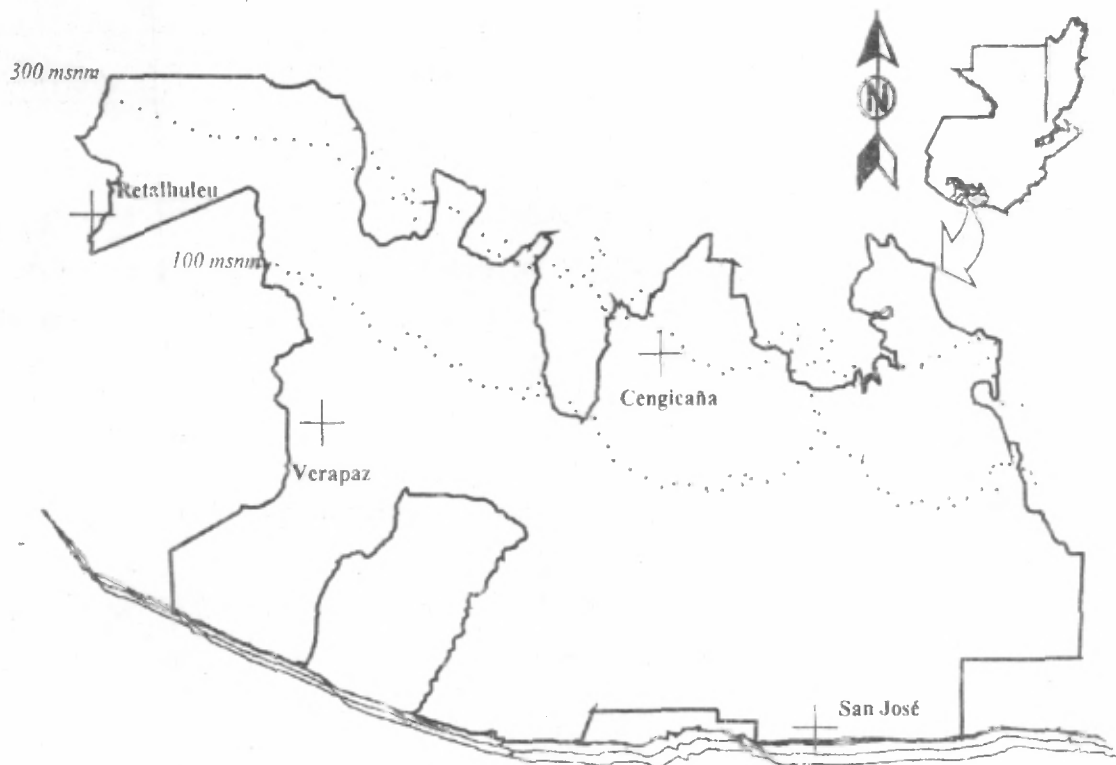


Fig. 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas en estudio

4.1.2 Datos Climáticos: (Según registro de las estaciones del INSIVUMEH).

- La Temperatura oscila entre los 11 hasta los 40 grados centígrados, (mínima y máxima promedio).
- La precipitación Pluvial varía desde los 956 hasta los 4,591 mm. Anuales.
- La Humedad promedio es del 70%.

4.1.3 Zonas de Vida:

Incluye Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-s; Bosque Seco Tropical Bs-t; Bosque húmedo Subtropical (cálido) bhst(c); Bosque muy húmedo subtropical (cálido) bmht (12).

En el siguiente cuadro se presenta una evaluación climatológica de las principales estaciones ubicadas en la zona de estudio (4):

Cuadro 1. Evaluación Climatológica de las principales Estaciones

Estación	Zona de Vida	Precipitación (mm)	Temperatura (T° C)	Humedad Relativa (%)
San José	bs-s	1256.95	26.64	78.29
Sabana grande	bmh-s(c)	3205.43	24.13	74.07
Chupadero	bmh-s(c)	2897.460	25.98	75.08
Camantulul	bmh-s(c)	3577.57	24.84	80.5
Los Esclavos	Bmh-s(c)	1569.51	24.82	76.27

Fuente: INSIVUMEH.

4.1.4 Suelos Predominantes:

De acuerdo con el Estudio Semidetallado de Suelos de la Zona Cañera del Sur de Guatemala de CENGICAÑA 1994, existen en la región 6 órdenes, 26 subgrupos y 37 familias de suelos (4). Los órdenes de suelos son los siguientes:

Mollisoles

Ocupan el 40% de la zona cañera de Guatemala. El relieve es ligero a fuertemente ondulado en las partes altas y ligeramente inclinado en el cuerpo de los abanicos. Son suelos poco evolucionados de color muy oscuro, con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente, consistencia friable a suelta, desarrollados principalmente sobre materiales amorfos. Textura franca a franco-arenosa.

Entisoles

Son los suelos menos evolucionados presentes en la zona de estudio y ocupan un 16% de la misma. Se encuentran en los valles y explayamientos aluviales en forma de fajas angostas y largas con ampliaciones en el cuerpo y pie de los abanicos cercanos a la costa. Son suelos permeables de texturas gruesas y arenosas. El subsuelo es generalmente arenoso y graviloso incluidas las vetas arenosas. Presentan déficit de agua en el verano.

Inceptisoles

Se encuentran en un 11% de la zona en el ápice y cuerpo de los abanicos. Presentan relieve plano a ligeramente inclinado, desarrollados principalmente sobre materiales arcillosos, mezclados

con cenizas volcánicas y fragmentos de roca. Textura franca y arcillosa sobre un subsuelo arcilloso (4).

Alfisoles

Ocupan solamente el 1.6 % de los suelos del área, y se localizan en el cuerpo de los abanicos antiguos, en relieve ondulado a ligeramente ondulado. Estos suelos se caracterizan por tener un horizonte B argílico, en donde parte de la arcilla de los horizontes superiores del perfil migró hacia el subsuelo. Las texturas predominantes son arcillosas.

Vertisoles

Los Vertisoles ocupan una mínima extensión (0.5%) y se caracterizan por su alto contenido de arcilla especialmente montmorrillonita, lo cual hace que los suelos se agrieten fuertemente en la época seca y se hinchen en la estación lluviosa (4).

4.1.5 Estratificación de la Zona Productora de Caña de Azúcar

Según el estudio de la Estratificación de la zona de producción de caña de Azúcar con fines de investigación en Variedades se presentan los siguientes estratos:

Estrato I

El estrato I o zona alta es un área comprendida entre 300 a 800 msnm y se caracteriza por la predominancia de suelos del Orden Andisol y con precipitaciones mayores a 3,000 mm anuales (12). La temperatura promedio anual es menor a 25°C. El estrato I representa la menor superficie cultivada con caña de azúcar en el país, y su gradiente de elevación es mayor que en los demás estratos (Ver Figura 2.).

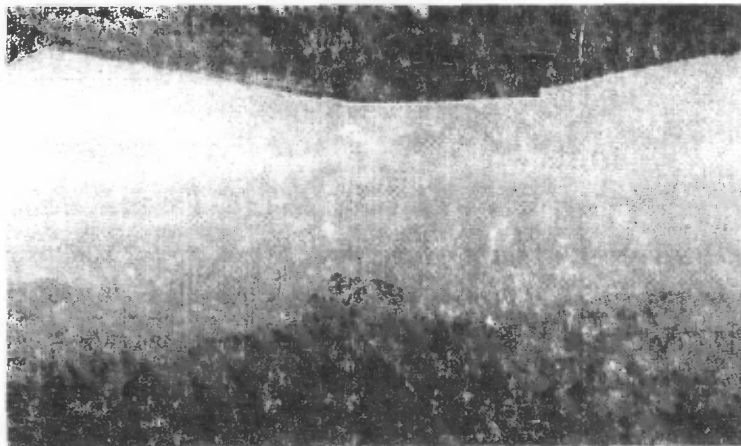


Figura 2. Estrato I Zona Cañera.

Estrato II

El estrato II (100-300 msnm) o zona media respecto a sus suelos, es una zona de transición. Aquí los órdenes de suelo predominantes son Andisol e Inceptisol y ocupan áreas diferentes en ese orden de importancia. La precipitación en las partes más altas del estrato alcanzan los 3,000 mm anuales, mientras que en las partes bajas 2,000 mm., La temperatura promedio anual es 25°C. (Ver Fig. 3). Es en este estrato en donde se encuentran localizadas las estaciones sinópticas del Aeropuerto de Retalhuleu, a una latitud de 14 grados, 31 minutos y 19 segundos; longitud de 91 gradps, 41 minutos y 48 segundos; y una elevación de 200 m.s.n.m., así como la del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar CENGICAÑA (Ver Figura 4 y 5), ubicado en la latitud 14° 19' 30" y longitud 91° 3' 3.6" y una altitud de 300 msnm (13).

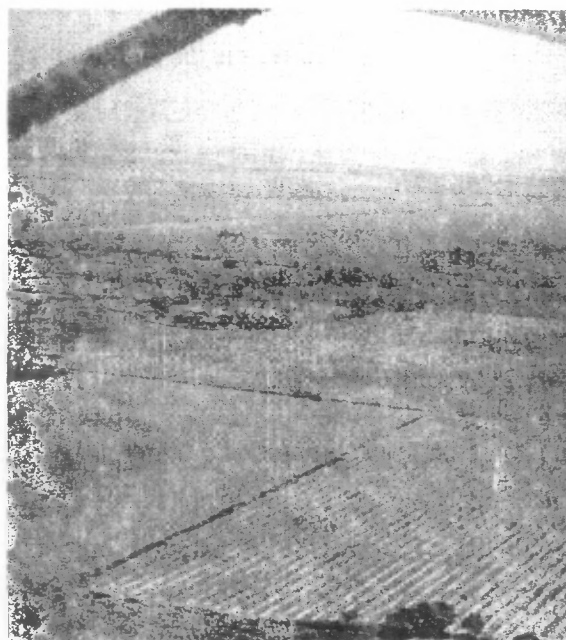


Figura 3. Estrato II, Zona Cañera.

Estrato III

En las áreas del estrato III o zona baja (<100 msnm) predominan los suelos Mollisoles, aunque también se encuentran suelos del orden Andisol, Entisol e Inceptisol. La precipitación promedio anual en áreas arriba de los 50 msnm varía de 1,500 a 2,000 mm, mientras que abajo de los 50 msnm es menor a los 1,500 mm. La temperatura promedio anual es mayor a los 25°C. (Ver Figura. 4). Aquí se encuentra ubicada la estación Sinóptica del Puerto de San José, a una latitud de 13 grados, 56 minutos; longitud de 90 grados, 50 minutos, y una elevación de 6 m.s.n.m. De igual manera también se encuentra ubicada en este estrato la Finca Verapaz a una latitud de 14 grados, 32 minutos y 52 segundos; longitud de 91 grados, 26 minutos y 2 segundos, a una elevación de 37 msnm (13)



Figura 4.
Estación Aeropuerto de Retalhuleu

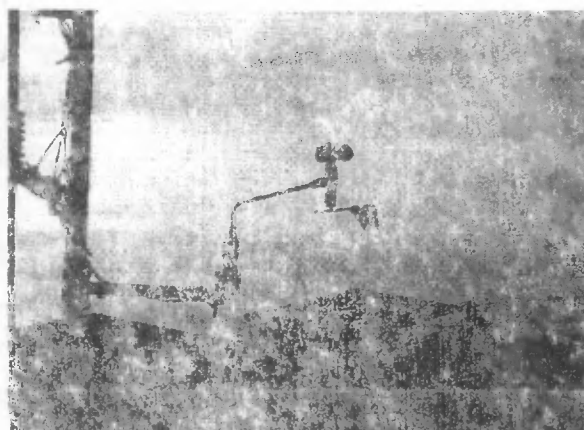


Figura 5.
Estación Cengicaña



Figura 6.
Estrato III, Zona Cañera.

4.2 MARCO CONCEPTUAL:

4.2.1 CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA:

Es necesario considerar la atmósfera en su conjunto y su evolución durante un período bastante largo para comprender los diversos acontecimientos que en ella se producen. Este conocimiento es esencial si se quiere pronosticar el estado futuro de la atmósfera.

Uno de los métodos que se pueden utilizar para estudiar la atmósfera en su conjunto consiste en determinar su movimiento promedio durante un período de días. Este movimiento promedio se llama *circulación general de la atmósfera*, punto de partida interesante para el estudio de las situaciones sinópticas permanentes o semipermanentes que rigen el tiempo atmosférico (11).

El movimiento promedio en la troposfera:

Los mapas de presión promedio al nivel del mar en enero y julio, muestran la existencia de un cinturón de bajas presiones hacia los 60° de latitud y otro cinturón de altas presiones situado a, aproximadamente, 30° de latitud. Estas configuraciones existen en los dos hemisferios y se les conoce, respectivamente, por las expresiones zona de bajas presiones subpolares y zona de altas presiones subtropicales.

La Figura 7 representa un esquema simplificado de la distribución de la presión promedio, válido únicamente si se supone que la superficie terrestre es uniforme, ya que no presenta las deformaciones correspondientes a la desigual distribución de los océanos y de los continentes. Asimismo, en este esquema se indica la dirección del viento en superficie que correspondería a esa situación ideal.

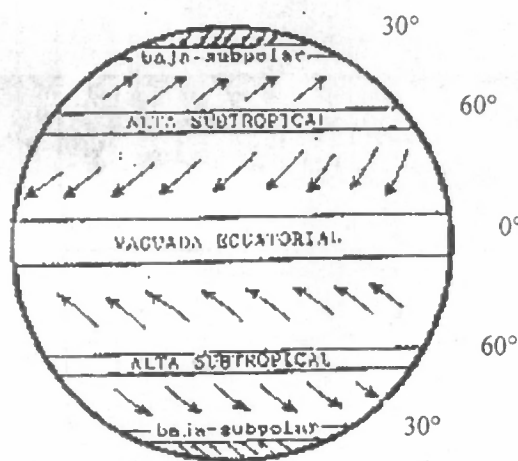


Figura 7.
Circulación al nivel del mar, suponiendo la Superficie de la tierra uniforme

La zona de altas presiones subtropicales en cada hemisferio contiene un cierto número de celdas de altas presiones, algunos de los cuales ocupan frecuentemente posiciones privilegiadas. Son los anticiclones semipermanentes que también se desplazan hacia los polos cuando, en verano, el Sol está sobre el hemisferio considerado.

Cuando el viento sopla a lo largo de los paralelos, el movimiento es un flujo zonal. En realidad, el viento varía de un punto a otro pero es posible calcular la componente zonal promedio del este o del oeste del viento en un paralelo cualquiera. Es lo que se llama viento zonal promedio.

El eje vertical de las altas presiones subtropicales está inclinado hacia el ecuador, partiendo de la superficie, aproximadamente en los 30° de latitud. Este eje forma el límite entre los vientos del oeste y los vientos del este tropicales que, en las capas bajas, son el componente promedio zonal de los alisios (11).

4.2.2 METEOROLOGÍA TROPICAL:

Geográficamente, las regiones tropicales están situadas entre el Trópico de Cáncer ($23^\circ 27' N$) y el Trópico de Capricornio ($23^\circ 27' S$). Sin embargo, en Meteorología no es conveniente considerar de manera precisa a estos límites.

En muchos casos, el tiempo meteorológico de las bajas latitudes no puede ser estudiado aisladamente. Existe una interacción entre las partes de la atmósfera situadas a diferentes latitudes y muy a menudo resulta ventajoso considerar la atmósfera en su totalidad.

Campo de la Meteorología Tropical:

En el transcurso del año, cada celda de Hadley se desplaza hacia el norte y hacia el sur de acuerdo con el movimiento del Sol respecto a la Tierra. La situación de estas celdas también está influenciada por las diferencias de superficies continentales y oceánicas. Como resultado de lo anterior, las celdas cambian de posición con el tiempo en forma variable a lo largo de los diversos meridianos.

El aire descendente en cada celda llega a la superficie de la Tierra en el cinturón de altas presiones subtropicales de los dos hemisferios ("latitudes del caballo"). Por lo tanto, el centro de estos cinturones de altas presiones debe desplazarse igualmente hacia el norte y hacia el sur a partir de una posición promedio que se sitúa a 30° de latitud aproximadamente.

En razón de lo anterior, se incluye en este estudio de la Meteorología Tropical, la región situada entre los dos cinturones de altas presiones subtropicales; es decir, la zona comprendida entre los dos paralelos de latitud 30° (11).

Vaguada Ecuatorial:

Los alisios de los dos hemisferios se dirigen hacia el ecuador desde el cinturón de las altas presiones subtropicales hacia una zona de presión relativamente baja que se conoce como *vaguada ecuatorial*.

La posición promedio del centro de la vaguada ecuatorial no está en el ecuador geográfico, sino aproximadamente a la latitud de 5° N que, algunas veces, se llama *ecuador meteorológico*.

Esquema simplificado de la circulación al nivel del mar:

La configuración de las presiones y de la circulación de los vientos se desplaza con la latitud en función del movimiento aparente del Sol respecto a la tierra. Las posiciones extremas se alcanzan en enero y julio.

La Figura 8 muestra la distribución promedio de la presión al nivel del mar en enero, así como una representación esquemática de la circulación eólica al nivel del mar. En esta época del año, el centro de la vaguada ecuatorial se sitúa aproximadamente a los 5° S (11).

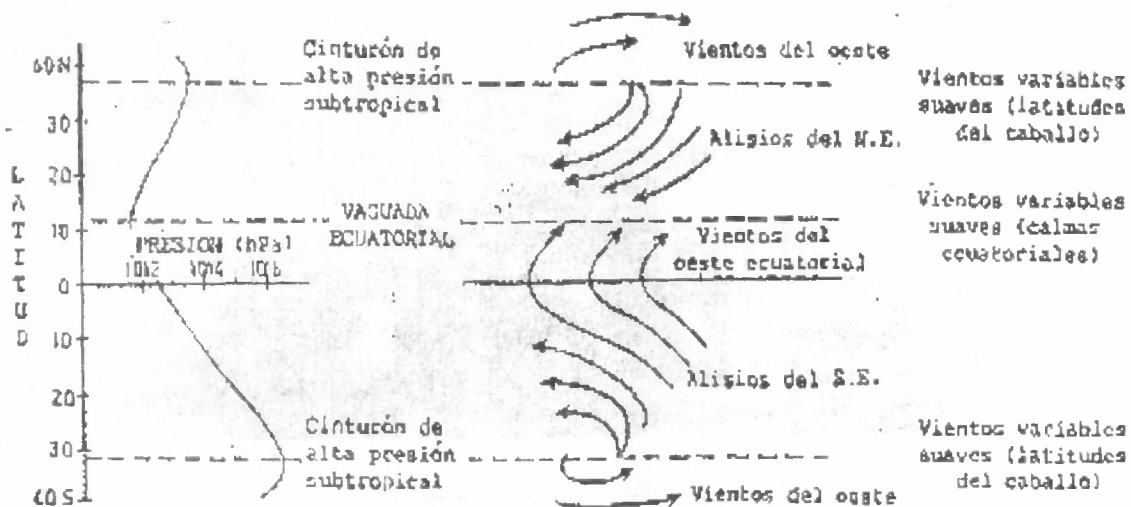


Figura 8.
Presión al nivel del mar y líneas de corriente en Enero

La Figura 9 representa la distribución de la presión y del viento en julio. El Sol se desplaza hacia el Norte y la vaguada ecuatorial se sitúa aproximadamente a los 12° N.

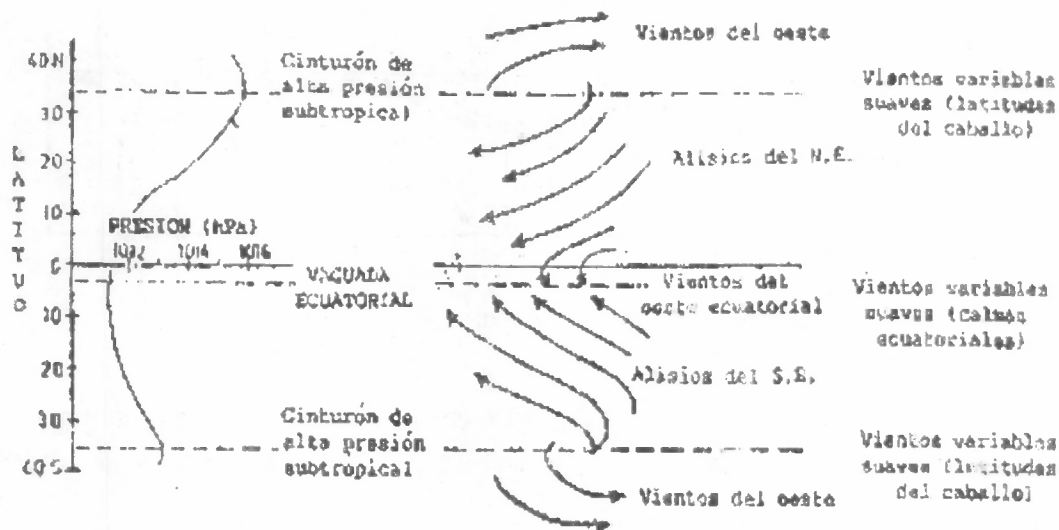


Figura 9. Presión al nivel del mar y líneas de corriente en Julio

En las proximidades del ecuador, la fuerza de Coriolis se hace muy pequeña. El viento está muy influenciado por las condiciones locales y la fricción. Por lo tanto, la componente del viento atraviesa las isobaras de las altas a las bajas presiones, esto es, hacia la vaguada ecuatorial.

- Al pasar al otro hemisferio, la fuerza de Coriolis aumenta con la latitud pero la desviación cambia de sentido. Los alisios tienden a transformarse en vientos ecuatoriales del oeste cuando pasan el ecuador dirigiéndose hacia la vaguada ecuatorial. Este aspecto está representado en las Figuras 8 y 9.

En ciertas regiones puede haber vientos del este en ambos lados de la vaguada ecuatorial, estando ausentes los vientos ecuatoriales del oeste.

Hasta ahora se ha visto la circulación promedio sobre toda la tierra para los meses de enero y julio. En realidad, la posición de la vaguada ecuatorial varía según los meridianos (11).

La Figura 10 representa la posición promedio de la vaguada ecuatorial según la longitud. Se observará que en enero pasa por el norte de Australia y el sur de Africa. En el transcurso del año se desplaza hacia el norte y en julio alcanza el sudeste de Asia y el norte de Africa. La amplitud del desplazamiento en estas regiones es más grande que en otra parte debido a la formación, sobre estos continentes, de presiones térmicas, así como a los bajos promedios mensuales de la presión al nivel del mar.

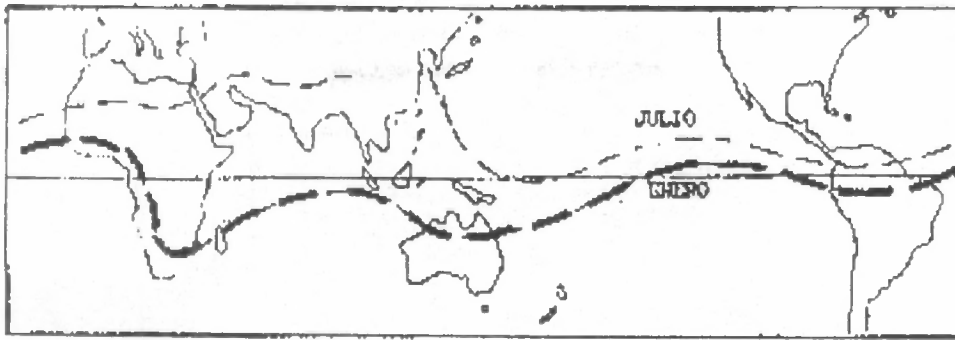


Figura 10. Posiciones promedio de la Vaguada Ecuatorial

Estos promedios y los patrones correspondientes del viento ocultan las variaciones diarias que ocurren en los trópicos. Sin embargo, constituyen una base útil para los estudios de la Meteorología Tropical (11).

Alisios:

Los alisios soplan en casi todas las regiones comprendidas entre los cinturones de altas presiones subtropicales y la vaguada ecuatorial. En el Hemisferio Norte, el aire que se dirige hacia el ecuador es desviado hacia la derecha por la fuerza de Coriolis y forma los alisios del nordeste. De la misma manera, en el Hemisferio Sur, la desviación hacia la izquierda origina los alisios del sudeste.

Los vientos no tienen siempre exactamente estas direcciones. Además de los efectos locales, debido a las desigualdades de la superficie subyacente, existen diferencias de gradientes de presión y la fuerza de coriolis, que hacen que la dirección e intensidad del viento varíen de un instante a otro y de un sitio al otro.

Sin embargo, los alisios son conocidos por su persistencia y su regularidad. Sobre los océanos, se caracterizan por Cumulus cuya base está alrededor de un kilómetro y su cima a dos kilómetros aproximadamente.

Sobre los litorales frente al viento, el desarrollo vertical de la nube es mayor y existe la posibilidad de que ocurran chubascos, sobre todo cuando la intensidad del viento aumenta. A veces, sin embargo, las regiones de barlovento de las barreras montañosas casi están libres de nubes bajas (11).

El limitado desarrollo de las nubes y el tiempo generalmente bueno que está asociado a los alisios, dependen de la inversión de los alisios. La subsidencia en los cinturones de altas presiones subtropicales provoca la formación de una inversión que persiste en una parte del trayecto hacia el

ecuador del aire que constituye los alisios. La inversión de los alisios actúa como una especie de "tapadera" que limita el desarrollo de las nubes, especialmente en los océanos.

Sin embargo, mientras el aire se mueve hacia el Oeste, dirigiéndose al ecuador, la inversión de los alisios empieza a debilitarse y su base llega a estar más alta. Esto permite que el desarrollo vertical de las nubes se extienda a mayores altitudes y que la precipitación sea más fuerte y más frecuente en las proximidades de la vaguada ecuatorial.

Zonas de Convergencia:

Aunque los frentes activos se manifiestan rara vez en los trópicos, debido a los débiles gradientes térmicos horizontales, se observa frecuentemente la formación de nubes y de precipitaciones sobre grandes regiones. La convergencia a bajo nivel en las depresiones o a lo largo de los ejes de vaguada, provoca movimientos ascendentes que van acompañados de formación de nubes y precipitaciones. Este efecto es más acentuado si se produce divergencia en la alta troposfera.

También puede producirse convergencia cuando se acercan dos flujos de aire que vienen de direcciones diferentes. Si el aire tropical húmedo se ve forzado a elevarse pueden formarse, en la proximidad de la zona de convergencia, líneas organizadas de Cumulus o de cumulonimbus y bandas de Cirrostratus (11).

El tiempo en la vaguada ecuatorial:

La vaguada ecuatorial se llama también zona de calmas ecuatoriales. Aunque sea en general una región de vientos débiles y de dirección variable, pueden formarse tormentas eléctricas locales debidas al calentamiento de la superficie subyacente y a la orografía. Además, pueden producirse turbonadas locales acompañadas de chubascos.

Las zonas de convergencia en la región de la vaguada ecuatorial pueden provocar la formación de nubes y de precipitaciones de gran extensión. Las cimas de los Cumulus y de los Cumulonimbus se despliegan a niveles muy altos, formando capas de Altostratus y de Cirrostratus. Mientras se desarrollan tormentas eléctricas en las celdas convectivas puede caer lluvia a los altostratus sobre una gran superficie. El ancho de la banda de mal tiempo varía en función de la escala de convergencia (11).

Zona intertropical de convergencia:

La convergencia se produce en gran escala cuando los alisios de los dos hemisferios concurren en una estrecha zona. Es la zona intertropical de convergencia. En general, los alisios de los dos hemisferios están separados por una zona ancha de calmas ecuatoriales, pero en ciertas regiones los alisios del noreste y del sudeste circulan próximos unos a otros.

La zona intertropical de convergencia se caracteriza por un tiempo muy malo que se manifiesta en una gran superficie. El desarrollo vertical de las nubes se extiende a todo el espesor de la troposfera hasta la tropopausa de las regiones tropicales a altitudes de 17 km o más. La base de las nubes puede descender a algunos cientos de metros, e incluso bajar algunas veces casi hasta la superficie. En general, se producen fuertes lluvias, frecuentes tormentas eléctricas y turbonadas violentas.

4.2.3 Variación diurna y efectos locales:

Los efectos de la variación diurna y los efectos locales son muy importantes en los trópicos. A menudo, ejercen una influencia más grande que las perturbaciones a escala sinóptica. La variación diurna de la temperatura, del viento y de la lluvia se acentúa por los efectos orográficos.

La variación diurna de la temperatura depende mucho de la dirección de los vientos dominantes. Cuando existen vientos que soplan regularmente del mar hacia la costa, la variación diurna de la temperatura es pequeña. Por el contrario, el clima puede tener un carácter más o menos continental cuando los vientos dominantes soplan hacia el mar. La amplitud de la variación diurna puede ser entonces relativamente grande.

La brisa de mar tiene importantes efectos sobre la temperatura y sobre el tiempo en muchos lugares de las regiones tropicales. También puede reforzar los vientos dominantes cuando vienen al mar. Si las costas son accidentadas, la brisa de mar puede combinarse con el efecto anabático.

En las regiones donde el aire es húmedo e inestable, la brisa de mar puede favorecer los movimientos verticales, provocando chubascos o tormentas eléctricas por la tarde. De la misma manera, la brisa de tierra puede producir tormentas eléctricas en el mar al amanecer (11).

4.2.4 VIENTO EN SUPERFICIE

Una parte de la energía de radiación solar que llega a la Tierra se transforma finalmente en energía cinética de los gases de la atmósfera, cuyas moléculas están en consecuencia siempre en movimiento.

El viento es el movimiento natural del aire atmosférico. En meteorología, esta palabra se refiere, en general, a un movimiento de conjunto del aire cerca de la superficie terrestre o en altitud.

El movimiento del aire raramente es regular. Generalmente es turbulencia, con torbellinos de forma y dimensiones variadas, que se desarrollan en el aire y perturban su flujo. El efecto de la turbulencia cerca de la superficie terrestre es la producción de variaciones rápidas e irregulares de la intensidad y de la dirección del viento. Estas fluctuaciones de frecuencia son independientes unas de otras y producen ráfagas (11).

4.2.5 Principios generales de la medida del viento en superficie:

Dirección e Intensidad del Viento:

En Meteorología, el viento se define como "aire en movimiento horizontal", entendiéndose que si tiene una componente vertical se prescinde de ella (10).

El viento se representa por un vector plano, de módulo proporcional a la intensidad y dirigido hacia el punto del horizonte hacia donde va. Sin embargo, en la práctica meteorológica tradicional, se llama dirección del viento, al punto del horizonte de donde viene por ser este, el punto hacia donde señala la punta de la veleta.

Para medir la intensidad están en uso tres unidades: m/s., km./h., y el nudo. En lugar de la intensidad, se puede usar la llamada impropriamente *fuerza del viento*, pues es una presión, o sea la fuerza ejercida sobre una superficie plana normal a la dirección, que suele medirse en Kilopondio sobre metro cuadrado (kp/m^2). Cuando no se dispone de anemómetro y se acude a una simple estimación, se aplica la escala de Beaufort, de 12 grados, que no es una medida sino una graduación. En la práctica climatológica se da preferencia a la intensidad.

La dirección se determina por el acimut del punto de donde viene el viento, pero como ésta magnitud no está definida con suficiente precisión, se suele referir al punto más próximo de la rosa náutica. En climatología la Rosa Náutica se sigue empleando, aunque en Meteorología Sinóptica ha sido ya reemplazada por el acimut. Hay la rosa de 8 direcciones y la de 16 direcciones. En la de 8 direcciones, los intervalos angulares son, naturalmente de 45 grados, y en la de 16 direcciones, de 22 grados 30 minutos.

Jansá (10) indica que la intensidad y la dirección del viento, son tratados en Climatología como dos elementos independientes, de donde resulta para ellos una complicación artificial de su distribución estadística, pues el verdadero elemento es el "vector viento", cuya distribución estadística, aunque de ordinario bidimensional, sería mucho más regular. Asimismo señala que hay una razón práctica para proceder así, y es que las medidas de la intensidad y de la dirección se confían a dos instrumentos distintos: *el anemómetro y la veleta*. No importa que muchas veces estén acoplados, constituyendo un sólo aparato, porque el acoplamiento es completamente extrínseco y las indicaciones que cada órgano del aparato proporciona son del todo independientes entre sí. El mismo autor indica que debe de aceptarse el hecho de que el viento, al contrario de los que ocurre con los demás elementos climatológicos, que son escalares, requiere la consideración de dos medidas, (dirección e intensidad), como consecuencia de su naturaleza vectorial y de no ser cómoda la elaboración estadística de las magnitudes vectoriales como tales.

Condiciones de medición del viento:

De fina, citado por Bautista M. (1), indica que el flujo del aire está sujeto a innumerables perturbaciones producidas por los obstáculos que se ve obligado a superar y por el rozamiento con el suelo. De aquí resulta la estructura turbulenta del flujo, que se manifiesta en la rafagosidad o fluctuación desordenada, tanto de la intensidad como de la dirección. Las medidas que han de servir de base a la meteorología y a la climatología se han de referir al viento medio, en el que el efecto de la turbulencia ha sido eliminado. Por eso se ha convenido en definir la dirección y la intensidad del viento como media de las direcciones y media de las intensidades en diez minutos. El rozamiento exterior (con el suelo) y la viscosidad se manifiestan no sólo por sus efectos sobre el flujo instantáneo, de donde resulta la turbulencia, sino también sobre el flujo medio: en contacto con el suelo la intensidad es nula y va creciendo con la altura; la dirección, que en las capas más próximas al suelo se mantiene sensiblemente constante, va cambiando también después, aún cuando las condiciones meteorológicas sean las mismas, siendo un verdadero régimen de capa límite. Se considera que la capa límite coincide con el estrato en contacto con el suelo, donde la dirección no cambia. Si el suelo es llano y la superficie moderadamente rugosa, el espesor de esta capa es de unos 10 m. Por eso se ha convenido medir internacionalmente la dirección y la intensidad del viento a una altura de 10 m. sobre el suelo natural, en terreno despejado y sin obstáculos. Esta altura se llama altura normal del anemómetro. Si la instalación no cumple esta condición es necesario aplicar una corrección para hacer comparables los datos de unas estaciones con los de otras. Sobre terreno llano la ley de variación de la intensidad con la altura dentro de la capa límite es logarítmica, aunque depende del coeficiente de rugosidad del suelo. Sobre el suelo arbolado, cubierto de construcciones o muy accidentado, la variación es muy irregular y las reducciones al nivel normal deberían efectuarse después de un estudio local previo.

El viento, referido a la altura normal de 10 m., se califica de viento junto al suelo, del mismo modo que se toma como temperatura junto al suelo la medida a 1.5 m. (1).

4.2.6 VIENTOS LOCALES:

En cualquier localidad, la naturaleza del flujo atmosférico está influida por las características de la superficie sobre la que se desplaza y por las variaciones de elevación de la superficie terrestre (1).

Brisa de mar:

En las proximidades de las costas, frecuentemente al final de la mañana, se establece un viento que sopla del mar, alcanza su intensidad máxima al comienzo de la tarde, después disminuye progresivamente y cesa por la noche. La intensidad de esta brisa es mayor cuando el día es cálido, pero puede ser débil cuando el cielo está nublado. Este viento se llama *brisa de mar*.

La causa básica de este movimiento del aire es el diferente calentamiento de la superficie del mar y de las tierras causado por la radiación solar; en el transcurso del día, la temperatura de la superficie del mar no se eleva tan rápidamente como la de la superficie del suelo, y por lo tanto las capas más bajas de la atmósfera se hacen cada vez más calientes sobre la tierra que sobre el mar.

La Figura 11 representa dos columnas de aire de la misma altura, situadas una sobre la tierra y la otra sobre el mar. El aire caliente sobre la tierra se dilata y tiende a elevarse. Una parte de este aire sobrepasa el límite superior de la columna y penetra en la región situada sobre ella.

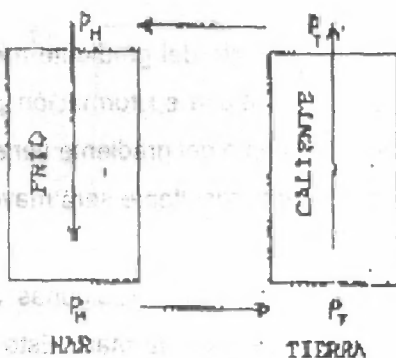


Figura 11.
Diferencias de presiones que resultan por diferencias de calentamiento

La presión P_t al nivel del límite superior de la columna aumenta y se hace mayor que la presión P_m al mismo nivel sobre el mar. El resultado es que el aire en la altura tiende a desplazarse hacia el límite superior de la columna fría.

Al nivel del mar, debido a la transferencia de aire en la altura, la presión P_m sobre el mar es mayor que la presión P_t sobre la tierra, es decir, se establece una brisa de mar. La circulación se completa por un movimiento descendente del aire sobre el mar, para reemplazar el aire que va hacia la tierra (11).

En la Figura 12 se representa el resultado de estos movimientos. En las latitudes mayores que 20°C , aproximadamente, la fuerza de Coriolis es suficiente para influir sensiblemente sobre la dirección de la brisa de mar cuando se establece la circulación.

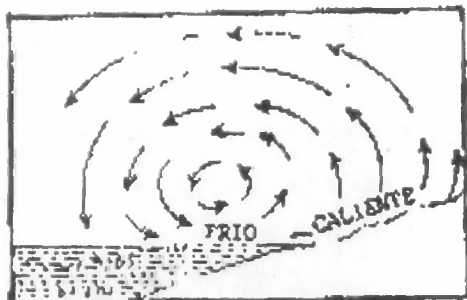


Figura 12.
Brisa de Mar

En los trópicos, los contrastes entre las temperaturas sobre el mar y sobre la tierra son muy marcadas. También es muy grande la tendencia al desarrollo de la inestabilidad sobre las tierras excesivamente calentadas. Por lo tanto, la brisa de mar tiende a ser más fuerte en estas regiones. Cuando el aire situado sobre las tierras es húmedo e inestable, incluso se pueden formar tormentas eléctricas después de que se establezca la brisa de mar.

En ciertas situaciones, sobre el viento del gradiente a escala sinóptica puede tener dirección contraria a la brisa de mar y por tanto retrasa su formación pudiendo llegar incluso a impedir que alcance la costa. Por el contrario, si el viento del gradiente tiene aproximadamente la misma dirección que la brisa de mar, la intensidad del viento resultante será mayor.

Por otra parte, este viento resultante puede, algunas veces, tomar una dirección intermedia entre la del viento del gradiente y la de la brisa de mar. Esto se muestra en la Figura 13, donde la longitud de las flechas que representan el viento es proporcional a su intensidad (11).



Figura 13.
Efecto de la Brisa de Mar sobre el viento de gradiente.

Al comienzo de la tarde, las diferencias de temperatura aumentan y el gradiente de presión local entre tierra y mar se intensifica. El resultado es un incremento de la brisa de mar. Por otro lado, también se hace mayor la correspondiente fuerza de Coriolis y, por lo tanto, la brisa tiende a orientarse más paralelamente a la costa. Cerca de los grandes lagos, se produce un fenómeno análogo que provoca una *brisa de lago*, a una escala menor, claro está, que la brisa de mar.

También los fenómenos de monzón son debidos a diferencias de calentamiento, pero a gran escala. No se trata de vientos locales, sino que se forman entre el océano y un continente entero. El monzón de la India y de otras regiones se forma de esta manera.

Brisa de tierra:

En el curso de la noche, en las regiones costeras, pueden establecerse en las capas bajas brisas de tierra dirigidas de la tierra hacia el mar. Son el resultado del enfriamiento nocturno por radiación que se produce más rápidamente sobre el suelo que sobre el mar.

La temperatura del suelo puede llegar a ser más baja que la del mar y el aire de las capas bajas sobre la tierra se hace más frío que el que se encuentra sobre el mar. Por lo tanto, al ser más frío será más denso y el aire sobre la tierra tenderá a descender.

Como la presión en la altura sobre la tierra se hace más baja que la que hay al mismo nivel sobre el mar, el aire se mueve en la dirección del mar hacia la tierra.

Al nivel del mar se produce lo contrario, la presión sobre el mar llega a ser mayor que la presión sobre la tierra debido al desplazamiento del aire en altitud. El resultado es que el aire en las capas bajas tiende a desplazarse de la tierra hacia el mar. Esto es la brisa de tierra (11).

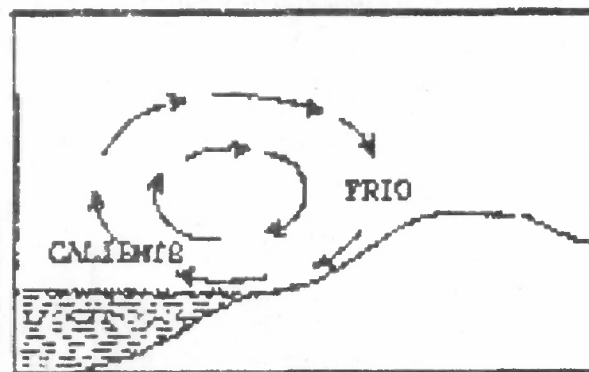


Figura 14.
Brisa de Tierra

Generalmente, la brisa de tierra es más débil que la brisa de mar ya que las diferencias de temperatura y, por lo tanto, el gradiente local de presión resultante son menores. En las regiones tropicales ambas brisas son más fuertes. Algunas veces obliga a elevarse al aire húmedo e inestable, provocando, al final de la noche, la formación de tormentas eléctricas sobre el mar cerca de la costa (11).

4.2.7 Régimen de vientos:

Para la agricultura de la región es importante conocer el régimen de vientos. En estos países montañosos, angostos y rodeados por océanos, el aporte de humedad del mar transportada tierra adentro influye notablemente en el régimen de lluvias.

La época de siembra está relacionada con la entrada de las lluvias. Para utilizar riego es necesario conocer los períodos de escasez de agua; éstos se pueden relacionar con el debilitamiento de los sistemas de viento o su intensificación en el área. Otras actividades agrícolas como la aplicación de abono, insecticida o herbicida, se pueden planificar mejor si se conocen los datos climatológicos de cada región (2).

4.2.8 Estaciones Sinópticas:

Son aquellas en las cuales se obtienen datos meteorológicos que permiten conocer, en una amplia región, el estado de la atmósfera en un momento determinado y hacer pronóstico sobre su evolución y comportamiento (7).

4.2.9 Estaciones Climatológicas:

En éstas se obtienen datos meteorológicos con una consistencia, homogeneidad y duración tales, que permiten describir el clima de una región o explicarlo (7).

5. OBJETIVOS:

5.1 GENERAL:

Describir el patrón del comportamiento de intensidad y dirección del viento a nivel mensual, respaldado cada mes con información horaria de cuatro estaciones sinópticas, ubicadas en dos estratos altitudinales, en la Costa Sur de Guatemala.

5.2 ESPECÍFICOS:

- Describir a nivel mensual el comportamiento del sistema de vientos sinópticos.
- Realizar un análisis descriptivo del comportamiento horario-mensual, de la **Intensidad** del viento durante el período de 1987 a 1998, para las estaciones San José y Retalhuleu, y 1998 para Cengicaña y Verapaz.
- Analizar descriptivamente el comportamiento horario-mensual, de la **Dirección** del viento durante el período de 1987 a 1998, para las estaciones San José y Retalhuleu, y 1998 para Cengicaña y Verapaz.
- Comparar los patrones de viento que se presentan en cada región en donde se ubican las estaciones estudiadas.
- Validar la Información de las Estaciones.

6. METODOLOGÍA:

6.1 Análisis Descriptivo del comportamiento histórico del viento por estación:

El estudio de dirección e intensidad y del viento se realizó basándose en datos históricos horarios del viento medido a 10 metros de altura sobre el suelo, de las estaciones Sinópticas del Aeropuerto del Puerto de San José, del Aeropuerto de Retalhuleu, las cuales son propiedad del INSIVUMEH; así como la de CENGICAÑA Sta. Lucía Cotzumalguapa, y de la Finca Verapaz Pueblo Nuevo Tiquisate, las cuales son propiedad privada y están ubicadas en la Costa Sur de Guatemala (6, 8, 9)

Se utilizaron datos horarios de dirección e intensidad y del viento durante el período de 1987, a 1998, tomando en cuenta que la estación de Retalhuleu registra únicamente 12 horas (diurnas) en comparación con las 24 horas que registran las demás estaciones. El cuadro 2 presenta como se distribuyen los datos para cada estación:

Cuadro 2. Ejemplo de la distribución de registros de viento para la estación del Puerto de San José.

Mes	Año inicio	Año final	No. Años	No. días	No. de horas	total
Ene.	1987	1998	12	31	24	8,928
Feb.	1987	1998	12	28	24	8,064
Mar.	1987	1998	12	31	24	8,928
Abr.	1987	1998	12	30	24	8,640
May.	1987	1998	12	31	24	8,928
Jun.	1987	1998	12	30	24	8,640
Jul.	1987	1998	12	31	24	8,928
Ago.	1987	1998	12	31	24	8,928
Sep.	1987	1998	12	30	24	8,640
Oct.	1987	1998	12	31	24	8,928
Nov.	1987	1998	12	30	24	8,640
Dic.	1987	1998	12	31	24	8,928
Total:						105,120

Fuente: Depto. De Análisis y pronósticos, INSIVUMEH.

Con los datos horarios, se elaboró para cada mes, un cuadro de presentación a nivel horario, de las distribuciones de frecuencia de la intensidad y dirección, mediante el siguiente procedimiento:

- La dirección fue distribuida en 8 intervalos de clase correspondientes a los 8 puntos de la Rosa Náutica: Norte, Sur, Este, Oeste, Noreste, Sudeste, Noroeste, Sudoeste.
- La intensidad del viento (en km./h) se agrupó en 5 clases siguientes: Calma (0 a 5), de 6 a 11, de 12 a 19, de 20 a 29, y mayor de 30 Kilómetros por hora.
- Se determinó la frecuencia en porcentaje del comportamiento del viento utilizando la clasificación de la dirección e intensidad y de los incisos a y b. Lo anterior puede observarse en el cuadro 3:

Cuadro 3. Análisis Frecuencial de dirección e intensidad del Viento:

Estación: _____

Mes: _____ Hora: _____

DIRECCIÓN	CLASE DE VELOCIDAD (km./h.)				
	CALMA	6 a 11	12 a 19	20 a 29	> a 30
N 340-020					
NE 025-065					
E 070-110					
SE 115-155					
S 160-200					
SW 205-245					
W 250-290					
NW 295-335					

Posteriormente se ingresaron los resultados a la computadora, para la elaboración de cuadros de resúmenes de resultados, análisis estadísticos y gráficos como lo son las Rosas de Viento, y de dos ejes, para una mejor interpretación, valiéndonos de la ayuda de la hoja electrónica Excel 97 de la familia MS Office para Windows 95.

6.2 Análisis Comparativo:

Para la comparación se utilizaron los sectores de vientos más frecuentes tanto en intensidad como en dirección, fue necesario la utilización de la herramienta estadística llamada chi-cuadrado, la cual es una prueba que frecuentemente se aplica para determinar que tan bien las proporciones observadas se comparan con las proporciones estadísticas esperadas. Esta prueba calcula las desviaciones de los números observados con respecto a los números esperados en un valor numérico llamado X^2 . La fórmula es:

$$X^2 = \frac{\text{total de } (\text{observados} - \text{esperados})^2}{\text{Esperados}} \text{ para todos los casos}$$

6.2.1 Dirección del viento:

Plan de Análisis:

a. *Hipótesis:*

Ho: La Dirección del viento es similar en las regiones donde se ubican las estaciones en estudio.

$$\begin{aligned} P_{NW-NE1} &= P_{NW-NE2} = P_{NW-NE3} = P_{NW-NE4} \\ P_{SE-SW1} &= P_{SE-SW2} = P_{SE-SW3} = P_{SE-SW4} \end{aligned}$$

b. $\alpha = .05$

c. *Supuestos:*

4 MAR; Variable Multinomial

d. *Estadístico:*

X^2 ya que E_{ij} es > 5

e. *Región de Rechazo:*

Una cola. $\alpha = .05$ G.L. = $(L-1)(K-1) = (2-1)(4-1) = 3$

Según tabla $X^2(.95, 3 \text{ GL}) = 7.81$, entonces se rechaza

Ho: si $X^2 . > 7.81$

6.2.2 Intensidad del viento:

Plan de Análisis:

a. *Hipótesis:*

Ho: La Intensidad del viento es similar en las regiones donde se ubican las estaciones en estudio.

$$\begin{aligned} P_{0-5 \text{ KPH1}} &= P_{0-5 \text{ KPH2}} = P_{0-5 \text{ KPH3}} = P_{0-5 \text{ KPH4}} \\ P_{6-11 \text{ KPH1}} &= P_{6-11 \text{ KPH2}} = P_{6-11 \text{ KPH3}} = P_{6-11 \text{ KPH4}} \\ P_{12-19 \text{ KPH1}} &= P_{12-19 \text{ KPH2}} = P_{12-19 \text{ KPH3}} = P_{12-19 \text{ KPH4}} \end{aligned}$$

b. $\alpha = .05$

c. *Supuestos:*

4 MAR; Variable Multinomial

d. *Estadístico:*

X^2 ya que E_{ij} es > 5

e. *Región de Rechazo:*

Una cola. $\alpha = .05$ G.L. = $(L-1)(K-1) = (3-1)(4-1) = 6$

Según tabla $X^2(.95, 6 \text{ GL}) = 12.6$, entonces se rechaza

Ho: si $X^2 . > 7.81$

6.3 Validación de la Información de las Estaciones:

La validación se llevó a cabo mediante Tomas Fotográficas de las columnas de humo de las chimeneas del Ingenio Pantaleón, estas sirven como trazador de la dirección e intensidad del Viento. Se eligió ese lugar debido a su ubicación con respecto al Norte, a su fácil reconocimiento y accesibilidad. Las fotografías fueron tomadas de la siguiente forma:

- Durante el período de la investigación que comprende de Noviembre de 1998 a Abril de 1999, se realizaron tomas fotográficas de los vientos diurnos que comprende de las 09:00 a 16:00 horas.
- Posición de la toma fotográfica, de Sur a Norte.
- Se ordenó de forma horaria las tomas de fotografías.

7. VARIABLES:

7.1 DIRECCION DEL VIENTO:

La dirección fue distribuida en 8 intervalos de clase, los cuales corresponden a los 8 puntos de la Rosa Náutica, siendo estos los siguientes:

- Norte (N)
- Sur (S)
- Este (E)
- Oeste (W)
- Noreste (NE)
- Noroeste (NW)
- Sudeste (SE)
- Sudoeste (SW)

7.2 INTENSIDAD DEL VIENTO:

La velocidad del viento (km./hora) se agrupó en las 5 clases siguientes:

- Clase 1 = Calma (de 0 - 5 km./h)
- Clase 2 = de 6 - 11km/h
- Clase 3 = de 12 - 19 km./h
- Clase 4 = de 20 - 29 km./h
- Clase 5 = mayor de 30 km./h.

Las variables, dirección e intensidad, permiten la elaboración de cuadros y gráficas del régimen de viento para cada mes, a nivel horario durante el rango de tiempo analizado, lo cual permite establecer el patrón del comportamiento del viento para cada estación de una manera fácilmente comprensible.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

8.1 Análisis del Comportamiento Histórico del Viento:

A continuación se presenta una descripción del comportamiento del Viento así como un resumen de cuadros, en los cuales se observan los registros de cada estación por periodos de mayor frecuencia a nivel mensual y los análisis estadísticos para comprobar dicho comportamiento. Así como también se presenta un gráfico "Roseta de Viento" por estación en donde se pueden observar los sectores de mayor frecuencia en la ocurrencia del viento:

Mes: Enero.

Las condiciones climáticas del mes de Enero son determinadas por la influencia de sistemas de alta presión atmosférica de carácter migratorio que se intensifican en latitudes medias empujando los frentes fríos e incursionando con flujo anticiclónico desde las planicies del norte de Guatemala, descendiendo a sotavento de la boca costa pacífica y sumándose vectorialmente a la brisa terrestre o contrarrestando la brisa marina.

Históricamente se tienen antecedentes de la influencia de fuertes sistemas de alta presión atmosférica, caracterizados por regímenes de viento Norte que alcanza el litoral Pacífico, provocando efectos de compresión adiabática que por las noches se manifiesta con incrementos de temperatura ambiental en algunos casos hasta de 5 grados centígrados por hora, en promedio se pueden esperar durante el mes de enero 4 incursiones importantes de aire frío.

Vientos Nocturnos: En la estación *San José Aeropuerto* (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 20:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia de Noroeste a Norte, dirección media del Norte, intervalo angular de 45 a 67 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora a las 09:00 horas.

En la estación *Cengicaña* (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante enero de 1998 de 21:00 a 07:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Norte a Noreste, una dirección media del Noreste, intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento nocturno en superficie en San José Aeropuerto y Cengicaña, se encuentran determinados tanto por vientos sinópticos como por vientos locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 5), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de vientos Nocturnos/Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto** (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento histórico de los componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de procedencia de Norte a Sur, una dirección media del Este, con intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Retalhuleu Aeropuerto** (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sur a Norte, dirección media del Oeste, Intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña** (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Enero de 1998 de 08:00 a 10:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Oeste a Sudeste, una dirección media del Nornoreste, intervalo angular de 157 grados y una intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento en horas de la mañana en Cengicaña y puntualmente a las 10:00 horas en San José y Retalhuleu Aeropuerto, se encuentran determinados por periodos de transición entre vientos sinópticos o locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 5), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos: En la estación **San José Aeropuerto** (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudeste a Sudoeste, una dirección media del Sudsudoeste, con intervalo angular de 67 grados e intensidad de hasta 29 kilómetros por hora de 12:00 a 15:00 horas.

En la estación de **Retalhuleu Aeropuerto** (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sur a Oeste, una dirección media del Sudoeste y Oestesudoeste, intervalo angular de 67 a 112 grados y una intensidad de hasta 29 kilómetros por hora de 14:00 a 16:00 horas.

En la estación **Cengicaña** (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante 1988 de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sur a Oeste, una dirección media del Sudoeste, intervalo angular de 112 grados y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento en horas de la tarde en las estaciones de Cengicaña, San José y Retalhuleu Aeropuertos, se encuentran determinados por vientos locales diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 5), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de vientos Nocturnos/Diurnos: En la estación **San José Aeropuerto** (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento histórico de los componentes del viento en superficie de las 19:00 horas, revelan un sector de procedencia de Oeste a Norte, con dirección media Noroeste, intervalo angular de 112 grados e intensidad de 5 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña** (Ver Cuadro 4), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante enero de 1998, de 19:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Noroeste a Sur, con dirección media Noreste, intervalo angular de hasta 202 grados y una velocidad media de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento a primeras horas de la noche en las estaciones de Cengicaña y San José Aeropuerto, se encuentran determinados por periodos de transición entre vientos locales diurnos (brisa marina) y nocturnos sinópticos y locales (brisa de tierra). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 5), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 15).

Cuadro 4. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Enero.

Estación: Retalhuleu.
Mes: Enero

Horario	6 - 9 Horas	10 Horas	11 - 14 Horas	15 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	S - N	S - W	SW - W
Dir. Media	NNE	W	SW	WSW
Frec. (%)	86 - 100	86	71 - 94	85 - 91
Var. Ang.	67°	202°	112°	67°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	6 a 29	6 a 29
Frec. (%)	95 - 99	86	89 - 97	85 - 87

Estación: San José.
Mes: Enero

Horario	20 - 5 Horas	6 - 9 Horas	10 Horas	11 - 12 Horas	13 - 18 Horas	19 Horas
Procedencia	N	NW - N	N - S	SE - S	S - SW	W - N
Dir. Media	N	NNW	E	SSE	SSW	NW
Frec. (%)	69 - 86	72 - 97	77	80 - 84	71 - 94	90
Var. Ang.	45°	67°	202°	67°	67°	112°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 19	6 a 19	12 a 29	6 a 29	0 a 5
Frec. (%)	86 - 98	93 - 99	94	71 - 89	83 - 89	92

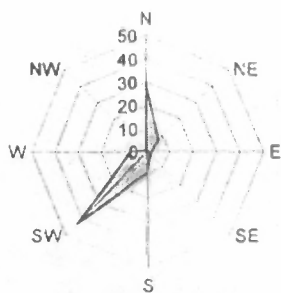
Estación: Cengicaña.
Mes: Enero

Horario	21 - 7 Horas	8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 18 Horas	19 - 20 Horas
Procedencia	N - NE	NW - E	SE - W	S - W	NW - S
Dir. Media	NNE	NNE	SSW	SW	E
Frec. (%)	73 - 93	80	83 - 93	91 - 100	80 - 84
Var. Ang.	67° - 112°	157°	157°	112°	202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 5
Frec. (%)	97 - 100	100	86 - 100	83 - 100	100

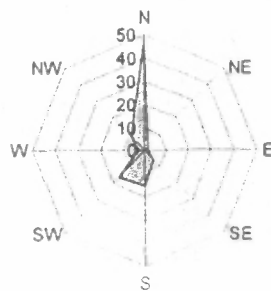
Cuadro 5. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e intensidad del viento durante el Mes de Enero de 1998.

Dirección.	Región Observados				Región Esperados.			X Tab.	X calc.
	Sjosé	Reu	Cengi.	Total	Sjosé	Reu	Cengi.		
NW - NE	20	12	18	50	16	17	17		
SE - SW	10	19	13	42	14	14	14		
	30	31	31	92				9.49	5.1

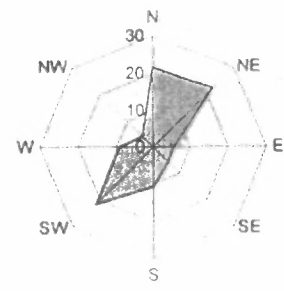
Intens.	Región Observados.				Región Esperados.			X Tab.	X calc.
	Sjosé	Reu	Cengi.	Total	Sjosé	Reu	Cengi.		
KPH.									
0 - 5	21	10	29	60	20	20	20		
6 a 11	9	21	2	32	10	11	11		
	30	31	31	92				9.49	26.1



Retalhuleu



San José



Cengicaña

Figura 15. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Enero, en donde se Observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Febrero:

Las condiciones del mes de febrero también son determinadas por la influencia de sistemas de alta presión atmosférica de carácter migratorio, que se desplazan en latitudes medias empujando los frentes fríos e incursionando con flujo anticlinal desde las planicies del norte de Guatemala, descendiendo a sotavento de la boca costa del Pacífico, la intensidad de este flujo anticlinal se incrementa considerablemente por condicionantes orográficos.

Vientos Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto** (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento de 20:00 a 08:00 horas, revelan un sector de procedencia del Noroeste al Norte, una dirección media Nornoreste y Norte, intervalo angular de 45 a 67 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora de 06:00 a 08:00 horas.

En la estación **Verapaz** (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento de las componentes del viento durante febrero de 1998, de 00:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Nornoreste al Noreste, una dirección media predominante del Nornoreste, intervalo angular de 67 a 112 grados, e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora de 02:00 a 09:00 horas.

Los resultados del comportamiento del viento nocturno en las estaciones de San José Aeropuerto y Verapaz, se encuentran determinados tanto por vientos sinópticos como por vientos locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 7), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto** (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento de 09:00 a 10:00 horas, revelan un sector de procedencia del Noreste al Sur, direcciones medias del Norte y del Este, intervalo angular de 112 a 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación de **Retalhuleu Aeropuerto** (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento a las 10:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sur a Norte, una dirección media del Oeste, amplio intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz** (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento de las componentes del viento durante febrero de 1998 de 10:00 a 11:00 horas, revelan un sector de procedencia que

va del Noreste al Sudeste, con dirección media del Noreste, amplio intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José aeropuerto, Verapaz y puntualmente a las 10:00 horas en Retalhuleu Aeropuerto, se encuentran determinados por periodos de transición entre vientos locales nocturnos (brisa terrestre), y diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 7), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos:

En la estación meteorológica **San José Aeropuerto** (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudeste a Sudoeste, dirección media del Sudsudeste, Sur y Sudsudoeste, intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 29 kilómetros por hora de 15:00 a 16:00 horas.

En la estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sur al Oeste, una dirección media del sudoeste, intervalo angular de 112 grados e intensidad media de hasta 29 kilómetros por hora de 14:00 a 17:00 horas.

En la estación de **Verapaz**, (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento de las componentes del viento durante febrero de 1998 de 12:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia que a del sudeste al noroeste, dirección media del Sur, Suroeste y Oeste, intervalo angular de 112 grados e intensidad media de hasta 29 kilómetros por hora de 15:00 a 16:00 horas.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento diurno en las estaciones San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto y Verapaz, se encuentran determinados por vientos locales diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 7), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento a las 19:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudoeste al Norte, dirección media del Oestenoroeste, intervalo angular de 157 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 6), el análisis del comportamiento de las componentes del viento durante febrero de 1998, de 21:00 a 23:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Este al Norte, direcciones medias del Estenoreste, Oestenoreste y Norte, intervalo angular de 157 a 202 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento a primeras horas de la noche en Verapaz y puntualmente a las 19:00 horas en San José Aeropuerto, se encuentran determinados por periodos de transición entre vientos locales diurnos (brisa marina) y nocturnos (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 7), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 16).

Cuadro 6. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Febrero.

Estación: Retalhuleu.

Mes: Febrero

Horario	6 - 9 Horas	10 Horas	11 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	S - N	S - W
Dir. Media	NNE	W	SW
Frec. (%)	73 - 100	88	78 - 98
Var. Ang.	67°	202°	112°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	6 a 29
Frec. (%)	95 - 98	86	88 - 97

Estación: San José.

Mes: Febrero

Horario	0 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 13 Horas	14 - 18 Horas	19 Horas	20 - 23 Horas
Procedencia	NW - N	N - S	SE - SW	S - SW	SW - N	N
Dir. Media	NNW	E	S	SSW	WNW	N
Frec. (%)	84 - 97	73 - 79	78 - 98	79 - 95	94	81 - 91
Var. Ang.	67°	202°	112°	67°	157°	45°
Vel. (KPH)	0 a 11	6 a 19	12 a 29	6 a 29	0 a 5	0 a 5
Frec. (%)	82 - 98	87 - 92	89 - 91	87 - 93	88	92 - 98

Estación: Verapaz.

Mes: Febrero

Horario	0 - 2 Horas	3 - 9 Horas	10 Horas	11 - 13 Horas	14 - 19 Horas	21 - 23 Horas
Procedencia	N - E	N - NE	S - N	SE - SW	S - W	W - E
Dir. Media	NE	NNE	W	S	SW	N
Frec. (%)	75 - 80	80 - 90	85	85 - 85	85 - 95	70 - 75
Var. Ang.	112°	67°	202°	112°	112°	157° - 202°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	0 a 11	6 a 19	6 a 29	0 a 5
Frec. (%)	75 - 100	100	95	90 - 100	95 - 100	85 - 90

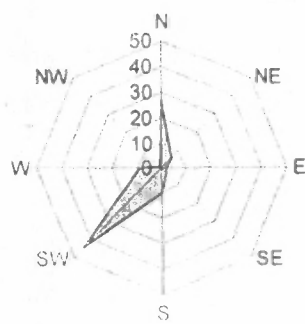
Cuadro 7. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Febrero de 1998.

Dirección del viento

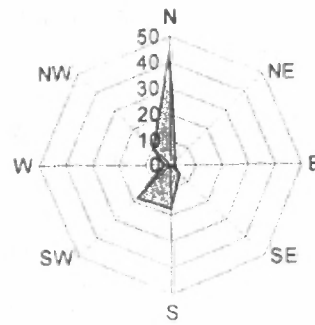
Región Observados			Región Esp.				
Dir.	Reu	Cam.	Total	Reu	Cam.	X Tab.	X calc.
NW - NE	11	15	26	14	12		
SE - SW	15	7	22	12	10		
	26	22	48			12.6	3.2

Intensidad del Viento

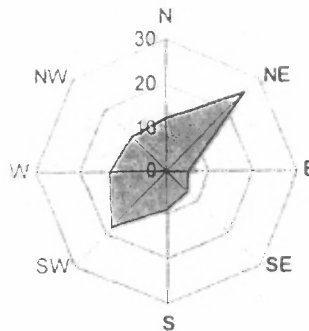
Intens. Región Obs.				Región Esp.			
KPH.	Reu	Cam.	Total	Reu	Cam.	X Tab.	X calc.
0 - 5	11	24	35	17	18		
6 a 11	14	4	18	8	10		
	25	28	53			12.6	10.2



Retalhuleu



San José



Verapaz

Figura 16. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Febrero, en donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Marzo:

Las condiciones del mes de marzo son determinadas por una etapa de debilitamiento de la influencia de sistemas de alta presión atmosférica de carácter migratorio que se desplazan en latitudes medias, empujando los frentes fríos, su flujo anticlonal se modifica en superficie al sobrepasar el Golfo de México y las planicies de la Península de Yucatán que empieza a ser calentada por el incremento en la radiación solar debido a cambios climáticos estacionales (Equinoccio de Primavera del 20 al 21 de marzo). En Guatemala durante esta etapa de transición, se empieza a establecer la época cálida, caracterizada por regímenes de viento Sur en superficie, presencia de bruma e inestabilidad atmosférica.

Vientos Nocturnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 22:00 a 08:00 horas, revelan un sector de procedencia del Noroeste al Norte; direcciones medias del Nornoroeste y Norte; intervalo angular de 45 a 67 grados; e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora de 06:00 a 08:00 horas.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante marzo de 1998, de 00:00 a 07:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Noroeste al Noreste; dirección media del Nornoroeste y Norte; intervalo angular de 67 a 157 grados; y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora de 02:00 a 06:00 horas.

En la estación de *Cengicaña*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante marzo de 1998, de 21:00 a 07:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Norte al Este; dirección media del Nornoroeste; intervalo angular de 67 a 112 grados, e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en superficie durante la noche en las estaciones de San José Aeropuerto, Verapaz, y Cengicaña, se encuentran determinados tanto por vientos sinópticos como por vientos locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 9), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 09:00 horas, revelan un sector de

procedencia del Noroeste al Sudeste; dirección media del Noreste; amplio intervalo angular de 202 grados, e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Retalhuleu Aeropuerto*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sudoeste a Norte; con dirección media del Oestenoroeste; amplio intervalo angular de 157 grados, e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante marzo de 1998, de 08:00 a 10:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Oeste al Sur; dirección media del Suroeste y Noroeste; intervalo angular de 157 a 202 grados; y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora de 02:00 a 06:00 horas.

En la estación de *Cengicaña*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante marzo de 1998, a las 08:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Norte a Sur; dirección media del Este; intervalo angular de 202 grados, e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por períodos de transición entre vientos locales nocturnos (brisa terrestre), y diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 9), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos:

En la estación meteorológica *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 10:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia sudeste a sudoeste; dirección media del Sur al Sudsudoeste; intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 29 kilómetros por hora, de 10:00 a 16:00 horas.

En la estación *Retalhuleu Aeropuerto*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sur al Oeste; dirección media del Sudoeste al Oestesudoeste; intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 29 kilómetros por hora de 14:00 a 17:00 horas.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante marzo de 1998, de 11:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sur al Oeste; dirección media del Oestesudoeste; intervalo angular de 45 a 112 grados; y una intensidad de hasta 29 kilómetros por hora de 13:00 a 16:00 horas.

En la estación de *Cengicaña*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante marzo de 1998, de 09:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sudeste a Oeste; dirección media del Sudsudoeste al Oestesudoeste; intervalo angular de 67 a 157 grados, e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora, de 13:00 a 17:00 horas.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento diurno en las estaciones San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz, y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos locales diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 9), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición Vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación meteorológica *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 8), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 19:00 a 21:00 horas, revelan un sector de procedencia sudoeste a Norte; dirección media del Oestenoroeste al Noreste; intervalo angular de 112 a 157 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 17).

Cuadro 8. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Marzo.

Estación: Retalhuleu.
Mes: Marzo

Horario	6 - 9 Horas	10 Horas	11 - 13 Horas	14 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	SW - N	S - W	SW - W
Dir. Media	NNE	WNW	SW	WSW
Frec. (%)	68 - 100	75	77 - 88	86 - 91
Var. Ang.	67°	157°	112°	67°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 19	6 a 19	6 a 29
Frec. (%)	92 - 98	99	79 - 92	80 - 89

Estación: San José.
Mes: Marzo

Horario	22 - 5 Horas	6 - 8 Horas	9 Horas	10 - 12 Horas	13 - 18 Horas	19 - 21 Horas
Procedencia	N	NW - N	NW - SE	SE - SW	S - SW	SW - N
Dir. Media	N	NNW	NE	S	SSW	NW
Frec. (%)	75 - 93	78 - 93	75	73 - 97	88 - 92	85 - 93
Var. Ang.	45° - 67°	67°	202°	112°	67	112° - 157°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 11	6 a 19	12 a 29	6 a 29	0 a 5
Frec. (%)	88 - 96	77 - 96	83	86 - 96	81 - 94	82 - 92

Estación: Cengicaña.

Mes: Marzo

Horario	21 - 6 Horas	7 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 18 Horas	19 - 20 Horas
Procedencia	N - NE	N - S	SE - W	S - W	SW - NE
Dir. Media	NNE	E	SSW	SW	NNW
Frec. (%)	69 - 87	77 - 84	81 - 88	88 - 100	82 - 85
Var. Ang.	67°	112° - 202°	112°	67° - 112°	112° - 157°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	0 a 11	0 a 19	0 a 11
Frec. (%)	88 - 96	92	81 - 85	82 - 96	85 - 96

Estación: Verapaz.

Mes: Marzo

Horario	0 - 7 Horas	8 - 9 Horas	10 - 12 Horas	13 - 20 Horas	21 - 23 Horas
Procedencia	N - NE	SE - NW	S - SW	SW - W	E - NW
Dir. Media	NNE	WSW	SSW	WSW	SSW
Frec. (%)	80 - 93	80 - 100	86 - 100	79 - 100	72 - 86
Var. Ang.	67°	157° - 202°	67°	45° a 112°	247°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	0 a 11	12 a 29	0 a 5
Frec. (%)	80 - 100	87 - 100	87 - 100	93 - 100	79 - 86

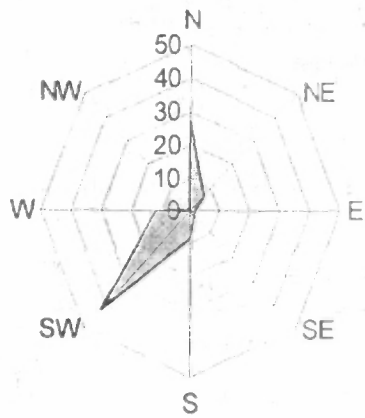
Cuadro 9. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Marzo de 1998.

Dirección del viento

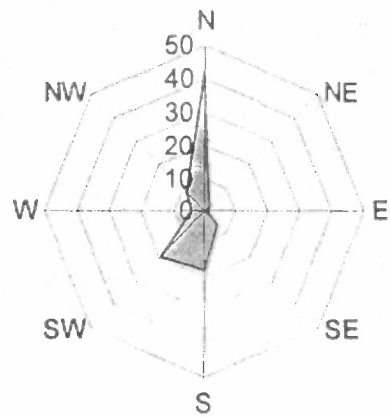
Direcc.	Región Observados					Región Esperados				X Tab	X calc.
	S José	Reu	Cam.	Ver.	Total	S José	Reu	Cam.	Ver.		
NW - NE	13	12	15	12	52	15	14	13	10		
SE - SW	17	16	12	9	54	15	14	14	11		
	30	28	27	21	106					12.6	1.83

Intensidad del Viento.

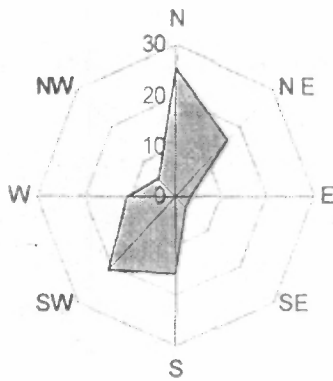
KPH.	Región Observados					Región Esperados				X Tab.	X calc.
	S José	Reu	Cam.	Ver.	Total	S José	Reu	Cam.	Ver.		
0 a 5	13	9	17	15	54	14	14	13	13		
6 a 11	10	10	10	9	39	10	10	10	9		
12 a 19	8	12	3	5	28	7	7	7	7		
	31	31	30	29	121					16.9	9.08



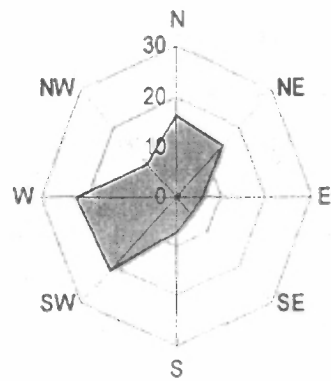
Retalhuleu



San José



Cengicaña



Verapaz

Figura 17. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Marzo, en donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Abril:

Las condiciones climáticas del mes de abril son determinadas por la menor declinación de los rayos solares respecto a la latitud de Guatemala, este primer paso aparente del sol respecto a nuestra latitud favorece la manifestación de olas de calor, mayor convección e inestabilidad atmosférica e incremento en el régimen sinóptico de viento Sur, en promedio se pueden registrar de 3 a 6 olas de calor durante el mes.

La exposición de la boca costa del Pacífico a barlovento del viento sur, favorece la manifestación de lluvias y tormenta eléctricas de carácter orográfico en la ladera montañosa de la Sierra Madre, por lo cual la temporada de lluvias se establece tempranamente respecto al resto del país.

Vientos Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 20:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia de Noroeste a Norte, dirección media del Norte, variabilidad angular de 45 a 112 grados e intensidad media de hasta 19 kilómetros por hora a las 09:00 horas.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante 1998, de 00:00 a 07:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Nornoroeste a Noreste, una dirección media del Noreste; intervalo angular de 112 a 157 grados y una intensidad media de 5 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante 1988 de 20:00 a 07:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Nornoroeste a Noreste, una dirección media del Nornoroeste, intervalo angular de 67 a 157 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento nocturno en superficie en San José Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 11), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de

procedencia de Norte a Sur, una dirección media del Este; intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudoeste a Norte, una dirección media del Oestenoroeste, variabilidad angular de 157 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante 1998 a las 08:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudeste a Norte, una dirección media del Estesudeste, intervalo angular de 247 grados, e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante 1998 a las 08:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Este a Oeste, una dirección media del Sur, intervalo angular de 202 grados, e intensidad de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento en horas de la mañana en Verapaz y Cengicaña a las 08:00 horas y a las 10:00 horas en San José y Retalhuleu Aeropuerto, se encuentran determinados por períodos de transición entre vientos sinópticos o locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 11), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudeste a Sudoeste, una dirección media del Sudsudoeste, intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 29 kilómetros por hora de 11:00 a 15:00 horas.

En la estación de **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sur a Norte, una dirección media del Sudoeste y Oestenoroeste; intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 29 kilómetros por hora de 14:00 a 16:00 horas.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante 1998 de 09:00 a 18:00 horas, revelan un sector de

procedencia que va del Sudoeste al Oestesudoeste, una dirección media del Sudoeste; intervalo angular de 67 a 112 grados, e intensidad de hasta 11 kilómetro por hora de 13:00 a 18:00 horas.

En la estación de **Verapaz**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante 1998 de 10:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudeste al Noroeste, una dirección media del Oestesudoeste, intervalo angular de 45 a 157 grados, e intensidad de hasta 29 kilómetros de 12:00 a 16:00 horas.

Los resultados del comportamiento del viento en horas de la tarde en las estaciones de **Cengicaña**, **Verapaz**, **San José** y **Retalhuleu** Aeropuertos, se encuentran determinados por vientos locales diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 11), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 19:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudoeste a Norte, una dirección media del Oestenoroeste, intervalo angular de 157 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante abril de 1998, de 19:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sudoeste al Noreste, una dirección media del Oestenoroeste, intervalo angular de 112 a 157 grados y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación de **Verapaz**, (Ver Cuadro 10), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Abril de 1998, de 10:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudeste al Noroeste, una dirección media del Oestesudoeste, variabilidad angular de 45 a 157 y una velocidad media de hasta 29 kilómetros de 12:00 a 16:00 horas.

Los resultados del comportamiento del viento en horas de la tarde en las estaciones de **Cengicaña**, **Verapaz**, **San José** y **Retalhuleu** Aeropuertos, se encuentran determinados por vientos locales diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 11), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 18).

Cuadro 10. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Abril.

Estación: Retalhuleu.

Mes: Abril

Horario	6 - 9 Horas	10 Horas	11 - 14 Horas	15 - 16 Horas	17 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	SW - N	S - W	SW - W	SW - N
Dir. Media	NNE	WNW	SW	SSW	WNW
Frec. (%)	61 - 97	80	74 - 96	71 - 79	81 - 90
Var. Ang.	67°	157°	112°	67°	157°
Vel. (KPH)	0 - 11	0 a 11	6 a 29	6 a 29	6 a 19
Frec. (%)	94 - 100	83	80 - 96	94 - 96	76 - 78

Estación: San José.

Mes: Abril

Horario	20 - 23 Horas	0 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 12 Horas	13 - 18 Horas	19 Horas
Procedencia	NW - N	N	N - S	SE - SW	S - SW	SW - N
Dir. Media	NNW	N	E	S	SSW	WNW
Frec. (%)	75 - 88	73 - 86	67 - 72	88 - 94	70 - 89	81
Var. Ang.	67°	45° - 67°	112° - 202°	112°	67°	157°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 11	0 a 19	12 a 29	6 a 29	0 a 11
Frec. (%)	80 - 88	85 - 98	84 - 88	91	83 - 90	100

Estación: Cengicaña.

Mes: Abril

Horario	21 - 0 Horas	1 - 7 Horas	8 Horas	9 - 15 Horas	16 - 19 Horas	20 Horas
Procedencia	N - E	N - NE	E - W	S - W	SW - W	NW - E
Dir. Media	NE	NNE	S	SW	WSW	NNE
Frec. (%)	75 - 88	76 - 88	73	83 - 100	76 - 84	66
Var. Ang.	112°	67°	202°	112°	67°	157°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 11	0 a 5
Frec. (%)	97 - 100	97 - 100	100	83 - 100	81 - 100	100

Estación: Verapaz.

Mes: Abril

Horario	0 - 3 Horas	4 - 7 Horas	8 - 10 Horas	11 - 20 Horas	21 - 23 Horas
Procedencia	W - NE	N - E	SE - N	S - W	S - NW
Dir. Media	N	NE	W	SW	WSW
Frec. (%)	64 - 84	73 - 90	74 - 90	84 - 100	80 - 90
Var. Ang.	112° - 157°	112°	157° - 247°	45° - 112°	157°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 29	0 a 5
Frec. (%)	79 - 89	84 - 100	95 - 100	85 - 100	80

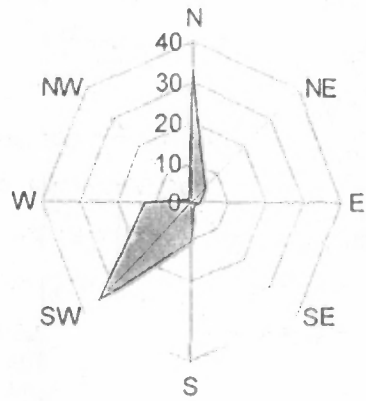
Cuadro 11. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Abril de 1998.

Dirección del viento

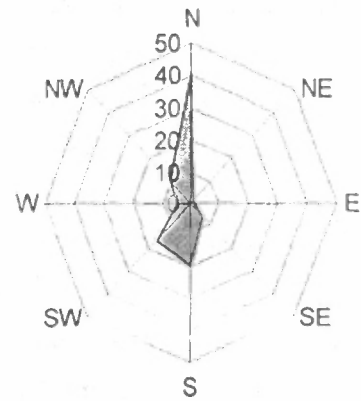
Dir.	Región Observados					Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.	Total	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
NW - NE	9	18	14	10	51	14	14	13	10		
SE - SW	18	9	12	10	49	14	13	13	10		
	27	27	26	20	100					12.6	3.7

Intensidad del Viento

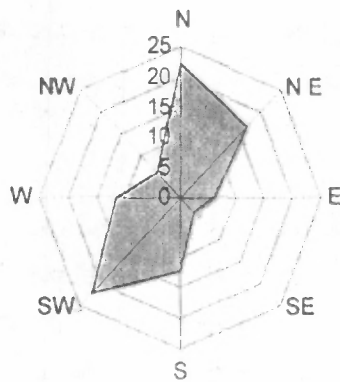
Intens.	Región Observados					Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.	Total	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
0 - 5	18	11	25	16	70	17	17	20	15		
6 a 11	8	15	5	7	35	9	9	10	8		
	26	26	30	23	105					12.6	10.9



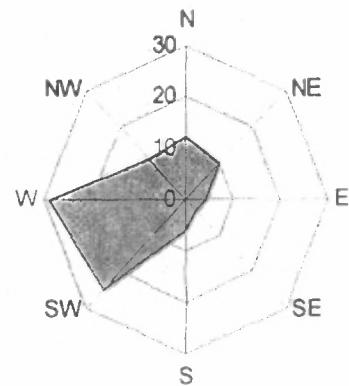
Retalhuleu



San José



Cengicaña



Verapaz

Figura 18. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Abril, en donde se Observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Mayo:

Las condiciones del mes de mayo son determinadas por la tendencia a la generalización de la primera parte de la temporada de lluvia para las regiones de la meseta central y parte oriental del país; dentro de los fenómenos meteorológicos a mesoescala que rigen la temporada lluviosa de nuestras latitudes, se encuentran el inicio de llegada de ondas tropicales, la intensificación y acercamiento del eje de la zona de confluencia intertropical (por sus siglas en inglés ZCIT) y el establecimiento y profundización del régimen del Viento Alisio. Estos fenómenos meteorológicos sinópticos se encuentran asociados a vientos del sur en superficie, los cuales favorecen la afluencia de aire húmedo desde el Océano Pacífico hacia el interior del territorio, sumándose vectorialmente a la brisa marina, originando lluvias y tormentas eléctricas de origen convectivo y orográfico, contrarrestando la brisa terrestre.

Vientos Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 20:00 a 08:00 horas, revelan un sector de procedencia de Noroeste a Norte, dirección media del Nornoroeste, intervalo angular de 45 a 67 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante 1998, de 21:00 a 07:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Norte a Noreste, una dirección media del Nornoreste; intervalo angular de 67 a 112 grados, y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante 1998 de 21:00 a 07:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Noroeste a Noreste, una dirección media del Norte, intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento nocturno en superficie en San José Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 13), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 09:00 a 10:00 horas, revelan un sector de

procedencia del Noroeste a Sur, una dirección media del Noreste y del Este, intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Retalhuleu Aeropuerto*, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de procedencia del Este a Sudoeste, una dirección media del Sudsudeste, intervalo angular de 157 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante el mes de Mayo de 1998, de 08:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Noroeste a Sudoeste, una dirección media del Estenoreste y Sudeste, intervalo angular de 157 a 202grados, e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Mayo de 1998, a las 08:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Este a Oeste, una dirección media del Sur, intervalo angular de 202 grados, e intensidad de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José Aeropuerto, Verapaz, Cengicaña y puntualmente a las 10:00 horas en Retalhuleu Aeropuerto, se encuentran determinados por períodos de transición entre vientos sinópticos o locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 13), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 17:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudeste a Sudoeste, una dirección media del Sudsudoeste, intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 29 kilómetros por hora de 12:00 a 15:00 horas.

En la estación de *Retalhuleu Aeropuerto*, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudeste a Norte, una dirección media del Sudoeste; intervalo angular de 112 a 157 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Mayo de 1998, de 09:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sur a Oeste, una dirección media del Sudoeste; intervalo angular de 112 grados, e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora a las 16:00 horas.

En la estación de **Verapaz**, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Mayo de 1998, de 10:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudeste al Noroeste, una dirección media del Sudsudoeste y Oestesudoeste, intervalo angular de 67 a 157 grados, e intensidad de hasta 29 kilómetros de 14:00 a 15:00 horas.

Los resultados del comportamiento del viento diurno en las estaciones de Cengicaña, Verapaz, San José y Retalhuleu Aeropuertos, se encuentran determinados por el inicio del régimen de vientos Sur de la época lluviosa, reforzando los vientos locales diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 13), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 18:00 a 19:00 horas, revelan un sector de procedencia Sur a Norte, una dirección media del Oeste y Oestenoroeste, intervalo angular de 157 a 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Mayo de 1998, de 19:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sudoeste al Noreste, una dirección media del Noroeste y Nornoroeste, intervalo angular de 157 a 202 grados y una intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

En la estación de **Verapaz**, (Ver Cuadro 12), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Mayo de 1998, de 19:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudoeste al Noroeste, una dirección media del Noroeste, intervalo angular de 157 a 202 grados, y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento a primeras horas de la noche en las estaciones de San José Aeropuerto, Cengicaña, y Verapaz, se encuentran determinados por periodos de transición entre vientos locales diurnos (brisa marina) y nocturnos (brisa terrestre). Las

características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 13), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes de cada estación (Ver Figura 19).

Cuadro 12. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Mayo.

Estación: Retalhuleu.
Mes: Mayo

Horario	6 - 9 Horas	10 - 11 Horas	12 - 16 Horas	17 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	E - SW	S - W	SW - N
Dir. Media	NNE	SSE	SW	WNW
Frec. (%)	65 - 92	77 - 86	66 - 79	77 - 85
Var. Ang.	67°	112° - 157°	112°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 19	6 a 19	0 a 19
Frec. (%)	92 - 97	78 - 83	80 - 87	74 - 97

Estación: San José.
Mes: Mayo

Horario	20 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 12 Horas	13 - 17 Horas	18 - 19 Horas
Procedencia	NW - N	NW - S	SE - SW	S - SW	S - N
Dir. Media	NNW	E	S	SSW	WNW
Frec. (%)	75 - 91	73 - 81	79 - 91	70 - 85	75 - 85
Var. Ang.	45° - 67°	202°	112°	67°	157° - 202°
Vel. (KPH)	0 a 11	6 a 19	6 a 29	6 a 29	0 a 19
Frec. (%)	77 - 98	83 - 90	79 - 85	74 - 88	87 - 99

Estación: Cengicaña.
Mes: Mayo

Horario	21 - 3 Horas	4 - 7 Horas	8 Horas	9 - 18 Horas	19 - 20 Horas
Procedencia	NW - NE	N - NE	E - W	S - W	SW - NE
Dir. Media	N	NNE	S	SW	NW
Frec. (%)	75 - 94	78 - 91	84	78 - 94	71 - 85
Var. Ang.	112°	67° - 112°	202°	112°	157° - 202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 19	0 a 5
Frec. (%)	94 - 100	97 - 100	97	81 - 100	94 - 97

Estación: Verapaz.
Mes: Mayo

Horario	21 - 1 Horas	2 - 7 Horas	8 - 9 Horas	10 - 12 Horas	13 - 18 Horas	19 - 20 Horas
Procedencia	N - E	N - NE	N - SW	SE - W	SW - W	NW - SE
Dir. Media	NE	NNE	SE	SSW	WSW	NE
Frec. (%)	85 - 90	70 - 90	70 - 85	70 - 90	75 - 100	80 - 85
Var. Ang.	112°	67°	157° - 202°	157°	67°	157° - 202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 11	0 a 11	0 a 11	6 a 29	0 a 11
Frec. (%)	80 - 95	100	100	80 - 100	80 - 95	95

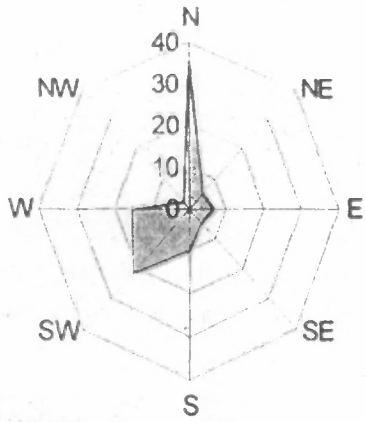
Cuadro 13. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Mayo de 1998.

Dirección del viento

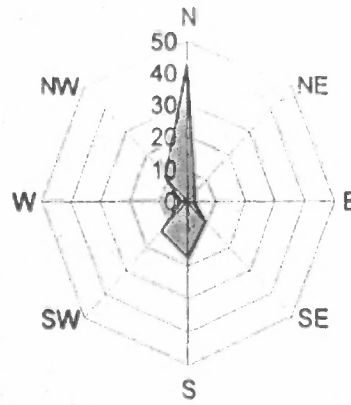
Dir.	Región Observados					Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.	Total	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
NW - NE	18	9	16	16	59	17	14	14	14		
SE - SW	12	16	9	9	46	13	11	11	11		
	30	25	25	25	105					12.6	5.6

Intensidad del Viento

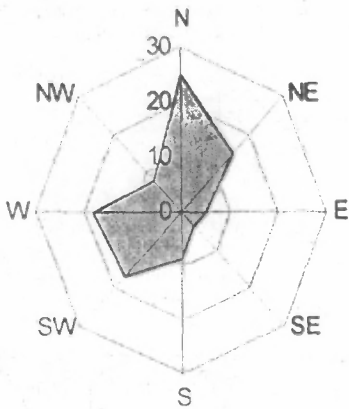
Intens. KPH.	Región Observados					Región Esperados					
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.	Total	SJosé	Reu	Cam.	Ver.	X Tab	X calc.
0 - 5	18	12	25	17	72	18	18	18	18		
6 a 11	9	15	5	9	38	9	10	9	10		
	27	27	30	26	110					12.6	9.5



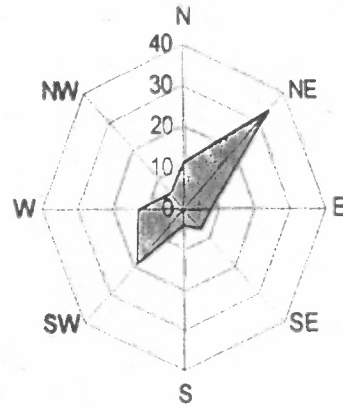
Retalhuleu



San José



Cengicaña



Verapaz

Figura 19. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Mayo, en donde se Observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Junio:

Las condiciones del mes de junio son determinadas por el solsticio de verano en el hemisferio Norte, del 20 al 21 de junio, así como por la generalización de la primera parte de la temporada lluviosa para todo el país. Dentro de los fenómenos meteorológicos a mesoescala que rigen la temporada lluviosa de nuestras latitudes se encuentran los vientos Alisios, cuya intensidad y profundidad es determinante en las condiciones pluviométricas del mes, las ondas tropicales con un promedio de 8 durante el mes, la intensificación y acercamiento del eje de la zona de confluencia intertropical (por sus siglas en inglés ZCIT) y la temporada activa de ciclones tropicales en los Océanos Atlántico y Pacífico.

En el Océano Pacífico, los ciclones tropicales tienen su génesis frente a las costas de Guatemala, como disturbios o depresiones tropicales que establecen regímenes fuertes de viento Sur en superficie, que sumado vectorialmente a la brisa marina, producen fuerte afluencia de aire húmedo hacia todo el interior del territorio provocando temporales o fuertes lluvias y tormentas eléctricas, que forman parte del primer máximo pluviométrico en la distribución media de la lluvia.

Vientos Nocturnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 19:00 a 07:00 horas, revelan un sector de procedencia de Oeste a Noreste, dirección media del Nornoroeste, intervalo angular de 67 a 157 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Junio de 1998, de 18:00 a 08:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Noreste a Sudeste, una dirección media del Noreste y Estenoreste; intervalo angular de 67 a 157 grados, y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Junio de 1998; de 18:00 a 07:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Este a Noreste, una dirección media del Nornoreste y Noreste; intervalo angular de 67 a 202 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento nocturno en superficie en San José Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar

comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el análisis estadístico realizado (Ver cuadro 15) indica que en cuanto a la intensidad del viento existe al menos una estación varían los resultados.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 08:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia del Norte a Sur, una dirección media del Noreste y del Este, intervalo angular de 112 a 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Retalhuleu Aeropuerto*, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 10:00 a 11:00 horas, revelan un sector de procedencia del Este a Oeste, una dirección media del Sudsudeste y Sur, intervalo angular de 157 a 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante el mes de Junio de 1998, de 09:00 a 10:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudeste a Noreste, una dirección media del Noreste y Sudoeste, intervalo angular de 202 grados, e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Junio de 1998, de 08:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudeste a Noroeste, una dirección media del Sudoeste, intervalo angular de 202 grados, e intensidad de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz, y Cengicaña, se encuentran determinados por períodos de transición entre vientos locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el análisis estadístico realizado (Ver cuadro 15) indica que en cuanto a la intensidad del viento existe al menos una estación varían los resultados.

Vientos Diurnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 10:00 a 16:00 horas, revelan un sector de

procedencia Sudeste a Sudoeste, una dirección media del Sur, intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación de **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 12:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudeste a Norte, una dirección media del Sur, y Oestenoroeste; intervalo angular de 112 a 157 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Junio de 1998, de 10:00 a 15:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sudeste a Oeste, una dirección media del Sur y Sudsudoeste; intervalo angular de 112 a 157 grados, e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación de **Verapaz**, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Junio de 1998, de 12:00 a 16:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudeste al Oeste, una dirección media del Sur y Sudsudoeste, intervalo angular de 112 a 157 grados, e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento diurno en las estaciones de San José y Retalhuleu Aeropuertos, Cengicaña y Verapaz, se encuentran determinados por vientos sinópticos sumados a vientos locales diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el análisis estadístico realizado (Ver cuadro 15) indica que en cuanto a la intensidad del viento existe al menos una estación varían los resultados.

Transición de Vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 17:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia Sur a Norte, una dirección media del Oeste, intervalo angular de a 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Junio de 1998, de 16:00 a 17:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sur al Noreste, una dirección media del Oeste y Noreste, intervalo angular de 202 grados y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación de **Verapaz**, (Ver Cuadro 14), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Junio de 1998, a las 17 horas, revelan un sector de

procedencia del Este al Oeste, una dirección media del Sur, intervalo angular de 202 grados, y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento a primeras horas de la noche en las estaciones de San José Aeropuerto, Cengicaña, y Verapaz, se encuentran determinados por períodos de transición entre vientos sinópticos y locales diurnos (brisa marina) y nocturnos (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera; pero el análisis estadístico realizado (Ver cuadro 15) indica que en cuanto a la intensidad del viento existe al menos una estación varían los resultados. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 20).

Cuadro 14. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Junio.

Estación: Retalhuleu.

Mes: Junio

Horario	6 - 9 Horas	10 - 11 Horas	12 - 16 Horas	17 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	E - SW	S - W	SW - N
Dir. Media	NNE	SSE	SW	WNW
Frec. (%)	65 - 92	76 - 86	66 - 79	77 - 85
Var. Ang.	67°	112° - 157°	112°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 19	6 a 19	0 a 19
Frec. (%)	92 - 97	78 - 83	78 - 87	74 - 97

Estación: San José.

Mes: Junio

Horario	20 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 12 Horas	13 - 17 Horas	18 - 19 Horas
Procedencia	NW - N	N - S	SE - SW	S - SW	S - N
Dir. Media	NNW	E	S	SSW	W
Frec. (%)	75 - 91	73 - 81	79 - 91	70 - 85	75 - 85
Var. Ang.	45° - 67°	202°	112°	67°	157° - 202°
Vel. (KPH)	0 a 11	6 a 19	6 a 29	6 a 29	0 a 19
Frec. (%)	77 - 98	93 - 90	79 - 85	74 - 88	87 - 99

Estación: Cengicaña.

Mes: Junio

Horario	21 - 0 Horas	1 - 7 Horas	8 - 9 Horas	10 - 12 Horas	13 - 15 Horas	16 - 17 Horas	18 - 20 Horas
Procedencia	N - E	N - NE	SE - NW	SE - W	SE - SW	S - N	NW - SE
Dir. Media	NE	NNE	SW	SSW	S	W	NE
Frec. (%)	87 - 91	74 - 100	77 - 80	90 - 100	73 - 87	79 - 81	80 - 87
Var. Ang.	112°	67°	202°	157°	112°	202°	157° - 202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 11	0 a 11	0 a 11
Frec. (%)	97 - 100	97 - 100	84 - 90	84 - 100	96 - 100	100	90 - 100

Estación: Verapaz.

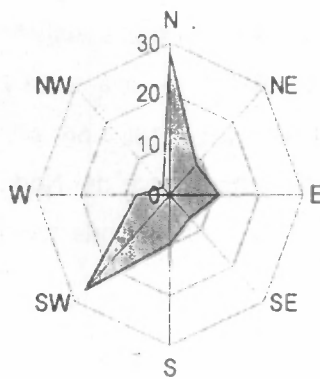
Mes: Junio

Horario	21 - 3 Horas	4 - 7 Horas	8 - 9 Horas	10 - 16 Horas	17 Horas	19 - 20 Horas
Procedencia	N - E	NE - E	NW - SE	SE - W	E - W	N - SE
Dir. Media	NE	ENE	NE	SSW	S	ESE
Frec. (%)	85 - 90	65 - 90	75	75 - 90	80	75
Var. Ang.	112°	67°	157° - 202°	112° - 157°	202°	112° - 157°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	0 a 11	0 a 19	0 a 11	0 a 11
Frec. (%)	85 - 100	95 - 100	95	85 - 100	90	85 - 95

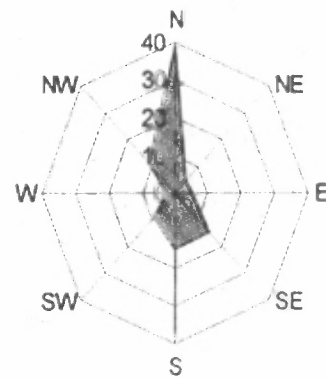
Cuadro 15. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Junio de 1998.

Dirección del viento		Región Observados				Región Esperados					
Dir.	SJosé	Reu	Cam.	Ver.	Total	SJosé	Reu	Cam.	Ver.	X Tab.	X calc.
NW - NE	18	10	15	14	57	16	13	14	14		
SE - SW	10	12	10	10	42	12	9	11	10		
	28	22	25	24	99					12.6	1.9

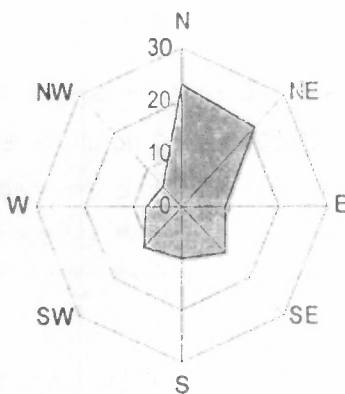
Intensidad del Viento		Región Observados				Región Esperados					
KPH.	SJosé	Reu	Cam.	Ver.	Total	SJosé	Reu	Cam.	Ver.	X Tab	X calc.
0 - 5	17	11	27	16	71	18	18	18	18		
6 a 11	12	18	3	10	43	11	11	11	11		
	29	29	30	26	114					12.6	17.3



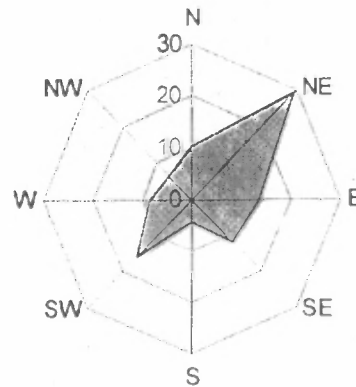
Retalhuleu



San José



Cengicaña



Verapaz

Figura 20. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Junio, en donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Julio:

Las condiciones del mes de julio son determinadas por la significancia que tenga dentro de la primera parte de la temporada de lluvias (mayo, junio y julio) la manifestación e intensidad de la primer disminución media en la frecuencia e intensidad de las lluvias, fenómeno conocido en nuestro medio con la denominación de canícula, es decir un período de varios días sin lluvia o con lluvia inefectiva que puede ir de 5 hasta 15 días consecutivos sin lluvias.

Dentro de los factores a mesoescala que definen el establecimiento del período de canícula se encuentran los cambios que se producen en el perfil vertical y profundidad del viento Alisio, el cual al sufrir situaciones de bloqueo o de inversión dentro de la circulación atmosférica, actúa directa y negativamente en las ondas tropicales, zona de confluencia intertropical, ciclones tropicales y demás procesos productores de lluvia.

La canícula es un fenómeno irregular, es decir, que no se presenta todos los años, así como no actúa de igual forma en todas las regiones geográficas del país, en la boca costa y litoral del Pacífico, se manifiesta con un descenso en las precipitaciones pero sin llegar a ser deficitario para la agricultura, así como un retorno a régimen de viento sinóptico dominante del Norte y del Noreste, el cual se suma vectorialmente a la brisa terrestre y contrarresta la brisa marina del Pacífico.

Vientos Nocturnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 19:00 a 07:00 horas, revelan un sector de procedencia de Noroeste a Noreste, dirección media del Nornoroeste, intervalo angular de 45 a 112 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Julio de 1998, de 18:00 a 07:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Oeste a Noreste, una dirección media del Nornoroeste; intervalo angular de 67 a 157 grados, y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Julio de 1998; de 20:00 a 07:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Norte a Sudeste, una dirección media del Nornoroeste; intervalo angular de 67 a 157 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento nocturno en superficie en San José Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 17), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 09:00 horas, revelan un sector de procedencia del Norte a Sur, una dirección media del Este, intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Retalhuleu Aeropuerto*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 09:00 a 10:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudoeste a Norte, una dirección media del Oestenoeste, intervalo angular de 157 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante el mes de Julio de 1998, a las 08:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Norte a Sudoeste, una dirección media del Estesudeste, intervalo angular de 202 a 247 grados, e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Julio de 1998, a las 08:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Norte a Sudeste, una dirección media del Estenoreste, intervalo angular de 157 grados, e intensidad de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz, y Cengicaña, se encuentran determinados por períodos de transición entre vientos locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 17), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 10:00 a 16:00 horas, revelan un sector de

procedencia Sudeste a Sudoeste, una dirección media del Sur, intervalo angular de 112 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación de *Retalhuleu Aeropuerto*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 16:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sur a Oeste, una dirección media del Sudoeste; intervalo angular de 112 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Julio de 1998, de 09:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sudeste a Suroeste, una dirección media del Sudoeste; intervalo angular de 112 a 157 grados, e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación de *Verapaz*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Julio de 1998, de 09:00 a 15:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudeste al Noroeste, una dirección media del Oestesudoeste y Oeste, intervalo angular de 112 a 157 grados, e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora de 13:00 a 15:00 horas.

Los resultados del comportamiento del viento diurno en las estaciones de San José y Retalhuleu Aeropuertos, Cengicaña y Verapaz, se encuentran determinados por vientos sinópticos sumados a vientos locales diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 17), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 17:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudoeste a Norte, una dirección media del Oestenoroeste, intervalo angular de 157 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Julio de 1998, a las 19:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Noroeste a Sudeste, una dirección media del Noreste, intervalo angular de 202 grados y una intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

En la estación de *Verapaz*, (Ver Cuadro 16), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Julio de 1998, de 16:00 a 17:00 horas, revelan un

sector de procedencia del Este a Oeste, y de Oeste a Este; direcciones medias del Sur y Norte, intervalo angular de 202 grados, y una intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento a primeras horas de la noche en las estaciones de San José Aeropuerto, Cengicaña, y Verapaz, se encuentran determinados por periodos de transición entre vientos sinópticos y locales diurnos (brisa marina) y nocturnos (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 17), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes de cada estación (Ver Figura 21).

Cuadro 16. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Julio.

Estación: Retalhuleu.
Mes: Julio

Horario	6 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 16 Horas	17 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	SW - N	S - W	SW - N
Dir. Media	NNE	WNW	SW	WNW
Frec. (%)	89 - 95	71 - 72	72 - 85	78 - 86
Var. Ang.	67°	157°	112°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 19	6 a 19	0 a 19
Frec. (%)	95 - 97	91 - 98	89 - 96	86 - 96

Estación: San José.
Mes: Julio

Horario	19 - 8 Horas	9 Horas	10 - 16 Horas	17 - 18 Horas
Procedencia	NW - N	N - S	SE - SW	SW - N
Dir. Media	NNW	E	S	WNW
Frec. (%)	70 - 86	74	69 - 94	76
Var. Ang.	67°	202°	112°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	6 a 19	6 a 19	0 a 11
Frec. (%)	77 - 100	79	84 - 88	79 - 81

Estación: Cengicaña.
Mes: Julio

Horario	20 - 0 Horas	1 - 5 Horas	6 - 7 Horas	8 Horas	9 - 16 Horas	17 - 18 Horas	19 Horas
Procedencia	N - E	N - NE	N - E	N - SE	SE - W	SW - N	NW - SE
Dir. Media	NE	NNE	NE	ENE	SSW	WNW	NE
Frec. (%)	79 - 85	69 - 85	75 - 91	78	75 - 97	74 - 75	84
Var. Ang.	112°	67°	112°	157°	157°	157°	202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 11	0 a 5
Frec. (%)	84 - 100	84 - 94	94 - 97	94	87 - 100	97	94

Estación: Verapaz.
Mes: Julio

Horario	21 - 3 Horas	4 - 7 Horas	8 Horas	9 - 15 Horas	16 - 17 Horas	18 - 20 Horas
Procedencia	N - E	N - NE	N - SW	S - NW	E - W	W - NE
Dir. Media	NE	NNE	ESE	WSW	S	N
Frec. (%)	75 - 93	80 - 90	80	75 - 90	80	80 - 95
Var. Ang.	112°	67°	247°	157°	202°	157°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 11	0 a 5	0 a 19	0 a 19	0 a 11
Frec. (%)	80 - 100	90 - 100	80	90 - 100	90 - 95	90 - 100

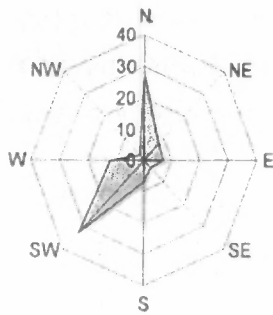
Cuadro 17. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Julio de 1998.

Dirección del viento

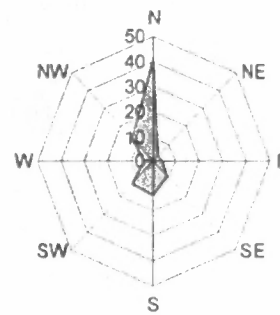
Dir.	Región Observados				Total	Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
NW - NE	20	12	15	16	63	18	16	15	14		
SE - SW	10	14	10	8	42	12	10	10	10		
	30	26	25	24	105					12.6	3.1

Intensidad del Viento

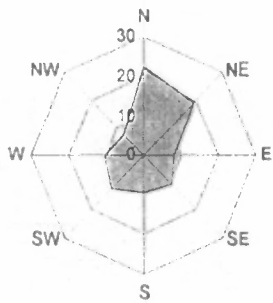
KPH.	Región Observados				Total	Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
0 - 5	17	16	28	19	80	20	20	20	20		
6 a 11	13	14	3	10	40	10	10	10	10		
	30	30	31	29	120					12.6	11.6



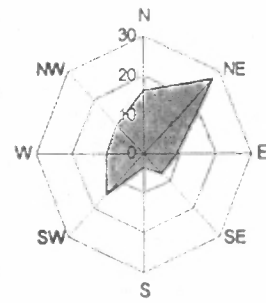
Retalhuleu



San José



Cengicaña



Verapaz

Figura 21. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Julio, en donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Agosto:

Las condiciones del mes de Agosto son determinadas por la manifestación e intensidad de la disminución media de las lluvias en la primera quincena, fenómeno conocido en nuestro medio como canícula de agosto, así como un retorno a régimen de viento sinóptico dominante del norte y Noreste en superficie. Dentro de los factores a mesoescala que definen el establecimiento del período de canícula, se encuentran los cambios que se producen en el perfil vertical y profundidad del viento alisio, el cual al sufrir situaciones de bloqueo o de inversión dentro de la circulación atmosférica, repercute en los sistemas productores de lluvia a escala sinóptica

Durante la segunda quincena, se manifiesta una tendencia creciente en las lluvias hacia el segundo máximo pluviométrico, como parte de los restantes meses de la temporada lluviosa (agosto, septiembre y octubre) debido especialmente, a las afectaciones indirectas de perturbaciones ciclónicas del Golfo de México. En la boca costa del Pacífico, las regiones de mayor pluviosidad están determinadas por los volcanes Tajumulco, Santa María-Santiago, de Fuego y de Agua, la precipitación es menor o igual a 600 milímetros.

Vientos Nocturnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 20:00 a 07:00 horas, revelan un sector de procedencia de Noroeste a Norte, dirección media del Nornoroeste, intervalo angular de 67 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Agosto de 1998, de 20:00 a 08:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Noroeste a Sudeste, una dirección media del Norte, Noreste, Estenoreste; intervalo angular de 67 a 157 grados, y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Agosto de 1998; de 20:00 a 08:00 horas, revelan un sector predominante de procedencia que va de Norte a Sudeste, una dirección media del Noreste, Nornordeste y Estenoreste; intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento nocturno en superficie en San José Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar

comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el resultado del análisis estadístico (Ver cuadro 19) indica en cuanto a la intensidad del viento, que existe al menos una estación en la cual esta variable no es similar.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 09:00 a 10:00 horas, revelan un sector de procedencia del Oeste a Norte y de Norte a Sur; una dirección media del Noroeste y Este, intervalo angular de hasta 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 09:00 a 10:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudoeste a Norte, una dirección media del Oestenoeste, intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante el mes de Agosto de 1998, a las 09:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudeste a Noroeste, una dirección media del Sudoeste, intervalo angular de 202 grados, e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Agosto de 1998, a las 09:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudeste a Noroeste, una dirección media del Sudoeste, intervalo angular de 202 grados, e intensidad de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz, y Cengicaña, se encuentran determinados por periodos de transición entre vientos locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el resultado del análisis estadístico (Ver cuadro 19) indica en cuanto a la intensidad del viento, que existe al menos una estación en la cual esta variable no es similar.

Vientos Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 10:00 a 16:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudeste a Sudoeste, una dirección media del Sur, intervalo angular de 112 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación de *Retalhuleu Aeropuerto*, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 16:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sur a Oeste, una dirección media del Sudoeste; intervalo angular de 112 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Agosto de 1998, de 10:00 a 16:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sudeste a Noroeste, una dirección media del Sudsudoeste y Sudoeste; intervalo angular de 112 a 157 grados, e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación de *Verapaz*, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Agosto de 1998, de 10:00 a 17:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudoeste al Norte, una dirección media del Oestesudoeste y Oeste, intervalo angular de 67 a 112 grados, e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento diurno en las estaciones de San José y Retalhuleu Aeropuertos, Cengicaña y Verapaz, se encuentran determinados por vientos sinópticos sumados a vientos locales diurnos (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el resultado del análisis estadístico (Ver cuadro 19) indica en cuanto a la intensidad del viento, que existe al menos una estación en la cual esta variable no es similar.

Transición de Vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 17:00 a 19:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudoeste a Norte, una dirección media del Oestenoroeste, intervalo angular de 157 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Agosto de 1998, de 17:00 a 19:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sudoeste a Noreste, una dirección media del Noroeste y Norte, intervalo angular de hasta 202 grados y una intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

En la estación de *Verapaz*, (Ver Cuadro 18), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Agosto de 1998, de 17:00 a 19:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudoeste a Noreste; direcciones medias del Oestenoroeste y Nornoroeste; intervalo angular de 157 grados, y una intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del comportamiento del viento a primeras horas de la noche en las estaciones de San José Aeropuerto, Cengicaña, y Verapaz, se encuentran determinados por periodos de transición entre vientos sinópticos y locales diurnos (brisa marina) y nocturnos (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el resultado del análisis estadístico (Ver cuadro 19) indica en cuanto a la intensidad del viento, que existe al menos una estación en la cual esta variable no es similar. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 22).

Cuadro 18. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Agosto.

Estación: Retalhuleu.
Mes: Agosto

Horario	6 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 16 Horas	17 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	SW - N	S - W	SW - N
Dir. Media	NNE	WNW	SW	WNW
Frec. (%)	84 - 94	67 - 75	76 - 84	81
Var. Ang.	67°	112° - 157°	112°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	6 a 19	0 a 19
Frec. (%)	95 - 96	85 - 94	86 - 93	74 - 94

Estación: San José.
Mes: Agosto

Horario	19 - 8 Horas	9 Horas	10 - 16 Horas	17 - 18 Horas
Procedencia	NW - N	N - S	SE - SW	SW - N
Dir. Media	NNW	E	S	WNW
Frec. (%)	71 - 90	74	80 - 97	78
Var. Ang.	67°	202°	112°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	6 a 19	6 a 19	0 a 11
Frec. (%)	85 - 98	76	85 - 90	76 - 88

Estación: Cengicaña.
Mes: Agosto

Horario	19 - 3 Horas	4 - 6 Horas	7 - 8 Horas	9 - 11 Horas	12 - 15 Horas	16 - 18 Horas
Procedencia	N - E	N - NE	N - SE	SE - NW	S - W	SW - NE
Dir. Media	NE	NNE	ENE	WSW	SW	NW
Frec. (%)	84 - 94	79 - 84	75 - 88	85 - 97	72 - 91	78 - 81
Var. Ang.	112°	67°	157°	157° - 202°	112°	202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 11	0 a 11
Frec. (%)	90 - 100	97 - 100	95 - 100	93 - 100	93 - 100	90 - 97

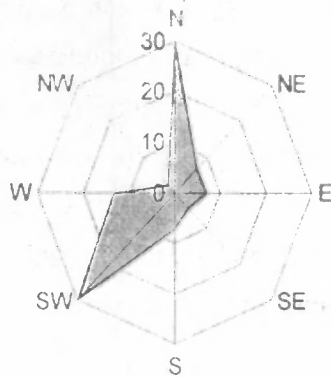
Estación: Verapaz.
Mes: Agosto

Horario	2 - 8 Horas	9 Horas	10 - 12 Horas	13 - 17 Horas	18 - 19 Horas
Procedencia	NW - E	SE - NW	SW - NW	SW - W	W - NE
Dir. Media	NNE	SW	W	SSW	NNW
Frec. (%)	75 - 90	85	80 - 90	75 - 85	70 - 80
Var. Ang.	157°	202°	112°	67°	157°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 11	6 a 19	0 a 11
Frec. (%)	70 - 100	80	95 - 100	90 - 100	80 - 100

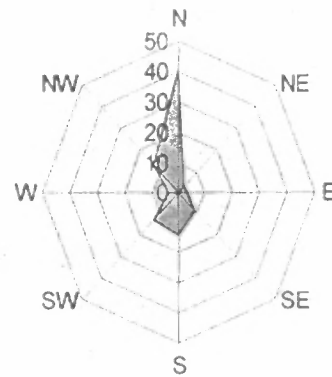
Cuadro 19. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Agosto de 1998.

Dirección del viento					Región Esperados						
Dir.	Región Observados				Total	Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
NW - NE	18	11	16	17	62	17	16	14	14		
SE - SW	12	16	9	8	45	13	11	11	11		
	30	27	25	25	107					12.6	4.7

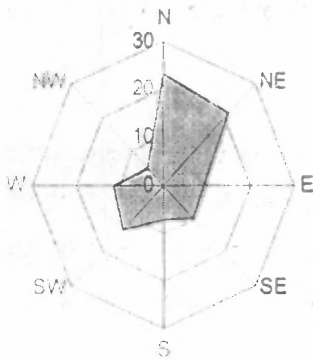
Intensidad del Viento					Región Esperados						
Intens.	Región Observados				Total	Región Esperados				X Tab.	X calc.
KPH.	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
0 - 5	16	12	28	19	75	18	19	20	18		
6 a 11	13	18	3	10	44	11	11	11	11		
	29	30	31	29	119					12.6	17.6



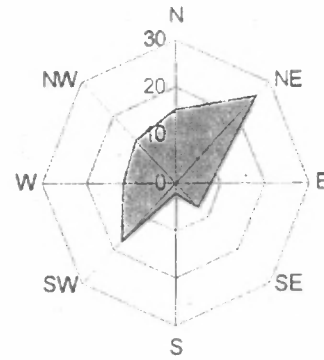
Retalhuleu



San José



Cergicaña



Verapaz

Figura 22. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Agosto, en donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Septiembre:

Durante este mes tiene principal relevancia el segundo máximo pluviométrico que se registra en la distribución media de la lluvia alrededor de mediados de mes, caracterizando a septiembre como uno de los meses más lluviosos del año, después de esta moda en la segunda parte de la temporada de lluvias (agosto, septiembre y octubre), el comportamiento medio del volumen de las lluvias es descendente. También a nivel estacional se registra el equinoccio de Otoño del 22 al 23 de septiembre, la declinación de los rayos solares tiene su menor valor es decir se produce el segundo paso aparente del sol respecto de nuestra latitud, constituyendo un factor para que se inicie la temporada de olas de frío

Este segundo máximo pluviométrico es determinado principalmente por la mayor afectación que se produce en este mes de perturbaciones tropicales que se originan en la región ciclogénica del Pacífico de Guatemala o de aquellos que llegan por el mar Caribe Centroamericano y que son los de mayor peligro de provocar daños y desastres, en promedio se puede esperar un promedio de a perturbaciones tropicales con afectación directa sobre Guatemala.

Tanto las perturbaciones ciclónicas del Pacífico, como la interacción de las perturbaciones del mar Caribe y del Golfo de México, definen regímenes persistentes de viento Sur que sumado vectorialmente a los vientos locales, establecen circulaciones de afluencia de viento húmedo que definen condiciones meteorológicas con características de temporales de lluvia.

Vientos Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 19:00 a 08:00 horas, revelan un sector de procedencia del Noroeste al Este, una dirección media Nornoroeste, variabilidad angular de 45 a 112 grados e intensidad media de 11 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante septiembre de 1988 de 03:00 a 11:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudoeste a Sudeste, dirección media del Noreste, amplia variabilidad angular de 202 grados y una velocidad media de 11 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante septiembre de 1988 de 19:00 a 07:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Oeste a Sureste, una dirección media del Norte, variabilidad angular de 112 a 202 grados y una velocidad media de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en superficie durante la noche, en las estaciones de San José Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 21), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 09:00 horas, revelan un sector de procedencia de Norte a Sur, dirección media del Este, amplia variabilidad angular de 202 grados e intensidad media de 19 kilómetros por hora.

En la estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de procedencia de Norte a Sur, dirección media del Este, variabilidad angular de 202 grados e intensidad media de 19 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante septiembre de 1998 a las 12:00 horas, revelan un sector de procedencia que va Norte a Sur, con dirección media del Este, amplia variabilidad angular de 202 grados y una velocidad media 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante septiembre de 1998 de 08:00 a 10:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sureste a Oeste, con dirección media del Sudsudoeste, variabilidad angular de 157 grados e intensidad media de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por períodos de transición entre vientos locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos sinópticos y locales (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 21), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos:

En la estación meteorológica de **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 10:00 a 15:00 horas,

revelan un sector de procedencia Este Sudoeste, dirección media del Sur, variabilidad angular de 112 grados e intensidad media de hasta 29 kilómetros por hora.

En la estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia del Este al Norte, dirección media del Sudoeste y Nornoroeste, variabilidad angular de 157 grados e intensidad media de 19 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante septiembre de 1998 de 13:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudeste a Norte, dirección media del Oestesudoeste, variabilidad angular de 112 a 202 grados y una velocidad media de 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante septiembre de 1998 de 11:00 a 17:00 horas, revelan un sector de procedencia que va del Sureste al Oeste, dirección media del Sudoeste, variabilidad angular de 112 grados y una velocidad media de 11 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento diurno en las estaciones San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos sinópticos y locales (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 21), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de las 16:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sur a Norte, dirección media del Oestesudoeste, variabilidad angular de 157 grados e intensidad media de 19 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante septiembre de 1998 de 21:00 a 02:00 horas, revelan un sector de procedencia de Este a Oeste, dirección media del Sur, amplia variabilidad angular de 202 grados e intensidad media de 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 20), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante septiembre de 1998 a las 18:00 horas, revelan un

sector de procedencia de Sur a Norte, dirección media del Oeste, amplia variabilidad angular de 202 grados e intensidad media de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento al final de la tarde en San José Aeropuerto y Cengicaña, en horas de la noche en Verapaz, se encuentran determinados por períodos de transición entre viento sinópticos y locales diurnos (brisa marina) y nocturnos (brisa terrestre). Las características topográfica y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 21), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 23).

Cuadro 20. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Septiembre.

Estación: Retalhuleu.
Mes: Septiembre

Horario	6 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 14 Horas	15 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	N - S	SE - W	SW - N
Dir. Media	NNE	E	SSW	WNW
Frec. (%)	78 - 88	64 - 80	77 - 87	67 - 72
Var. Ang.	67°	202°	157°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 19	6 a 19	0 a 19
Frec. (%)	91 - 96	87 - 93	83 - 90	67 - 92

Estación: San José.
Mes: Septiembre

Horario	19 - 6 Horas	7 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 15 Horas	16 - 18 Horas
Procedencia	NW - N	N - E	N - S	SE - SW	S - N
Dir. Media	NNW	NE	E	S	W
Frec. (%)	67 - 85	74 - 90	82	79 - 89	75 - 80
Var. Ang.	45° - 67°	112°	157° - 202°	112°	157° - 202°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	6 a 19	6 a 29	0 a 19
Frec. (%)	78 - 99	77 - 87	85 - 86	82 - 87	82 - 83

Estación: Cengicaña.
Mes: Septiembre

Horario	22 - 1 Horas	2 - 6 Horas	7 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 16 Horas	17 - 19 Horas	20 - 21 Horas
Procedencia	NW - E	NW - NE	N - SE	SE - W	S - W	S - N	NW - SE
Dir. Media	NNE	N	ENE	SSW	SW	W	NE
Frec. (%)	77 - 84	73 - 93	70 - 83	83 - 90	71 - 94	72 - 80	84
Var. Ang.	112° - 157°	112°	112° - 157°	157°	112°	157° - 202°	202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 11	0 a 11	0 a 5
Frec. (%)	93 - 100	93 - 100	93 - 100	90 - 100	97 - 100	93 - 97	100

Estación: Verapaz.
Mes:
Septiembre

Horario	21 - 2 Horas	3 - 8 Horas	10 - 12 Horas	13 - 17 Horas	18 - 20 Horas
Procedencia	E - W	NW - E	N - S	S - NW	SW - N
Dir. Media	S	NNE	E	WSW	WNW
Frec. (%)	70 - 85	70 - 80	70 - 85	75 - 85	75 - 85
Var. Ang.	202°	112° - 157°	202°	112° - 157°	112° - 157°
Vel. (KPH)	0 a 19	0 a 11	0 a 19	0 a 19	0 a 19
Frec. (%)	85 - 100	80 - 100	80 - 100	100	90 - 100

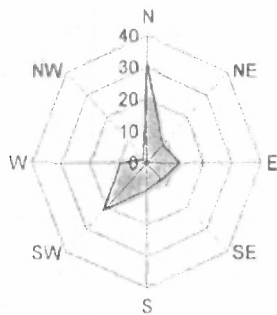
Cuadro 21. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Septiembre de 1998.

Dirección del viento

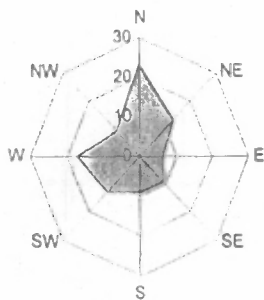
Dir.	Región Observados				Total	Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
NW - NE	18	10	15	13	56	17	12	15	12		
SE - SW	11	11	10	7	39	12	9	10	8		
	29	21	25	20	95					12.6	1.5

Intensidad del Viento

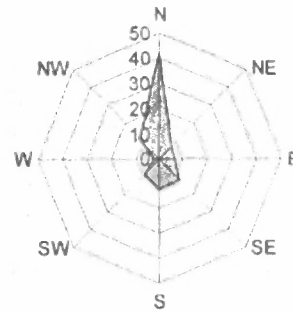
KPH.	Región Observados				Total	Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
0 - 5	16	12	25	17	70	17	17	19	16		
6 a 11	11	15	5	8	39	10	10	11	9		
	27	27	30	25	109					12.6	9.8



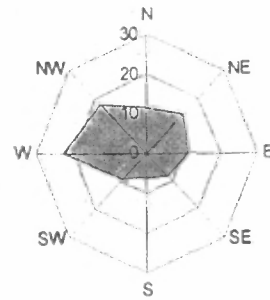
Retalhuleu



Cengicaña



San José



Verapaz

Figura 23. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Septiembre, en donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Octubre:

Durante este mes en promedio las lluvias tienden a disminuir como resultado de cambios estacionales en la circulación de los vientos dentro de la zona de vaguada ecuatorial, la zona de confluencia intertropical (ZCIT) se debilita e inicia su desplazamiento hacia el sur permitiendo que se inicie la influencia de los sistemas de alta presión atmosférica especialmente migratorios que se intensifican en latitudes medias empujando los frentes fríos y favoreciendo la afluencia de flujo anticiclónico a través del Golfo de México y la Península de Yucatán, estos regímenes de viento Norte al descender a sotavento de la región de la boca costa se suman vectorialmente a los vientos locales provocados por fenómenos de brisa terrestre.

Esta etapa de transición entre condiciones atmosféricas inestables y el inicio de condiciones estables suele manifestarse con las últimas ondas tropicales inducidas en vaguadas provocadas por la aproximación de los primeros frentes de la temporada, no obstante y debido a anomalías climáticas que puedan afectar la finalización de la temporada de lluvias también se pueden producir reactivaciones en la actividad de la Zona de Confluencia Intertropical e incluso en la actividad ciclónica, es de hacer notar que históricamente los mayores estragos se han producido durante este mes.

Vientos Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 19:00 a 07:00 horas, revelan un sector de procedencia del Oeste a Norte, una dirección media Nornoroeste, variabilidad angular de 45 a 112 grados e intensidad media de 5 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Octubre de 1998 de 19:00 a 08:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Norte a Sudoeste, dirección media del Estenoreste y Este, variabilidad angular de 112 a 202 grados y una velocidad media de 11 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Octubre de 1998 de 19:00 a 07:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Noroeste a Este, dirección media del Noreste, variabilidad angular de 112 grados y una velocidad media de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en superficie durante la noche, en las estaciones de San José Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos sinópticos y locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la

región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 23), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 08:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia de Norte a Sur, dirección media del Estenoreste y Este, amplia variabilidad angular de 157 a 202 grados e intensidad media de 19 kilómetros por hora.

En las estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sudoeste a Norte, dirección media del Oestenoroeste, variabilidad angular de 157 grados e intensidad media de 11 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Octubre de 1998, de 09:00 a 11:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudeste a Noroeste, con dirección media del Sudoeste, con un amplio intervalo angular de 202 grados e intensidad media de 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Octubre de 1998, de 08:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Norte a Sur, con dirección media del Este, e intervalo angular de 202 grados e intensidad media de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por periodos de transición entre vientos locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos sinópticos y locales (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 23), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos:

En la estación meteorológica de **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 10:00 a 16:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudeste Sudoeste, dirección media del Sur, con intervalo angular de 112 grados e intensidad media de hasta 29 kilómetros por hora.

En la estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 15:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sur al Oeste, dirección media Sudoeste, intervalo angular de 112 grados e intensidad media de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Octubre de 1998 de 12:00 a 16:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudeste a Oeste, dirección media Sur y Sursudoeste, intervalo angular de 112 a 157 grados e intensidad media de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Octubre de 1998, de 10:00 a 17:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sudeste al Oeste, dirección media del Sursudoeste, intervalo angular de 157 grados e intensidad media de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento diurno en las estaciones San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos sinópticos y locales (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 23), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de las 17:00 a 19:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sudoeste a Norte, dirección media del Oestenoeste y Noroeste, con intervalo angular de 112 a 157 grados e intensidad media de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Octubre de 1998 de 17:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia de Este a Norte, dirección media del Sur y Este, amplio intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 22), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante septiembre de 1998 a las 18:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sur a Norte, dirección media del Oeste, amplia variabilidad angular de 202 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento al final de la tarde en San José Aeropuerto y Cengicaña, en horas de la noche en Verapaz, se encuentran determinados por periodos de transición entre viento sinópticos y locales diurnos (brisa marina) y nocturnos (brisa terrestre). Las características topográfica y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 23), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 24).

Cuadro 22. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Octubre

Estación: Retalhuleu.
Mes: Octubre

Horario	6 - 9 Horas	10 Horas	11 - 15 Horas	16 - 18 Horas
Procedencia	N - E	SW - N	S - W	SW - N
Dir. Media	NE	WNW	SW	WNW
Frec. (%)	80 - 97	72	75 - 87	79 - 83
Var. Ang.	67° - 112°	157°	112°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	6 a 19	0 - 19
Frec. (%)	93 - 98	88	83 - 93	83 - 88

Estación: San José.
Mes: Octubre

Horario	20 - 7 Horas	8 - 9 Horas	10 - 11 Horas	12 - 16 Horas	17 - 19 Horas
Procedencia	NW - N	N - S	SE - SW	S - SW	SW - N
Dir. Media	NNW	E	S	SSW	WNW
Frec. (%)	80 - 95	72 - 80	75 - 89	64 - 86	81 - 86
Var. Ang.	45° - 67°	157° - 202°	112°	67°	112° - 157°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 19	0 a 19	12 a 29	0 a 11
Frec. (%)	86 - 99	88 - 93	89 - 94	83 - 89	87 - 92

Estación: Cengicaña.
Mes: Octubre

Horario	19 - 7 Horas	8 Horas	9 - 17 Horas	18 Horas
Procedencia	N - E	N - S	SE - W	S - N
Dir. Media	NE	E	SSW	W
Frec. (%)	78 - 94	81	71 - 94	68
Var. Ang.	112°	202°	157°	202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 5
Frec. (%)	97 - 100	97	94 - 100	94

Estación: Verapaz.
Mes: Octubre

Horario	19 - 3 Horas	4 - 8 Horas	9 - 11 Horas	12 - 16 Horas	17 Horas	18 Horas
Procedencia	N - SE	NE - SE	SE - NW	SE - W	E - W	N - S
Dir. Media	ENE	E	SW	SSW	S	E
Frec. (%)	80 - 90	80 - 90	85	70 - 90	77	80
Var. Ang.	112° - 157°	112°	202°	112° - 157°	202°	202°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	0 a 11	0 - 19	0 a 11	0 a 11
Frec. (%)	90 - 100	95 - 100	85 - 90	80 - 85	70	95

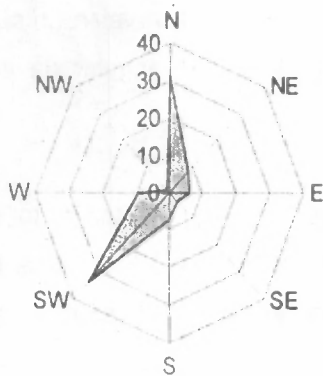
Cuadro 23. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Octubre de 1998.

Dirección del viento

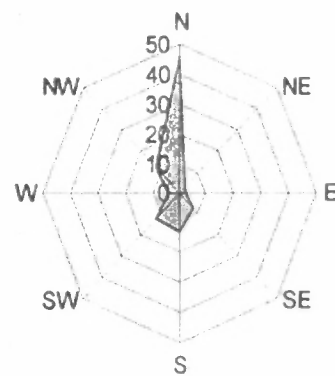
Dir.	Región Observados				Región Esperados			X Tab.	X calc.
	SJosé	Cam.	Ver.	Total	SJosé	Cam.	Ver.		
NW - NE	19	15	12	46	17	15	14	9.49	1.3
SE - SW	9	9	11	29	11	9	9		
	28	24	23	75					

Intensidad del Viento

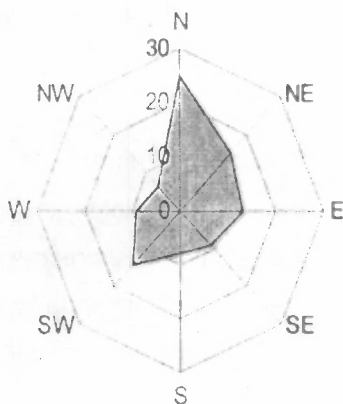
KPH.	Región Observados				Región Esperados			X Tab	X calc.
	SJosé	Cam.	Ver.	Total	SJosé	Cam.	Ver.		
0 - 5	18	29	18	65	21	23	21	9.49	9.0
6 a 11	10	2	10	22	7	8	7		
	28	31	28	87					



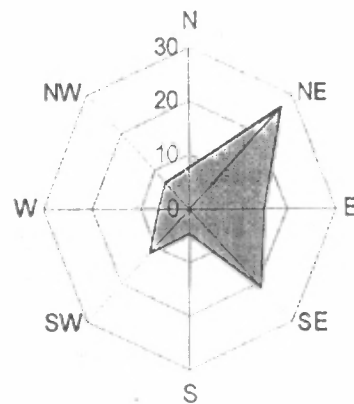
Retalhuleu



San José



Cengicaña



Verapaz

Figura 24. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Octubre, en donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Noviembre:

Las condiciones del mes de noviembre son determinadas por el inicio de la temporada de mayor frecuencia e intensidad de las afluencias de aire frío hacia el interior del territorio de Guatemala (Noviembre a Febrero), es decir, flujo anticiclónico proveniente de los sistemas migratorios de alta presión que se desplazan en latitudes medias empujando los frentes fríos, en promedio se puede esperar durante el mes, tres afluencias de aire frío. Estos regímenes de flujo anticiclónico a través del Golfo de México y la Península de Yucatán, definen patrones de viento norte, es decir, aire frío estable que después de sobrepasar las planicies del norte se ve forzado a ascender, condensando su humedad en la pendiente a barlovento de las montañas del norte. La precipitación en las costas del Pacífico disminuye por debajo de 100 milímetros.

Vientos Nocturnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 19:00 a 08:00 horas, revelan un sector de procedencia del Noroeste a Norte, dirección media Nornoroeste, intervalo angular de 45 a 67 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Noviembre de 1998 de 21:00 a 10:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Oeste a Este, dirección media del Norte y Noreste, variabilidad angular de 112 a 202 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Noviembre de 1998 de 19:00 a 08:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Norte a Este, dirección media del Noreste, intervalo angular de 112 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en superficie durante la noche, en las estaciones de San José Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos sinópticos y locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el análisis estadístico (Ver cuadro 25) indica que existe al menos una estación que varía su resultado en cuanto a intensidad del viento se refiere.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 09:00 a 10:00 horas, revelan un sector de

procedencia de Norte a Sudoeste, dirección media del Sudeste, amplio intervalo angular de 202 a 247 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 10:00 a 12:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sur a Oeste, dirección media del Sudoeste, intervalo angular de 112 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Verapaz**, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Noviembre de 1998, de 11:00 a 12:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Noroeste a Sudeste, con dirección media del Noreste, con un amplio intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Noviembre de 1998, de 09:00 a 10:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Este a Oeste, con dirección media Sur, e intervalo angular de 202 grados e intensidad media de 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por períodos de transición entre vientos locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos sinópticos y locales (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el análisis estadístico (Ver cuadro 25) indica que existe al menos una estación que varía su resultado en cuanto a intensidad del viento se refiere.

Vientos Diurnos:

En la estación meteorológica de **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 16:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudeste Sudoeste, dirección media del Sur, con intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 13:00 a 16:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sudoeste a Oeste, dirección media Oestesudoeste, intervalo angular de 67 grados e intensidad media de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Verapaz*, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Noviembre de 1998 de 13:00 a 20:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sur a Noroeste, dirección media Oeste y Oestesudoeste, intervalo angular de 67 a 157 grados e intensidad media de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Noviembre de 1998, de 11:00 a 17:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sur a Oeste, dirección media Sudoeste, intervalo angular de 112 grados e intensidad media de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento diurno en las estaciones San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, Verapaz y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos sinópticos y locales (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el análisis estadístico (Ver cuadro 25) indica que existe al menos una estación que varía su resultado en cuanto a intensidad del viento se refiere.

Transición de vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de las 17:00 a 18:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sur a Norte, dirección media del Oeste, con intervalo angular de 157 a 202 grados e intensidad media de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 24), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Noviembre de 1998 a las 18:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sudoeste a Noreste, dirección media del Noroeste, amplia variabilidad angular de 202 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento al final de la tarde en San José Aeropuerto y Cengicaña, en horas de la noche en Verapaz, se encuentran determinados por períodos de transición entre viento sinópticos y locales diurnos (brisa marina) y nocturnos (brisa terrestre). Las características topográfica y estrechez de la región, permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera, pero el análisis estadístico (Ver cuadro 25) indica que existe al menos una estación que varía su resultado en cuanto a intensidad del viento se refiere. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 25).

Cuadro 24. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Noviembre.

Estación: Retalhuleu.
Mes: Noviembre

Horario	6 - 9 Horas	10 - 12 Horas	13 - 16 Horas	17 - 18 Horas
Procedencia	N - NE	S - W	SW - W	SW - N
Dir. Media	NNE	SW	WSW	WNW
Frec. (%)	70 - 100	81 - 87	77 - 85	89 - 90
Var. Ang.	45° - 67°	112°	67°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	6 a 19	6 a 19	0 a 19
Frec. (%)	98 - 100	92 - 97	91 - 96	89 - 90

Estación: San José.
Mes: Noviembre

Horario	19 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 12 Horas	13 - 16 Horas	17 - 18 Horas
Procedencia	NW - N	N - SW	SE - SW	S - SW	S - N
Dir. Media	NNW	SE	S	SSW	W
Frec. (%)	78 - 98	77 - 88	84 - 94	81 - 87	85 - 88
Var. Ang.	45° - 67°	202° - 247°	112°	67°	157° - 202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 19	6 a 19	6 a 19	0 a 11
Frec. (%)	81 - 100	87 - 98	89 - 91	83 - 93	85 - 88

Estación: Cengicaña.
Mes: Noviembre

Horario	19 - 8 Horas	9 - 10 Horas	11 - 17 Horas	18 Horas
Procedencia	N - E	E - W	S - W	SW - NE
Dir. Media	NE	S	SW	NW
Frec. (%)	70 - 94	80 - 90	78 - 90	80
Var. Ang.	112°	202°	112°	202°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 5
Frec. (%)	97 - 100	97	87 - 100	90

Estación: Verapaz.
Mes: Noviembre

Horario	19 - 10 Horas	11 - 12 Horas	13 - 16 Horas	17 - 20 Horas	18 Horas
Procedencia	N - E	NW - SE	S - NW	SW - W	W - E
Dir. Media	NE	NE	WSW	WSW	N
Frec. (%)	70 - 90	85	85	70 - 80	80 - 90
Var. Ang.	112°	202°	157°	67°	202°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	0 a 11	0 a 19	0 a 5
Frec. (%)	80 - 100	90 - 95	90 - 100	85 - 95	80 - 95

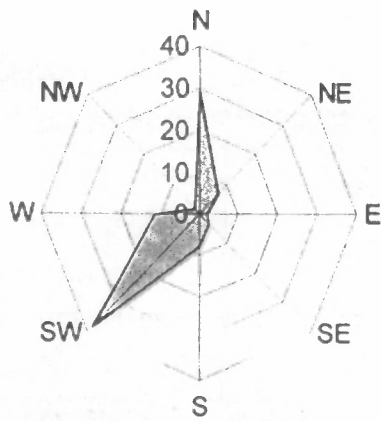
Cuadro 25. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Noviembre de 1998.

Dirección del viento

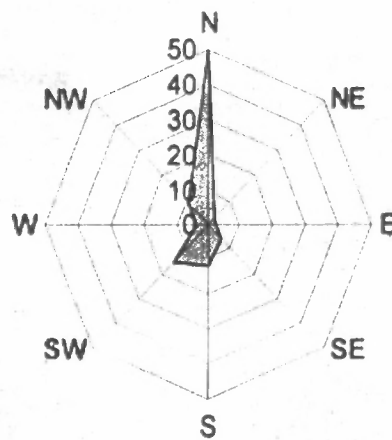
Dir.	Región Observados				Total	Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
NW - NE	20	10	13	14	57	17	13	12	15		
SE - SW	9	12	7	12	40	12	9	8	11		
	29	22	20	26	97					12.6	3.4

Intensidad del Viento

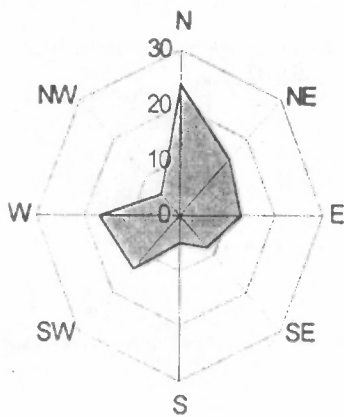
KPH.	Intens. Región Observados				Total	Región Esperados				X Tab.	X calc.
	SJosé	Reu	Cam.	Ver.		SJosé	Reu	Cam.	Ver.		
0 - 5	21	15	29	20	85	21	22	22	21		
6 a 11	8	15	1	9	33	8	8	8	8		
	29	30	30	29	118					12.6	16.4



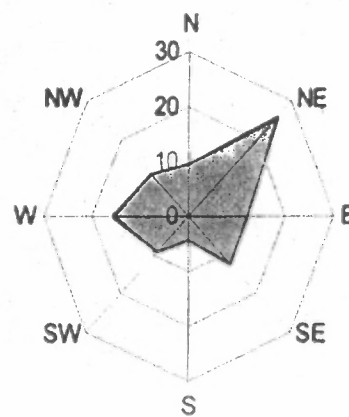
Retalhuleu



San José



Cengicaña



Verapaz

Figura 25. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Noviembre, en donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

Mes: Diciembre:

Las condiciones del mes de diciembre se encuentran dentro de la temporada de afluencia de aire frío hacia el interior del territorio, es decir, flujo antriclinal proveniente de los sistemas migratorios de alta presión que se desplazan en latitudes medias empujando los frentes fríos, en promedio se pueden esperar durante el mes, el paso de cuatro sistemas frontales o de aire frío que definen patrones de viento norte, que se presentan alternados con períodos de debilitamiento o de cambio a régimen de viento sur. El cambio estacional en el hemisferio norte con el Solsticio de Invierno del 21 al 22 de diciembre, se manifiesta con condiciones culminantes posteriores de fuerte advección de aire frío. En la boca costa y planicies del Pacífico, la precipitación disminuye por debajo de 100 milímetros, las reservas de humedad de los suelos empiezan a agotarse y únicamente es factible la agricultura bajo riego.

Vientos Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 19:00 a 09:00 horas, revelan un sector de procedencia del Noroeste a Norte, una dirección media Nornoroeste, variabilidad angular de 45 a 67 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Diciembre de 1998 de 19:00 a 08:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Noroeste a Este, dirección media del Nornoroeste, intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en superficie durante la noche, en las estaciones de San José Aeropuerto, y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos sinópticos y locales (brisa terrestre). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 27), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Nocturnos a Diurnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de procedencia de Norte a Sudoeste, dirección media Estesudeste, amplio intervalo angular de 247 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En las estación **Retalhuleu Aeropuerto**, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie a las 10:00 horas, revelan un sector de

procedencia de Sudoeste a Norte, dirección media del Oestenoroeste, variabilidad angular de 157 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Diciembre de 1998, a las 09:00 horas, revela un sector de procedencia que va de Sudeste a Noroeste, con dirección media Nornoroeste, intervalo angular de 202 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento en horas de la mañana en San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, y Cengicaña, se encuentran determinados por períodos de transición entre vientos locales nocturnos (brisa terrestre) y diurnos sinópticos y locales (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 27), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Vientos Diurnos:

En la estación meteorológica de *San José Aeropuerto*, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 17:00 horas, revelan un sector de procedencia Sudeste Sudoeste, dirección media del Sur, con intervalo angular de 112 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Retalhuleu Aeropuerto*, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de 11:00 a 17:00 horas, revelan un sector de procedencia del Sur al Oeste, dirección media Sudoeste y Sursudoeste, intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 19 kilómetros por hora.

En la estación *Cengicaña*, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Diciembre de 1998, de 10:00 a 17:00 horas, revelan un sector de procedencia que va de Sur al Oeste, dirección media del Sur y Oestesudoeste, intervalo angular de 67 a 112 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento diurno en las estaciones San José Aeropuerto, Retalhuleu Aeropuerto, y Cengicaña, se encuentran determinados por vientos sinópticos y locales (brisa marina). Las características topográficas y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 27), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera.

Transición de Vientos Diurnos a Nocturnos:

En la estación **San José Aeropuerto**, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento histórico de las componentes del viento en superficie de las 18:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sudoeste a Norte, dirección media del Oestenoroeste, con intervalo angular de 157 grados e intensidad de hasta 11 kilómetros por hora.

En la estación **Cengicaña**, (Ver Cuadro 26), el análisis del comportamiento de las componentes del viento en superficie durante Diciembre de 1998 a las 18:00 horas, revelan un sector de procedencia de Sudoeste a Norte, dirección media del Oestenoroeste, amplio intervalo angular de 157 grados e intensidad de hasta 5 kilómetros por hora.

Los resultados del análisis del comportamiento del viento al final de la tarde en San José Aeropuerto y Cengicaña, se encuentran determinados por períodos de transición entre viento sinópticos y locales diurnos (brisa marina) y nocturnos (brisa terrestre). Las características topográfica y estrechez de la región, aunado al análisis estadístico (Ver Cuadro 27), permiten inferir similar comportamiento de las componentes del viento para toda la región cañera. Para una mejor comprensión se realizó una rosa de viento mensual donde se observan los sectores de procedencia mas frecuentes de cada estación (Ver Figura 26).

Cuadro 26. Resumen del comportamiento de los vientos más frecuentes en las diferentes estaciones, durante el mes de Diciembre.

Estación: Retalhuleu.
Mes: Diciembre

Horario	6 - 9 Horas	10 Horas	11 - 14 Horas	15 - 17 Horas	18 Horas
Procedencia	N - NE	SW - N	S - W	S - SW	SW - N
Dir. Media	NNE	WNW	SW	SSW	WNW
Frec. (%)	78 - 99	70	74 - 91	83 - 84	94
Var. Ang.	67°	157°	112°	67°	157°
Vel. (KPH)	0 a 11	0 a 11	6 a 19	6 a 19	0 a 11
Frec. (%)	95 - 99	93	91 - 94	86 - 87	88

Estación: San José.

Horario	19 - 5 Horas	6 - 9 Horas	10 Horas	11 - 12 Horas	13 - 17 Horas	18 Horas
Procedencia	N	NW - N	N - SW	SE - SW	S - SW	SW - N
Dir. Media	N	NNW	ESE	S	SSW	WSW
Frec. (%)	73 - 96	82 - 96	93	88 - 95	90 - 95	94
Var. Ang.	45°	67°	247°	112°	67°	157°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 11	6 a 19	6 a 19	6 a 19	0 a 11
Frec. (%)	88 - 100	96 - 98	91	92 - 94	89 - 96	95

Estación:
Cengicaña.

Horario	0 - 8 Horas	9 Horas	10 - 12 Horas	13 - 17 Horas	18 Horas	19 - 23 Horas
Procedencia	N - NE	SE - NW	S - W	SW - W	SW - N	NW - E
Dir. Media	NNE	SW	SW	WSW	WNW	NNE
Frec. (%)	81 - 94	90	84 - 100	78 - 97	85	81 - 94
Var. Ang.	67° - 112°	202°	112	67°	157°	157°
Vel. (KPH)	0 a 5	0 a 5	0 a 11	0 a 11	0 a 5	0 a 5
Frec. (%)	100	100	94 - 100	100	100	100

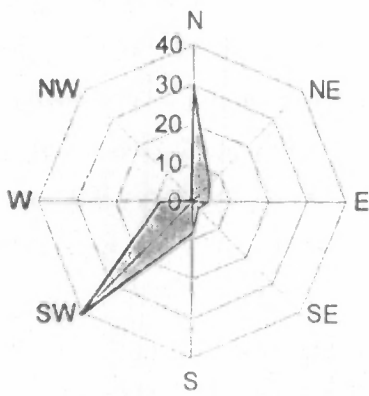
Cuadro 27. Análisis Estadístico (Prueba de Chi Cuadrado), para las variables de Dirección e Intensidad del viento durante el mes de Diciembre de 1998.

Dirección del viento

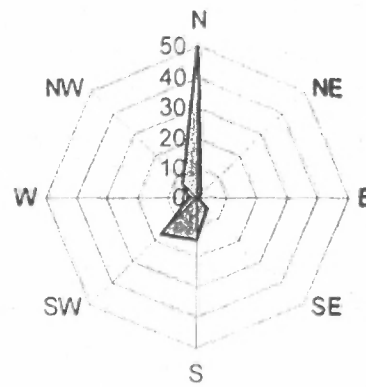
Dir.	Región Observados			Región Esp.		X Tab.	X calc.
	Reu	Cam.	Total	Reu	Cam.		
NW - NE	11	17	28	16	12	6	6.2
SE - SW	19	7	26	14	12		
	30	24	54				

Intensidad del Viento

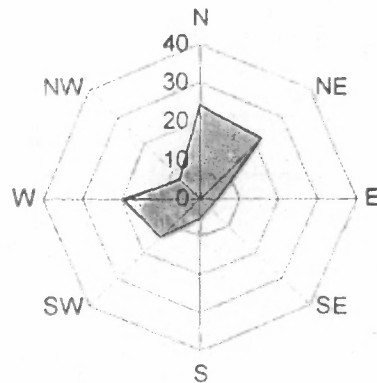
KPH.	Región Obs.			Región Esp.		X Tab.	X calc.
	Reu	Cam.	Total	Reu	Cam.		
0 - 5	14	29	43	21	22	6	16.1
6 a 11	16	2	18	9	9		
	30	31	61				



Retalhuleu



San José



Cengicaña

Figura 26. Rosas de Viento, correspondientes al mes de Diciembre, en donde se observan los sectores de procedencia más frecuentes en cada estación.

8.2 Validación de la Información de las Estaciones:

A continuación se presentan una metodología alternativa como lo son las tomas fotográficas, la cual tiene por objeto comprobar por medio de trazadores de viento, el comportamiento del mismo durante el periodo de 09:00 a 16:00 horas:

En la figura 27, se observa que el viento a esta hora es de poca intensidad ya que la columna de humo se levanta varios metros. En este horario existe mucha oscilación en la dirección del viento. En este caso el viento procedía del sector Sur.

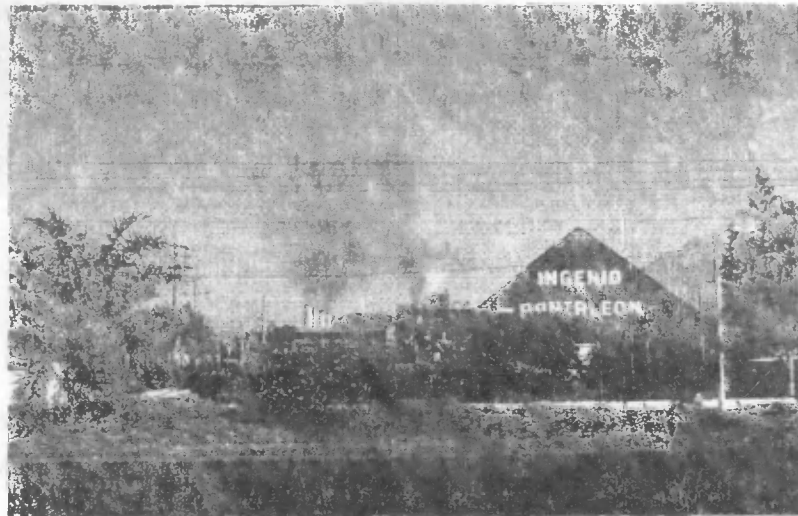


Figura 27. Viento a las 09:00 Horas.

En la figura 28, se observa que el viento a esta hora aumenta su intensidad. En este horario el Viento se traslada al sector Sur debido a la presencia de la Brisa Marina. En este caso el viento procedía del sector Sudeste.

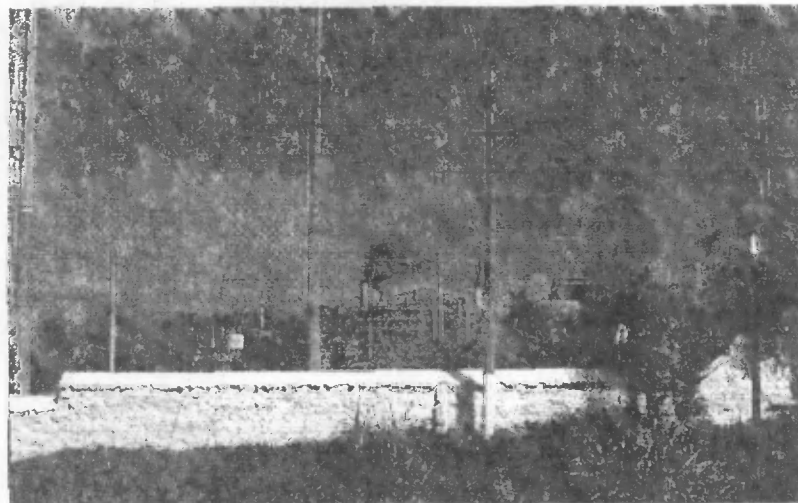


Figura 28. Viento a las 10:00 Horas.

En la figura 29, se observa en el viento mayor intensidad. En este caso con procedencia del sector Sudoeste. Con lo cual se valida la información de las estaciones que indican en este horario una procedencia del sector Sudeste - Sudoeste.

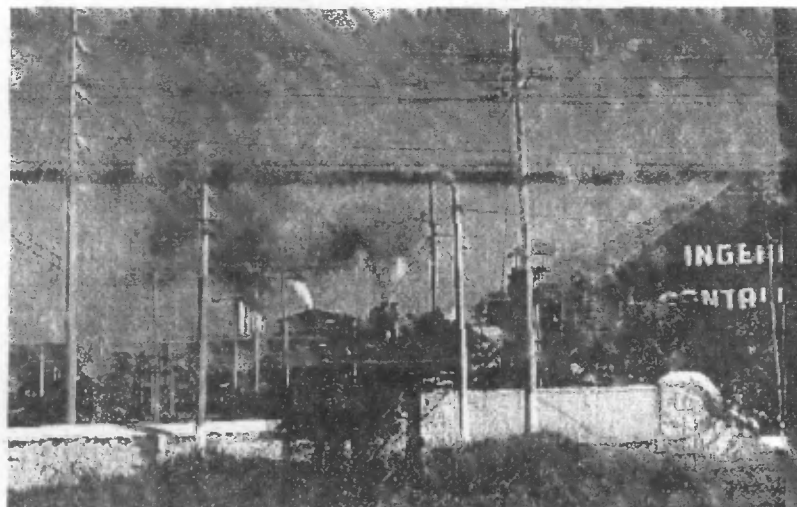


Figura 29. Viento a las 11:00 Horas.

En la figura 30, se observa en el viento procedencia del sector Sudoeste. Con lo cual se valida la información de las estaciones que indican en este horario una procedencia del sector Sudeste - Sudoeste. A ésta hora el viento mantiene una intensidad no mayor a 19 kph.

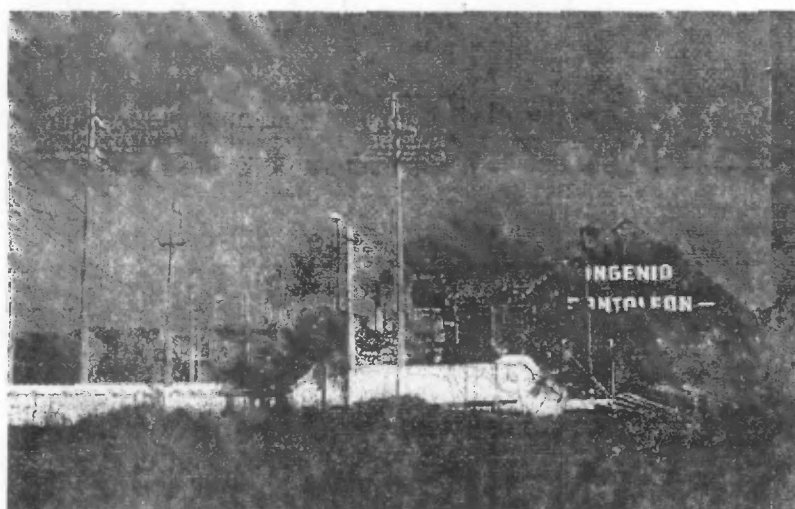


Figura 30. Viento a las 13:00 Horas.

En la figura 31, se observa en el viento procedencia del sector Sur, Con lo cual se valida la información de las estaciones que indican en este horario una procedencia del sector Sur - Oeste. A partir de ésta hora se presentan los vientos de mayor intensidad entre 6 a 29 kph.

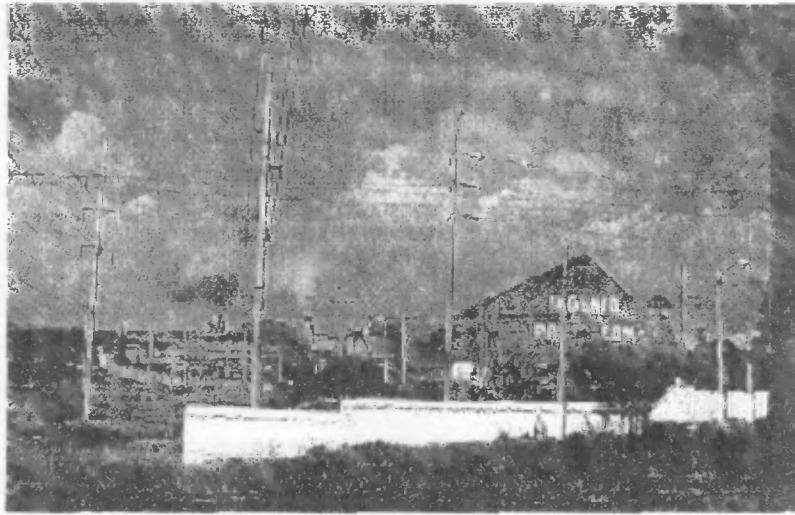


Figura 31. Viento a las 15:00 Horas.

En la figura 32, se observa en el viento procedencia del sector Sudoeste, Con lo cual se valida la información de las estaciones que indican en este horario una procedencia del sector Sur - Oeste. Se observa una intensidad normal para este horario, entre 6 a 29 kph.

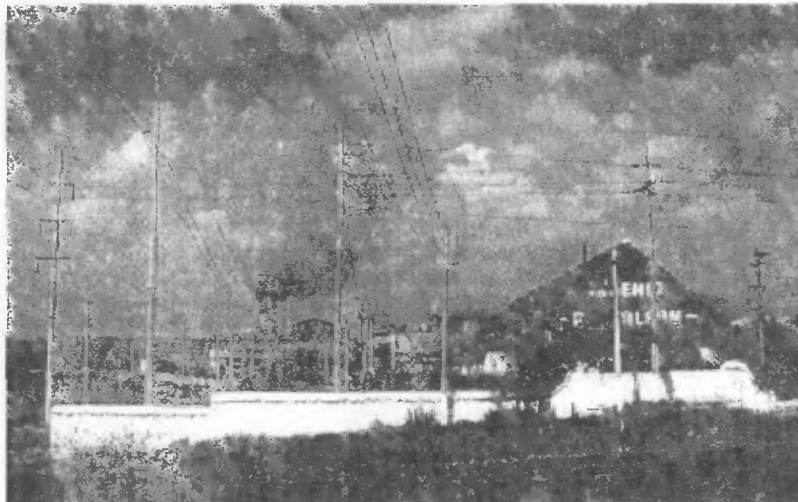


Figura 32. Viento a las 16:00 Horas.

8.3 HORARIOS DE QUEMA DE CAÑA EN FUNCIÓN DEL SECTOR DE PROCEDENCIA MAS FRECUENTE DEL VIENTO PARA LA COSTA SUR DE GUATEMALA.

La quema de la caña de azúcar es una práctica que se realiza para incrementar la eficiencia de corte manual. Actualmente quemar la parte vegetativa de la caña de azúcar ha significado duplicar el rendimiento de corte, con un potencial aún por incrementar al tomar en cuenta las capacitaciones que se realizan a los cortadores. Sin embargo, la técnica de la quema y la definición de las horas de quema que se utiliza actualmente ha permitido que la ceniza o pavesa provocada por el fuego se traslade por efectos del viento a los poblados más cercanos, ocasionando molestias a los pobladores.

Como una técnica paleativa, en países como Colombia y Estados Unidos han utilizado con éxito, la técnica de monitoreo del viento con el fin de reducir los efectos de molestia en los poblados que ocasiona la ceniza de la caña de azúcar, mientras se generan las técnicas adecuadas para la cosecha en verde.

Para la utilización de la técnica de monitoreo del viento con fines de manejar las quemas es necesario inicialmente un estudio climático, con el fin de planificar anticipadamente la quema en cada uno de los lotes en relación a las horas permitidas de quema de manera que la ceniza se dirija en direcciones no pobladas.

Se establecieron en este estudio climático dos períodos horarios de quema, en los cuales el viento tiene un similar comportamiento en toda la zona cañera, los horarios son los siguientes:

- De 5 a 9 horas realizar quemas en los lotes ubicados al Sur, Este y Oeste (S, E y W) de los poblados más cercanos dentro de un radio de 5 km. Los vientos en ese períodos tienen un sector de procedencia que varía de Noroeste (NW) a Noreste (NE), con una variación angular de 45° a 112°. Los vientos en este horario corresponden a los vientos alisios procedentes del NE.
- De 11:00 a 17:00 horas, realizar quemas para los lotes ubicados al Norte (N) y Noreste (NE), de los poblados más cercanos. La procedencia de los vientos en este período es del Sudeste (SE) a Oeste (W), con una variación angular de 67° a 112°. El origen de estos vientos son resultado de la brisa térmica de mar-tierra (diurna) y brisa térmica tierra-mar (nocturna).
- Debido a la variación angular del viento hasta de 247° en el período de 9:00 a 11:00 horas y de 17:00 a 18:00 horas, no se aconseja quemar. La variación del viento en estos períodos es producto de los efectos térmicos debido al incremento y reducción gradual en el día de la temperatura ambiental.

9. CONCLUSIONES

1. Los vientos más frecuentes en la Costa Sur (Zona Cañera), presentan dos sectores de procedencia: Noroeste a Noreste (NW - NE), y Sur a Oeste (S - W), los cuales son dominantes con respecto a la Dirección.
2. El comportamiento del Viento en la Costa Sur, está regido por el "Sistema de Vientos Locales", el cuál está constituido por las "Brisas Marinas" (Vientos Diurnos Sur a Oeste), así como de las "Brisas de Tierra" (Vientos Nocturnos Noroeste a Noreste).
3. El comportamiento del viento en las estaciones estudiadas es similar, debido a que está regido por un mismo sistema de vientos, al relieve de la zona, y a la cercanía con el Océano Pacífico.
4. Los vientos nocturnos están relacionados con mayor frecuencia, a intensidades de 0 hasta 11 kph, (Clase 1 y 2). Mientras que los vientos diurnos más frecuentes, oscilan de 6 hasta 19 kph, (Clase 2 y 3)
5. Existen dos períodos de transición en el cuál el viento cambia de comportamiento, y en donde el sector de procedencia es muy variable; el primero se presenta de 07:00 a 10:00 Horas, en donde el viento pasa del sector Norte hacia el Sur. El segundo se presenta de 17:00 a 20:00 Horas, cuando el viento pasa del sector Sur hacia el Norte. En estos períodos el Intervalo Angular en la procedencia del viento puede llegar hasta los 202 grados.
6. Se establecieron en este estudio climático dos períodos horarios de quema, en los cuales el viento tiene un similar comportamiento en toda la zona cañera, los horarios son los siguientes:
 - De 5 a 9 horas realizar quemas en los lotes ubicados al Sur, Este y Oeste (S, E y W) de los poblados más cercanos dentro de un radio de 5 km. Los vientos en ese períodos tienen un sector de procedencia que varía de Noroeste (NW) a Noreste (NE), con una variación angular de 45° a 112°. Los vientos en este horario corresponden a los vientos alisios procedentes del NE.
 - De 11:00 a 17:00 horas, realizar quemas para los lotes ubicados al Norte (N) y Noreste (NE), de los poblados más cercanos. La procedencia de los vientos en este período es del Sudeste (SE) a Oeste (W), con una variación angular de 67° a 112°. El origen de estos vientos son resultado de la brisa térmica de mar-tierra (diurna) y brisa térmica tierra-mar (nocturna).

- Debido a la variación angular del viento hasta de 247° en el período de 9:00 a 11:00 horas y de 17:00 a 18:00 horas, no se aconseja quemar. La variación del viento en estos períodos es producto de los efectos térmicos debido al incremento y reducción gradual en el día de la temperatura ambiental.

10. RECOMENDACIONES

1. Como una estrategia en la realización de las quemas en la cosecha de caña de azúcar se recomienda lo siguiente:
 - Ubicar geográficamente cada uno de los lotes en cada una de las fincas respecto al poblado más cercano.
 - Definir la distancia en línea recta de modo que se encuentre en el radio indicado de 5 km.
 - Definir los horarios de quema de cada uno de los lotes respecto a los períodos definidos de quema con base a su ubicación.
 - Los administradores o caporales de finca deberán verificar que la quema se realice en los horarios establecidos.
 - Formar una comisión que permita verificar en el campo los horarios definidos para cada finca.
 - Las decisiones de quemar o no quemar en el tiempo real deben de realizarse con el auxilio de un anemómetro que permita determinar la dirección y velocidad del viento.
2. Mejor horario de aplicación de pesticidas por vía aérea o terrestre, tomando también en cuenta las variables climáticas.
3. Mayor aprovechamiento de la Lámina de Riego por Aspersión, al utilizar de mejor forma la dirección y la intensidad del viento.
4. Utilización de la información, en cuanto al Transporte Aéreo de la zona.

11. BIBLIOGRAFÍA

- 1) **BAUTISTA GODINEZ, M.** 1993. Análisis Sinóptico del Régimen de Vientos y su relación con la uniformidad del Riego por Aspersión. Estudio de Caso. Estación Labor Ovalle, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 73 p.
- 2) **CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA.** 1986. Agroambiente; unidad de producción de medios educativos. Turrialba, Costa Rica. 231 p.
- 3) **CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZÚCAR.** 1995. Evaluación tecnológica del cultivo de la caña de azúcar (informe preliminar). Escuintla, Guatemala. 51 p.
- 4) -----, 1997. Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala., Escuintla, Guatemala. 242 p.
- 5) -----, 1998. Hojas cartográficas de la zona cañera de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:50,00. Color.
- 6) -----, AREA DE AGROMETEOROLOGIA. 1998. Registros horarios-mensuales de estación automática "Cengicaña", (Base de Datos). Escuintla, Guatemala.
- 7) **GOMEZ, B.; ARTEAGA, R.** 1987. Elementos básicos para el manejo de instrumental meteorológico. México D.F., Editorial Continental,. 151 p.
- 8) **GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. ANALISIS Y PRONOSTICOS.** Registros diarios estaciones sinópticas de Aeropuerto del Puerto de San José y del Aeropuerto de Retalhuleu, hojas Meteoro de 1987 - 1998. Guatemala.

Sin publicar.
- 9) -----, DEPARTAMENTO DE CLIMATOLOGIA. 1998. Registros diarios de estación sinóptica de la Finca Verapaz. Guatemala.

Sin publicar.

- 10) **JANSA GUARDIOLA, J.M.** 1969. Curso de climatología. Madrid, España, Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones, Instituto Nacional de Meteorología. 445 p.
- 11) **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE METEOROLOGIA.** 1991. Meteorología. 2 ed. Ginebra, Suiza. V. 2, Ptes. 1 y 2. 339 p.
- 12) **OROZCO, H.; et al.** 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de caña de azúcar (*Saccharum spp*) en Guatemala, con fines de investigación en Variedades. Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA. 28 p.
- 13) **VASQUEZ, V. H.** 1998. Diagnóstico de los sitios diseñados para el establecimiento de estaciones automáticas en la zona cañera guatemalteca. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36 p.

Estación Cengicaña

Mes: Enero

Período 1998.

Estación Verapaz

Mes: Enero

Período 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	N - NE	73	NNE	67	0 a 5	100	0						
1	NW - NE	90	N	112	0 a 5	97	1						
2	N - NE	80	NNE	67	0 a 5	100	2						
3	N - NE	93	NNE	67	0 a 5	100	3						
4	N - NE	80	NNE	67	0 a 5	100	4						
5	N - NE	85	NNE	67	0 a 5	100	5						
6	N - NE	91	NNE	67	0 a 5	100	6						
7	N - NE	76	NNE	67	0 a 5	100	7						
8	NW - E	80	NNE	157	0 a 5	100	8						
9	SE - W	83	SSW	157	0 a 5	100	9						
10	SE - W	93	SSW	157	0 a 5	86	10						
11	S - W	91	SW	112	0 a 5	93	11						
12	S - W	94	SW	112	0 a 5	87	12						
13	S - W	90	SW	112	0 a 5	83	13						
14	S - W	94	SW	112	0 a 11	100	14						
15	S - W	100	SW	112	0 a 11	100	15						
16	S - W	97	SW	112	0 a 11	100	16						
17	S - W	100	SW	112	0 a 11	100	17						
18	S - W	91	SW	112	0 a 5	97	18						
19	NW - SE	84	NE	202	0 a 5	100	19						
20	N - S	80	E	202	0 a 5	100	20						
21	N - NE	80	NNE	67	0 a 5	100	21						
22	N - NE	80	NNE	67	0 a 5	100	22						
23	N - NE	87	NNE	67	0 a 5	100	23						

Estación Retalhuleu, Aeropuerto

Mes: Enero

Período 1988 - 1997

Estación San José, Aeropuerto

Mes: Enero

Período 1988 - 1997

**VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS**

Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	N	82	N	45	0 a 5	96
1							1	N	82	N	45	0 a 5	93
2							2	N	76	N	45	0 a 5	89
3							3	N	78	N	45	0 a 5	86
4							4	N	80	N	45	0 a 5	98
5							5	N	79	N	45	0 a 5	98
6	N - NE	100	NNE	67	0 a 11	95	6	NW - N	95	NNW	67	0 a 11	99
7	N - NE	100	NNE	67	0 a 11	98	7	NW - N	97	NNW	67	0 a 11	99
8	N - NE	100	NNE	67	0 a 11	99	8	NW - N	95	NNW	67	0 a 11	93
9	N - NE	86	NNE	67	0 a 11	99	9	NW - N	72	NNW	67	0 a 19	96
10	S - N	86	W	202	0 a 11	86	10	N - S	77	E	202	6 a 19	94
11	S - W	71	SW	112	6 a 19	89	11	SE - S	80	SSE	67	12 a 19	71
12	S - W	90	SW	112	6 a 19	94	12	SE - S	84	SSE	67	12 a 29	89
13	S - W	94	SW	112	6 a 19	93	13	S - SW	83	SSW	67	12 a 29	83
14	S - W	94	SW	112	6 a 29	97	14	S - SW	90	SSW	67	12 a 29	89
15	SW - W	86	WSW	67	12 a 29	86	15	S - SW	94	SSW	67	12 a 29	84
16	SW - W	91	WSW	67	12 a 29	87	16	S - SW	91	SSW	67	6 a 19	88
17	SW - W	90	WSW	67	6 a 19	85	17	S - SW	93	SSW	67	0 a 11	87
18	SW - W	85	WSW	67	6 a 19	87	18	S - SW	71	SSW	67	0 a 11	87
19							19	W - N	90	NW	112	0 a 5	92
20							20	N	69	N	45	0 a 5	91
21							21	N	70	N	45	0 a 5	93
22							22	N	74	N	45	0 a 5	93
23							23	N	86	N	45	0 a 5	91

Estación Cengicaña

Mes: Febrero

Periodo 1998.

Estación Verapaz

Mes: Febrero

Periodo 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	N - E	75	NE	112	0 a 5	80
1							1	N - E	75	NE	112	0 a 5	75
2							2	N - E	80	NE	112	0 a 11	100
3							3	N - NE	90	NNE	67	0 a 11	100
4							4	N - NE	90	NNE	67	0 a 11	100
5							5	N - NE	80	NNE	67	0 a 11	100
6							6	N - NE	80	NNE	67	0 a 11	100
7							7	N - NE	90	NNE	67	0 a 11	100
8							8	N - NE	85	NNE	67	0 a 11	100
9							9	N - NE	85	NNE	67	0 a 11	100
10							10	NW - SE	85	NE	202	0 a 11	95
11							11	SE - NW	95	SW	202	0 a 11	95
12							12	SE - SW	85	S	112	6 a 19	90
13							13	SE - SW	85	S	112	6 a 19	100
14							14	S - W	85	SW	112	6 a 19	100
15							15	S - W	95	SW	112	12 a 29	95
16							16	S - W	100	SW	112	12 a 29	100
17							17	S - W	100	SW	112	6 a 19	95
18							18	S - W	95	SW	112	6 a 19	100
19							19	S - W	95	SW	112	0 a 11	100
20							20	SW - NW	75	W	112	0 a 5	80
21							21	SW - N	70	WNW	157	0 a 5	90
22							22	W - E	75	N	202	0 a 5	85
23							23	N - SE	75	ENE	157	0 a 5	85

Estación Retalhuleu, Aeropuerto

Mes: Febrero

Período 1988 - 1997

Estación San José, Aeropuerto

Mes: Febrero

Período 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES

POR PERIODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	NW - N	85	NNW	67	0 a 5	92
1							1	NW - N	92	NNW	67	0 a 5	85
2							2	NW - N	94	NNW	67	0 a 5	82
3							3	NW - N	91	NNW	67	0 a 5	82
4							4	NW - N	97	NNW	67	0 a 5	82
5							5	NW - N	96	NNW	67	0 a 5	88
6	N - NE	99	NNE	67	0 a 11	95	6	NW - N	96	NNW	67	0 a 11	96
7	N - NE	100	NNE	67	0 a 11	95	7	NW - N	95	NNW	67	0 a 11	98
8	N - NE	96	NNE	67	0 a 11	98	8	NW - N	84	NNW	67	0 a 11	87
9	N - NE	73	NNE	67	0 a 11	97	9	NW - NE	73	N	112	6 a 19	87
10	S - N	88	W	202	0 a 11	86	10	N - S	79	E	202	6 a 19	92
11	S - W	78	SW	112	6 a 19	92	11	SE - S	82	SSE	67	12 a 29	89
12	S - W	86	SW	112	6 a 19	95	12	SE - S	78	SSE	67	12 a 29	90
13	S - W	92	SW	112	6 a 19	88	13	SE - SW	98	S	112	12 a 29	91
14	S - W	96	SW	112	6 a 29	97	14	S - SW	91	SSW	67	12 a 29	93
15	S - W	97	SW	112	12 a 29	91	15	S - SW	94	SSW	67	12 a 29	90
16	S - W	98	SW	112	12 a 29	91	16	S - SW	95	SSW	67	6 a 19	91
17	S - W	96	SW	112	12 a 29	82	17	S - SW	91	SSW	67	6 a 19	87
18	S - W	96	SW	112	6 a 19	89	18	S - SW	79	SSW	67	6 a 19	87
19							19	SW - N	94	WNW	157	0 a 5	88
20							20	N	86	N	45	0 a 5	96
21							21	N	91	N	45	0 a 5	98
22							22	N	81	N	45	0 a 5	92
23							23	N	86	N	45	0 a 5	96

Estación Cengicaña

Mes: Marzo

Período 1998.

Estación Verapaz

Mes: Marzo

Período 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	N - NE	76	NNE	67	0 a 11	96	0	NW - E	93	NNE	157	0 a 5	93
1	N - NE	84	NNE	67	0 a 11	96	1	NW - NE	80	N	112	0 a 5	80
2	N - NE	69	NNE	67	0 a 11	92	2	N - NE	87	NNE	67	0 a 11	100
3	N - NE	80	NNE	67	0 a 11	89	3	N - NE	93	NNE	67	0 a 11	100
4	N - NE	76	NNE	67	0 a 11	88	4	N - NE	86	NNE	67	0 a 11	100
5	N - NE	87	NNE	67	0 a 11	92	5	N - NE	93	NNE	67	0 a 11	100
6	N - NE	86	NNE	67	0 a 11	92	6	N - NE	80	NNE	67	0 a 11	100
7	N - E	84	NE	112	0 a 11	92	7	N - NE	86	NNE	67	0 a 5	80
8	N - S	77	E	202	0 a 11	92	8	W - NE	80	NNW	157	0 a 5	87
9	SE - W	81	SSW	157	0 a 11	85	9	SE - NW	100	SW	202	0 a 11	100
10	SE - W	88	SSW	157	0 a 11	81	10	S - NW	100	WSW	157	0 a 11	93
11	S - W	88	SW	112	0 a 11	85	11	S - SW	86	SSW	67	6 a 11	87
12	S - W	100	SW	112	0 a 11	81	12	S - SW	87	SSW	67	0 a 11	100
13	S - W	92	SW	112	6 a 19	92	13	SW - W	93	WSW	67	12 a 29	100
14	S - SW	96	SSW	67	6 a 19	96	14	SW - W	87	WSW	67	12 a 29	100
15	S - SW	85	SSW	67	6 a 19	96	15	SW - W	87	WSW	67	12 a 29	100
16	S - SW	92	SSW	67	6 a 19	96	16	SW - W	87	WSW	67	12 a 29	100
17	S - W	96	SW	112	6 a 19	82	17	SW - W	93	WSW	67	12 a 19	100
18	SW - W	89	WSW	67	0 a 11	92	18	SW - W	100	WSW	67	0 a 11	93
19	SW - N	82	WNW	157	0 a 11	96	19	W	93	W	45	0 a 11	100
20	NW - NE	85	N	112	0 a 5	85	20	S - W	79	SW	112	0 a 5	93
21	N - NE	70	NNE	67	0 a 5	81	21	E - NW	86	SSW	247	0 a 5	86
22	N - NE	88	NNE	67	0 a 5	77	22	E - NW	72	SSW	247	0 a 5	86
23	N - NE	84	NNE	67	0 a 5	78	23	E - NW	72	SSW	247	0 a 5	79

Estación Retalhuleu, Aeropuerto

Mes: Marzo

Período 1988 - 1997

Estación San José, Aeropuerto

Mes: Marzo

Período 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES

POR PERÍODOS HORARIOS

Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	N	75	N	45	0 a 5	93
1							1	N	83	N	45	0 a 5	88
2							2	NW - N	88	NNW	67	0 a 5	90
3							3	N	86	N	45	0 a 5	93
4							4	N	93	N	45	0 a 5	95
5							5	N	81	N	45	0 a 5	93
6	N - NE	100	NNE	67	0 a 11	95	6	NW - N	93	NNW	67	0 a 11	96
7	N - NE	99	NNE	67	0 a 11	98	7	NW - N	92	NNW	67	0 a 11	92
8	N - NE	99	NNE	67	0 a 11	98	8	NW - N	78	NNW	67	0 a 11	77
9	N - NE	68	NNE	67	0 a 11	92	9	NW - SE	75	NE	202	6 a 19	83
10	SW - N	75	WNW	157	0 a 19	99	10	SE - SW	73	S	112	12 a 29	86
11	S - W	77	SW	112	6 a 19	86	11	SE - SW	93	S	112	12 a 29	89
12	S - W	86	SW	112	6 a 19	92	12	SE - SW	97	S	112	12 a 29	96
13	S - W	88	SW	112	6 a 19	79	13	S - SW	87	SSW	67	12 a 29	94
14	SW - W	87	WSW	67	12 a 29	79	14	S - SW	89	SSW	67	12 a 29	92
15	SW - W	86	WSW	67	12 a 29	89	15	S - SW	92	SSW	67	12 a 29	90
16	SW - W	89	WSW	67	12 a 29	86	16	S - SW	91	SSW	67	12 a 29	81
17	SW - W	91	WSW	67	12 a 29	80	17	S - SW	92	SSW	67	6 a 19	92
18	SW - W	86	WSW	67	6 a 19	80	18	S - SW	88	SSW	67	6 a 19	92
19							19	SW - N	92	WNW	157	0 a 5	82
20							20	W - N	85	NW	112	0 a 5	88
21							21	W - N	93	NW	112	0 a 5	92
22							22	N	87	N	45	0 a 5	93
23							23	N	84	N	45	0 a 5	90

Estación Cengicaña

Mes: Abril

Periodo 1998.

Estación Verapaz

Mes: Abril

Periodo 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERIODOS HORARIOS

Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	N - E	87	NE	112	0 a 5	100	0	W - NE	84	NNW	157	0 a 5	89
1	N - NE	76	NNE	67	0 a 5	100	1	W - NE	64	NNW	157	0 a 5	84
2	N - NE	78	NNE	67	0 a 5	100	2	NW - NE	68	N	112	0 a 5	89
3	N - NE	80	NNE	67	0 a 5	100	3	NW - NE	69	N	112	0 a 5	79
4	N - NE	81	NNE	67	0 a 5	100	4	N - E	73	NE	112	0 a 5	89
5	N - NE	88	NNE	67	0 a 5	97	5	N - E	85	NE	112	0 a 5	84
6	N - NE	80	NNE	67	0 a 5	97	6	N - E	90	NE	112	0 a 5	95
7	N - E	87	NE	112	0 a 5	100	7	N - E	84	NE	112	0 a 5	100
8	E - W	73	S	202	0 a 5	100	8	N - SW	74	ESE	247	0 a 11	100
9	S - W	83	SW	112	0 a 5	93	9	SE - NW	90	SW	202	0 a 11	95
10	S - W	100	SW	112	0 a 5	87	10	SE - W	84	SSW	157	0 a 11	100
11	S - W	89	SW	112	0 a 5	87	11	S - W	95	SW	112	0 a 11	89
12	S - W	91	SW	112	0 a 5	83	12	SW	100	SW	45	6 a 29	100
13	S - W	97	SW	112	0 a 11	100	13	SW	84	SW	45	12 a 29	100
14	S - W	100	SW	112	0 a 11	100	14	SW - W	95	WSW	67	12 a 29	100
15	S - W	100	SW	112	6 a 11	76	15	SW - W	100	WSW	67	12 a 29	100
16	SW - W	84	WSW	67	6 a 11	81	16	SW - W	100	WSW	67	12 a 29	100
17	SW - W	84	WSW	67	0 a 11	100	17	W	90	W	45	6 a 19	100
18	SW - W	76	WSW	67	0 a 11	100	18	W	85	W	45	6 a 19	85
19	SW - N	90	WNW	157	0 a 5	100	19	W	80	W	45	0 a 11	95
20	NW - E	66	NNE	157	0 a 5	100	20	SW - W	85	WSW	67	0 a 11	100
21	N - E	75	NE	112	0 a 5	100	21	S - NW	90	WSW	157	0 a 5	80
22	N - E	88	NE	112	0 a 5	100	22	S - NW	80	WSW	157	0 a 5	80
23	N - E	84	NE	112	0 a 5	97	23	S - NW	84	WSW	157	0 a 5	80

Estación Retalhuleu, Aeropuerto Mes: Abril Período 1988 - 1997							Estación San José, Aeropuerto Mes: Abril Período 1988 - 1997						
VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES POR PERÍODOS HORARIOS													
Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	N	83	N	45	0 a 5	95
1							1	N	74	N	45	0 a 5	93
2							2	NW - N	86	NNW	67	0 a 5	85
3							3	N	73	N	45	0 a 5	90
4							4	N	79	N	45	0 a 5	93
5							5	N	82	N	45	0 a 5	95
6	N - NE	97	NNE	67	0 a 11	98	6	N	80	N	45	0 a 11	98
7	N - NE	98	NNE	67	0 a 11	99	7	N	83	N	45	0 a 11	96
8	N - NE	93	NNE	67	0 a 11	100	8	NW - N	84	NNW	67	0 a 11	88
9	N - NE	61	NNE	67	0 a 11	94	9	W - N	67	NW	112	6 a 19	84
10	SW - N	80	WNW	157	0 a 11	83	10	N - S	72	E	202	6 a 19	88
11	S - W	74	SW	112	6 a 19	80	11	SE - SW	88	S	112	12 a 29	91
12	S - W	79	SW	112	6 a 19	82	12	SE - SW	94	S	112	12 a 29	91
13	S - W	88	SW	112	6 a 19	86	13	S - SW	87	SSW	67	12 a 29	89
14	S - W	96	SW	112	6 a 29	96	14	S - SW	84	SSW	67	12 a 29	90
15	SW - W	79	WSW	67	6 a 29	96	15	S - SW	89	SSW	67	12 a 29	85
16	SW - W	71	WSW	67	6 a 29	94	16	S - SW	84	SSW	67	6 a 19	83
17	SW - N	81	WNW	67	6 a 19	76	17	S - SW	87	SSW	67	6 a 19	84
18	SW - N	90	WNW	67	6 a 19	78	18	S - SW	70	SSW	67	6 a 19	84
19							19	SW - N	81	WNW	157	0 a 11	100
20							20	NW - N	75	NNW	67	0 a 5	80
21							21	NW - N	82	NNW	67	0 a 5	85
22							22	NW - N	78	NNW	67	0 a 5	88
23							23	NW - N	88	NNW	67	0 a 5	88

Estación Cengicaña

Mes: Mayo

Período 1998.

Estación Verapaz

Mes: Mayo

Período 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES

POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	NW - NE	88	N	112	0 a 5	100	0	N - E	85	NE	112	0 a 5	95
1	NW - NE	94	N	112	0 a 5	97	1	N - E	90	NE	112	0 a 5	80
2	NW - NE	78	N	112	0 a 5	100	2	N - NE	90	NNE	67	0 a 11	100
3	NW - NE	94	N	112	0 a 5	97	3	N - NE	80	NNE	67	0 a 11	100
4	N - NE	88	NNE	67	0 a 5	97	4	N - NE	85	NNE	67	0 a 11	100
5	N - NE	82	NNE	67	0 a 5	97	5	N - NE	70	NNE	67	0 a 11	100
6	N - NE	91	NNE	67	0 a 5	97	6	N - NE	80	NNE	67	0 a 11	100
7	NW - NE	78	N	112	0 a 5	100	7	N - NE	85	NNE	67	0 a 11	100
8	E - W	84	S	202	0 a 5	97	8	N - SE	85	ENE	157	0 a 11	100
9	S - W	94	SW	112	0 a 5	97	9	NE - SW	70	SE	202	0 a 11	100
10	S - W	82	SW	112	0 a 5	84	10	SW - NW	75	W	112	0 a 11	100
11	S - W	94	SW	112	0 a 5	81	11	SE - W	70	SSW	157	0 a 11	100
12	S - W	87	SW	112	0 a 11	97	12	SE - W	90	SSW	157	0 a 11	80
13	S - W	88	SW	112	0 a 11	100	13	SW - W	80	WSW	67	6 a 19	80
14	S - W	94	SW	112	0 a 11	100	14	SW - W	90	WSW	67	12 a 29	80
15	S - W	82	SW	112	0 a 11	97	15	SW - W	100	WSW	67	12 a 29	90
16	S - W	88	SW	112	6 a 19	81	16	SW - W	95	WSW	67	6 a 19	90
17	S - W	91	SW	112	0 a 11	94	17	SW - W	80	WSW	67	6 a 19	95
18	S - W	78	SW	112	0 a 11	100	18	SW - W	75	WSW	67	0 a 11	95
19	SW - NE	85	NW	202	0 a 5	94	19	SW - NE	80	NW	202	0 a 11	95
20	W - NE	71	NNW	157	0 a 5	97	20	N - SE	85	ENE	157	0 a 11	95
21	NW - NE	87	N	112	0 a 5	94	21	N - E	85	NE	112	0 a 11	95
22	NW - NE	75	N	112	0 a 5	97	22	N - E	85	NE	112	0 a 11	95
23	N - NE	91	NNE	112	0 a 5	97	23	N - E	85	NE	112	0 a 11	95

Estación Retalhuleu. Aeropuerto

Mes: Mayo

Período 1988 - 1997

Estación San José. Aeropuerto

Mes: Mayo

Período 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES

POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	NW - N	91	NNW	67	0 a 5	77
1							1	NW - N	89	NNW	67	0 a 5	87
2							2	NW - N	91	NNW	67	0 a 5	85
3							3	N	87	N	45	0 a 5	87
4							4	N	87	N	45	0 a 5	88
5							5	NW - N	85	NNW	67	0 a 5	87
6	N - NE	92	NNE	67	0 a 11	93	6	NW - N	89	NNW	67	0 a 11	90
7	N - NE	89	NNE	67	0 a 11	92	7	NW - N	85	NNW	67	0 a 11	91
8	N - NE	82	NNE	67	0 a 11	97	8	NW - N	75	NNW	67	0 a 11	77
9	N - NE	65	NNE	67	0 a 11	82	9	NW - SE	51	NE	202	6 a 19	60
10	N - SW	86	SSE	157	0 a 11	83	10	N - S	73	E	202	6 a 19	80
11	SE - SW	77	S	112	6 a 19	78	11	SE - SW	79	S	112	6 a 19	85
12	S - W	66	SW	112	6 a 19	82	12	SE - SW	91	S	112	12 a 29	79
13	S - W	71	SW	112	6 a 19	87	13	S - SW	77	SSW	67	12 a 29	83
14	S - W	76	SW	112	6 a 19	82	14	S - SW	83	SSW	67	12 a 29	80
15	S - W	79	SW	112	6 a 19	82	15	S - SW	85	SSW	67	12 a 29	74
16	S - W	72	SW	112	6 a 19	80	16	S - SW	85	SSW	67	6 a 19	88
17	SW - N	85	WNW	157	6 a 19	74	17	S - SW	70	SSW	67	6 a 19	87
18	SW - N	77	WNW	157	0 a 19	97	18	S - N	85	W	202	6 a 19	87
19							19	SW - N	75	WNW	157	0 a 11	99
20							20	NW - N	80	NNW	67	0 a 11	96
21							21	NW - N	78	NNW	67	0 a 11	96
22							22	NW - N	84	NNW	67	0 a 11	98
23							23	NW - N	91	NNW	67	0 a 5	87

Estación Cengicaña

Mes: Junio

Periodo 1998.

Estación Veracruz

Mes: Junio

Periodo 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Periodo Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vei. KPH	Frec. %
0	N - E	87	NE	112	0 a 5	97	0	N - E	85	NE	112	0 a 5	85
1	N - NE	78	NNE	67	0 a 5	100	1	N - E	85	NE	112	0 a 11	100
2	N - NE	81	NNE	67	0 a 5	97	2	N - E	85	NE	112	0 a 11	100
3	N - NE	74	NNE	67	0 a 5	100	3	N - E	90	NE	112	0 a 11	100
4	N - NE	88	NNE	67	0 a 5	97	4	NE - E	75	ENE	67	0 a 11	90
5	N - NE	90	NNE	67	0 a 5	100	5	NE - E	80	ENE	67	0 a 11	95
6	N - NE	100	NNE	67	0 a 5	97	6	NE - E	65	ENE	67	0 a 11	100
7	N - E	76	NE	112	0 a 5	100	7	N - E	90	NE	112	0 a 11	95
8	SE - NW	77	SW	202	0 a 5	90	8	N - SE	75	ENE	157	0 a 11	95
9	SE - NW	80	SW	202	0 a 5	84	9	NW - SE	75	NE	202	0 a 11	95
10	SE - W	90	SSW	157	0 a 5	84	10	SE - NW	75	SW	202	0 a 11	90
11	SE - W	90	SSW	157	0 a 5	90	11	SE - W	85	SSW	157	0 a 11	85
12	SE - W	100	SSW	157	0 a 11	100	12	SE - W	90	SSW	157	0 a 19	95
13	SE - SW	87	S	112	0 a 11	100	13	SE - SW	80	S	112	0 a 11	90
14	SE - SW	83	S	112	0 a 11	97	14	SE - SW	80	S	112	6 a 19	85
15	SE - SW	73	S	112	0 a 11	96	15	S - W	85	SW	112	6 a 19	90
16	SW - NE	79	NW	202	0 a 11	100	16	SE - W	85	SSW	157	6 a 19	100
17	S - N	81	W	202	0 a 11	100	17	E - W	80	S	202	0 a 11	90
18	NW - SE	83	NE	202	0 a 11	100	18	NE - SE	75	E	112	0 a 11	95
19	NW - SE	80	NE	202	0 a 11	97	19	N - SE	75	ENE	157	0 a 11	95
20	N - SE	87	ENE	157	0 a 5	90	20	N - SE	75	ENE	157	0 a 5	85
21	N - E	91	NE	112	0 a 5	100	21	N - E	80	NE	112	0 a 11	95
22	N - E	90	NE	112	0 a 5	100	22	N - E	90	NE	112	0 a 11	95
23	N - E	87	NE	112	0 a 5	97	23	N - E	90	NE	112	0 a 5	90

Estación Retalhuleu, Aeropuerto

Mes: Junio

Período 1988 - 1997

Estación San José, Aeropuerto

Mes: Junio

Período 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES

POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	NW - N	79	NNW	67	0 a 11	96
1							1	NW - N	82	NNW	67	0 a 11	97
2							2	NW - N	80	NNW	67	0 a 11	99
3							3	NW - N	77	NNW	67	0 a 5	83
4							4	NW - N	88	NNW	67	0 a 5	85
5							5	NW - N	91	NNW	67	0 a 5	88
6	N - NE	94	NNE	67	0 a 11	94	6	NW - N	81	NNW	67	0 a 11	95
7	N - NE	90	NNE	67	0 a 11	93	7	NW - NE	84	N	112	0 a 11	90
8	N - E	93	NE	112	0 a 11	91	8	N - E	78	NE	112	0 a 11	80
9	N - E	78	NE	112	0 a 11	93	9	N - S	78	E	202	6 a 19	80
10	E - W	79	S	202	6 a 19	83	10	SE - S	75	SSE	67	6 a 19	90
11	E - SW	78	SSE	157	6 a 19	87	11	SE - SW	88	S	112	6 a 19	84
12	SE - SW	77	S	112	6 a 19	93	12	SE - SW	93	S	112	6 a 19	78
13	SE - SW	84	S	112	6 a 19	94	13	SE - SW	96	S	112	6 a 19	78
14	SE - SW	79	S	112	6 a 19	85	14	SE - SW	93	S	112	6 a 19	84
15	S - W	75	SW	112	6 a 19	84	15	SE - SW	88	S	112	6 a 19	83
16	S - W	62	SW	112	6 a 19	85	16	SE - SW	76	S	112	6 a 19	88
17	SW - N	61	WNW	157	6 a 19	79	17	S - N	73	W	202	6 a 19	84
18	SW - N	65	WNW	157	0 a 11	91	18	S - N	73	W	202	6 a 19	80
19							19	W - NE	69	NNW	157	0 a 11	93
20							20	W - N	72	NW	112	0 a 11	93
21							21	NW - N	76	NNW	67	0 a 11	93
22							22	NW - N	82	NNW	67	0 a 11	99
23							23	NW - N	83	NNW	67	0 a 11	97

Estación Cengicaña

Mes: Julio

Período 1998.

Estación Verapaz

Mes: Julio

Período 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MÁS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	N - E	85	NE	112	0 a 5	84	0	N - E	75	NE	112	0 a 5	85
1	N - NE	72	NNE	67	0 a 5	84	1	N - E	86	NE	112	0 a 5	93
2	N - NE	85	NNE	67	0 a 5	94	2	N - E	93	NE	112	0 a 5	80
3	N - NE	72	NNE	67	0 a 5	90	3	N - E	90	NE	112	0 a 11	100
4	N - NE	79	NNE	67	0 a 5	90	4	N - NE	80	NNE	67	0 a 5	90
5	N - NE	69	NNE	67	0 a 5	94	5	N - NE	90	NNE	67	0 a 11	100
6	N - E	91	NE	112	0 a 5	94	6	N - NE	80	NNE	67	0 a 11	100
7	N - E	75	NE	112	0 a 5	97	7	N - NE	80	NNE	67	0 a 5	90
8	N - SE	78	ENE	157	0 a 5	94	8	N - SW	80	ESE	247	0 a 5	80
9	SE - W	84	SSW	112	0 a 5	90	9	S - NW	80	WSW	157	0 a 11	100
10	SE - W	84	SSW	112	0 a 5	94	10	SW - NW	75	W	112	0 a 11	90
11	SE - W	97	SSW	112	0 a 5	90	11	S - NW	80	WSW	157	0 a 11	100
12	SE - W	97	SSW	112	0 a 11	97	12	S - NW	80	WSW	157	0 a 11	100
13	SE - W	91	SSW	112	0 a 11	100	13	S - NW	90	WSW	157	0 a 19	100
14	SE - W	94	SSW	112	0 a 11	100	14	SW - NW	85	W	112	6 a 19	90
15	SE - W	97	SSW	112	0 a 11	100	15	SE - W	85	SSW	112	6 a 19	90
16	SE - W	75	SSW	112	0 a 11	87	16	E - W	80	S	202	6 a 19	90
17	SW - N	75	WNW	157	0 a 11	97	17	W - E	80	N	202	0 a 11	95
18	SW - N	74	WNW	157	0 a 11	97	18	W - NE	80	NNE	157	0 a 11	95
19	NW - SE	84	NE	202	0 a 5	94	19	W - NE	85	NNE	157	0 a 11	100
20	N - E	79	NE	112	0 a 5	100	20	W - NE	95	NNE	157	0 a 5	90
21	N - E	81	NE	112	0 a 5	100	21	N - E	85	NE	112	0 a 5	95
22	N - NE	85	NNE	67	0 a 5	97	22	N - E	90	NE	112	0 a 5	100
23	N - SE	82	ENE	157	0 a 5	97	23	N - E	80	NE	112	0 a 5	95

Estación Refalhueu, Aeropuerto

Mes: Julio

Período 1988 - 1997

Esta. San José, Aeropuerto

Mes: Junio

Período 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES

POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	NW - N	85	NNW	67	0 a 5	82
1							1	NW - N	82	NNW	67	0 a 5	77
2							2	NW - N	86	NNW	67	0 a 5	85
3							3	N	75	N	45	0 a 5	82
4							4	N	76	N	45	0 a 5	87
5							5	N	83	N	45	0 a 5	91
6	N - NE	93	NNE	67	0 a 11	95	6	NW - N	85	NNW	67	0 a 11	95
7	N - NE	95	NNE	67	0 a 11	97	7	NW - N	80	NNW	67	0 a 11	93
8	N - NE	89	NNE	67	0 a 11	95	8	NW - NE	70	N	67	0 a 11	85
9	SW - N	72	WNW	157	0 a 11	91	9	N - S	74	E	102	6 a 19	85
10	SW - N	71	WNW	157	0 a 19	98	10	SE - SW	80	S	112	6 a 19	85
11	S - W	73	SW	112	6 a 19	89	11	SE - SW	91	S	112	6 a 19	88
12	S - W	82	SW	112	6 a 19	92	12	SE - SW	94	S	112	6 a 19	85
13	S - W	85	SW	112	6 a 19	96	13	SE - SW	94	S	112	6 a 19	84
14	S - W	85	SW	112	6 a 19	90	14	SE - SW	92	S	112	6 a 19	87
15	S - W	80	SW	112	6 a 19	91	15	SE - SW	88	S	112	6 a 19	85
16	S - W	72	SW	112	6 a 19	90	16	SE - SW	69	S	112	6 a 19	87
17	SW - N	83	WNW	157	6 a 19	86	17	SW - N	76	WNW	157	0 a 11	79
18	SW - N	78	WNW	157	0 a 19	96	18	SW - N	76	WNW	157	0 a 11	81
19							19	NW - N	74	NNW	67	0 a 11	100
20							20	NW - N	75	NNW	67	0 a 11	97
21							21	NW - N	75	NNW	67	0 a 11	94
22							22	NW - N	80	NNW	67	0 a 11	96
23							23	NW - N	81	NNW	67	0 a 5	78

Estación Cengicaña

Mes: Agosto

Período 1998.

Estación Verapaz

Mes: Agosto

Período 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERIODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	N - E	81	NE	112	0 a 5	93	0	NW - E	80	NNE	157	0 a 5	80
1	N - E	78	NE	112	0 a 5	90	1	NW - NE	75	N	112	0 a 5	80
2	N - E	91	NE	112	0 a 5	93	2	N - E	75	NE	112	0 a 5	85
3	N - E	87	NE	112	0 a 5	100	3	NW - NE	80	N	112	0 a 5	70
4	N - NE	84	NNE	67	0 a 5	100	4	N - E	80	NE	112	0 a 5	85
5	N - NE	79	NNE	67	0 a 5	97	5	N - NE	85	NNE	67	0 a 5	80
6	N - NE	81	NNE	67	0 a 5	97	6	N - NE	85	NNE	67	0 a 5	85
7	N - SE	88	ENE	157	0 a 5	100	7	N - E	85	NE	112	0 a 5	95
8	N - SE	75	ENE	157	0 a 5	97	8	NW - NE	75	N	112	0 a 5	80
9	SE - NW	85	SW	202	0 a 5	93	9	SE - NW	85	SW	202	0 a 5	80
10	SE - W	91	SSW	157	0 a 11	100	10	SW - NW	80	W	112	0 a 11	100
11	SE - W	97	SSW	157	0 a 11	100	11	SW - NW	85	W	112	0 a 11	100
12	S - W	84	SW	112	0 a 11	100	12	SW - NW	90	W	112	0 a 11	95
13	S - W	90	SW	112	0 a 11	100	13	SW - W	75	WSW	67	6 a 19	90
14	S - W	91	SW	112	0 a 11	100	14	SW - W	80	WSW	67	6 a 19	95
15	S - W	72	SW	112	0 a 11	93	15	SW - W	80	WSW	67	6 a 19	100
16	SE - NW	81	SW	202	0 a 11	93	16	SW - W	85	WSW	67	6 a 19	90
17	SW - NE	81	NW	202	0 a 11	97	17	SW - N	95	WNW	157	0 a 11	85
18	SW - NE	78	NW	202	0 a 5	90	18	W - NE	80	NNW	157	0 a 11	100
19	NW - NE	88	N	112	0 a 5	97	19	W - NE	70	NNW	157	0 a 5	80
20	N - E	84	NE	112	0 a 5	100	20	N - E	80	NE	112	0 a 5	85
21	N - E	84	NE	112	0 a 5	100	21	N - E	85	NE	112	0 a 5	95
22	N - E	94	NE	112	0 a 5	97	22	N - SE	80	ENE	157	0 a 5	80
23	N - E	84	NE	112	0 a 5	93	23	N - SE	90	ENE	157	0 a 11	100

Estación Retalhuleu, Aeropuerto

Mes: Agosto

Período 1988 - 1997

Estación San José, Aeropuerto

Mes: Agosto

Período 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES

POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	NW - N	71	NNW	67	0 a 11	94
1							1	NW - N	78	NNW	67	0 a 11	97
2							2	NW - N	81	NNW	67	0 a 11	96
3							3	NW - N	80	NNW	67	0 a 11	99
4							4	NW - N	90	NNW	67	0 a 5	85
5							5	NW - N	90	NNW	67	0 a 5	91
6	N - NE	94	NNE	67	0 a 11	95	6	NW - N	87	NNW	67	0 a 11	94
7	N - NE	87	NNE	67	0 a 11	96	7	NW - N	83	NNW	67	0 a 11	87
8	N - NE	84	NNE	67	0 a 11	96	8	W - N	72	NW	112	0 a 11	84
9	N - E	75	NE	112	0 a 11	94	9	N - S	74	E	202	6 a 19	76
10	SW - N	67	WNW	157	0 a 11	82	10	SE - SW	81	S	112	6 a 19	88
11	S - W	77	SW	202	6 a 19	93	11	SE - SW	87	S	112	6 a 19	90
12	S - W	82	SW	202	6 a 19	93	12	SE - SW	92	S	112	6 a 19	87
13	S - W	84	SW	202	6 a 19	92	13	SE - SW	97	S	112	6 a 19	88
14	S - W	83	SW	202	6 a 19	91	14	SE - SW	90	S	112	6 a 19	85
15	S - W	78	SW	202	6 a 19	86	15	SE - SW	94	S	112	6 a 19	89
16	S - W	73	SW	202	6 a 19	89	16	SE - SW	80	S	112	6 a 19	89
17	SW - N	81	WNW	157	6 a 19	74	17	SW - N	78	WNW	157	0 a 11	76
18	SW - N	81	WNW	157	0 a 19	94	18	SW - N	78	WNW	157	0 a 11	88
19							19	W - N	77	NW	112	0 a 11	98
20							20	NW - N	86	NNW	67	0 a 11	97
21							21	NW - N	82	NNW	67	0 a 11	98
22							22	NW - N	86	NNW	67	0 a 11	99
23							23	NW - N	76	NNW	67	0 a 11	95

Estación Cengicaña

Mes: Septiembre

Período 1998.

Estación Verapaz

Mes: Septiembre

Período 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	NW - E	84	NNE	157	0 a 5	97	0	E - W	75	S	202	0 a 11	85
1	N - SE	77	ENE	157	0 a 5	93	1	E - W	70	S	202	0 a 11	85
2	NW - NE	79	N	112	0 a 5	93	2	E - W	75	S	202	0 a 11	95
3	NW - NE	73	N	112	0 a 5	97	3	NW - E	75	NNE	157	0 a 5	95
4	NW - NE	80	N	112	0 a 5	100	4	N - E	80	NE	112	0 a 5	95
5	NW - NE	80	N	112	0 a 5	100	5	N - E	80	NE	112	0 a 5	100
6	NW - NE	93	N	112	0 a 5	100	6	N - E	70	NE	112	0 a 5	80
7	N - E	70	NE	112	0 a 5	100	7	NW - E	75	NNE	157	0 a 11	100
8	N - SE	83	ENE	157	0 a 5	93	8	NW - E	80	NNE	157	0 a 11	100
9	SE - W	83	SSW	157	0 a 5	90	9	NE - SW	75	SE	202	0 a 11	85
10	SE - W	90	SSW	157	0 a 11	100	10	NW - SE	85	ENE	202	0 a 11	80
11	S - W	90	SW	112	0 a 11	97	11	NW - SE	80	ENE	202	0 a 11	80
12	S - W	87	SW	112	0 a 11	100	12	N - S	70	E	202	0 a 19	100
13	S - W	87	SW	112	0 a 11	100	13	SE - NW	70	SW	202	0 a 19	100
14	S - W	94	SW	112	0 a 11	100	14	S - NW	80	WSW	157	0 a 19	100
15	S - W	83	SW	112	0 a 11	97	15	S - NW	75	WSW	157	0 a 19	100
16	S - W	71	SW	112	0 a 11	97	16	S - NW	85	WSW	157	0 a 19	100
17	SE - W	72	SSW	157	0 a 11	93	17	SW - NW	80	W	112	0 a 19	100
18	S - N	80	W	202	0 a 5	93	18	SW - N	85	WNW	157	6 a 19	90
19	W - NE	80	NNW	157	0 a 5	97	19	W - N	75	NW	112	0 a 19	100
20	NW - SE	84	NE	202	0 a 5	100	20	SW - NW	75	W	112	0 a 19	100
21	NW - SE	84	NE	202	0 a 5	100	21	E - W	85	S	202	0 a 19	90
22	NW - NE	83	N	112	0 a 5	100	22	E - W	85	S	202	0 a 19	95
23	NW - E	77	NNE	157	0 a 5	100	23	E - W	75	S	202	0 a 19	100

Estación Retalhuleu, Aeropuerto

Mes: Septiembre

Periodo 1988 - 1997

Estación San José, Aeropuerto

Mes: Septiembre

Periodo 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES

POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	NW - N	82	NNW	67	0 a 11	99
1							1	NW - N	79	NNW	67	0 a 5	79
2							2	NW - N	81	NNW	67	0 a 5	84
3							3	NW - N	85	NNW	67	0 a 5	78
4							4	N	74	N	45	0 a 5	86
5							5	N	79	N	45	0 a 5	88
6	N - NE	88	NNE	67	0 a 11	96	6	N	67	N	45	0 a 11	92
7	N - NE	86	NNE	67	0 a 11	94	7	N - E	90	NE	112	0 a 11	87
8	N - NE	78	NNE	67	0 a 11	91	8	N - E	74	NE	112	0 a 11	77
9	N - E	80	NE	112	0 a 11	87	9	N - S	82	E	202	6 a 19	75
10	N - S	64	E	202	0 a 19	93	10	E - S	82	SE	112	6 a 19	86
11	E - SW	78	SSE	157	6 a 19	83	11	SE - SW	86	S	112	6 a 19	80
12	SE - W	81	SSW	157	6 a 19	86	12	SE - SW	92	S	112	6 a 19	84
13	SE - W	87	SSW	157	6 a 19	90	13	SE - SW	89	S	112	12 a 29	84
14	S - W	77	SW	112	6 a 19	87	14	SE - SW	86	S	112	6 a 19	82
15	SW - N	72	WNW	157	6 a 19	77	15	SE - SW	79	S	112	6 a 19	87
16	SW - N	67	WNW	157	6 a 19	77	16	S - N	80	W	202	6 a 19	83
17	SW - N	72	WNW	157	0 a 19	92	17	SW - N	75	WSW	157	6 a 19	82
18	SW - N	70	WNW	157	0 a 19	81	18	SW - N	75	WSW	157	0 a 11	82
19							19	NW - N	71	NNW	67	0 a 11	95
20							20	NW - N	78	NNW	67	0 a 11	97
21							21	NW - N	83	NNW	67	0 a 11	97
22							22	NW - N	84	NNW	67	0 a 5	82
23							23	NW - N	82	NNW	67	0 a 5	79

Estación Cengicaña

Mes: Octubre

Período 1998.

Estación Verapaz

Mes: Octubre

Período 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MÁS FRECUENTES

POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	N - E	81	NE	112	0 a 5	97	0	NE - SW	85	SE	202	0 a 11	90
1	N - E	94	NE	112	0 a 5	100	1	N - S	85	E	202	0 a 11	95
2	N - E	91	NE	112	0 a 5	100	2	NE - SE	85	E	112	0 a 11	100
3	N - E	85	NE	112	0 a 5	97	3	N - SE	95	ENE	157	0 a 11	100
4	N - E	84	NE	112	0 a 5	100	4	NE - SE	90	E	112	0 a 11	100
5	N - E	78	NE	112	0 a 5	97	5	NE - SE	90	E	112	0 a 11	95
6	N - E	91	NE	112	0 a 5	94	6	NE - SE	90	E	112	0 a 11	95
7	N - E	78	NE	112	0 a 5	100	7	NE - SE	90	E	112	0 a 11	95
8	N - S	81	E	202	0 a 5	97	8	NE - SE	80	E	112	0 a 11	95
9	SE - NW	91	SW	202	0 a 5	100	9	SE - NW	85	SW	202	0 a 11	90
10	SE - W	94	SSW	157	0 a 11	100	10	SE - NW	85	SW	202	0 a 11	90
11	SE - W	94	SSW	157	0 a 11	100	11	SE - NW	85	SW	202	0 a 11	85
12	SE - W	94	SSW	157	0 a 11	94	12	SE - W	90	SSW	157	0 a 11	85
13	SE - W	94	SSW	157	0 a 11	97	13	SE - SW	75	S	112	0 a 11	80
14	SE - W	87	SSW	157	0 a 5	97	14	SE - SW	80	S	112	6 a 19	85
15	SE - W	71	SSW	157	0 a 11	100	15	SE - SW	75	S	112	6 a 19	80
16	SE - W	71	SSW	157	0 a 11	100	16	SE - W	70	SSW	157	0 a 11	85
17	SE - W	75	SSW	157	0 a 11	100	17	E - W	70	S	202	0 a 11	90
18	S - N	68	W	202	0 a 5	94	18	N - S	80	E	202	0 a 11	95
19	NW - E	77	NNE	157	0 a 5	97	19	N - SE	90	ENE	157	0 a 11	95
20	N - E	81	NE	112	0 a 5	97	20	N - SE	85	ENE	157	0 a 11	100
21	N - E	88	NE	112	0 a 5	100	21	N - SE	85	ENE	157	0 a 11	95
22	N - E	81	NE	112	0 a 5	97	22	N - SE	80	ENE	157	0 a 11	95
23	N - E	75	NE	112	0 a 5	100	23	N - SE	80	ENE	157	0 a 11	95

Estación Retalhuleu, Aeropuerto

Mes: Octubre

Período 1988 - 1997

Estación San José, Aeropuerto

Mes: Octubre

Período 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	NW - N	91	NNW	67	0 a 5	96
1							1	NW - N	89	NNW	67	0 a 5	93
2							2	NW - N	91	NNW	67	0 a 5	89
3							3	NW - N	89	NNW	67	0 a 5	86
4							4	N	82	N	45	0 a 5	98
5							5	N	82	N	45	0 a 5	98
6	N - NE	92	NNE	67	0 a 11	96	6	NW - N	86	NNW	67	0 a 11	99
7	N - NE	97	NNE	67	0 a 11	98	7	NW - N	80	NNW	67	0 a 11	99
8	N - NE	93	NNE	67	0 a 11	97	8	N - SE	80	ENE	157	0 a 11	93
9	N - E	80	NE	112	0 a 11	93	9	N - S	74	E	202	0 a 19	96
10	SW - N	72	WNW	157	0 a 11	88	10	SE - SW	75	S	112	0 a 19	94
11	S - W	75	SW	112	6 a 19	88	11	SE - SW	89	S	112	0 a 19	89
12	S - W	81	SW	112	6 a 19	92	12	S - SW	83	SSW	67	12 a 29	87
13	S - W	85	SW	112	6 a 19	93	13	S - SW	86	SSW	67	12 a 29	83
14	S - W	87	SW	112	6 a 19	89	14	S - SW	83	SSW	67	12 a 29	89
15	S - W	80	SW	112	6 a 19	83	15	S - SW	76	SSW	67	12 a 29	84
16	SW - N	79	WNW	157	6 a 19	88	16	S - SW	64	SSW	67	6 a 19	88
17	SW - N	83	WNW	157	6 a 19	83	17	SW - N	86	WNW	157	0 a 11	87
18	SW - N	83	WNW	157	0 a 11	85	18	SW - N	86	WNW	157	0 a 11	87
19							19	W - N	81	NW	112	0 a 5	92
20							20	NW - N	85	NNW	67	0 a 5	91
21							21	NW - N	95	NNW	67	0 a 5	93
22							22	NW - N	87	NNW	67	0 a 5	93
23							23	NW - N	89	NNW	67	0 a 5	91

Estación Cengicaña

Mes: Noviembre

Período 1998.

Estación Verapaz

Mes: Noviembre

Período 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	N - E	87	NE	112	0 a 5	100	0	N - SE	75	ENE	157	0 a 5	90
1	N - E	84	NE	112	0 a 5	100	1	NE - E	75	ENE	67	0 a 5	95
2	N - E	70	NE	112	0 a 5	100	2	NE - E	75	ENE	67	0 a 5	90
3	N - E	73	NE	112	0 a 5	97	3	N - E	85	NE	112	0 a 5	85
4	N - E	80	NE	112	0 a 5	100	4	N - E	90	NE	112	0 a 5	95
5	N - E	77	NE	112	0 a 5	100	5	NE - E	80	ENE	67	0 a 5	90
6	N - E	80	NE	112	0 a 5	100	6	N - E	75	NE	112	0 a 5	80
7	N - E	84	NE	112	0 a 5	97	7	N - E	70	NE	112	0 a 5	80
8	N - E	76	NE	112	0 a 5	97	8	N - E	80	NE	112	0 a 11	100
9	E - W	80	S	202	0 a 5	97	9	N - E	85	NE	112	0 a 11	100
10	SE - W	90	SSW	157	0 a 5	97	10	N - E	90	NE	112	0 a 5	90
11	S - W	84	SW	112	0 a 5	90	11	NE - SE	85	E	112	0 a 5	90
12	S - W	84	SW	112	0 a 5	90	12	NW - SE	85	NE	202	0 a 11	95
13	S - W	84	SW	112	0 a 11	100	13	SE - NW	85	SW	202	0 a 11	100
14	S - W	86	SW	112	0 a 5	93	14	S - NW	85	WSW	157	0 a 11	100
15	S - W	90	SW	112	0 a 5	87	15	SW - NW	85	W	112	0 a 11	90
16	S - W	80	SW	112	0 a 5	93	16	SW - NW	85	W	112	0 a 11	90
17	S - NW	78	WSW	157	0 a 5	97	17	SW - W	75	WSW	67	6 a 19	90
18	SW - NE	80	NW	202	0 a 5	97	18	SW - W	80	WSW	67	6 a 19	90
19	N - E	73	NE	112	0 a 5	100	19	SW - W	70	WSW	67	6 a 19	85
20	N - E	77	NE	112	0 a 5	100	20	SW - W	75	WSW	67	0 a 11	95
21	N - E	80	NE	112	0 a 5	100	21	W - N	80	NW	112	0 a 5	80
22	N - E	81	NE	112	0 a 5	100	22	W - E	85	N	202	0 a 5	85
23	N - E	94	NE	112	0 a 5	100	23	W - NE	90	NNW	157	0 a 5	95

Estación Retalhuleu, Aeropuerto

Mes: Noviembre

Período 1988 - 1997

Estación San José, Aeropuerto

Mes: Noviembre

Período 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	N	78	N	45	0 a 5	90
1							1	N	83	N	45	0 a 5	97
2							2	N	84	N	45	0 a 5	96
3							3	N	79	N	45	0 a 5	95
4							4	N	82	N	45	0 a 5	99
5							5	N	85	N	45	0 a 5	99
6	N - NE	100	NNE	67	0 a 11	100	6	NW - N	98	NNW	67	0 a 11	100
7	N - NE	98	NNE	67	0 a 11	98	7	NW - N	95	NNW	67	0 a 11	97
8	N - NE	100	NNE	67	0 a 11	99	8	NW - N	82	NNW	67	0 a 11	87
9	N	70	N	45	0 a 11	100	9	N - SE	77	ENE	157	0 a 11	98
10	S - W	81	SW	112	6 a 19	97	10	N - SW	88	SE	247	6 a 19	87
11	S - W	81	SW	112	6 a 19	92	11	SE - SW	84	S	112	6 a 19	91
12	S - W	87	SW	112	6 a 19	95	12	SE - SW	94	S	112	6 a 19	89
13	SW - W	80	WSW	67	6 a 19	96	13	S - SW	84	SSW	67	6 a 19	93
14	SW - W	85	WSW	67	6 a 19	94	14	S - SW	87	SSW	67	6 a 19	93
15	SW - W	77	WSW	67	6 a 19	91	15	S - SW	82	SSW	67	6 a 19	91
16	SW - W	73	WSW	67	6 a 19	94	16	S - SW	81	SSW	67	6 a 19	83
17	SW - N	89	WNW	157	6 a 19	90	17	S - N	88	W	202	0 a 11	85
18	SW - N	90	WNW	157	0 a 11	89	18	SW - N	85	WNW	157	0 a 11	88
19							19	NW - N	79	NNW	67	0 a 5	81
20							20	NW - N	91	NNW	67	0 a 5	87
21							21	NW - N	86	NNW	67	0 a 5	89
22							22	NW - N	93	NNW	67	0 a 5	89
23							23	N	80	N	45	0 a 5	92

Estación Retalhuleu, Aeropuerto

Mes: Diciembre

Período 1988 - 1997

Estación San José, Aeropuerto

Mes: Diciembre

Período 1988 - 1997

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MAS FRECUENTES
POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0							0	N	96	N	45	0 a 5	96
1							1	N	77	N	45	0 a 5	96
2							2	N	73	N	45	0 a 5	88
3							3	N	85	N	45	0 a 5	96
4							4	N	92	N	45	0 a 5	96
5							5	N	81	N	45	0 a 5	100
6	N - NE	99	NNE	67	0 a 11	97	6	NW - N	95	NNW	67	0 a 11	98
7	N - NE	99	NNE	67	0 a 11	95	7	NW - N	96	NNW	67	0 a 11	98
8	N - NE	99	NNE	67	0 a 11	99	8	NW - N	94	NNW	67	0 a 11	96
9	N - NE	78	NNE	67	0 a 11	98	9	NW - N	82	NNW	67	0 a 19	98
10	SW - N	70	WNW	157	0 a 11	93	10	N - SW	93	ESE	247	6 a 19	91
11	S - W	74	SW	112	6 a 19	90	11	SE - SW	88	S	112	6 a 19	94
12	S - W	84	SW	112	6 a 19	90	12	SE - SW	95	S	112	6 a 19	92
13	S - W	89	SW	112	6 a 19	94	13	S - SW	90	SSW	67	6 a 19	89
14	S - W	91	SW	112	6 a 19	91	14	S - SW	95	SSW	67	6 a 19	89
15	S - SW	84	SSW	67	6 a 19	86	15	S - SW	95	SSW	67	6 a 19	96
16	S - SW	83	SSW	67	6 a 19	87	16	S - SW	94	SSW	67	6 a 19	96
17	S - SW	83	SSW	67	6 a 19	87	17	S - SW	93	SSW	67	6 a 19	94
18	SW - N	94	WNW	157	0 a 11	88	18	SW - N	94	WNW	157	0 a 11	95
19							19	N	81	N	45	0 a 5	92
20							20	N	88	N	45	0 a 5	96
21							21	N	85	N	45	0 a 5	100
22							22	N	88	N	45	0 a 5	100
23							23	N	92	N	45	0 a 5	92

Estación Cengicaña

Mes: Diciembre

Período 1998.

Estación Verapaz

Mes: Diciembre

Período 1998.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTOS MÁS FRECUENTES

POR PERÍODOS HORARIOS

Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %	Período Horario	Sector de Procedencia	Frec. (%)	Direcc. media	Var. Grados	Vel. KPH	Frec. %
0	N - NE	94	NNE	67	0 a 5	100	0						
1	N - NE	94	NNE	67	0 a 5	100	1						
2	N - NE	87	NNE	67	0 a 5	100	2						
3	N - NE	81	NNE	67	0 a 5	100	3						
4	N - NE	90	NNE	67	0 a 5	100	4						
5	N - NE	83	NNE	67	0 a 5	100	5						
6	N - NE	84	NNE	67	0 a 5	100	6						
7	N - NE	83	NNE	67	0 a 5	100	7						
8	N - E	84	NE	112	0 a 5	100	8						
9	SE - NW	90	SW	202	0 a 5	100	9						
10	S - W	84	SW	112	0 a 5	94	10						
11	S - W	100	SW	112	0 a 5	90	11						
12	S - W	97	SW	112	0 a 11	100	12						
13	SW - W	90	WSW	67	0 a 11	100	13						
14	SW - W	84	WSW	67	0 a 11	100	14						
15	SW - W	94	WSW	67	0 a 11	100	15						
16	SW - W	97	WSW	67	0 a 11	100	16						
17	SW - W	78	WSW	67	0 a 11	100	17						
18	SW - N	85	WNW	157	0 a 5	100	18						
19	N - SE	79	ENE	157	0 a 5	97	19						
20	NW - E	81	NNE	157	0 a 5	100	20						
21	NW - E	94	NNE	157	0 a 5	100	21						
22	NW - E	84	NNE	157	0 a 5	100	22						
23	NW - E	88	NNE	157	0 a 5	100	23						



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO CLIMATICO-SINOPTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL
VIENTO EN SUPERFICIE PARA LA COSTA SUR DE GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: VICTOR HUGO VASQUEZ GARCIA.


CARNE No. 92-16965.

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Gilberto D. Alvarado Cabrera
Ing. Agr. Isaác Herrera Ibañez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que
ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de
Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

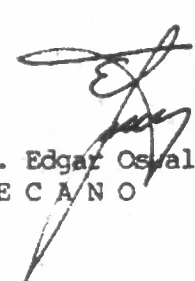

Ing. Agr. Otto René Castro Loarca
A S E S O R


Ing. Agr. Mario R. Bautista Godínez
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DIRECTOR I.I.A.



I M P R I M A S E


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Rivera
D E C A N O



cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.