

TECANA AMERICAN UNIVERSITY

Bachelor of Science in Atmospheric Sciences and Applied
Meteorology



**“PRODUCTOS METEOROLÓGICOS USADOS ANTES Y
DESPUÉS DEL ATERRIZAJE”**

Trabajo Especial de Grado presentado como requisito para optar al
título de Bachelor of Science in Atmospheric Sciences and Applied
Meteorology

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'A. Barrios', written over a faint grid background.

Cursante: Angenir Barrios

TAU Academic Direction: Dr. Jesús R. Rivas, Ph.D.

“Por el presente juro y doy fe que soy el único autor del presente
informe y que su
contenido es fruto de mi trabajo, experiencia e investigación
académica”

Madrid, España – junio 2025

TECANA AMERICAN UNIVERSITY

Bachelor of Science in Atmospheric Sciences and Applied
Meteorology



**PRODUCTOS METEOROLÓGICOS USADOS ANTES Y
DESPUÉS DEL ATERRIZAJE**

Trabajo Especial de Grado presentado como requisito para optar al
título de Bachelor of Science in Atmospheric Sciences and Applied
Meteorology

Angenir José Gregorio Barrios Pérez

C.I.: 16538274

DNI: 60510311W

“Por el presente juro y doy fe que soy el único autor del presente
informe y que su
contenido es fruto de mi trabajo, experiencia e investigación
académica”

Madrid, España – junio 2025

Dedicatoria

Primeramente, a Dios, por todas las bendiciones que me ha dado para conseguir las oportunidades que he recibido en mi vida.

A mi Esposa María Elizabeth Hernández Hidalgo, por tenderme la mano en los momentos difíciles y estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mi madre, padre, hermanos e hijas.

Agradecimientos

A Dios, por ser mi guía y siempre estar conmigo.

A María Elizabeth Hernández Hidalgo, por tenderme la mano pese a las adversidades.

A TECANA, por el apoyo y la confianza que han tenido a lo largo de este curso, muchas gracias.

A todos, Gracias.

Angenir José Gregorio Barrios Pérez

ÍNDICE GENERAL

Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
Resumen.....	1
Introducción	1
CAPITULO I.....	3
EL PROBLEMA	3
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
CAPÍTULO III.....	22
Marco metodológico.....	22
CAPÍTULO IV.....	25
Presentación de la propuesta	25
Justificación de la propuesta	25
Objetivos de la propuesta	25
Calor	26
VARIACIONES DE LA TEMPERATURA	27
EQUIPOS E INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS	28
Escala de temperatura	28
ESTACIONES METEOROLÓGICAS	29
Heliómetro.....	29
El heliógrafo.....	29
Termómetro.....	29
Termómetro de máxima y mínima.....	29
Parque meteorológico.....	30
Altímetro (QNH).....	30
Presión de la estación reducida al NMM	30
LA ATMÓSFERA	30
Regiones de la atmósfera	31
La tropósfera	31
La estratósfera	31
La mesósfera	31

La termósfera (o ionósfera).....	32
La exosfera.....	32
LOS ESTADOS DEL AGUA	32
Esquema del ciclo hidrológico o balance Hídrico del planeta	32
La humedad.....	34
LOS ELEMENTOS DEL TIEMPO	34
LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y EL VIENTO	35
La atmósfera y su presión	35
Milímetros y hectopascales	35
Composición del aire.....	36
Peso del aire	36
EL VIENTO	36
LAS NUBES	38
CLASIFICACION DE LAS NUBES.....	40
CLASIFICACION DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS	43
Hidrometeoros.....	43
ELECTROMETEOROS	45
Litometeoros	46
ETAPAS DE FORMACION DE UNA TORMENTA	47
LA PRECIPITACIÓN.....	48
DIFERENCIA ENTRE TIEMPO Y CLIMA.....	50
ANÁLISIS Y PRONÓSTICOS.....	50
LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y LA METEOROLOGÍA	51
CAPÍTULO V	53
CONCLUSIONES.....	53
CAPÍTULO VI.....	55
Recomendaciones.....	55
Referencias bibliográficas.....	57

Índice de gráficos

Gráfico 1. Dédalo e Ícaro, inspiración para las primeras ideas de volar. Fuente Wikipedia.....	10
Gráfico 2. Satélite TIROS 1, en el Museo Nacional del Aire y del Espacio. Fuente Wikipedia.....	14
Gráfico 3. Capas de la atmósfera y composición. Fuente Wikipedia.....	21
Gráfico 4. Representación de una estación meteorológica.....	36
Gráfico 5. Ciclo del agua. Fuente Wikipedia.....	40
Gráfico 6. Escala Beaufort de viento.....	44
Gráfico 7. Clasificación de nubes según su altitud.....	47
Gráfico 8. Etapas de formación de una tormenta.....	53

Índice de cuadros

Cuadro N°1. Población y muestra.....	24
Cuadro N°2. Características del proyecto.....	29
Cuadro N°3. Variables metodológicas.....	30

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general **“Elaborar un estudio de los productos meteorológicos usados antes y después del aterrizaje.** En este orden de ideas, se realizó una investigación bajo la modalidad de proyecto factible. Se plasmaron todos los aspectos y herramientas que metodológicamente deben ser considerados en todo trabajo de investigación como lo son: entrevistas, la investigación de campo, descriptiva y evaluativo debido se desarrolla directamente en el lugar, recolectando la información oportuna, tomando una información de diversos profesionales para el análisis de la problemática y los objetivos de la investigación, los basamentos teóricos, conceptuales y legales de la misma, y por último los fundamentos metodológicos a seguir durante su desarrollo. Se propuso una solución al problema práctico, a través de objetivos de acción, proceso y actividades, con la cual se planteó un problema, objetivos, justificación, marco de referencia, diagnóstico, factibilidad, propuesta, recomendaciones y referencias. Lo anteriormente mencionado se logrará pasando por las fases que relacionan un proyecto factible (Fase diagnóstica, Fase de análisis y fase de la propuesta).

Palabras claves: Observaciones, documentación, hipótesis.

Introducción

En el marco del cambio climático en el mundo, se han desarrollado varias investigaciones concretas que incluyeron estudios relativos a la

problemática mencionada, las mismas que sustentadas por muchos estudios específicos sobre el tema y en el marco de lo cambiante del clima, es necesario adaptar y actualizar todas las normas en cuanto a la navegación aérea en lo que a meteorología se refiere.

La meteorología es aquella que estudia los fenómenos atmosféricos, la cual tiene relación directa con el desempeño aéreo, cuyos temas tienen un gran interés, el estudio de la meteorología, así como la elaboración de manuales de esta, tiene como propósito el proteger el vuelo durante la planificación y realización directa.

La mayoría de las aviaciones comerciales locales en cada aeropuerto no poseen un estudio profundo aprobado por la sede de Meteorología nacional y regional, donde se señale la importancia de esta, su aplicación y su relación con la aeronáutica, en muchos casos no existe una oficina de meteorología aeroportuaria que suministre la información meteorológica oportuna.

El presente trabajo es un estudio de datos meteorológicos actualizados, como lo son, la temperatura y humedad del aire, la presión atmosférica, fenómenos meteorológicos, etc. A nivel general, cuyos conocimientos contribuirán a la aeronáutica, y como doctrina que, empleada por los pilotos y tripulantes aéreos, por lo que se ha planteado la realización de un estudio actualizado de las variables meteorológicas que afectan el desempeño aéreo, el cual pueda ser empleado por las diferentes oficinas de meteorología.

Por tal motivo se busca actualizar la información sobre las condiciones del tiempo en un momento y lugar dados que influyen notablemente en la situación meteorológica que está íntimamente ligada con la aviación general.

La presente investigación está estructurada en los siguientes capítulos: Capítulo I. El Planteamiento del Problema, objetivos de la investigación, justificación. El Capítulo II. Marco Teórico, donde se desarrolla las bases teóricas relacionadas al tema. Capítulo III. Marco Metodológico. Tipo y diseño de la investigación, aquí se explica el tipo de estudio, la población y la muestra, utilización de Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos. Capítulo IV. Presentación de los resultados. Capítulo V. Conclusiones. Capítulo VI. Recomendaciones.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1- Planteamiento del problema

La meteorología aeronáutica como disciplina es muy joven, solo se remonta a comienzos del siglo XX con el inicio de la aviación, por lo que su estudio aún está en constante evolución y se necesitan más aportes en este campo.

Es importante señalar que para cada aeródromo en concreto puede haber una variable meteorológica que pueda afectar de manera significativa, por ejemplo, hay aeropuerto donde se reduce significativamente la visibilidad debido a la niebla, como también existen aeródromos donde el principal problema es la cizalladura en la pista, para lo cual es importante que los servicios meteorológicos aeroportuarios estén atentos con las distintas herramienta para notificar cada evento de manera eficiente y eficaz, y las personas que reciban esa información la puedan leer e interpretar a detalle.

En este orden de ideas, también hay variables meteorológicas que no solamente afectan en los aeropuertos sino también en el desempeño del vuelo en la ruta hacia los mismos, como es el caso de los diferentes tipos de nubosidad, las cuales pueden generar altos niveles de turbulencia o restringir la visibilidad por las precipitaciones u ocasionar engelamiento.

La OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), en el anexo 11, capítulo 3.8, cuando las operaciones en tierra son una dificultad, se recomienda la disminución de las operaciones, en este caso los despachadores aéreos tienen que informar de manera frecuente a los pilotos y tripulantes aéreos y a su vez estos sepan interpretar la información.

Cabe destacar que en muchos aeródromos no poseen las instrumentaciones adecuadas para medir los distintos fenómenos meteorológicos que afectan en la navegación aérea, por tal motivo se presentan dificultades en la ruta, despegue y aterrizaje de los aviones.

Para lo cual es importante un estudio a profundidad que facilite la interpretación de cada uno de los mensajes meteorológicos que puedan suministrar cada uno de los servicios aeroportuarios, el cual servirá de ayuda para los pilotos y tripulantes aéreos.

Formulación del problema

De lo propuesto anteriormente, surge la siguiente **interrogante principal** a fin de precisar la problemática:

¿Porque es necesario el estudio de los productos meteorológicos usados antes y después del aterrizaje?

Es importante destacar, que se van a formular de igual forma **interrogantes secundarias** con el fin de comprender la interrogante anterior:

¿Cuáles es la información que los servicios de meteorología aeronáutica generan, necesaria en los aeródromos?

¿Cuáles son las variables meteorológicas que afectan el desempeño aéreo?

¿Qué productos meteorológicos que se suministran a los pilotos antes, durante y después del desempeño aéreo?

1.2- Justificación de la investigación

Para los servicios aeronáuticos es importante conocer las diferentes variables meteorológicas las cuales afectan el desempeño aéreo, de igual forma que los pilotos y tripulantes aéreos tengan el conocimiento adecuado de cómo interpretar cada uno de los mensajes meteorológicos, así como los mapas de superficie y altura. De esta manera estar siempre presente la información meteorológica aeronáutica en cada uno de los despachos de vuelo. Ya que para el desempeño eficiente de los servicios aeroportuarios es vital que todos los departamentos trabajen de manera conjunta para que la información llegue a tiempo.

Así, la meteorología y la aeronáutica constituyen un binomio esencial, cuyo punto de unión es la atmósfera, siendo el principal objetivo la proyección del conocimiento derivado de la meteorología en la aeronáutica.

Siguiendo este orden de ideas, es necesario el estudio a profundidad de las variables meteorológicas que afectan el desempeño aéreo, dirigido especialmente a los pilotos y tripulantes aéreos para que los mismos tengan una mejor comprensión de estas y que hacer en el momento que se presente cada una.

En el ámbito teórico – científico, permitirá al investigador ahondar en los conocimientos relacionados con los fenómenos meteorológicos que afecta directamente el desempeño aéreo.

En el ámbito práctico, esta investigación contribuirá a la aplicación de estrategias para el mejoramiento del suministro de la información meteorológica a los tripulantes aéreos y los pilotos en la búsqueda de satisfacer adecuadamente la demanda de los servicios aeronáuticos.

En el contexto académico, la pedagogía se destaca como herramienta fundamental para la enseñanza del contenido de la meteorología aeronáutica. Además de ser un requisito fundamental para la obtención del título de Bachelor of Science in Atmospheric Sciences and Applied Meteorology exigido por TAU.

Finalmente, la relevancia que tiene en los servicios de navegación aérea para que este sea más eficiente y eficaz.

1.3- Objetivos de la investigación

1.3.1- Objetivo general

Elaborar un estudio de los productos meteorológicos usados antes y después del aterrizaje.

1.3.2- Objetivos específicos

- ✓ Conocer la necesidad de la información meteorológica en los servicios aeroportuarios.
- ✓ Examinar las diferentes variables meteorológicas que afectan al desempeño aéreo.
- ✓ Identificar los productos meteorológicos que se suministran a los pilotos antes, durante y después del desempeño aéreo.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

El marco teórico de esta investigación es el segmento donde se analizan los antecedentes de estudio, los cuales servirán como referencia al tema de estudio, las bases teóricas, las cuales permitirán apoyar y explicar las teorías a luz del referente empírico, de igual manera, se presentarán la definición de términos básicos, así como también el sistema de variables.

Para los antecedentes se ubicaron los siguientes trabajos de investigación relacionados con el objetivo de este proyecto especial de grado:

CAPT. DE A.E. DIEGO J. CAMPAÑA P., CAPT. DE A.E. CARLOS G. VALLEJO M., CAPT de A. PORTERO VIZUETE LENIN PATRICIO (2010), realizaron en la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA una investigación que lleva por nombre “ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE METEOROLOGÍA AERONÁUTICA PARA LA 15 B.A.E PAQUISHA”

Malvé, Pablo A; Nadal Mora, Vicente; Di Bernardi, C. Alejandro, realizaron en la Universidad Nacional de La Plata, una investigación que lleva por nombre “ESTUDIO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EN EL ENTORNO AEROPORTUARIO”

Pimentel Manrique, Luis Miguel (2020), realizó en la Universidad de Ciencias y Humanidades una investigación que lleva por nombre “Diseño de un sistema de monitoreo remoto de medición de parámetros meteorológicos entre los aeropuertos de Lima y Juliaca”

Las variables de estudio fueron definidas como: Información meteorológica, variables y productos meteorológicos, definiéndose las mismas e indicando las dimensiones, las cuales permitirán la búsqueda de las bases teóricas expresadas.

Antecedentes de la Investigación

Uno de los cometidos de la Organización de Aviación Civil Internacional es el de procurar que los Estados que la constituyen mejoren la seguridad aérea. Aunque gran parte de la responsabilidad en este aspecto recae en la industria, las autoridades de Aviación Civil de

cada Estado deben establecer un programa que garantice un nivel aceptable de seguridad para la Aviación Civil (Convenio de Chicago, anexos 1, 6, 11, 13 y 14). Para cumplir con este requisito cada Estado ha de realizar una gestión coordinada y efectiva de los diferentes organismos implicados en la seguridad aérea, gestión que también es crítica para su economía.

Entre estos organismos se encuentran los Proveedores Oficiales de Servicios Meteorológicos para la Navegación Aérea para cada Estado, denominados Autoridades Meteorológicas Aeronáuticas que, dentro del marco de la Organización Meteorológica Mundial, suministrarán la información meteorológica necesaria para la seguridad y eficiencia de la Aviación Civil, según establece el anexo 3 del Convenio de Chicago. Cada país tiene un organismo dependiendo de sus legislaciones, en el caso de Venezuela el organismo proveedor del servicio meteorológico es el INAMEH, en el caso de España el organismo certificado como Proveedor Oficial de Servicios Meteorológicos para la Navegación Aérea es la Agencia Estatal de Meteorología.

Los rápidos avances en tecnologías de navegación aérea y construcción aeronáutica permiten que, virtualmente, los aviones de transporte puedan operar prácticamente en cualquier condición meteorológica. Sin embargo, por motivos de seguridad debe evitarse el vuelo en condiciones de tiempo adverso. Así lo reflejan las estadísticas que resultan del análisis realizado por National Transportation Safety Board (Aviation Accident and Incident Database) que muestran que desde 2003 a 2007 hubo 8657 accidentes de aviación. El tiempo fue la causa o uno de los factores que contribuyó a 1740 de dichos accidentes.

Los parámetros meteorológicos que influyeron en dichos accidentes fueron el viento, la visibilidad y techo de nubes, la alta altitud de densidad, la turbulencia, los fuertes movimientos verticales del aire (ascensos y descensos), la precipitación, el engelamiento, las tormentas, la cizalladura, los ascensos debidos a las térmicas, las temperaturas extremas y las descargas eléctricas, según se observa en la tabla adjunta. Entre ellos los que más contribuyeron fueron el viento y la visibilidad/techo de nubes.

El porcentaje de accidentes en los que el tiempo adverso fue la causa o un factor que contribuyó a los mismos ha disminuido en los últimos años. Desde el 30% en la década de los 90 hasta el 18.6% en el período que va de 2003 a 2007, sin embargo, el impacto de la meteorología en las actividades aeronáuticas es todavía muy alto, tanto desde el punto

de vista de la seguridad como del económico. Las pérdidas económicas debidas a retrasos en los vuelos, aun siendo bastante menores que en el caso de accidentes, son enormes, y el 70% de las veces se deben a causas meteorológicas.

Con el fin de cubrir los objetivos, expectativas y necesidades de la comunidad aeronáutica, la información meteorológica para la aviación deberá mejorar día a día en calidad y disponibilidad. Para ello deberá adaptarse a los requisitos operacionales del usuario aeronáutico, necesitará una mejor dotación de instrumentos de medida tanto en superficie como en altura, una continuada vigilancia de la atmósfera y una mayor aplicación de los nuevos métodos de predicción en relación con las variables de impacto aeronáutico, particularmente en el pronóstico a corto plazo. Es asimismo fundamental el desarrollo de herramientas de Internet que faciliten el acceso de los usuarios aeronáuticos a la información meteorológica actualizada y de calidad, así como el suministro oportuno en las diferentes entidades aeroportuarias en el caso de las oficinas de meteorología aeronáutica.

La vigilancia meteorológica es esencial en el proceso de mejora de calidad y disponibilidad de la información aeronáutica, en particular para la elaboración de pronósticos a corto plazo, pues aumenta la capacidad de respuesta a cambios que se desvíen de lo pronosticado y facilita la emisión de previsiones actualizadas. El proceso de vigilancia es realmente efectivo cuando el intercambio de datos en tiempo real, entre los servicios meteorológicos para la aviación y sus usuarios, es fluido.

Para conseguir un intercambio de información más fluido entre los proveedores y sus usuarios se realizan con cierta frecuencia simulacros de situaciones adversas con la intervención de todas las partes afectadas. Con ellos se mejoran los procedimientos operativos, se reduce el tiempo de respuesta en situaciones de alerta y se facilita la comunicación, lo que revierte en la seguridad aérea.

2.2. Fundamentos teóricos

Breve reseña histórica de la Aviación

La historia de la aviación se remonta al día en el que el ser humano prehistórico se paró a observar el vuelo de las aves y de otros animales voladores. El deseo de volar está presente en la humanidad desde hace siglos, y a lo largo de la historia del ser humano hay constancia de intentos de volar que han acabado mal.

Muchas personas decían que volar era algo imposible para las capacidades de un ser humano. Pero, aun así, el deseo existía y varias civilizaciones contaban historias de personas dotadas de poderes divinos que podían volar. El ejemplo más conocido es la leyenda de Ícaro y Dédalo, que encontrándose prisioneros en la isla de Minos se construyeron unas alas con plumas y cera para poder escapar. Ícaro se aproximó demasiado al Sol y la cera de las alas comenzó a derretirse, haciendo que se precipitara en el mar y muriera. Esta leyenda era un aviso sobre los intentos de alcanzar el cielo, semejante a la historia de la Torre de Babel en la Biblia, y ejemplifica el deseo milenario del hombre de volar.



Gráfico 1. Dédalo e Ícaro, inspiración para las primeras ideas de volar.
Fuente Wikipedia.

La historia moderna de la aviación es compleja. Durante siglos se dieron tímidos intentos por alzar el vuelo, fracasando la mayor parte de ellos, pero ya desde el siglo XVIII el ser humano comenzó a experimentar con globos aerostáticos que lograban elevarse en el aire, pero tenían el inconveniente de no poder ser controlados. Ese problema se superó ya en el siglo XIX con la construcción de los primeros dirigibles, que sí permitían su control. A principios de ese mismo siglo, muchos investigaron el vuelo con planeadores, máquinas capaces de sustentar el vuelo controlado durante algún tiempo, y también se comenzaron a construir los primeros aeroplanos equipados con motor, pero que, incluso siendo impulsados por ayudas externas, apenas

lograban despegar y recorrer unos metros. No fue hasta principios del siglo XX cuando se produjeron los primeros vuelos con éxito. El 17 de diciembre de 1903 los hermanos Wright se convirtieron en los primeros en realizar un vuelo en un avión controlado, no obstante, algunos afirman que ese honor le corresponde a Alberto Santos Dumont, que realizó su vuelo el 13 de septiembre de 1906.

A partir de entonces, las mejoras se fueron sucediendo, y cada vez se lograban mejoras sustanciales que ayudaron a desarrollar la aviación hasta tal y como la conocemos en la actualidad. Los diseñadores de aviones se siguen esforzando en mejorar continuamente las capacidades y características de estos, tales como su autonomía, velocidad, capacidad de carga, facilidad de maniobra o la seguridad, entre otros detalles. Las aeronaves han pasado a ser construidas de materiales cada vez menos densos y más resistentes. Anteriormente se hacían de madera, en la actualidad la gran mayoría de aeronaves emplea aluminio y materiales compuestos como principales materias primas en su producción. Recientemente, los ordenadores han contribuido mucho en el desarrollo de nuevas aeronaves.

Breve historia de la meteorología

El término meteorología descende del título *meteorológica*, del libro escrito en torno a 340 a. C. por Aristóteles, presentando observaciones y especulaciones acerca del origen de los fenómenos atmosféricos y celestes. La palabra en idioma griego meteoron hace referencia al objeto "altos en el cielo", entre la Tierra y el reino de las estrellas, mientras logos significa "estudio". Una obra similar titulada "Libro de las señales" fue publicada por Teofrasto, un discípulo de Aristóteles; centrado más que todo en la previsión del tiempo sobre la base de las observaciones de los fenómenos meteorológicos.

Posteriores progresos en el campo meteorológico desarrollan instrumentos más seguros. Galileo construye un termómetro en 1607, seguido de la invención del barómetro por Evangelista Torricelli en 1643. La primera acción sobre la dependencia de la presión atmosférica en función de la altura la hace Blaise Pascal y René Descartes; la idea es profundizada por Edmund Halley.

El anemómetro para la medida de la velocidad del viento lo construye en 1667 Robert Hooke, mientras Horacio de Saussure completa el elenco de los más importantes instrumentos meteorológicos en 1780 con el higrómetro de cabello, que mide la humedad.

Otros progresos tecnológicos, conocidos principalmente como parte del progreso de la física, fueron la investigación de la dependencia del volumen de gases sobre la presión, que condujo a la termodinámica, y al experimento de Benjamin Franklin con el barrilete sobre los relámpagos. Franklin fue también el primer americano en registrar de modo seguro y detallado la condición del tiempo sobre base diaria, y de los primeros en efectuar previsiones del tiempo sobre base diaria.

El primero en realizar una correcta explicación general de la circulación atmosférica global fue George Hadley, con su estudio sobre los vientos alisios, efectuado en 1735. (Por este motivo, la particular circulación atmosférica que se presenta en la celda tropical toma el nombre de "celda de Hadley"). En los inicios fue una comprensión parcial de como la rotación terráquea influía sobre la cinemática de los flujos de aire. Más tarde (s. XIX), se comprendió la plena extensión de las interacciones a gran escala de la fuerza del gradiente de presión y las deflexiones causadas por la fuerza de Coriolis, causando el movimiento de las masas de aire a lo largo de las isobaras.

La fuerza de las deflexiones tomó ese nombre a principios del s. XIX, con referencia a una publicación de Gaspard-Gustave Coriolis de 1835, describiendo resultados de un estudio sobre la energía producida en una máquina con partes en rotación, como la rueda de agua de los molinos.

En 1856, William Ferrel hipotetiza la existencia de una "celda de circulación" a latitudes intermedias, en donde el aire viene flexionando por la fuerza de Coriolis creando los principales vientos occidentales. Esta celda fue enseguida bautizada celda de Ferrel.

La observación sinóptica del tiempo atmosférico era, a partir de esa época, más compleja, y con las dificultades de clasificar ciertas características climáticas como nubes y vientos. Problema resuelto cuando Luke Howard y Francis Beaufort introducen su sistema de clasificación de nubes (1802) y de la fuerza del viento (1806), respectivamente. El punto de inflexión fue la invención del telégrafo en 1843 permitiendo intercambiar información del clima con velocidad inigualable.

A inicios del s. XX, el progreso en la comprensión de la dinámica atmosférica dio comienzo a la creación de la moderna previsión del tiempo calculado con base matemática. En 1922, Lewis Fry Richardson publica *Weather prediction by numerical process* (Previsión del tiempo por procesos numéricos), describiendo cómo eliminar las variantes menos importantes en las ecuaciones de dinámica de fluidos,

reguladores de los flujos atmosféricos, permitiendo calcular fácilmente soluciones numéricas. Todavía, el número de cálculos necesarios era bastante grande, hasta la aparición de los computadores.

En este periodo un grupo de meteorólogos noruegos conducen con Vilhelm Bjerknes investigaciones sobre un modelo para explicar la generación, la intensificación y la disolución de ciclones, introduciendo la idea del frente meteorológico y de la subdivisión entre las masas de aire. El grupo incluía a Carl-Gustaf Rossby (el primero en explicar el flujo atmosférico de gran escala en términos de cinemática de fluidos) Tor Bergeron (primero en comprender el mecanismo de formación de la lluvia) y de Jacob Bjerknes.

Para los años '50, los experimentos de cálculo numérico con computadores se mostraron factibles. La primera previsión del tiempo realizado con ese método y usando modelos baroscópicos (con un fuerte componente vertical), pudiendo prever con suceso movimientos de gran escala de onda de Rossby, en zonas de baja presión y de alta presión.

En los años '60, la naturaleza caótica de la atmósfera es comprendida por Edward Lorenz, fundador del campo de la teoría del caos. Los avances matemáticos obtenidos en este campo fueron tomados por la meteorología, ayudando a estabilizar el límite de previsibilidad del modelo atmosférico. Esto es anotado como efecto mariposa (butterfly effect), porque la evolución de los disturbios en el tiempo significa que, aunque sea pequeño como el batir de las alas de una mariposa puede causar en seguida grandes efectos en otra zona.

En 1960, se lanza el TIROS-1, primer satélite meteorológico funcionando, señalando el inicio de una era de difusión global de la información climática. El satélite Meteo, junto a otros satélites de observación multirol a varias alturas llevaban instrumentos indispensables para el estudio de una gran variedad de fenómenos de incendios forestales hasta El Niño.



Gráfico 2. Satélite TIROS 1, en el Museo Nacional del Aire y del Espacio. Fuente Wikipedia.

En años recientes, se investiga sobre modelos climáticos de alta resolución, usados para estudiar cambios a largo plazo como el que involucra al gas invernadero.

Fundamentaciones

Las necesidades actuales determinan que es necesario que la aviación tanto civil como militar, cuenten con un estudio de las variables meteorológicas que afectan a la aviación, derivado de que en la actualidad gran parte de la seguridad en las operaciones aéreas está relacionada con los cambios meteorológicos y todas las instituciones ligadas a las operaciones aéreas tienen que contar con doctrinas y manuales actualizados.

La meteorología aeronáutica es muy importante para los pilotos ya que constantemente toman decisiones en las operaciones aéreas, relacionadas con las condiciones climáticas. El estudiar la atmósfera y los fenómenos que en ella ocurren contribuirá a la seguridad de la aeronave, tripulación y pasajeros.

La meteorología aeronáutica tiene como propósito fundamental el estudiar el efecto que los fenómenos meteorológicos, sobre las aeronaves y todo lo concerniente a la aeronavegación.

El estudio de las variables meteorológicas tiene como propósito fundamental el de guiar y orientar mediante la aplicación de procedimientos el empleo de la meteorología, eliminando así los aspectos de riesgo que pueden ocurrir por fenómenos atmosféricos.

El estudio englobaría:

- La atmósfera de la tierra
- Temperatura del aire
- Presión atmosférica y altimetría
- Formación de nubes y precipitaciones
- Aire estable
- Aire inestable
- Nubes
- Masas de aire y frentes entre otros aspectos importantes.

Clases de meteorología:

- METEOROLOGÍA APLICADA. - Rama de la Meteorología considerada en su aplicación con las actividades humanas.
- METEOROLOGÍA FÍSICA. - Rama de la Meteorología que se relaciona con el estudio de las propiedades físicas de la atmósfera.
- METEOROLOGÍA DINÁMICA. - Rama de la Meteorología considerada desde el punto de vista de la dinámica de los fenómenos atmosféricos.

COMPOSICIONES DE LA ATMÓSFERA

Es la capa gaseosa que envuelve la tierra. Los componentes del aire pueden ser clasificados de la siguiente manera:

COMPONENTES PERMANENTES

- Nitrógeno
- Oxígeno
- Anhídrido Carbónico
- Otros gases
- Vapor de agua

COMPONENTES ACCIDENTES

- Humo
- Polvo

- Sales marinas
- Materiales sólidos en suspensión
- Cenizas volcánicas
- Impurezas en general

2.3. Marco Conceptual

LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA: Es el peso de la columna de aire de sección unitaria que se extiende desde la superficie del suelo hasta el límite exterior o lo que pesaría una columna de agua de 1m de alto, lo cual es equivalente a lo que pesa una columna de mercurio de 76 cm de altura, si su medición se hace a nivel del mar

EL VIENTO Y LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA: En lo que a movimiento se refiere, la atmósfera puede concebirse como una máquina que convierte energía calórica en energía cinética, y cuyas principales fuentes de energía son las diferencias de temperatura entre le Ecuador y los polos por un lado y entre la atmósfera superior e inferior por otro lado.

Esta teoría señalada en forma general será la empleada en el estudio, pero en el desarrollo de la propuesta se la incluirá a mayor detalle.

ALCANCE VISUAL EN LA PISTA: Distancia hasta la cual el piloto una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver las señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que identifican su eje.

ALTITUD: Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y el nivel medio del mar (MSL).

ALTITUD/ALTURA DE DECISION (DA/H): Altitud o altura (A/H) especificada en la aproximación de precisión a la cual debe iniciarse una maniobra de aproximación frustrada si no se ha establecido la referencia visual requerida para continuar la aproximación.

ALTITUD/ALTURA DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTACULOS (OCA/ H): La altitud más baja (OCA) o la altura más baja por encima de la elevación del umbral de la pista pertinente o por encima de la elevación del aeródromo (OCH), según corresponda, utilizada para respetar los correspondientes criterios de franqueamiento de obstáculos.

ALTITUD DE TRANSICION: Altitud a la cual, o por debajo de la cual, se controla la posición vertical de una aeronave por referencia a altitudes.

ALTITUD/ALTURA MÍNIMA DE DESCENSO (MDA/H): Altitud/Altura especificada en una aproximación que no es de precisión o en una aproximación en circuito, debajo de la cual el descenso no puede efectuarse sin referencia visual.

ALTITUD MÍNIMA DE SECTOR: La altitud más baja que puede usarse y que permite conservar un margen vertical mínimo de 300 m. (1.000 pies), sobre todos los obstáculos situados en un área comprendida dentro de un sector circular de 46 km. (25 millas náuticas) de radio, centrado en una radio ayuda para la navegación.

ALTURA: Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y una referencia especificada.

APROXIMACION EN CIRCUITO: Ampliación de un procedimiento de aproximación por instrumentos que prevé, antes de aterrizar, el recorrido en circuito del aeródromo en condiciones de vuelo visual.

APROXIMACION RADAR: Aproximación ejecutada por una aeronave, bajo la dirección de un controlador radar.

APROXIMACION VISUAL: La aproximación en un vuelo IFR cuando cualquier parte o la totalidad del procedimiento de aproximación por instrumentos no se completa, y se realiza mediante referencia visual respecto al terreno.

APROXIMACIONES ILS PARALELAS DEPENDIENTES. Aproximaciones ILS simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas cuando se prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en la prolongación de los ejes de pistas adyacentes.

APROXIMACIONES ILS PARALELAS INDEPENDIENTES. Aproximaciones ILS simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas cuando no se prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en la prolongación de los ejes de pistas adyacentes.

AREA DE MANIOBRA: Aquella parte del aeródromo que debe usarse para el despegue, el aterrizaje y el rodaje de aeronaves, excluyendo las plataformas.

AREA DE MANIOBRAS VISUALES (Circuito): Área en la cual hay que tener en cuenta el franqueamiento de obstáculos cuando se trata de aeronaves que llevan a cabo una aproximación en circuito.

AREA DE MOVIMIENTO: La parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, el aterrizaje y el rodaje de aeronaves, y está integrada por el área de maniobras y la(s) plataforma(s).

AREA PRIMARIA: Área definida, dispuesta simétricamente a ambos lados de la derrota nominal de vuelo, en la cual hay que garantizar el margen de franqueamiento de obstáculos.

AREA SECUNDARIA: Área definida, dispuesta a ambos lados del área primaria y situada a lo largo de la derrota nominal de vuelo, en la cual se proporciona un margen decreciente de franqueamiento de obstáculos (Véase Área Primaria).

ASCENSO EN CRUCERO: Técnica de crucero de un avión, que resulta de un incremento neto de altitud a medida que disminuye el peso del avión.

CAPA DE TRANSICION: Espacio aéreo entre la altitud de transición y el nivel de transición.

CENTRO DE CONTROL DE AREA: Dependencia establecida para facilitar servicios de control de tránsito aéreo a los vuelos controlados en las áreas de control bajo su jurisdicción.

CENTRO DE INFORMACION DE VUELO: Dependencia establecida para facilitar servicios de información de vuelo y servicios de alerta.

COMUNICACION AEROTERRESTRE: Comunicación en ambos sentidos entre las aeronaves y las estaciones o posiciones situadas en la superficie de la tierra.

CONDICIONES METEOROLOGICAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS: Condiciones meteorológicas expresadas en términos de visibilidad, distancia desde las nubes y techo de nubes, inferiores a los mínimos especificados para las condiciones meteorológicas de vuelo visual.

CONDICIONES METEOROLOGICAS DE VUELO VISUAL: Condiciones meteorológicas expresadas en términos de visibilidad, distancia desde las nubes y el techo de nubes, iguales o mejores que los mínimos especificados.

ELEVACION: Posición vertical entre un punto o un nivel de la superficie de la tierra, o unido a ella, medida desde el nivel medio del mar.

ELEVACION DEL AERÓDROMO: La elevación del punto más alto del área de aterrizaje.

ESPACIO AEREO CONTROLADO: Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita servicio de control de tránsito aéreo para los vuelos controlados.

ESTACION AERONAUTICA: Estación terrestre del servicio móvil aeronáutico. En ciertos casos la estación aeronáutica puede estar a bordo de un barco o de un satélite terrestre.

GUÍA VECTORIAL RADAR: El suministro a las aeronaves de guía para la navegación en forma de rumbos específicos basados en la observación de una presentación radar.

IDENTIFICACION DE AERONAVE: Grupo de letras o de cifras, o una combinación de ambas, idéntico al distintivo de llamada de una aeronave para las comunicaciones aeroterrestres o dicho distintivo expresado en clave, que se utiliza para identificar las aeronaves en las comunicaciones entre centros terrestres de los servicios de tránsito aéreo.

TRANSICION: Parte de un procedimiento publicado, usada para conectar un SID básico con una o varias rutas (transición de SID), o parte de un procedimiento publicado, usada para conectar varias rutas con un STAR básico (transición de STAR).

TRANSITO AEREO: Todas las aeronaves que se hallan en vuelo y las que circulan por el área de maniobras de un aeródromo.

TRANSITO DE AERODROMO: Todo el transito que tiene lugar en el área de maniobras de un aeródromo y todas las aeronaves que vuelen en las inmediaciones de este.

TRANSMISION A CIEGAS: Transmisión desde una estación a otra en circunstancias en que no puede establecerse comunicación en ambos sentidos, pero cuando se cree que la estación llamada puede recibir la transmisión.

UMBRAL (THR): El comienzo de la parte de pista utilizable para el aterrizaje.

FRENTE FRIO: Un frente frío separa una masa de aire frío en avance que es densa con aire estable y se junta con un área de aire caliente ligero e inestable. Por su gran intensidad el aire frío se mueve a lo largo de la superficie y fuerza menos densidad provocando que el aire caliente ascienda.

FRENTE CALIENTE: El frente caliente ocurre cuando el aire caliente se mueve sobre la capa de la superficie de aire frío. Esta usualmente se mueve a más baja velocidad que los frentes fríos, la pendiente de un frente caliente es más gradual y el calor se extenderá sobre la superficie fría por cientos de millas adelante del frente.

FRENTE ESTACIONARIO: Cuando se ponen dos masas de aire balanceadas el frente que las separa permanecerá estacionario e influenciará en las condiciones meteorológicas locales para el vuelo por varios días. Las condiciones meteorológicas en un frente estacionario usualmente es la mezcla entre un frente frío y uno caliente.

TURBULENCIA: Cuando la aeronave genera levantamiento produce flujo de aire sobre las puntas de alas debido a la alta presión que ejerce debajo de las alas y la baja presión arriba de ellas, este flujo de aire causa rápidamente remolinos rotatorios de aire llamados wingtip, vórtices o Wake Turbulence. La intensidad de esta turbulencia depende del peso de la aeronave y de su configuración. La turbulencia más grande y peligrosa es producida por aeronaves grandes operando a bajas velocidades, grandes ángulos y en configuración limpia.

TROPOSFERA: es la capa que va desde la superficie hasta una altitud que varía entre los 24,000 hasta los 50,000 pies de altitud. Esta capa se caracteriza por un descenso de temperatura conforme ascendemos. El límite de la troposfera es la Tropopausa donde posteriormente inicia la Estratosfera.

ESTRATOSFERA: la formación de tormentas severas es alguno de los fenómenos que se encuentran en la siguiente capa estratosfera.

MESOSFERA: esta va desde los 160,000 pies hasta 280,000 pies y la línea que separa la estratosfera de la mesosfera se llama estratopausa.

TERMOSFERA: esta va desde los 280,000 pies o más y la capa divisora de la mesosfera y la termosfera se llama mesopausa.

IONOSFERA: es una capa profunda y cargada de partículas que empieza aproximadamente a 30 Mn sobre la superficie o 164,000 pies sobre la superficie. Las características eléctricas de la ionosfera pueden

afectar las radiocomunicaciones durante la puesta y salida del sol, y durante periodos de actividad solar incrementada.

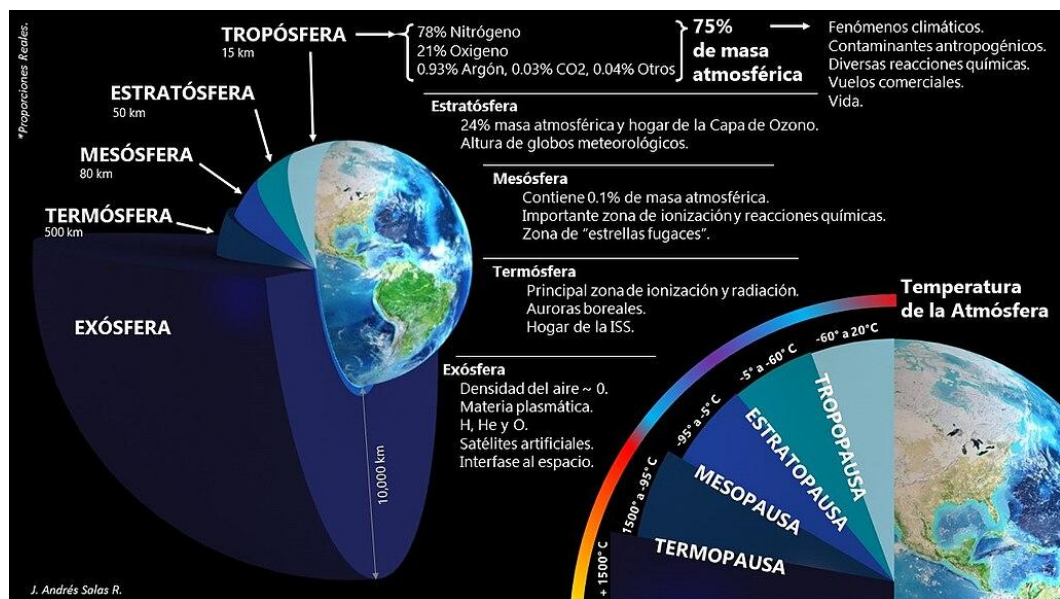


Gráfico 3. Capas de la atmósfera y composición. Fuente Wikipedia.

PRESIÓN ALTA: Es el centro de una presión alta rodeada por todos lados de presión baja (L).

PRESIÓN BAJA: Es el centro de una presión baja rodeada por todos lados de presión alta (H).

VANGUADA: Es un área alargada de alta presión.

THROUGHES: es un área alargada de baja presión.

COLUMNA DE PRESIÓN: está dentro de un área de 2 presiones altas y 2 bajas.

LA SUBLIMACIÓN es el cambio del hielo hacia el vapor, sin pasar por el estado líquido.

LA CONDENSACIÓN es la que ocurre cuando el aire está saturado y el vapor de agua en el aire se convierte en agua.

LA DEPOSICIÓN: es cuando el agua vapor se congela directamente en forma de hielo. Por supuesto el agua líquida también se puede congelar y el hielo se puede convertir en agua líquida.

LAS NUBES: son las que están compuestas por pequeñas gotas de agua o cristales de hielo. Cuando se forman cerca de la superficie se les llama niebla. Uno puede anticipar la formación de niebla o nubes muy bajas cuando hay una separación de 2° centígrados o 4° Fahrenheit.

PRECIPITACIÓN: Cuando las gotas de agua condensada crecen hacia un tamaño donde la atmosfera no las puede soportar debido a su peso caen como precipitación. Las pequeñas gotas de agua que no llegan a bajar a la superficie permanecen en forma líquida hasta que por gravedad caen como llovizna. Cuando la humedad relativa es baja, la lluvia se puede evaporar antes de que llegue a la superficie.

LA NIEBLA: es una nube baja la cual tiene su base entre los 50 pies sobre el terreno, cuando la niebla tiene una profundidad menor de 20 pies se llama niebla de terreno.

CAPÍTULO III

Marco metodológico

3.1. Diseño de la Investigación

El presente trabajo de investigación será desarrollado con el aporte de los dos principales paradigmas de la investigación: descriptiva y bibliográfica.

El paradigma de investigación descriptivo nos ayudara a describir la situación actual, en base a la cuantificación de los casos que actualmente se producen en la problemática investigada.

3.2. Nivel y tipo investigación

Investigación Descriptiva también conocida como la investigación estadística, donde se describen los datos y características de la población o del fenómeno en estudio. La investigación descriptiva responde a las preguntas: quien, que, donde, cuando y como.

Esta consiste en describir lo que existe con respecto a las variaciones o a las condiciones de una situación.

Este método de investigación se empleó para determinar las características de la situación actual que vive la unidad en cuanto a los procedimientos meteorológicos y como se están manejando estos manuales.

3.3. Población y muestra.

3.3.1. Población

El diccionario de la RAE (2001) define la población, en su acepción sociológica, como “Conjunto de los individuos o cosas sometido a una evaluación estadística mediante muestreo”. En cualquier investigación, el primer problema que aparece, relacionado con este punto, es la frecuente imposibilidad de recoger datos de todos los sujetos o elementos que interesen a la misma.

Para este estudio se tomará como referencia la población del Aeropuerto Internacional “General en jefe Santiago Mariño”, ubicado en la Isla de Margarita Venezuela, donde se desarrollan a diario un gran volumen de operaciones aéreas.

Techo de nubes bajo

inicial, pero muchos opinan que la formación recurrente en productos meteorológicos es insuficiente:

Según Arias Fidias (2012): ‘‘La investigación documental es un proceso basado la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (p.27).

Características	Tipo	Autor
Modalidad de la investigación	Proyecto factible	Dr. Roberto Hernández Sampieri (2010)
Tipo de diseño	Documental	
Tipo de investigación	Descriptiva	
Población	Finita	
Técnica e instrumentos de recolección de datos	Observación directa - Análisis de documentos o de diversos contenidos	
Técnica de análisis	Análisis cualitativo	

Cuadro N°2. Características del proyecto

Objetivo general: Analizar las variables meteorológicas que afectan el desempeño aéreo, dirigido a pilotos y tripulantes aéreos.				
Objetivos específicos	Variable	Dimensiones	Conceptualización	Autor
Conocer la necesidad de la información meteorológica en los servicios aeroportuarios.	Información meteorológica.	Tipo de información meteorológica.	Comunicación acerca del estado de la atmosfera, representando cada una de las variables.	Dr. Roberto Hernández Sampieri (2010)

Examinar las diferentes variables meteorológicas que afectan al desempeño aéreo.	VARIABLES meteorológicas.	Presión, temperatura, humedad, radiación, precipitación, etc.	Son parámetros, elementos caracterizadores del estado del tiempo que son medibles y que a través de su comportamiento permiten conocer cuál es la condición que presenta la atmósfera en su momento.	
Identificar los productos meteorológicos que se suministran antes, durante y después del desempeño aéreo.	Productos meteorológicos.	Información a través de códigos (METAR, SINOP, TAF, etc.) o pronósticos.	Información que se suministra a través de mensajes o pronósticos meteorológicos.	

Cuadro N°3. Variables metodológicas

CAPÍTULO IV

Presentación de la propuesta

Justificación de la propuesta

Para los servicios aeronáuticos es importante conocer las diferentes variables meteorológicas las cuales afectan el desempeño aéreo, de igual forma que los pilotos y tripulantes aéreos tengan el conocimiento adecuado de cómo interpretar cada uno de los mensajes meteorológicos, así como los mapas de superficie y altura. De esta manera estar siempre presente la información meteorológica aeronáutica en cada uno de los despachos de vuelo. Ya que para el desempeño eficiente de los servicios aeroportuarios es vital que todos los departamentos trabajen de manera conjunta para que la información llegue a tiempo.

Así, la meteorología y la aeronáutica constituyen un binomio esencial, cuyo punto de unión es la atmósfera, siendo el principal objetivo la proyección del conocimiento derivado de la meteorología en la aeronáutica.

Siguiendo este orden de ideas, es necesario estudio de las variables meteorológicas que afectan a la aviación, dirigido especialmente a los pilotos y tripulantes aéreos para que los mismos tengan una mejor comprensión de cada una de las variables meteorológicas que afectan el desempeño aéreo y que hacer en el momento que se presente cada una de estas.

En el ámbito teórico – científico, permitirá al investigador ahondar en los conocimientos relacionados con los fenómenos meteorológicos que afecta directamente el desempeño aéreo.

Objetivos de la propuesta

Objetivo general

Elaborar un estudio de los productos meteorológicos usados antes y después del aterrizaje.

Estructura

Una vez obtenidas todas las informaciones del marco teórico y sustentados con los hechos reales, se determinó la problemática planteada y la realidad y factibilidad de llevar a cabo la solución del estudio, que se concretaría con la suministrar la información meteorológica a pilotos y tripulantes aéreos.

Se hizo un análisis de la información de los procedimientos aeroportuarios, y de las oficinas de meteorología aeronáutica lo cual indica que es necesario la implementación de manuales en cada uno de los aeródromos y realizar capacitaciones periódicas al personal explotador de la información.

Ejecución de la propuesta:

Para el siguiente estudio se van a evaluar cada uno de los conceptos básicos de la meteorología, así como lo fundamental para el desempeño aéreo.

Calor

Es la energía total del movimiento molecular en una sustancia, es una forma de energía y como tal, puede pasar de un cuerpo a otro por radiación, conducción o Convección.

Conducción: Es la transmisión del calor por contacto molecular. La propagación tiene lugar cuando se ponen en contacto dos cuerpos que están a diferentes temperaturas o dos puntos de un mismo objeto a distintas temperaturas. Las moléculas que reciben directamente el calor aumentan su vibración y chocan con las que rodean; estas a su vez hacen lo mismo con sus vecinas hasta que todas las moléculas del cuerpo se agitan. Por esta razón, si el extremo de una varilla metálica se calienta con una flama, transcurre cierto tiempo para el calor llegue a otro extremo. El calor no se transmite con la misma facilidad en todos los cuerpos. Existen buenos y malos conductores. La conductibilidad es bastante menor en los líquidos que en los sólidos y aún menor en los gases.

Convección: El calor se transporta con la masa misma. Es la forma en que se transmite el calor en los fluidos, es decir, en los líquidos y en los gases. Como el calor hace disminuir la densidad, las masas de aire o agua calientes ascienden y las frías descienden.

Radiación: La transferencia de calor por radiación se hace por medio de ondas electromagnéticas que pueden propagarse igual en un medio

material que en la ausencia de este. Los cuerpos oscuros absorben la mayor parte de la radiación que reciben, en cambio los más claros reflejan más radiación de la que absorben.

VARIACIONES DE LA TEMPERATURA

La Cantidad de energía solar que se recibe en una región varía con la hora del día, la estación del año y la latitud; también varía con las diferencias de la superficie del terreno y con la altitud. Estas variaciones crean fuerzas que provocan movimientos incesantes de la atmósfera estas variaciones se dividen en las siguientes:

- VARIACION DIURNA
- VARIACION ESTACIONAL
- VARIACION CON LA LATITUD
- VARIACION CON LA ALTITUD
- VARIACION CON LA TOPOGRAFIA:

Variación diurna

Es el cambio de la temperatura a causa de la rotación diaria de la Tierra.

Durante el día, la radiación solar excede a la radiación terrestre y la superficie se torna más caliente; en cambio en la noche, cesa la radiación solar, pero continúa la radiación terrestre y se enfría la superficie.

Variación estacional

Debido al movimiento de revolución y a la inclinación del eje de la Tierra, el ángulo de radiación incidente varía estacionalmente entre los hemisferios.

El hemisferio norte es más caliente en junio, julio y agosto porque recibe mayor energía que el hemisferio sur.

Durante diciembre, enero y febrero ocurre lo contrario, el hemisferio sur recibe más energía solar y es más caliente.

Variación con la latitud

Debido a la forma esférica de la Tierra, el sol está más cercano sobre la vertical del lugar en las regiones ecuatoriales que en las latitudes más altas. Así, la temperatura varía con la latitud desde el ecuador caliente hasta los polos fríos.

Variación con la altitud

Normalmente, la temperatura decrece con la altura en la troposfera, a esta disminución se la conoce con el nombre de “gradiente” cuyo valor es de $0,65^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m. Por lo tanto, la temperatura varía desde el nivel del mar más caliente hasta las altas montañas frías.

Variación con la topografía

Por la desigualdad de la superficie esta se la puede encontrar en, agua, tierra, pantanos.

EQUIPOS E INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS

Cada ciencia tiene su propio conjunto de equipamiento e instrumental de laboratorio. Sin embargo, la meteorología es una disciplina corta en equipos de laboratorio y amplia en los equipos de observación en campo.

Escalas de temperatura

Para convertir de una escala a otra usamos las siguientes fórmulas:

$$^{\circ}\text{C} = 5/9(\text{F}-32)$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5 \text{C}+32$$

La temperatura se mide y se expresa en grados Termométricos.

En la atmósfera, hay muchos objetos o cualidades que pueden ser medidos. La lluvia, por ejemplo, ha sido observada en cualquier lugar y desde siempre, siendo uno de los primeros fenómenos en ser medidos históricamente.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Está equipada con los principales instrumentos de medición, entre los que se encuentran los siguientes.

- Anemómetro (que mide el viento)
- Barómetro (que mide la presión atmosférica)
- Heliógrafo (que mide la insolación del suelo)
- Pluviómetro (que mide el agua caída)
- Termómetro (que mide la temperatura)

Heliómetro

El Heliómetro mide la intensidad lumínica solar, cuando lo hace con un medio gráfico se lo denomina Heliógrafo.

El heliógrafo

El heliógrafo registra los intervalos de tiempo durante los cuales la radiación solar alcanza una intensidad suficiente como para producir sombras distintas.

Termómetro

Es un elemento que se utiliza para medir la temperatura. El termómetro ordinario consta esencialmente de un depósito de vidrio de paredes muy delgadas, para que las variaciones de calor se transmitan con rapidez al líquido contenido en su interior. Dicho depósito se prolonga en un tubo capilar delgado, por el que asciende el líquido, al dilatarse indicando la temperatura

Termómetro de máxima y mínima

Este par de termómetros miden por separado el valor de la temperatura más alta y baja de un determinado intervalo de tiempo.

Parque meteorológico

Espacio físico determinado, delimitado representativo del área en donde se han emplazado instrumentos meteorológicos, automáticos o convencionales para observaciones y mediciones.



Gráfico 4. Representación de una estación meteorológica.

Altímetro (QNH)

Un altímetro es un instrumento de medición que indica la diferencia de altitud entre el punto donde se encuentra localizado y un punto de referencia; habitualmente se utiliza para conocer la altura sobre el nivel del mar de un punto.

Presión de la estación reducida al NMM

Marca altitudes.

Lectura del Altímetro

La más delgada con triángulo indica decenas de miles de pies. La más ancha y corta indica unidades de miles de pies y la restante larga indica unidades de centenas de pies.

LA ATMÓSFERA

Es la envoltura de gas que rodea a todo nuestro planeta. Su capa inferior, la troposfera, es el escenario en el que tienen lugar casi todos los procesos meteorológicos que, en el transcurso del año, constituyen el tiempo y el clima.

Se observa que la atmósfera se encuentra en continua actividad. La inagotable y permanente fuente de energía que alimenta al “motor” de la máquina atmosférica, es la radiación solar. Este complejo sistema físico, es investigado por la Meteorología, la cual busca explicar y prever los movimientos atmosféricos.

Regiones de la atmósfera

Teniendo en cuenta las propiedades térmicas de la atmósfera, en ellas se distinguen varias regiones o esferas. Entonces, desde el suelo hasta el espacio exterior, encontramos las siguientes regiones: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera, exosfera.

La tropósfera

Es la zona atmosférica dentro de la cual se producen los principales fenómenos meteorológicos (nubes, frentes de tormenta, vientos, anticiclones, etc.), todos los cuales constituyen el tiempo. Esto se debe a que en la troposfera se encuentra prácticamente todo el vapor de agua del aire y se hallan también las mayores variaciones de temperatura. Asimismo, contiene más de 80% de la masa atmosférica.

En esta región, la temperatura del aire desciende constantemente a razón de unos 6°5 C, por cada kilómetro de altura.

Es importante destacar que los contrastes de temperatura son los que permiten y determinan el funcionamiento de la atmósfera como gran máquina térmica, y cuyo generador de energía es el calor del sol.

Se extiende desde el suelo hasta los 16 kilómetros de altura. En las zonas ecuatoriales, y hasta 8 kilómetros en las polares.

La estratósfera

En ella la temperatura del aire se mantiene casi constante, o incluso aumenta ligeramente con la altura. Ya no se observan aquí fenómenos meteorológicos y el aire se encuentra notablemente más calmo. Su límite superior es la estratopausa, localizada a unos 40 kilómetros de altura.

La mesósfera

Se la reconoce por un pronunciado máximo en la temperatura. Donde alcanza ese máximo, a unos 50 kilómetros de altura, se encuentra la denominada “Capa Caliente”. Su origen posiblemente se encuentra en la energía que se desprende en la producción y destrucción de ozono. Por este motivo a esta región se la denomina ozonósfera. La mesosfera se extiende hasta los 80 Km. de altura, en donde se ubica la llamada mesopausa.

La termósfera (o ionósfera)

En esta región se encuentran varias capas ionizadas que no son más que amplias zonas con abundantes cargas eléctricas.

La ionosfera tiene la propiedad de reflejar las ondas radioeléctricas. Gracias a este fenómeno, ciertas estaciones emisoras pueden ser recibidas en lugares donde, por efecto de la curvatura de la tierra, no serían directamente perceptibles. En la termosfera se producen las auroras polares y también la destrucción de los meteoritos que ingresan a la atmósfera terrestre.

Aproximadamente en los 800 Km. de altura finaliza la termosfera en la denominada termopausa. A partir de aquí da comienzo la exosfera zona exterior de la atmósfera, que convencionalmente se afirma que se extiende hasta los 2000 Km. de altura.

La exosfera

Está constituida por moléculas sueltas y aisladas, cuya concentración va disminuyendo progresivamente hasta que se convierte en espacio interestelar.

LOS ESTADOS DEL AGUA

En la naturaleza, como sabemos, el agua existe en tres estados físicos de la materia: sólido, líquido y gaseoso.

En estado sólido, al agua adquiere diversos aspectos, que abarca desde el hielo compacto o transparente, hasta las finas agujas cristalinas que se encuentran en las nubes de hielo (Cirrus). Entre estos extremos, el agua se encuentra bajo las conocidas formas de granizo, de copos de nieve y de escarcha.

En estado líquido, el agua se la observa bajo la forma de pequeñas gotitas en las nubes bajas, y como gotas mayores en la lluvia. El agua líquida escurre por las pendientes, penetra en el suelo, forma arroyos y ríos y se acumula en cantidad en los lagos y océanos. Destaquemos que alrededor del 70% de la superficie del planeta está cubierta por agua.

En estado gaseoso o de vapor el agua representa uno de los principales componentes de la atmósfera y es de fundamental importancia en los fenómenos del tiempo. El vapor de agua presente en el aire es un gas incoloro y transparente, resultando invisible además de inodoro e insípido.

Esquema del ciclo hidrológico o balance Hídrico del planeta.

Los cambios de estado

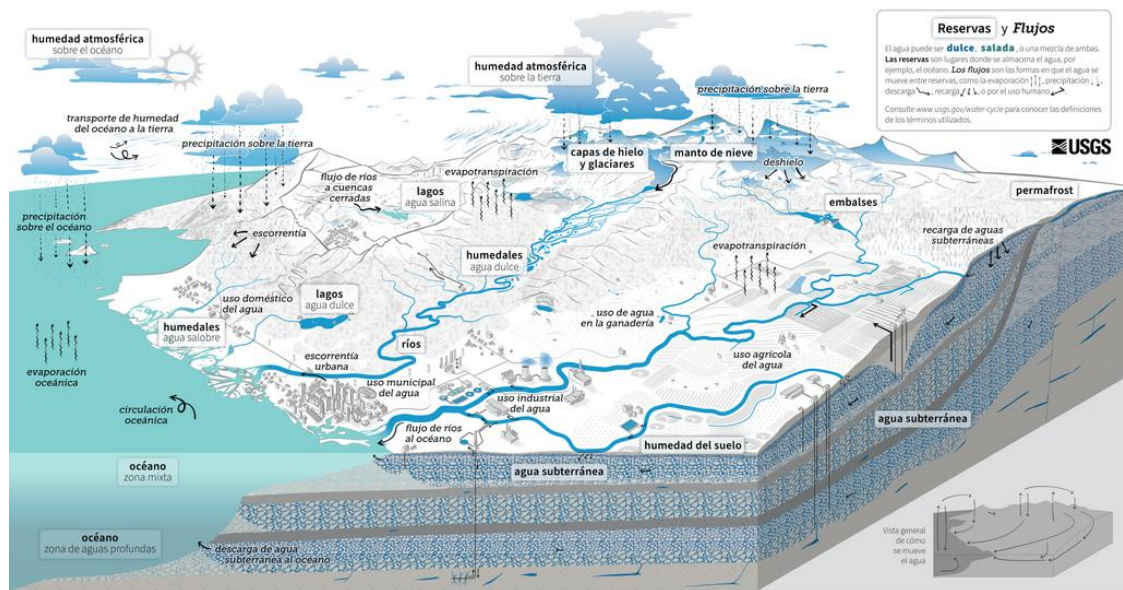
El pasaje del estado líquido del agua al vapor se denomina evaporación y el proceso inverso, condensación. Del líquido al estado sólido el pasaje se llama solidificación y el proceso opuesto fusión. Finalmente, el cambio de estado de sólido a vapor (o a la inversa), se conoce como sublimación.

La atmósfera incorpora agua en su interior por medio de la “evaporación” y la pierde por “condensación”, al formar nubes y posteriores precipitaciones. Los procesos físicos de evaporación y condensación son fundamentales en meteorología por ello es preciso tener conocimientos al respecto para poder comprender su influencia sobre el tiempo.

Evaporación y Condensación

Nos dice la fisicoquímica que la temperatura es directamente proporcional a la energía media del movimiento molecular de una sustancia. Si tenemos una masa de agua líquida (a una temperatura determinada), las moléculas se encuentran entonces en un estado de continua agitación y con colisiones mutuas. Si ahora se administra nuevo calor al agua, aumentará la temperatura, pues lo que se está haciendo es entregar energía adicional a las moléculas.

Entonces, algunas de ellas adquieren velocidades superiores a las que en promedio tienen las restantes. Tales moléculas, si se encuentran próximas a la superficie libre del agua, conseguirán escapar, venciendo la atracción que ejercen unas sobre otras (“tensión superficial”). Así, pasan al aire convertidas ahora en moléculas de vapor de agua. Se ha producido entonces la “evaporación”. Si prosigue el calentamiento del agua, seguirán pasando moléculas al aire (en forma de vapor) hasta que se alcanza el valor de saturación o de equilibrio, cesando entonces la evaporación.



El Ciclo del Agua

El ciclo del agua describe dónde se encuentra el agua en la Tierra cómo se mueve. El agua se almacena en la atmósfera, en la superficie de la tierra o debajo del suelo. Puede estar en estado líquido, sólido o gaseoso. El agua se mueve entre los lugares donde está almacenada a grandes escalas y a muy pequeñas escalas. El agua se mueve de forma natural y debido a la interacción humana, los cuales afectan dónde se almacena el agua, cómo se mueve y qué tan limpia es.

El agua líquida puede ser dulce, salada o una mezcla (salobre). El noventa y seis por ciento de toda el agua es salina y se almacena en los océanos. Lugares como el océano, donde se almacena el agua, se llaman **reservas**. En la tierra, el agua salada se almacena en **lagos salinos**, mientras que el agua dulce se almacena en forma líquida en **lagos de agua dulce**, **embalses artificiales**, **rios**, **humedales** y en el suelo como **humedad del suelo**. Más profundo bajo tierra, el agua líquida se almacena en acuíferos subterráneos, dentro de las grietas y poros de la roca. La forma sólida y congelada del agua se almacena en **capas de hielo**, **glaciares** y **manto de nieve** en elevaciones altas o cerca de los polos de la Tierra. El agua congelada también se encuentra en el suelo como **permafrost**. El vapor de agua, la forma gaseosa del agua, se almacena como **humedad atmosférica** sobre el océano y la tierra.

A medida que se mueve, el agua se puede transformar en un líquido, un sólido o un gas. Las diferentes formas en que el agua se mueve entre las reservas se conocen como los **flujos**. La **circulación** mezcla el agua en los océanos y transporta el vapor de agua en la atmósfera. El agua se mueve entre la atmósfera y la superficie de la tierra a través de la **evaporación**, la **evapotranspiración** y la **precipitación**. El agua se mueve a través de la superficie terrestre a través del **deshielo**, la **escorrentía** y el **flujo de ríos**. A través de la infiltración y la **recarga de agua subterránea**, el agua se mueve hacia el subsuelo. Cuando está bajo tierra, el agua subterránea fluye dentro de los acuíferos y puede regresar a la superficie a través de los **manantiales** o de la **descarga natural de agua subterránea** en los ríos y océanos.

Los humanos alteran el ciclo del agua. Redirigimos ríos, construimos represas para almacenar agua y drenamos el agua de los humedales para el desarrollo. Utilizamos el agua de ríos, lagos, embalses y acuíferos subterráneos. Utilizamos esa agua (1) para abastecer nuestros **hogares y comunidades**, (2) para el riego **agrícola** y la **ganadería**, y (3) en actividades **industriales** como la generación de energía termoeléctrica, la minería y la acuicultura. La cantidad de agua disponible depende de cuánto agua hay en cada reserva (cantidad de agua). La disponibilidad de agua también depende de cuándo y qué tan rápido se mueve el agua (temporalidad del agua), cuánto agua se usa (uso del agua) y qué tan limpia es el agua (calidad del agua).

Las actividades humanas afectan la **calidad del agua**. En áreas agrícolas y urbanas, el riego y la precipitación transportan fertilizantes y pesticidas a los ríos y aguas subterráneas. Las centrales eléctricas y las fábricas devuelven el agua caliente y contaminada a los ríos. La escorrentía transporta a los ríos y los lagos productos químicos, sedimentos y aguas residuales. Aguas abajo de este tipo de fuentes, el agua contaminada puede causar la proliferación de algas nocivas, propagar enfermedades y causar daño a hábitats. El **cambio climático** también está alterando el ciclo del agua. Afecta la cantidad, la cantidad, el movimiento y el uso del agua. El cambio climático también está provocando la acidificación de los océanos, el aumento del nivel del mar y el clima extremo. Comprender estos impactos puede permitir el progreso hacia el uso sostenible del agua.

Gráfico 5. Ciclo del agua. Fuente Wikipedia.

Si a las moléculas de vapor de agua se las vuelve a poner muy próximas entre sí (por compresión) o si se les quita calor para que se desplacen más despacio, las fuerzas de atracción actuarán de nuevo, y el vapor se condensará, con el regreso de las moléculas al agua líquida.

La humedad

Cuando el vapor de agua se encuentra en la atmósfera, nos referimos al mismo como humedad y es uno de los elementos del tiempo más importantes. La cantidad de vapor o humedad que puede contener el aire depende directamente de su temperatura. Así, a una determinada marca térmica, la cantidad máxima de vapor que puede contener se denomina capacidad del aire. Entonces, el aire está saturado cuando alcanzó su capacidad.

La cantidad de vapor de agua contenida el aire puede expresarse de diferentes maneras. Se trata principalmente de la humedad absoluta.

La humedad absoluta, es el peso del vapor de agua que existe en cada unidad de volumen del aire.

LOS ELEMENTOS DEL TIEMPO

En meteorología se denomina tiempo al estado de la atmósfera reinante en un lugar y momento determinado. Se lo describe, midiendo los elementos del tiempo (temperatura, humedad, presión y vientos) a los que hay que agregar las nubes presentes (en cantidad y tipo) y al nombre de los fenómenos especiales (meteoros) que tengan lugar en el instante de observación (precipitaciones, tormentas, etc.)

No se debe confundir el concepto de tiempo con el de clima. Entonces digamos que se conoce como clima al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan al estado medio de la atmósfera, en un lugar determinado. Se lo puede definir también como el conjunto de valores meteorológicos normales que imperan en un lugar.

En síntesis, para establecer el estado del tiempo en un lugar, se utilizan observaciones de un instante determinado, mientras que, para determinar el clima, hay que emplear datos promedio que generalmente son de varios años de observaciones regulares y continuas.

Los elementos del tiempo no deben ser considerados como entidades separadas, ya que se hallan estrechamente relacionadas entre sí. De los elementos mencionados, el básico y fundamental es la temperatura, la cual con sus variaciones determina cambios en los otros elementos meteorológicos.

LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y EL VIENTO

La atmósfera y su presión

Dentro de nuestro planeta, nosotros vivimos en la zona más profunda de la atmósfera y soportamos peso de la columna de aire que está por encima y rodea a todos los cuerpos. Y asimismo recordemos que la atmósfera se extiende hasta cerca de los 2000 kilómetros de altura.

Es así como la presión atmosférica es la fuerza que ejerce el peso del aire sobre cada unidad de superficie. La presión es ejercida no solo de arriba hacia abajo, sino también en todas las direcciones.

Milímetros y hectopascales

Desde la invención del barómetro en el siglo XVII, las mediciones de presión se hicieron en milímetros de mercurio. El único motivo de su utilización era que la longitud de la columna de mercurio alcanza los 760 milímetros cuando el instrumento registra la presión normal.

Pero ocurrió que en 1914 los servicios meteorológicos de casi todos los países introdujeron una nueva unidad de presión: el milibar. Tiene mayor sentido físico que su predecesor el milímetro.

Los meteorólogos definen el hectopascal como la fuerza ejercida por 1000 dinas unidad física de fuerza - sobre cada cm² de superficie. Además, establecen que la presión normal a 0° C y al nivel del mar es de 1013.3 Hpa que equivalen a 760 milímetros de mercurio.

Composición del aire

El gas atmosférico (aire) está constituido por una mezcla de elementos y combinaciones químicas que no reaccionan entre sí. Además, tiene en suspensión gran variedad de productos sólidos y líquidos en forma de pequeñísimas gotas o partículas. De la misma forma, existen en el aire materias orgánicas, iones y material radiactivo. En ciertas regiones geográficas, suele encontrarse una abundante gama de agentes contaminantes, provenientes de las ciudades y de las zonas industriales.

La composición de aire de la troposfera, que permanece casi constante, queda indicada en la atmósfera, la presión y la densidad del aire disminuyen en forma uniforme al aumentar la altura. Pero la variación de temperatura es completamente diferente.

Peso del aire

La presión normal de 1013,3 hectopascal es el peso que, bajo la presión de la gravedad terrestre, ejercen 1033.3 gramos de aire sobre cada centímetro cuadrado de superficie.

De acuerdo con esa relación, significa que normalmente el ser humano vive con 10.330 kilogramos de aire aplicado en cada metro cuadrado de su cuerpo (al nivel del mar).

Efectuando cálculos aproximados, comprobamos que con una alta presión de 1030 hpa, el peso del aire es de 10.500 Kg. sobre cada m².

EL VIENTO

Definición

Es el movimiento horizontal del aire, en relación con la superficie de la Tierra.

El origen del viento

Tengamos en cuenta, en primer término, que las zonas de alta presión se denominan anticiclones o simplemente altas. Y las áreas de baja presión, depresiones, o sencillamente bajas. Además, las curvas que unen los puntos de igual presión atmosférica se denominan isobaras.

En la atmósfera, el aire se desplaza desde las zonas de mayor densidad (alta presión) hacia las de menor densidad (baja presión). ¿Cuál es el motivo?

Sucede que en los anticiclones el aire ejerce, por unidad de superficie, mayor fuerza que en las bajas. Por ello las partículas de aire se desplazan desde las zonas en donde reciben más fuerza (anticiclón) hacia las zonas de mínima fuerza (bajas). Es este el motivo por el cual las partículas o volúmenes de aire se ponen en movimiento, empujadas por la denominada fuerza de presión.

Pero, por otra parte, y debido a la rotación de la Tierra, existe una fuerza de aire en movimiento: es la fuerza adicional que actúa sobre las partículas de aire en movimiento: es la fuerza de Coriolis, la cual desvía a la partícula hacia la izquierda de su movimiento (en el hemisferio sur de nuestro planeta)

Entonces en un principio, el viento resulta de ser el movimiento horizontal de los volúmenes de aire que se hallan en el equilibrio físico entre dos fuerzas, la de presión y la de Coriolis. Este movimiento del aire se cumple en la dirección de las isobaras. Pero entre el nivel del mar y aproximadamente los 1000 metros de altura, el viento no resulta paralelo a las isobaras, sino que tiene una pequeña desviación hacia el lado de las bajas presiones. Este fenómeno tiene lugar por efecto de la fricción del aire sobre las superficies. En cambio, por encima de los 1500 metros el viento ya se hace paralelo a las isobaras.

Escala de Beaufort.

La fuerza del viento viene determinada por la velocidad de este. La Escala de Beaufort ordena los vientos según su fuerza que, traducido en

velocidades, aparecen con los valores medidos a 10 m de altura y en campo abierto.

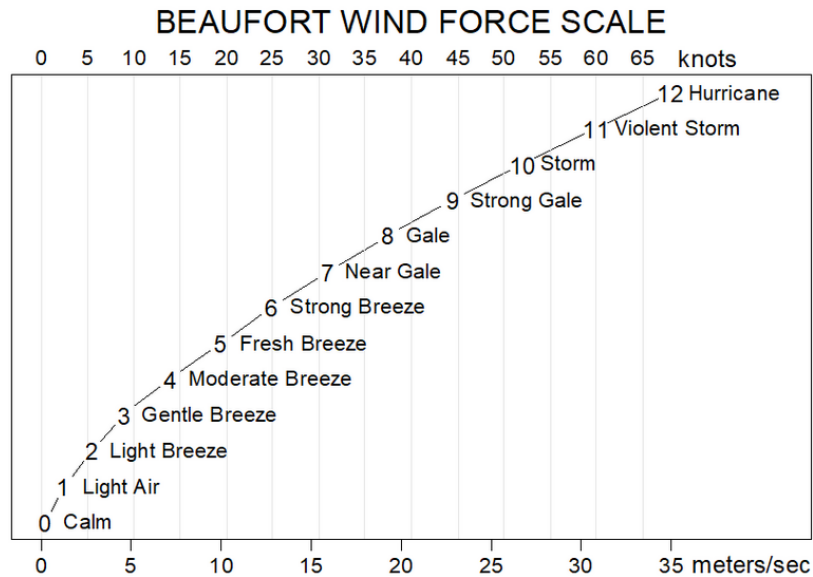


Gráfico 6. Escala Beaufort de viento.

LAS NUBES

Las nubes son la expresión “visible” de los procesos físicos que se producen en la atmósfera. La fácil observación de estas les concede la particularidad de ser testigos del tiempo presente. Con la sola observación y clasificación de las nubes, es posible obtener una primera evaluación de la inestabilidad del aire y de los cambios de tiempo que se avecinan.

¿Qué es una nube?

La nube no es más que un conjunto de minúsculas partículas de agua líquida o de hielo (o ambas cosas a la vez) que se encuentran en suspensión en la atmósfera. Estas partículas no caen, ya que existen corrientes ascendentes de aire que las mantienen suspendidas hasta que se evaporan o hasta que aumentan de tamaño y caen en forma de gotas de lluvia.

Entonces las nubes son conjuntos de diminutas gotas y cristales de hielo o nieve, que provienen de la condensación o la congelación del vapor de agua.

¿Cómo se forman?

Para que en la atmósfera se puedan formar nubes, es preciso que se produzca ascenso o brusco enfriamiento de aire húmedo. Cuando el aire húmedo asciende varios centenares, o algunos miles de metros, llega hasta el denominado “nivel de condensación” que es la altura a partir de la cual el vapor de agua se transforma en pequeñas gotitas. Esta condensación se logra por la disminución de la presión atmosférica.

Asimismo, para que se formen gotitas de nube a partir de vapor de agua, es preciso que previamente existan en el aire los llamados núcleos de condensación que son corpúsculos de naturaleza mineral y orgánica. Alrededor de estos núcleos, el agua pasa del estado vapor al estado líquido, formando de esta manera a las pequeñas gotas de nube. Si la temperatura del aire es de varios grados bajo cero, el agua pasa directamente a hielo, formándose así pequeños cristales.

Estimación de la cantidad de nubes

La unidad de medida de la nubosidad se llama OCTA, que corresponde a la octava parte de la bóveda celeste.

La nubosidad se cifra "0" solamente en el caso de que el cielo esté completamente despejado, sin rastro alguno de nubes. La cifra "8" se utiliza sólo cuando el cielo está completamente cubierto, es decir sin claros ni discontinuidades en el manto nuboso.

El lugar de observación debe estar tan despejado como sea posible, con objeto de poder apreciar la máxima porción de la bóveda celeste.

La nubosidad deberá estimarse suponiendo que las nubes observadas constituyen una sola capa, sin discontinuidad. Para hacer esta estimación es aconsejable dividir el cielo en cuatro partes iguales, imaginando trazados dos ejes perpendiculares. Se calcula primero la nubosidad de cada un cuarto ($1/4$) de círculo así dividido y luego se suman las cantidades obtenidas.

También es necesario evaluar la cantidad de nubes de forma o género especificado, como por ejemplo las nubes bajas. En este caso la parte del cielo que en el momento de la observación se ve con nubes de forma y género diferente, deberá ser considerada como cielo despejado.

Procedimientos utilizados en la medición de la base de las nubes

- Ceilómetro
- Pequeños globos pilotos
- Proyector de haz luminoso

- Informes suministrados por los pilotos de las aeronaves
- Estimación visual

CLASIFICACION DE LAS NUBES

En cuanto a su aspecto, las nubes se clasifican en:

Estratiformes

Desarrolladas horizontalmente, de poco espesor vertical y se extienden como un manto uniforme en el cielo, cubriendo una gran área; la lluvia es de carácter leve o continuo.

Cumuliformes

Desarrolladas verticalmente en grandes extensiones; surgen aisladas; por lo general la lluvia es de fuerte intensidad, pero de carácter local. Pueden ser líquidas (constituidas por gotitas de agua), sólidas (constituidas por cristales de hielo) o mixtas (constituidas por gotitas de agua y cristales de hielo). Esta nomenclatura está basada en los nombres latinos stratus (allanado o extendido) y cúmulos (cúmulo o montón).

Las nubes aparecen a nuestra vista con aspecto y color muy variable, los cuales dependen del origen de la nube, de sus dimensiones, altura y cantidad de gotitas o cristales de hielo que contienen.

La forma y el color de las nubes también dependen de la luz proveniente del sol durante el día) y de la luz artificial o luz de la luna (durante la noche).

Es así como casi a diario, vemos desfilar por el cielo de nuestra zona, nubes que poseen sinfín de formas. Pero desde hace ya años, existe en meteorología una precisa clasificación de las nubes y que las vamos a dar a conocer.

Se han determinado 10 géneros de nubes que responden a una forma y definición determinada. A su vez, a esos 10 géneros de nubes se los ha clasificado en 4 grupos muy prácticos, los cuales dependen de la altura en que se encuentran las nubes y a la correspondiente clasificación.

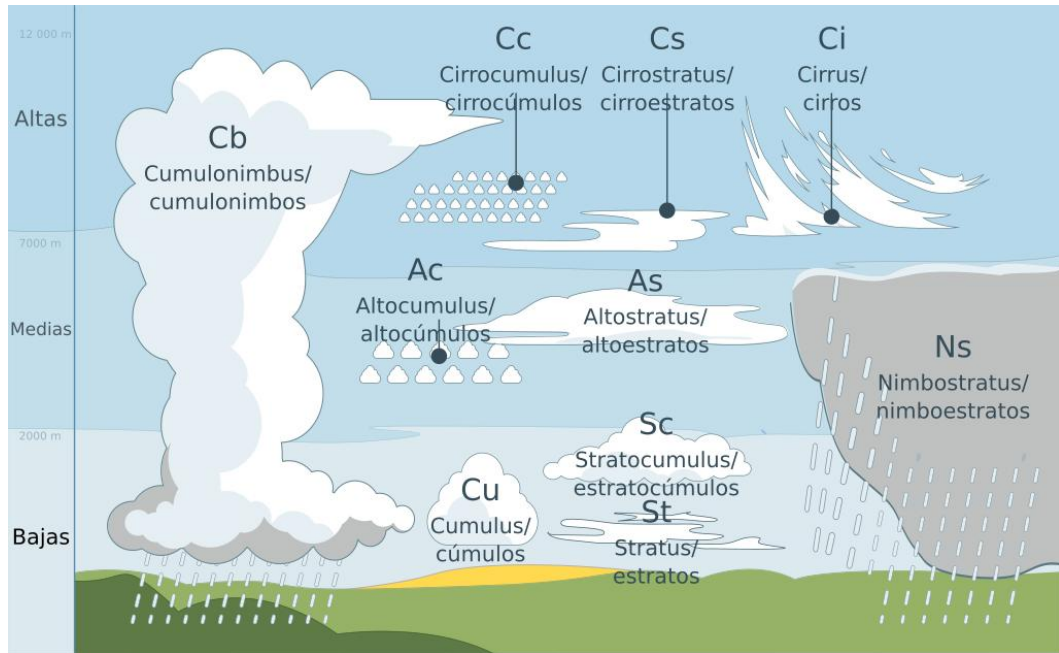


Gráfico 07. Clasificación de nubes según su altitud.

Nubes bajas (superficie-6.000 pies o 0 – 2.000 m)

En esta familia están los Stratus y Stratocumulus. Son enteramente de agua. Las bases de estas nubes van desde cerca de la superficie del suelo hasta unos 2.000 metros.

Stratocúmulos

Presentan ondulaciones amplias parecidas a cilindros alargados, pudiendo presentarse como bancos de gran extensión. Estas nubes presentan zonas con diferentes intensidades de gris. Los Estratocúmulos rara vez aportan lluvia, salvo cuando se transforman en Nimbostratus.

Stratos

Tienen la apariencia de un banco de neblina grisáceo sin que se pueda observar una estructura definida o regular. Presentan manchones de diferente grado de opacidad y variaciones de la coloración gris. Durante el otoño e invierno los stratos pueden permanecer en el cielo durante todo el día dando un aspecto triste al cielo. Durante la primavera y principios del verano aparecen durante la madrugada dispersándose durante el día, lo que indica buen tiempo.

Nubes medias (6.000-12.000 pies o 2.000 – 8.000 m)

En la familia de las nubes medias están los Altoestratus, Altocúmulus y los Nimbostratus. Estas son nubes principalmente de agua y cristales de hielo. La altura de sus bases va desde los 2.000 metros.

Altocúmulos

Parecen copos de tamaño mediano y estructura irregular, con sombras entre los copos. Presentan ondulaciones o estrías anchas en su parte inferior. Los Altocúmulos suelen preceder al mal tiempo producido por lluvias o tormentas.

Altoestratus

Capas delgadas de nubes con algunas zonas densas. En la mayoría de los casos es posible visualizar el Sol a través de la capa de nubes. El aspecto que presentan los altostratos es el de una capa uniforme de nubes con manchones irregulares. Los Altoestratus generalmente presagian lluvia fina y pertinaz con descenso de la temperatura.

Nimbostratus

Tienen el aspecto de una capa regular de color gris oscuro con diversos grados de opacidad. Con cierta frecuencia es posible observar un aspecto ligeramente estriado que corresponde a diversos grados de opacidad y variaciones del color gris. Son nubes típicas de lluvia de primavera y verano y de nieve durante el invierno.

Nubes altas (12.000-45.000 pies o 6.000 – 18.000 m)

La familia de nubes altas es cirriforme e incluye los Cirrus, Cirrocúmulus y Cirrostratus. Están compuestos de cristales de hielo. La altura de sus bases va desde unos 6.000 metros o más.

Cirrus

Nubes separadas, en forma de filamentos blancos y delicados, o en forma de bancos, o de cabellos o de bandas angostas. Son total o parcialmente blancas. Tienen un aspecto fibroso o unos brillos sedosos o ambos a la vez.

Cirrostratus

Capa o velo nubloso transparente y blanquecino, de aspecto fibroso o liso, que cubre entera o parcialmente el cielo, produciendo generalmente fenómenos de halo.

Cirrocúmulus

Banco, manto o capa delgada de nubes blancas, sin sombras propias, compuestas por elementos muy pequeños en forma de grumos, de rizos o granos de arroz. Soldados o no, y dispuestos más o menos regularmente. La mayor parte de los componentes tiene un ancho aparente de un grado (ancho del dedo meñique, con el brazo tendido).

Nubes de desarrollo vertical

Esta familia incluye los Cúmulus, Torre Cúmulus y Cumulonimbos. Están compuestas por partículas de agua (Cúmulus) y, de agua y hielo (Cumulonimbos). Contienen agua sobre-enfriada por encima del nivel de congelación. Las alturas de sus bases van desde unos 300 metros o más.

Cumulus

Nubes separadas, generalmente densas y de contornos bien definidos. Se desarrollan verticalmente en forma de promontorios, cúpulas o torres y cuyas partes superiores salientes se asemejan a veces a una coliflor. Las partes de la nube iluminadas por el sol, suelen ser un blanco brillante. Su base es grisácea u oscura, casi siempre horizontal. A veces, los cúmulos aparecen desgarrados, y con porciones menores (fractocúmulos).

Cumulonimbos

Nube densa, potente y gigantesca. Tiene considerable desarrollo vertical, y aparece en forma de montaña o de torres enormes. Una porción de su parte superior suele ser lisa, fibrosa o estriada, y casi siempre achatada. Su parte superior muchas veces se extiende en forma de yunque o de un gran penacho. Debajo de la base del Cumulonimbos hay precipitaciones y presenta un color muy oscuro, con frecuentes nubes bajas desgarradas.

CLASIFICACION DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

Hidrometeoros

Meteoro formado por un conjunto de partículas acuosas, líquidas o sólidas que caen, están en suspensión o se depositan sobre objetos los principales hidrometeoros son:

- Lluvia
- Llovizna
- Nieve

- Niebla
- Neblina
- Nube
- Granizo
- Chubasco

Lluvia (ra)

Precipitación de partículas líquidas de agua, ya sea en forma de gotas de más de 0.5 mm. De diámetro, que cae con velocidad apreciable.

Lluvia débil (-ra): Precipitación poco intensa, las gotas son pequeñas.

Lluvia moderada (ra): Las gotas caen con rapidez suficientes para formar charcos.

Lluvia fuerte (+ra): Las gotas provocan un ruido sordo y continuo, rebotan al impacto con la superficie.

Llovizna (dz): Precipitación más o menos uniforme compuesta exclusivamente de finas gotas de agua

Llovizna débil (-dz): Se percibe su contacto con la piel o sobre el parabrisas.

Llovizna moderada (dz): El agua corre ligeramente sobre la superficie de las ventanas.

Llovizna fuerte (+dz): Reduce la visibilidad de forma apreciable

Niebla (fg): Suspensión en el aire de gotitas microscópicas de agua, que generalmente reducen la visibilidad horizontal, a menos de un kilómetro.

- La niebla varía de composición de acuerdo con la temperatura del aire. Cuando la temperatura está por encima de 0°C, la niebla estará formada por diminutas gotas de agua en suspensión, en tanto que si la temperatura es inferior a 0°C la niebla será una suspensión de diminutos cristales de hielo y pequeñas gotas de agua súper frías, o sólo cristales de hielo.

- Para que se produzca niebla es necesario que el vapor de agua contenido en el aire pase al estado líquido mediante el proceso físico denominado condensación. Para que esto ocurra deben existir en el aire partículas ávidas de agua (higroscópicas) en forma de diminutos

cristales de sal, polvo u otros productos de combustión (núcleos de condensación)

- Existe una relación entre la humedad relativa y la visibilidad horizontal; normalmente con suficientes núcleos de condensación se observa que la visibilidad se reduce cuando la humedad relativa excede el valor de 70% y los menores valores se observan cuando la humedad alcanza el 100%

Neblina (br)

Suspensión en el aire de gotitas microscópicas de agua, que reducen la visibilidad horizontal a más de un kilómetro.

Nieve (sn)

Precipitación de cristales de hielo aislado o aglomerado.

Granizo (gr)

Precipitación de partículas de hielo, transparente o parcial o totalmente opacas, en general de forma esférica.

Chubasco

Precipitación, proviene siempre de las nubes conectivas y se caracterizan por comenzar y terminar bruscamente, generalmente son de corta duración.

ELECTROMETEOROS

Manifestación visible o audible de la electricidad atmosférica, ya sea la que pertenece a descargas eléctricas discontinuas (truenos, relámpagos) o aquellas que ocurren como fenómenos, más o menos, continuos (fuego de Santelmo, aurora polar) los principales son:

- RELAMPAGO
- TRUENO
- FUEGO DE SANTELMO
- AURORA POLAR

Fotometeoros: Fenómeno luminoso producido en la atmósfera por reflexión, refracción, difracción o interferencia de la luz solar o lunar los principales son.

- FENOMENOS DE HALO

- ARCO IRIS
- IRISACIONES
- ESPEJISMOS

Litometeoros

Son meteoros que consisten en un conjunto de partículas que, en su mayor parte, son sólidas y no acuosas. Estas partículas están más o menos en suspensión en la atmósfera o son levantadas del suelo por el viento los principales son.

- ARENA
- CALIMA
- BRUMA
- HUMO
- CENIZA VOLCANICA

Bruma

Suspensión en el aire de partículas secas tan pequeñas que son invisibles a simple vista, pero suficientemente numerosas para dar al aire una apariencia opalescente con una reducción de la visibilidad horizontal de 5000 m.

Tormentas

Es un nombre genérico que puede abarcar numerosos fenómenos producidos por nubes Cb, en estado de madurez, tales como truenos y relámpagos, lluvias torrenciales, granizo, vientos violentos, tornados, etc.

Condiciones para la formación

- Aire Inestable
- Contenido De Humedad Relativamente Alto
- Ascenso De Aire Hasta Niveles Superiores

ETAPAS DE FORMACION DE UNA TORMENTA

En esta etapa se caracteriza por la predominancia de corrientes ascendentes en toda la nube, pero localizadas las de mayor velocidad cerca de la cúspide. En esta etapa aumenta considerablemente con el tiempo el tamaño y la cantidad de las gotas, localizadas sobre el nivel de congelación, por estos fuertes movimientos verticales dichas gotas no precipitan o caen.

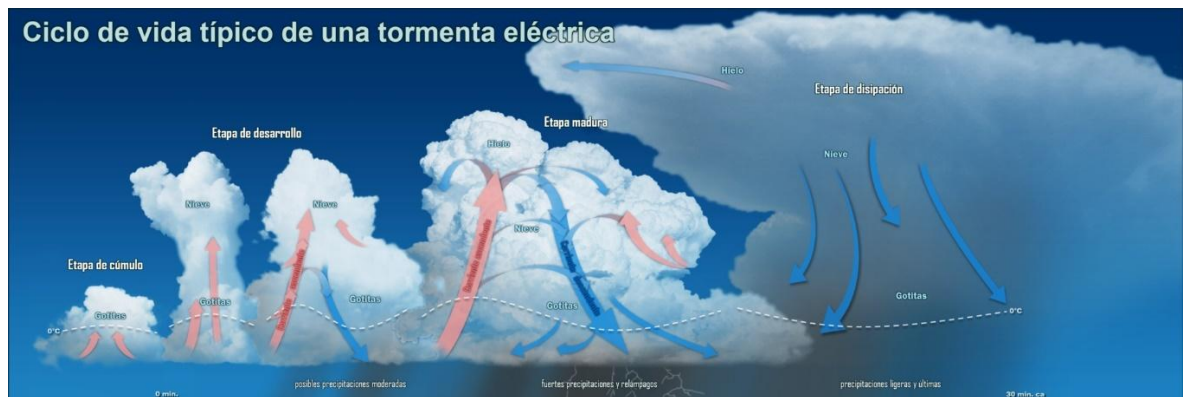


Gráfico 8. Etapas de formación de una tormenta.

Etapa de madurez

Se caracteriza por la presencia de una corriente descendente adyacente a la corriente ascendente general, las gotitas de agua o cristales de hielo han aumentado su masa al extremo de no poder ser mantenidas en suspensión en el aire, y se inicia la precipitación hacia la superficie terrestre. Esta corriente descendente inicia uno de los fenómenos más característicos y peligrosos de la aviación como es el rápido cambio de dirección y velocidad del viento y se lo conoce como “viento arrachado”.

Todos los peligros de la tormenta alcanzan su máxima intensidad.

Etapa de disipación

Las corrientes descendentes aumentan rápidamente su extensión horizontal hasta ocupar íntegramente el área afectada por la tormenta, toda la nube se encontrará bajo la influencia de corrientes descendentes.

Se reduce simultáneamente la cantidad de precipitación y con ello, se reduce también el arrastre del aire y la velocidad de las corrientes descendentes.

Se forman nubes estratiformes de las cuales dan lugar a precipitaciones ligeras.

LOS METEOROS

Se entiende por meteoro cualquier fenómeno físico, distinto de una nube, que se observa en la atmósfera o en la superficie de la Tierra. Se distinguen cuatro grupos fundamentales según su naturaleza:

Hidrometeoros: Se refieren a todas las formas de lluvia: Es una precipitación de gotas cuyo diámetro es superior a 0,5 mm. Si las gotas tienen un diámetro inferior a 0,5 mm se llama llovizna.

LA PRECIPITACIÓN

¿Por qué llueve, nieva o graniza?

El agua se encuentra en el aire como vapor de agua, como gotas de agua o como cristales de hielo, de acuerdo con la temperatura del aire. Esta también determina el tipo de precipitación que pueda caer de la nube (lluvia, nieve, granizo o aguanieve).

- En algunas áreas como las tropicales, donde la temperatura es superior a 0°C, la lluvia se forma por un proceso llamado coalescencia. Las nubes están formadas por millones de gotitas de agua, que al chocar entre sí se unen, formando gotas más grandes. Gradualmente van aumentando de tamaño hasta que son demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire y caen como lluvia.
- En áreas más frías, las nubes pueden extenderse hasta donde la temperatura del aire es inferior al punto de congelamiento. Entonces estas nubes son una mezcla de gotas de agua y cristales de hielo abajo y cristales de hielo y gotas súper frías (permanecen como gotas aun cuando la temperatura es inferior a 0°C) arriba. Aquí, además de la coalescencia, se da otro proceso llamado acrecencia. Los cristales de hielo (llamados entonces, "gérmenes de precipitación") atraen a esas gotas súper frías, que se congelan sobre ellos. Al crecer y unirse entre sí, esos cristales forman los copos de nieve. Donde la temperatura cerca de la superficie es superior a 0°C, la nieve se derrite antes de llegar al suelo y se precipita en forma de lluvia. La aguanieve es una mezcla de copos de nieve y gotas de lluvia.
- El granizo se forma en los cumulonimbos (nubes de tormenta), que tienen dentro fuertes corrientes de aire ascendente y descendente. La temperatura en la parte superior de esas nubes es muy inferior a 0°C.

Cuando los cristales de hielo (gérmenes de precipitación) corren en su interior, chocan con las gotas súper frías de agua y se recubren de capas de hielo. Más capas de hielo se agregan cuando esas "piedras" son empujadas arriba y abajo dentro de la nube. Finalmente se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire dentro de la nube y caen. Si la temperatura en la superficie es muy elevada, puede derretirse antes de llegar al suelo, cayendo entonces en forma de lluvia de grandes gotas. Al tomar una "piedra" de granizo y cortarla por la mitad, puede verse cuántas capas de hielo (como capas de la cebolla) lo recubren.

¿Cómo se mide la precipitación?

Se utiliza un instrumento llamado pluviómetro. Consta de tres secciones: una boca receptora, una sección de retención con capacidad para 390 mm de precipitación, y dentro de ella una parte colectora para trasvasar a una probeta el agua recogida para su medición. La precipitación ingresa por la boca y pasa a la sección colectora luego de ser filtrada (para evitar que entren hojas o cualquier otro objeto). La boca del recipiente deberá estar instalada en posición horizontal, al aire libre y con los recaudos para que se mantenga a nivel y protegida de los remolinos de viento. La probeta debe estar graduada teniendo en cuenta la relación que existe entre el diámetro de la boca del pluviómetro y el diámetro de la probeta. El pluviómetro debe estar instalado a una altura de 1,50 metros y los edificios u otros obstáculos deben estar a por lo menos 4 veces su altura de distancia. Si la precipitación cae en forma de nieve, debe ser derretida. También puede medirse la altura de la capa de nieve con una regla (en centímetros)

Otro instrumento es el llamado pluviógrafo: la precipitación cae a un recipiente que tiene un flotador unido a una pluma inscriptora que actúa sobre una faja de papel reticulado. Esta faja está colocada sobre un cilindro que se mueve a razón de una vuelta por día gracias a un sistema de relojería.

¿Qué es el milímetro de precipitación?

El milímetro de precipitación es la caída de 1 litro de precipitación en un área de 1 metro cuadrado.

DIFERENCIA ENTRE TIEMPO Y CLIMA

Muchas veces hemos escuchado "El clima para mañana se presentará bueno, con cielo despejado y temperatura en ascenso". Eso NO ES CORRECTO. Existe una gran diferencia entre lo que es TIEMPO y lo que es CLIMA.

El CLIMA es el conjunto de valores normales para una determinada región. Es decir, el promedio a lo largo de muchísimos años, de temperatura, humedad, presión atmosférica, precipitación, etc.

En cambio, TIEMPO se refiere a las condiciones de temperatura, humedad, presión, etc. reinantes en un momento determinado. Estos valores suelen diferir de los normales. El pronóstico que se difunde se refiere a los cambios del tiempo y NO del clima.

Un cambio climático sería, por ejemplo, una glaciación.

ANÁLISIS Y PRONÓSTICOS

Las observaciones sobre el tiempo obtenidas en las estaciones meteorológicas de todo el mundo son reunidas y distribuidas a los centros meteorológicos nacionales de muchos países, donde esta información es analizada y son confeccionados los mapas meteorológicos

En los mapas meteorológicos se incluyen símbolos para mostrar las diferentes lecturas. Se trazan las isobaras, quedando determinados de esa manera los sistemas de baja presión, de alta presión y la ubicación de las distintas masas de aire y frentes. Donde no existen datos los sistemas se localizan a través de las imágenes satelitales.

En cada Estación Meteorológica los datos se representan con la siguiente simbología.

Todos los días los centros producen además de los mapas meteorológicos modelos computados, basados en la información recibida. Este modelo usa números para representar todos los valores de la temperatura, humedad, viento y presión a diferentes niveles de la atmósfera. Para que la computadora pueda predecir lo que pasará en la atmósfera, todas las lecturas a diferentes niveles deben ser ordenadas en forma regular en el modelo. Esto se logra dividiendo la superficie de

la Tierra en líneas imaginarias de latitud y longitud, formando una grilla. Cada punto de la grilla tendrá el dato que le corresponde de acuerdo con la observación realizada en el punto más cercano. Donde la información es poca o ninguna, la computadora calcula las condiciones usando lecturas de los puntos de grilla que las rodean.

Para hacer una predicción, la computadora calcula los cambios que deberían ocurrir en un corto período próximo, generalmente 10 minutos en un grupo de puntos de la grilla. Esto produce un nuevo conjunto de números para que use la computadora. Este proceso se repite varias veces, hasta que la computadora predice, por ejemplo, cuáles serán las temperaturas y los vientos en las próximas 12, 24, 36 horas etc. Este proceso continúa hasta anticipar el pronóstico para una semana. Pero generalmente la confiabilidad decrece debido a que cualquier pequeño error aparecido en los cálculos del punto de partida volverá a aparecer magnificado.

Definimos entonces la diferencia entre estado del tiempo y pronóstico del tiempo

El estado del tiempo consiste en la descripción de los parámetros meteorológicos en un momento dados. Por ejemplo: El tiempo en Buenos Aires se presenta bueno con cielo despejado y la temperatura es de 25°C

El pronóstico describe cuáles son las condiciones meteorológicas previstas en un plazo de tiempo determinado. Por ejemplo: para mañana se espera que las condiciones desmejoren con un descenso de temperatura

LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y LA METEOROLOGÍA

Leyendo los diarios y escuchando los informes meteorológicos televisivos y radiales es muy común percibir errores conceptuales muy importantes.

El más frecuente es la utilización de la palabra "clima" en lugar de "tiempo", suponiendo a pasajes frontales, chaparrones de verano, tormentas eléctricas, descensos o aumentos temporarios de temperatura, cambios "climáticos" en lugar de cambios en el "estado del tiempo". Estos cambios de "tiempo" no afectan los valores promedio del lugar en que vivimos, por lo tanto, nuestro "clima" sigue siendo el mismo.

Otro error frecuente es la frase "no se registran vientos en superficie"...El viento se expresa en Km/h, m/s, o Kt (nudos) y el cero en la escala tiene un nombre: calma. Por lo tanto, lo correcto es mencionar "calma" cuando la velocidad del viento es cero.

La diferencia entre nublado y cubierto es algo que pocos conocen. Se hablará de cielo nublado cuando las nubes cubran todo el cielo, pero aun así podamos verlo (tal es el caso de las nubes altas, por ejemplo, cirrostratos). En cambio, se dirá que el cielo está cubierto cuando las nubes además de cubrir todo el cielo lo oculten totalmente (tal es el caso de nubes medias o bajas (nimbostratos y estratos).

Es importante también la manera en que se lee un pronóstico, debe ser coherente con el horario en que se informa. Si el pronóstico se emite por la mañana temprano, pero se lee después del mediodía, no tiene razón de ser mencionar fenómenos matinales. ¿Qué importancia tiene decir a las tres de la tarde que el pronóstico anuncia nieblas por la mañana?

Es frecuente, además, ante un error en el pronóstico de temperaturas extremas, el locutor radial o televisivo mencione el valor actual junto al pronosticado erróneamente. Parece una broma decir "la temperatura actual es de 30°C, la máxima pronosticada 27°C". En ese caso, lo correcto sería informar "la máxima pronosticada fue superada. En este momento la temperatura es de 30°C".

Para evitar estos y muchos otros errores existe un glosario meteorológico que debe ser respetado con el fin de homogeneizar la información y evitar apreciaciones personales que pueden confundir a la gente.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES

En base al desarrollo del presente trabajo titulado “productos meteorológicos usados antes y después del aterrizaje”, y considerando el análisis de los objetivos planteados, se establecen las siguientes conclusiones:

1. La información meteorológica como herramienta operativa esencial

Se concluye que la información meteorológica constituye un componente clave en la seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas. Según lo dispuesto en el Anexo 3 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), los productos meteorológicos deben ser accesibles, oportunos y adaptados a las necesidades de las tripulaciones. Su correcta utilización durante la fase previa al vuelo y posterior al aterrizaje permite anticipar condiciones adversas, optimizar el rendimiento operacional y reducir el riesgo de incidentes meteorológicos.

2. Influencia crítica de las variables meteorológicas en la performance aérea

A partir del análisis realizado, se identificaron variables como visibilidad, techo de nubes, viento en superficie y en altitud, cizalladura, turbulencia y fenómenos convectivos, como factores determinantes en la planificación y ejecución del vuelo. Estos parámetros afectan directamente los mínimos meteorológicos establecidos en los procedimientos normalizados de salida, aproximación y aterrizaje, conforme a los lineamientos del Doc. 8168 (PANS-OPS). La adecuada interpretación de estas condiciones contribuye a mitigar amenazas reconocidas dentro del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS), según el Doc. 9859 de la OACI.

3. Clasificación y uso de productos meteorológicos aeronáuticos

Se comprobó que los productos meteorológicos operacionales se clasifican según la fase del vuelo y el tipo de información:

Previo al vuelo: METAR, TAF, NOTAM meteorológicos, cartas de pronóstico de viento/temperatura y cartas significativas (SWC).

Durante el vuelo: SIGMET, AIRMET, PIREP, actualizaciones a través de VOLMET, ACARS, y EFB.

Posterior al aterrizaje: Análisis de condiciones reales mediante METAR y reportes del control de tránsito aéreo (ATC).

La consulta e integración de estos productos en el briefing meteorológico forma parte de las mejores prácticas recomendadas por el Doc. 4444 (PANS-ATM) y por los Manuales de Información Aeronáutica (AIP).

4. Necesidad de actualización constante y formación técnica del piloto

Dado el carácter dinámico y cambiante de las condiciones atmosféricas, se concluye que la actualización constante de los datos meteorológicos y la formación técnica de las tripulaciones son factores determinantes en la gestión del riesgo operacional. El Anexo 6 de la OACI, en su enfoque sobre operaciones de aeronaves, establece que el comandante es responsable de asegurar la revisión completa de la información meteorológica. Asimismo, la formación continua en meteorología aeronáutica, apoyada en el uso de tecnologías como radar meteorológico, EFB y comunicaciones ACARS, fortalece la toma de decisiones en tiempo real y la aplicación efectiva de estrategias de gestión de amenazas y errores (TEM).

CAPÍTULO VI Recomendaciones

1.- Fortalecer la capacitación continua en meteorología aeronáutica para pilotos y tripulaciones

Se recomienda implementar programas de instrucción recurrente sobre interpretación y uso de productos meteorológicos, tanto en formato textual como gráfico, conforme a los estándares del Anexo 1 de la OACI sobre licencias del personal. Este conocimiento técnico es clave para reforzar la conciencia situacional (situational awareness) y la toma de decisiones bajo condiciones meteorológicas adversas.

2.- Establecer procedimientos operacionales estandarizados para el uso de productos meteorológicos en todas las fases del vuelo

Las aerolíneas y operadores aéreos deben desarrollar listas de verificación (checklists) específicas que aseguren la revisión sistemática de los productos meteorológicos antes, durante y después del vuelo. Esta recomendación se alinea con los principios de gestión de amenazas y errores (TEM) y gestión del riesgo operacional establecidos en el Doc. 9859 de la OACI.

3.- Optimizar el acceso a información meteorológica en tiempo real a través de tecnologías embarcadas y centros de operaciones

Se sugiere fortalecer la conectividad y uso operativo de sistemas como ACARS, EFB y enlaces con centros de operaciones (OCC) para garantizar actualizaciones meteorológicas constantes en vuelo. Esto facilita la toma de decisiones estratégicas ante desviaciones, alternados o abortos de aproximación.

4.- Mejorar la integración entre los servicios meteorológicos aeronáuticos y el personal de vuelo

Se recomienda fomentar la coordinación activa entre pilotos, despachadores, y servicios de meteorología aeronáutica para asegurar la personalización del briefing meteorológico. El desarrollo de herramientas digitales interactivas que combinen información gráfica y

alertas automáticas puede mejorar la eficiencia en la planificación del vuelo.

5.- Revisar y adaptar los mínimos meteorológicos de operación en función de datos históricos y análisis de riesgo

Se propone realizar evaluaciones periódicas de los mínimos meteorológicos utilizados por operadores, basados en estadísticas de condiciones locales, incidentes y tendencias climáticas. Esto contribuiría a una mayor precisión en la gestión de aproximaciones y aterrizajes seguros.

Referencias bibliográficas

AEMET. Guía de servicios meteorológicos para la navegación aérea. 7ma edición. (2015).

Azuero, Á. Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía. Tomado de dialnet.unirioja.es. (2019).

CAPT. DE A.E. DIEGO J. CAMPAÑA P., CAPT. DE A.E. CARLOS G. VALLEJO M., CAPT DE A. PORTERO VIZUETE LENIN PATRICIO, ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA. “ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE METEOROLOGÍA AERONÁUTICA PARA LA 15 B.A.E PAQUISHA”. (2010).

Fidias G. Arias. El Proyecto de Investigación. Editorial Episteme. 6a Edición. 2012.

Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio. Metodología de la investigación. Mac Graw Hill. 5ta edición. 2010.

Mata Solís, L.D. Marco metodológico de investigación. Tomado de investigaliacr.com. (2019).

OACI. Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional. 20ma edición. (2018).

OMM. Reglamento Técnico, Documentos Fundamentales N.º 2. Volumen II – Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional. OMM-N.º 49. (2007)