



**UNIVERSIDAD DE CAMAGÜEY**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**Diseño del Sistema de Información y**  
**Análisis de Sondeos Atmosféricos**

Lic. Leonardo Jiménez Pearce

Camagüey, 2018

**UNIVERSIDAD DE CAMAGÜEY**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y**

**EMPRESARIALES**

**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER**

**EN GERENCIA DE LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN**



**Diseño del Sistema de Información y Análisis**

**de Sondeos Atmosféricos.**

**AUTOR: Lic. Leonardo Jiménez Pearce**

**TUTOR: Dr. Carlos Emilio Romero Perdomo**

**Camagüey, 2018**

## TEMPESTAD

*“...Vengo de un tiempo de plagas y sequías  
Pero a sangre y sudor se hizo cosecha  
Más lo que se pudo que lo que se quería  
Y heme aquí latiendo aún esta fecha  
No me sé el camino  
Sólo tiran de mí los anhelos de posibles maravillas  
Salgo a caminar pues no aprendí a dormir  
Mientras que en el zurrón  
Mientras que en el zurrón  
Mientras que en el zurrón  
Queden semillas...”*

**Buena Fe y Silvio Rodríguez.**

## Dedicatoria

*Dedico esta memoria escrita a mi amada abuela. Gracias abuela por absolutamente todo, por enseñarme en cada cosa lo mejor de mí como tú siempre haces, porque de tí he aprendido todo lo bueno que tengo; si hoy, esta memoria escrita es una realidad, es porque estás siempre a mi lado para que cumpla mis sueños y metas; verdaderamente no es suficiente todo el tiempo del mundo para agradecerte lo que haces a mi favor. Gracias por confiar en mí, por ser el pilar de la familia, por cuidarme incansablemente en días de tantos esfuerzos y sacrificios, por tener ese corazón tan inmenso. Ni todas las palabras más bonitas del mundo son suficientes para expresarte mi reconocimiento, eres el motor impulsor de mi vida y de cada logro obtenido, mi referente y a quien admiro profundamente. Gracias una vez más abuela, por ser sumamente increíble y maravillosa, te quiero más que a nadie en el mundo.*

## Agradecimientos

*Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades, como es desarrollo de una tesis de master es inevitable que me invada un sentimiento de satisfacción plena, llevándome a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que he realizado. Sin embargo, el análisis objetivo me muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que me han facilitado las condiciones para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.*

*A Dios, por darme la fuerza necesaria para realizar este trabajo que culmina una etapa de sacrificio y esfuerzo, la cual me ha permitido, además de elevar mi nivel profesional, crecerme en momentos difíciles, ser una de las persona con buena salud, compartir con la familia e incrementar las relaciones interpersonales.*

*A todas las personas que me han apoyado y siguen a mi lado, y aunque no nos une un lazo de sangre, su cariño me lo han demostrado en incontables ocasiones, cuando me han recordado que no estoy solo y eso las hace ser familia para mí.*

*A Yordan Gallardo Avilés por estar siempre ahí para mí y llevarme tantas veces de vuelta a la realidad.*

*En especial al Dr. y profesor Carlos Romero, por su colaboración e integridad como guía y brindarme su tiempo y experiencia, que me sirvieron de base para llevar a buen termino de la memoria escrita.*

*A Centro Meteorológico Provincial de Camagüey y en especial a los compañeros del Departamento de Física de la Atmósfera que me han brindado sus conocimientos y experiencias, favoreciendo así, el esclarecimiento de mis ideas relacionadas con este trabajo.*

*A mis amigos, ellos saben quiénes son, no necesito nombrarlos para decirles que los quiero, ojalá estemos juntos después de esto.*

*A mí, que al final soy el resultado de todos ustedes... MUCHAS GRACIAS.*

## Resumen

La presente investigación realiza una valoración teórica acerca de los Sistemas de Información (SI) en general y orientados a la meteorología para mejorar los resultados de la investigación a partir de los principales autores que abordan el tema. Se realizó el diseño del SI para el Centro Meteorológico Provincial de Camagüey (CMPC), según el estado del arte que presentan los estudios del tema.

El diseño del Sistema de Información Meteorológica (SIM) puede ser una variante que solucione a las limitaciones presentes en el ámbito de la gestión y procesamiento de la información en la institución y cuya solución podrá tener impacto sobre los resultados no solo de la investigación sino también sobre la actividad de los pronósticos y servicios meteorológicos.

En este trabajo se abordó como problema de investigación que el actual procesamiento de la información para el análisis de sondeos atmosféricos de los pronósticos meteorológicos a corto plazo en el CMPC, no satisface los requerimientos para una toma de decisiones adecuada y oportuna por los especialistas, a partir del cual se definió como objetivo general de este trabajo, diseñar un Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos (SIASA) que favorezca la mejora del procesamiento de la información para los pronósticos meteorológicos a corto plazo, de modo que la gestión del control y flujo de la información sea de forma automática y gane en rapidez, accesibilidad y el control el orden del almacenamiento.

Se logró diseñar y demostrar la viabilidad del SIM a través de un criterio especializado, perfeccionista y perfectible; utilizable en los próximos años en la institución científica y la posibilidad de ser generalizado en otras instituciones meteorológicas del país.

Palabras Claves: **Sistema de información, gestión de información, calidad, pronóstico meteorológico.**

**Abstract**

The present investigation makes a theoretical evaluation of the Information Systems (IS) in general and oriented to the meteorology to improve the results of the investigation from the main authors' approach. The design of IS for the Provincial Meteorological Center of Camagüey (PMCC) was carried out, according to the state of the art presented by the studies of the subject.

The design of the Meteorological Information System (MIS) can be an option to solve the present limitations in the field of processing and management of information in the institution and whose solution may have an impact on the results, not only of the research but also on the activity of forecasts and meteorological services.

In this work, the research problem was focused on the current information processing for the analysis of atmospheric soundings of short-term meteorological forecasts at the PMCC, which does not satisfy the requirements for adequate and timely decision making. The specialists, from which it was defined as the general objective of this work, to design an Information and Analysis System of Atmospheric Sounding (IASAS) that favors the improvement of the information processing for the short-term meteorological forecasts, so that the control management and flow of information automatically and gain in speed, accessibility and control of storage order.

It was possible to design and demonstrate the viability of the MIS through a specialized, perfectionist and perfectible criterion; usable in the next years in the scientific institution and the possibility of being generalized in other meteorological institutions of the country.

**Keywords:** Information system, information management, quality, weather forecast.

## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS ACERCA DE LA GESTIÓN, LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y LA RELACIÓN CON LOS SONDEOS ATMOSFÉRICOS .....</b>	<b>9</b>
1.1 Los sistemas de información.....	9
1.2 Los sistemas de información meteorológicos.....	22
1.3 Estado actual del procesamiento de la información en el CMPC para realizar los pronósticos meteorológicos a corto plazo. ....	31
1.4 La calidad y la relación con los sistemas de información. ....	34
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE SONDEOS ATMOSFÉRICOS .....</b>	<b>44</b>
2.1 Fundamentación teórica para el diseño del Sistemas de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos. ....	46
2.1.1 Herramientas utilizadas para el diseño del Sistema de Información y Análisis de los Sondeos Atmosférico.....	47
2.1.2 Descripción de los índices termodinámicos utilizados en el sistema.....	58
2.2 Diseño del flujo de la información del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos.....	62
2.2.1 Identificación de la estructura de la información del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos. ....	63
Funciones con datos de sondeos atmosféricos.....	66
Funciones con datos de estaciones meteorológicas. ....	68
Funciones con datos de satélites meteorológicos. ....	69
Funciones con datos de datos de radar meteorológico.....	70
2.3 Validación del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos.....	77
<b>Conclusiones.....</b>	<b>81</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>82</b>
<b>Referencia bibliográfica.....</b>	<b>83</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>87</b>



## Introducción

Desde la antigüedad los cambios de tiempo y la aparición de fenómenos producidos en la atmósfera han representado una preocupación en la vida del hombre. En la modernidad se define la Meteorología, ciencia interdisciplinaria que estudia la atmósfera, los componentes del estado del tiempo, el medio atmosférico y los fenómenos allí producidos, así como las leyes que lo rigen, (Rogers, 1995).

Se define a la Meteorología como ciencia que estudia las variables meteorológicas en los diferentes niveles de la atmósfera, constituyendo esto su objeto de estudio y punto de partida. Una atmósfera estándar sería un instrumento ideal para el estudio de la misma, aunque la atmósfera terrestre es un sistema dinámico cambiante. La presión y la temperatura de la atmósfera además de otras propiedades depende de la altitud, localización en el globo terrestre (longitud y latitud), hora del día, estación del año, hasta la actividad de las manchas solares.

La vida en el planeta depende en gran medida de las características concretas de la atmósfera, su composición y temperatura. La recopilación de los datos espaciales de la atmósfera desde las más tempranas civilizaciones hasta la actualidad se ha almacenado para su análisis y poder caracterizar y pronosticar el estado de la atmósfera.

La aerología es el nombre que recibe el estudio a través de uso de técnicas y disciplinas especiales de las condiciones atmosféricas a cualquier altura (Diccionario, 2017). Los estudios aerológicos comenzaron a partir de determinaciones indirectas, pero desde principios del siglo XX se pasó a la observación directa, primero mediante globos tripulados y después mediante globos sonda y radiosondas. En los últimos años los datos aportados por la aerología, han sido de gran fiabilidad, sobre las capas altas de la atmósfera. Todo ello ha redundado en notables avances en campos tan importantes como la protección de vuelo o la predicción del tiempo.

Las tecnologías de la información (TIC's) han revolucionado el contexto cultural, económico y político en que está insertada la sociedad mundial y las ciencias meteorológicas se encuentran inmersas en estos cambios. Las TIC's constituyen para la meteorología una poderosa herramienta para desarrollar elementos tecnológicos,

sistemas de cómputo, algoritmos y hardware que eleven la calidad y eficiencia de sus productos y servicios. Una de las aristas donde se considera que las TIC's juegan un papel fundamental dentro de esta ciencia lo constituye la descripción, análisis y predicción de las variaciones diarias de las condiciones atmosféricas en las diferentes capas de la atmósfera.

Siendo los datos meteorológicos y posteriormente convertidos en información, llegando a ser la base de toda organización meteorológica. Se utiliza la definición de la información dentro de la organización de (Kendall y Kendall, 2005), como recurso dentro de las organizaciones para poder ser competitivos los datos meteorológicos dentro del entorno. Así el análisis y procesamiento de los datos meteorológicos origina una necesidad acuciante de información para la toma de decisiones, tanto para nuevos productos y servicios, como para proteger a la información de agentes externos que puedan vulnerar su estabilidad.

Durante los últimos años los sistemas de información en conjunto con las TIC's, constituyen uno de los principales ámbitos de estudio en el área de la organización de la información en la ciencia de la Meteorología. El entorno donde la Meteorología desarrolla sus actividades se vuelve cada vez más complejo. Debido a la creciente globalización de la Meteorología, el incremento de la calidad y cantidad de los servicios demandados por los clientes, la rapidez en el desarrollo de las TIC's, el aumento de la incertidumbre en el entorno y la reducción de los ciclos de vida de los productos, originan que la información se convierta en un elemento clave para la gestión, así como para la supervivencia y crecimiento.

En el análisis de las fuentes y la bibliografía consultada pueden señalarse como antecedentes interesantes para la realización de la presente investigación los siguientes:

La Facultad de Ciencias Economías y Empresariales de la Universidad de Camagüey, Cuba, diseñó y demostró la viabilidad de un sistema de gestión de información que contribuye al mejoramiento de los resultados de la investigación científica en las facultades. (Rodríguez, 2013)

En el Centro Meteorológico Provincial de Camagüey, Cuba, se elaboró un

sistema de gestión de información científico-técnico basado en el modelo de Ponjuán del año 2000, para eliminar la diseminación de la información meteorológica, contribuir a las tomas de decisiones rápidas y certeras ante la amenaza de fenómenos meteorológicos severos y dar respuesta a la correlación entre los departamentos del CMPC fusionando los datos, investigaciones, proyectos, artículos, los servicios especializados y crear nuevas informaciones. (Castellano, 2013)

En el Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA) de Camagüey, Cuba, se desarrolló un nuevo sistema de gestión de información que organiza el flujo de la información para un uso racional e integrado, ello permitirá favorecer la toma de decisiones en la actividad de Ciencia y Tecnología de la Delegación Provincial del CITMA. (Rodríguez, 2018)

En el Departamento de Física de la Atmósfera del CMPC, Cuba, se implantó un sistema de gestión de información para facilitar el flujo de información del Departamento de Física de la Atmósfera como sustento para la toma de decisiones, la organización y el procesamiento de la información útil del Departamento de Física de la Atmósfera. El sistema se diseñó para un ambiente web desarrollado en el lenguaje de programación Python y la plataforma del sistema de gestión de contenido Wordpress. (Navarro, 2018)

En el mismo Departamento del CMPC, Cuba, se diseñó un sistema gestión de la información aerológica, para la organización de los datos e información del aire superior generada. Para ello se ha utilizado, las características y herramientas que sustentan el proceso de gestión de la información, lo que contribuirá a la organización, cuidado, conservación, así como lograr la utilización de la información aerológica, con una mayor eficacia y eficiencia, esto permitirá la disponibilidad y utilización de su información en los servicios e investigaciones, así como cooperará a la toma de decisiones. (Estrada, 2018). El trabajo de (Estrada, 2018) no integra la información por medio de un software que utilice bases de datos para que la solución sea más viable y las salidas con mayor calidad.

El Departamento de Física de la Atmósfera del CMPC tiene como objetivo investigar y experimentar en la atmósfera para solventar la sequía que enfrenta Cuba, a través de la ejecución de campañas operativas de siembra de nubes. En la misma se emplean

técnicas para la dispersión de sustancias en el aire desde un avión que sirven como núcleos de condensación y esto favorece los procesos de incremento de las precipitaciones.

Uno de los procedimientos para la ejecución del trabajo de siembra de nubes es el análisis de las variables de la atmósfera utilizando los datos de los sondeos atmosféricos, tanto reales como calculados por modelos globales para realizar pronósticos especializados a corto y mediano plazo. Estos determinan un conjunto de mediciones sobre la temperatura, presión y humedad relativa a distintas alturas o niveles atmosféricos, además de informar de la dirección y velocidad del viento.

Este procedimiento del análisis de los sondeos atmosféricos aún no se ejecuta con la rapidez oportuna que se requieren al realizarse la gestión para el control y flujo de la información, se lleva a cabo manualmente, por lo que muchas veces la información esta desactualizada.

Cuando se realiza un sondeo real, se utiliza una estación GPS de referencia de datos sin procesar modelo SR2K2 de origen francés de la empresa conocida a nivel mundial como MeteoModem, que mide en tiempo real a través de sensores las variables atmosféricas, utiliza también un protocolo de transmisión de datos por radio frecuencia con una estación de trabajo y se exporta la información en archivos formato texto, que se registran en una computadora que constituye una estación de trabajo. Este procedimiento trae consigo un difícil acceso a la información y un insuficiente control del orden de almacenamiento.

En otro orden muchas veces los datos originados por el grupo de aerología deben ser enviados a otros departamentos que utilizan la información como apoyo al trabajo que desarrollan, como es el caso del departamento de pronóstico y el departamento de radares. La información es enviada vía correo electrónico, existiendo el caso que no hay conexión con el servidor o el buzón del correo está saturado y la información es enviada por medio de dispositivos de almacenamiento. Lo que provoca pérdida de la información, la no estandarización y desactualización de la misma de manera automática.

Por otro lado, en el trabajo de análisis y cálculos de los principales índices

meteorológicos y la representación del diagrama aerológico, se utiliza el software Digital Atmosphere representado por grandes intereses comerciales en el mercado internacional.

En síntesis, las influencias identificadas que afectan el procesamiento de la información son:

- La información del análisis de los sondeos atmosféricos no se realiza con la rapidez requerida por lo que resulta desactualizada.
- El procedimiento utilizado para el sondeo atmosférico no permite un fácil acceso a la información ni un suficiente control para el orden del almacenamiento de la misma.
- La información atmosférica que se comparte con otros departamentos que la requieren, frecuentemente se pierde, no resulta estandarizada ni actualizada.
- El procedimiento no se hace por medio de un sistema de información de manera automática.

Por las insuficiencias del proceso de análisis de los sondeos atmosféricos identificadas, se dificulta en gran medida la toma de decisiones de los especialistas en el trabajo de siembra de nubes. También se dificulta la toma de decisiones a los especialistas encargados de elaborar el pronóstico meteorológico a corto plazo.

Encontrándose así el siguiente **problema científico**: El procesamiento de la información para el análisis de sondeos atmosféricos de los pronósticos meteorológicos a corto plazo en el CMPC no satisfacen los requerimientos para una toma de decisiones adecuada y oportuna por los especialistas.

Se plantea como **objeto de la investigación**: Los sistemas de información.

El **objetivo general** perseguido por este trabajo es: Diseñar un sistema de información y análisis de sondeos atmosféricos que favorezca la mejora de la calidad del procesamiento de la información para los pronósticos meteorológicos a corto plazo de modo que la gestión del control y flujo de la información sea de forma automática y gane en rapidez, accesibilidad y el control del orden de almacenamiento.

Se enmarca el **campo de acción**: Será el diseño de sistemas de información meteorológica.

En la investigación se tiene como **idea a defender que**: Un SIM que emplee el lenguaje de programación PYTHON y el gestor de Base de Datos POSTGRES, y que tome en cuenta las demandas y características de los clientes/usuarios de la información en CMPC, contribuirá a mejorar la calidad del procesamiento de la información para el análisis de los sondeos atmosféricos de los pronósticos meteorológicos a corto plazo.

Se formulan las **tareas científicas** de la investigación como:

1. Sistematización de los referentes teóricos acerca de los sistemas de información y el diseño del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos.
2. Caracterización del estado actual del procedimiento de la información para el análisis de la atmósfera en el CMPC.
3. Elaboración de la fundamentación teórica para el diseño del sistema de información que se propone.
4. Diseño del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos.
5. Validación de la factibilidad del sistema propuesto mediante el criterio de especialistas.

#### **Métodos y técnicas empleados:**

**La crítica científica** durante el análisis de las fuentes y la bibliografía consultadas para elaborar la fundamentación teórica del SIM propuesto, permitió seleccionar para su diseño, el lenguaje de programación **PYTHON** y el gestor de Base de Datos **POSTGRES**. **La observación científica, las entrevistas a los actores implicados y el análisis documental** permitieron realizar la caracterización del estado actual del procesamiento de la información meteorológica en el CMPC que, junto con el **diagnóstico perceptivo inicial** practicado, facilitaron la identificación de las principales insuficiencias que afectaban el procesamiento de la información. Ello facilitó la formulación del problema real. Mediante la aplicación del método **hipotético-deductivo**, se pudo formular la propuesta de solución del problema, a través de la hipótesis en forma de idea a defender. La etapa de deducción permitió establecer las regularidades que indicaron expresar la propuesta de solución hacia el diseño de un nuevo SIM para el CMPC. Por último, para la validación y factibilidad del resultado alcanzado, el SIM, se aplicó **el criterio de especialistas**.

**Aporte e impactos de la investigación:**

El desarrollo informático en cualquier sector institucional trae consigo un reflejo real de su objetivo en los ejes principales tanto económico, social como político. SIASA como producto informático se convierte en un hecho de mucho mérito en el campo de la Meteorología, ya que no existe en el país un producto que tenga las funcionalidades principales que dé solución a los problemas planteados en dicha investigación.

**Económico:** En base a comparaciones con otros softwares como The Rawinsonde Observation (RAOB), SIASA ahorraría cerca de 1000 USD anuales al Ministerio del CITMA, por concepto de licencia, el software cuesta alrededor de los 8000 USD con todas las funcionalidades incorporadas. SIASA contribuye a los pronósticos especializados para distintas cooperativas agropecuarias, la organización básica eléctrica y los centros avícolas de la provincia, evitando pérdidas considerables.

**Político y Social:** Una de las directrices principales en materia tecnológica del país, es lograr la independencia tecnológica en las ramas principales de la economía y la sociedad. CITMA, también tiene como prioridad este planteamiento por el impacto que tiene en el desarrollo económico, político y social del país. SIASA contribuye al cumplimiento de este vital objetivo para nuestra nación. SIASA además un sistema que beneficia a la toma de decisiones, lo cual ahorra recursos, tanto cualitativos como cuantitativos y humanos, promueve el desarrollo de software en las Ciencias Meteorológicas ampliando los campos de la investigación científica en nuestra región geográfica.

Constituye aportes de la investigación, la sistematización de los referentes teóricos acerca de los diseños de sistemas de información y análisis de sondeos atmosféricos para facilitar la fundamentación de la propuesta de solución y que pueden ser consultados para otras soluciones afines.

El aporte novedoso del trabajo consiste, en dotar al CMPC con el SIASA que es una herramienta informática en lenguaje de programación Python y el gestor de Bases de Datos Postgres, capaz de realizar con la rapidez requerida, confiabilidad y fácil accesibilidad, el procesamiento de la información necesaria para los pronósticos meteorológicos.

**Estructura de la tesis:**

La tesis está estructurada en índice, síntesis, Introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones y bibliografía debidamente referenciada y acotada de acuerdo con la norma APA 5. La Introducción contiene los principales aspectos que justifican el trabajo realizado, los antecedentes más importantes, la síntesis del resultado del diagnóstico inicial del objeto y el campo de la investigación, así como el diseño teórico-metodológico de la investigación.

En el primer capítulo se refleja la construcción, mediante el análisis crítico de la bibliografía consultada, del basamento teórico que servirá de referencia a todo el proceso investigativo, estableciendo la repercusión que tiene en la actualidad el análisis y realización de pronósticos meteorológicos a corto plazo.

En el segundo capítulo se expone el fundamento teórico en que se basa el diseño del sistema de información propuesto, incluyendo la caracterización de la información científico-técnica y el procedimiento mediante etapas que fundamentan los instrumentos a aplicar en el SIASA, así como la propuesta de estrategias organizacionales que facilitarán la implantación del sistema y su validación mediante el criterio de especialistas. Las conclusiones generales expresan un juicio de valor de los resultados alcanzados en el proceso investigativo.



## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS ACERCA DE LA GESTIÓN, LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y LA RELACIÓN CON LOS SONDEOS ATMOSFÉRICOS**

Se dedica el presente apartado a mostrar la construcción del referente teórico de la investigación realizada, abordando los sistemas de información y su calidad, así como la gestión de los mismos en los sondeos atmosféricos y en la realización de pronósticos meteorológicos a corto plazo.

En el ámbito actual, los nuevos sistemas de información, deben girar sobre la organización e integración, de la misma manera que contribuya a la reducción de los efectos negativos del acelerado desarrollo técnico, así como los constantes cambios sociales, políticos y económicos que ocurren a escala de toda la sociedad. Las nuevas tecnologías posibilitan el desarrollo, pero a la vez es importante lograr un cambio de pensamiento con respecto a la temática.

### **1.1 Los sistemas de información.**

En la actualidad, para muchas instituciones u organizaciones, los sistemas informáticos basados en computadoras, son el corazón de las actividades cotidianas, estas consideran con mucho cuidado las capacidades de sus sistemas de información cuando deciden transformar sus procesos manuales en procesos automáticos, debido a la cantidad de registros que requieren un mejor control.

A la hora de definir un sistema de información, existe un amplio abanico de definiciones, entre ellas la propuesta por (Laudon y Laudon, 2012), para los cuales un “sistema de información es aquel conjunto de componentes interrelacionados que capturan, almacenan, procesan y distribuyen la información para apoyar la toma de decisiones, el control, análisis y visión de una organización”.

Los sistemas de información son reconocidos como una herramienta básica para usar y acceder a la información, además de facilitar el proceso de toma de decisiones en las organizaciones, contribuye al desarrollo de capacidades de aprendizaje en las organizaciones. Toda empresa tiene que tener un SI que le permita tomar decisiones, pues la misma depende de que se adopten una serie de medidas organizativas sin las

cuales el sistema no podría organizarse, además contribuye a desarrollar una estrategia para cumplir desde la planificación y definición de objetivos, hasta el control de la ejecución de los mismos.

Del mismo modo son de gran importancia porque permite obtener, aplicar y evaluar el conocimiento de la organización y del entorno, además del flujo de esta, a través de los canales oportunos de cualquier organización.

En Cuba se ha, desarrollado una política consecuente con el modelo social, donde el acceso a las tecnologías y la aplicación de sistemas competentes en las organizaciones, es un derecho y todas las esferas sociales y económicas están insertadas en este proceso. En el sector de las ciencias meteorológicas, el país ha invertido grandes sumas de recursos vinculados con elementos de cómputo para su desarrollo.

Es interesante observar cómo las personas en el mundo moderno están influenciadas por amplias gamas de informaciones. A pesar de que esto ocurre en mayor o menor medida, muchas personas desconocen cuál es la definición del término información:

Según Menguzzato y Renau (1993):

La concepción de la información como reductora de incertidumbre está proporcionada por la llamada teoría de la información que aborda el problema de cómo medir la cantidad de información contenida en un mensaje, siendo lo importante la transmisión de dicho mensaje, según la cual la información tiene valor sólo en la medida que el receptor desconozca el mensaje antes de recibir la información.

En la teoría de la decisión subyace esta misma característica de la información, por cuanto que es en relación con la disminución de incertidumbre como se evalúa la información. (p 390).

Al establecer los sistemas informáticos se debe tener la certeza de que se logre un correcto funcionamiento del sistema. Ningún sistema que deje de satisfacer este objetivo será completamente útil para la institución.

Las grandes tendencias que marcan los sistemas de información de las instituciones llevan un aspecto fundamental que en muchas ocasiones no se considera tan

importante, como lo es la información, sus sistemas y proceso de análisis. Este elemento del proceso desarrolla cada vez más los espacios, gracias al uso en mayor grado de las tecnologías en función del logro de los objetivos.

Cabe destacar que de la solidez y organización de una entidad con relación a la gestión de la información (GI) que realiza, interviene en gran medida el alcanzar a corto plazo sus objetivos trazados, así como la producción del conocimiento y la inteligencia que en ella se generan. Es por ello que las instituciones se lanzan hacia la obtención de diferentes modelos organizacionales que les permitan alcanzar su cometido. Para ello al decir de numerosos autores se necesita de una cultura informacional que parta de una base asegurada en el desarrollo de los procesos que en su interior se generan con la información.

Información es según Torres, citado por Blanco (2008), "...la acción mediante la cual un sistema transmite a otro, por medio de señales, indicaciones sobre la posición de un órgano, la magnitud de una medición, el resultado de un cálculo, entre otros." (Blanco 2008, p.85)

Weiner (2008) la define como la negación de la entropía o el contenido que se intercambia en toda relación comunicativa. Este autor afirmó que, si hay información, entonces el sistema está organizado, y consecuentemente la falta de esta hace que el sistema se desorganice.

Beer (1963), dijo que:

La información mata la variedad, y la reducción de la variedad es una de las técnicas principales de la regulación; no se piense que es debido a que simplifica el sistema por controlar, sino porque lo hace más predecible. El ruido en el sistema aumenta la variedad (y por tanto la incertidumbre), sin aumentar la información. (p.45)

La información "comprende los datos y conocimientos que se usan en la toma de decisiones". (Ferrell 2008, p.121)

Después de las definiciones anteriores se puede expresar que la información es un conjunto de datos ya procesados con un significado concreto en un determinado contexto orientado a reducir la incógnita para la toma de dediciones.

La información para cualquiera organización constituye el recurso clave para tratar otros

recursos como las personas, el capital, las instalaciones y otros. Por eso los sistemas de información en las empresas tienen una alta ventaja y además son la base de su eficiencia.

Tal vez la más precisa de todas las definiciones descubiertas en la investigación de los sistemas de información sea la propuesta por Andreu, (Ricart y Valor 1991), en la cual un SI queda definido como:

conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo a las necesidades de la empresa, recopila, elabora y distribuyen selectivamente la información necesaria para la operación de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarias para desempeñar funciones de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia. (p, 18)

Esta definición se toma como referente para alcanzar el objetivo de la investigación.

También Martínez, (2014), especifica, que los sistemas de información son los que transforman los datos en información y se definen como un conjunto de procesos operando sobre una colección de datos, estructurados y actúan de acuerdo a las necesidades de una organización, que recopilan, elaboran y distribuyen la información necesaria para las actividades de la organización y para las actividades de dirección y control correspondientes.

La mayoría de los autores, como (Reyes, 2007), señalan que “un sistema de información es un conjunto de elementos o componentes relacionados con la información que interaccionan entre ellos para lograr un objetivo: facilitar y recuperar información”.

Según Domínguez, (2002), un SI está formado por un conjunto de elementos interrelacionados con el objetivo de capturar, almacenar y actualizar datos para proporcionar, distribuir y transmitir información en el momento en el que sea requerido en la organización.

Señalaron De Miguel y Piattini, (2001), la importancia para los sistemas de la información que procede tanto de las fuentes internas como externas. Laudon y Laudon, (2006), por su parte, añadieron a los elementos mencionados: procesar la

información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización. Esta es una de las únicas que manifiesta la exigencia de que un SI tenga componentes, aunque no especifica cuáles deban ser, posiblemente porque intenta englobar todas las posibles variantes de este concepto, mientras que, en forma general, Villardefrancos, (2002, p.17) planteó que "... el objetivo de los sistemas de información es facilitar la obtención de mejores resultados con los recursos existentes o, de manera alternativa, lograr los mismos resultados con menos recursos".



**Figura 1. Conceptualización gráfica de un SI. Fuente: Laudon y Laudon (2006).**

Planteó Peralta, (2008), que un SI realiza cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de la información.

**Entrada:** Es el proceso mediante el cual el SI toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o interfaces automáticas.

**Almacenamiento de información:** El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes que tiene una computadora, ya que a través de esta propiedad el sistema almacena o archiva la información guardada en la sección.

**Procesamiento de información:** Es la capacidad del SI, para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados.

**Salida de la información:** La salida es la capacidad para sacar la información procesada, o bien datos de entrada al exterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, terminales, disquete, cintas magnéticas, la voz. En la actualidad también se utilizan los CD, y dispositivos masivos de almacenamiento. La salida puede constituir la entrada a otro SI o módulo.

Según Peralta, (2008), los sistemas de información se pueden clasificar en tres formas o tipos fundamentales:

- A. **Sistemas transaccionales;** son sistemas de información que logran la automatización de procesos operativos dentro de una organización.
- B. **Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones;** Sistemas para la Toma de Decisión de Grupo, Sistemas Expertos de Soporte a la Toma de Decisiones y SI para Ejecutivos: son sistemas de información que apoyan el proceso de toma de decisiones.
- C. **Sistemas estratégicos;** son sistemas de información desarrollados en las organizaciones con el fin de lograr ventajas, a través del uso de la tecnología de información.

El sistema se pretende diseñar clasificándolo como un **sistema estratégico**, porque se apoya en las tecnologías de la información, logra ventajas para poder realizar un pronóstico especializado a corto plazo de las variables meteorológicas para la toma de decisiones de los expertos.

Los sistemas de información constituyen diferentes formas de brindar acceso a la información, variando sus atributos en dependencia de la ubicación del proveedor con respecto al consumidor y de las tecnologías, así como las fuentes utilizadas.

Orosco et al., (2009), expresaron que:

El acceso rápido y eficiente a una información confiable y precisa permite adoptar una posición adecuada a la hora de tomar una decisión para solucionar un problema con un menor costo. Pero esto sólo es posible, si se ha realizado previamente un

proceso de análisis de la información, en el que se adicione un conjunto de valores pertinentes a partir del trabajo intenso que realizan especialistas entrenados en el uso de las técnicas de información. (p. 75).

Los sistemas de información son imprescindibles como vehículo de la gestión del conocimiento, es por ello que la organización actual está obligada a gestionar su conocimiento para garantizar su funcionamiento. La respuesta a esta necesidad no puede consistir simplemente en una sofisticada base de datos y esperar a que las personas se decidan a rellenarla con el contenido que justifique su implantación. Es absolutamente necesario saber cuáles son los valores de la organización, si entre estos figura el compartir información y saber con qué instrumento se puede contar.

Lo antes planteado no quiere decir que un SI sea sinónimo de SI informático. Cuando se habla de SI informático se refiere al campo de estudio de la tecnología de la información. A pesar de ello puede formar parte de un SI como recurso material, ya que autores plantean que los SI tratan el desarrollo y la administración de la infraestructura tecnológica de una organización, es importante saber reconocer las diferencias entre uno y otro evitando así malas interpretaciones.

Alega Duméningo, (2012), que un SI implementado en las TIC's aumentará el beneficio desde el punto de vista de la eficacia, eficiencia y efectividad, teniendo en cuenta que se considera eficaz si aporta la información necesaria para la organización de recursos humanos, económicos y tecnológicos posibles y efectivo si la información llega en el momento oportuno.

Es fundamental entender el valor estratégico del acceso a la información y con ello a nuevas posibilidades de aprendizaje. Es decir, en vez de simplemente acumular información, la era actual demanda mujeres y hombres competentes en la administración, creación y explotación del conocimiento. Puede plantearse que un uso apropiado de las TIC's puede generar valor agregado en diversos escenarios, siempre y cuando este uso venga acompañado y enriquecido por un conjunto de habilidades y saberes.

Según Pechuán, (1996), el desarrollo e implantación de un nuevo sistema debe contar de cinco etapas; análisis y diseño, formalización, implantación, explotación y

mantenimiento. Independientemente de las etapas que se tengan en cuenta para la elaboración del SI, cada una de estas etapas contiene tareas que agrega valor al sistema y además van orientadas al logro del propósito principal: un SI con calidad. En este caso Ponjuán, (2004), considera las siguientes etapas: estudio preliminar, análisis, diseño, prueba e implantación.

Señala Paños, (2000), que la información necesaria para la gestión de las operaciones diarias se obtiene y se utiliza por los sistemas de información, los cuales se encargan de registrar todas las operaciones de la organización. Los avances tecnológicos actuales permiten almacenar, procesar y comunicar información sin importar la distancia ni el tiempo. La esencia de cualquier SI es vincular a un usuario que necesite una fuente de información y así satisfacer sus necesidades.

La aparición de las computadoras, el crecimiento acelerado de su velocidad de procesamiento y capacidad para el almacenamiento de datos, la facilidad de interconexión de las computadoras y la aparición de Internet a partir de la segunda mitad del siglo XX, introdujo una nueva era para la información. Esto ha posibilitado disponer de servicios de acceso en línea a bases de datos y procesamiento de las organizaciones y la búsqueda de herramientas para el manejo de estos grandes volúmenes de información.

La producción científico-técnica crece exponencialmente y se distribuye entre un gran número de comunidades científicas, cada vez es menor el tiempo necesario para transformar un conocimiento básico en ciencia aplicada, y luego en tecnología, así mismo, se dispone de más información, como resultado del desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

El desarrollo en el mundo contemporáneo está intencionado por los conocimientos que posea una organización, el aprovechamiento del caudal de los recursos de información existentes para la toma de decisiones en las instituciones, y para ello se debe identificar todas las alternativas disponibles, pronosticar sus consecuencias y evaluarlas según los objetivos y metas trazadas, es por ello que la información debe cumplir con los siguientes requisitos:

A. **Estar actualizada;** sobre qué alternativas se encuentran disponibles en el



presente o cuáles se deben considerar.

- B. **Se necesita información sobre el futuro;** cuáles son las consecuencias de actuar según cada una de las diversas opciones.
- C. **Es indispensable la información sobre cómo pasar del presente al futuro;** siendo los valores y las preferencias que se deben utilizar para seleccionar, entre las alternativas que, según los criterios establecidos, conducen del mejor modo a los resultados que deseamos.

### **Gestión de la información.**

En muchas ocasiones, debido a la escasez de tiempo y recursos para alcanzar el conocimiento, es imposible aplicarlo en entornos tradicionales, por ello la necesidad de crear sistemas de gestión de la información (SGI) que organicen, faciliten su acceso y disponibilidad.

Numerosos autores nacionales y extranjeros han dado cuerpo al concepto de GI. Sin embargo, todos coinciden en destacar el papel de la misma como la obtención de información, lo más pertinente, relevante y económica posible, que puede ser usada en el desempeño exitoso de una organización. Este proceso de obtención se realiza mediante la integración adecuada de políticas, recursos humanos y materiales.

Desde que surge la GI, ha transitado por diferentes fases coincidentes con diferentes momentos en el desarrollo de las organizaciones. Estas son expresadas por Amat, (1992):

- A. Gerencia del trabajo impreso: hacia fines del siglo pasado y hasta la década del 50, donde cumple con una función supervisora, de apoyo, una actividad no priorizada.
- B. Gerencia de la tecnología automatizada: desde los años 60 hasta la década del 70, cuando su objetivo era lograr una mayor eficiencia técnica y control físico de las nuevas tecnologías, especialmente en el nivel medio de la organización. Todavía la GI es fragmentada y no coordinada.
- C. Gerencia de los recursos de información corporativos: mediados de los 70 y hasta la década del 80; constituye una función de apoyo en el nivel máximo de la organización. En esta etapa, los objetivos estratégicos se centran en el

tratamiento de la información como recurso clave de la organización, además se puede tratar como otro recurso estratégico. Desde esta óptica, eleva la posición de los gerentes de recursos de información dentro de la misma organización.

D. Gerencia del conocimiento y análisis comercial-competitivo: fines de los 80 y años 90. En este punto, el objetivo es lograr ventajas competitivas en unidades de negocios y estrategia competitiva. Se centra en el contenido de la información como tal y cómo es utilizada y valorada en la organización y cómo esta colabora en el crecimiento de la organización.

E. Gerencia estratégica de la información: década del 90. Su objetivo se ubica en la dirección y la estrategia corporativa, poniendo énfasis en la calidad de la toma de decisiones y en el uso de la información necesaria para perfeccionar el funcionamiento general de la organización.

Define Amat, (1992), la GI relaciona la obtención de la información de una forma ordenada, correcta, al costo adecuado en un tiempo oportuno, a la persona indicada en el lugar apropiado, para tomar la decisión correcta. La GI de una organización obliga a tener un dominio de:

1. Los diferentes tipos de informaciones que se manejan en la organización.
2. La dinámica de sus flujos.
3. El ciclo de vida de cada información.
4. El conocimiento de las personas acerca del manejo de la información, o sea, su cultura informacional.

Conceptualmente Choo, (1999), planteó que la GI es un conjunto de procesos que apoyan y son simétricos a las actividades de aprendizaje de la organización, los procesos son: la identificación de las necesidades de información, la adquisición de información, la organización y almacenamiento de la información, el desarrollo de productos y servicios de información, la difusión de información, y el uso de la información.

Considera García, (2000), la GI como el proceso de organización, planificación y control, aplicado al recurso de la información en las organizaciones.

La GI es definida por Bustelo y Amarillas, (2001), como un conjunto de actividades que

se realizan con el propósito de adquirir y procesar, para posteriormente recuperar la información que se recibe en una organización y que permite además el desarrollo de sus actividades.

Aja, (2002), plantea que:

...a gestión de información es todo lo que tiene que ver con obtener la información correcta, en la forma adecuada, para la persona indicada, al costo correcto, en el momento oportuno, en el lugar indicado para tomar la acción precisa. (p. 3).

Señaló Aja, (2002), que, “sin la gestión de la información de los productos y servicios, es imposible tomar decisiones adecuadas, trazar las políticas y diseñar los procesos de la organización.”

La gestión de información se define Adams, (2002), como disciplina y como la función de alta dirección y así llevar a cabo una serie de programas y procedimientos para poder gestionar y controlar con eficiencia las necesidades de la información.

Para que exista en la organización gestión de la información, esta debe poner en función de la información recursos económicos, físicos y humanos. Actualmente la información se considera un recurso económico porque, una vez procesada y utilizada racionalmente, adquiere valor. Extraer el valor de la información es un gran reto que empiezan a adoptar las organizaciones que buscan la competitividad Rodríguez, (2009). Atendiendo a lo anteriormente dicho, la función de la gestión de la información incluiría:

**Planificación:** seleccionar qué información se debe necesitar para cumplir los objetivos.

**Organización:** quién es el encargado de actualizar esa información y procesarla para obtener lo planificado y a quién debe ir dirigido.

**Dirección:** conducir y ordenar estos esfuerzos poniendo en marcha las actividades que son programadas.

**Control:** establecimiento de las normas de desempeño para poder medir los resultados. Es fundamental entender lo expresado por Rodríguez (2002, p. 5) “...lo que se debe gestionar, gerenciar es la información y no la tecnología. El conocimiento y la inteligencia potenciados por la información son lo importante, el soporte que contenga es menos importante.”

Otros autores como Barrios, (2004), plantean que “el propósito de la gestión de información es promover la eficacia organizacional al elevar las potencialidades de la organización para cumplir con las demandas del ambiente interno y externo en condiciones tanto dinámicas como estables”.

Por su parte, Ponjuán, (2000), destaca de manera importante que gestión de información es la gestión que se desarrolla en un sistema de información y la define como:

(...) el proceso mediante el cual se obtienen, despliegan o utilizan recursos básicos (económicos, físicos, humanos, materiales) para manejar información dentro y para la sociedad a la que sirve. Tiene como elemento básico la gestión del ciclo de vida de este recurso y ocurre en cualquier organización. (p. 2)

De este modo se considera que la gestión es un proceso inherente a los sistemas de información.

Del análisis de las definiciones anteriores se desprende que Barrios, (2004),

...la gestión de información es el conjunto integrado de procesos (y de habilidades para planificarlos y ejecutarlos) relacionados con la adquisición, registro y conservación de datos e información, su uso y difusión para la conversión de datos en información y de esta en conocimiento, aplicable a la organización, la selección y organización del personal a cargo del trabajo informacional en todos sus niveles y sus relaciones internas y externas, la medición y el control de su eficacia en el logro de la misión y los objetivos de la organización y su contribución al enriquecimiento de su visión. (p.3)

Puede decirse entonces que gestionar información es ir en busca de nuevos significados, análisis, aplicar el principio de que el todo, es más que la suma de las partes. Es producir un impacto en el ambiente de cualquier organización, es un proceso sistémico que requiere accionar, decidir y evaluar. Mediante la gestión se proporcionan los recursos de información necesarios para una adecuada toma de decisiones y se desarrollan nuevos conocimientos que posibilitan calidad y eficiencia en los servicios y productos de las organizaciones.

Definió Ponjuán, (2005), la gestión como el proceso mediante el cual se obtiene,

despliega o utiliza una variedad de recursos básicos para apoyar los objetivos de la organización.

Hay que destacar además que Ponjuán, (2011), reconoce una evolución del término gestión de la información, al decir que “El proceso de gestión de información debe ser valorado sistemáticamente en diferentes dimensiones y el dominio de sus esencias permite su aplicación en cualquier organización.”

El proceso sistémico de GI, según Bueno citado por Reyes, (2007), consta de tres elementos esenciales:

- La información: conjunto de datos estructurados según los mensajes a comunicar.
- Los beneficiarios de la información: los miembros de la organización y agentes relacionados con ella.
- Los elementos soporte: Proceso de tratamiento de información, sistemas de análisis de datos, procedimientos de comunicación o difusores de información y soportes de información.

De esta forma se considera a los usuarios finales de la gestión de la información como componentes del propio sistema, ya que aportan dinámica y retroalimentación al mismo según Ponjuán, (2007).

La GI tiene como objetivos:

- Maximizar el valor y los beneficios derivados del uso de la información.
- Minimizar el costo de adquisición, procesamiento y uso de la información.
- Determinar responsabilidades para el uso efectivo, eficiente y económico de información.
- Asegurar un suministro continuo de la información.

La GI de una organización permite el dominio de los diferentes tipos de informaciones que se emplean en la organización, la dinámica de sus flujos, representados en los diferentes procesos por los que transita cada información, el ciclo de vida de cada información, la generación de información, el conocimiento de las personas acerca del manejo de la información, o sea, su cultura informacional, está dirigida a satisfacer las necesidades de los usuarios del sistema, y para lograrlo se realizan diversos procesos,

los cuales deben ser planificados, controlados y actualizados, con el fin de evaluar los resultados de la organización.

## **1.2 Los sistemas de información meteorológicos.**

Los sistemas de información meteorológicos constituyen el punto de partida del procesamiento de la información y por ende, la etapa más importante en el ciclo de la información, el correcto procesamiento permite: ahorrar tiempo y esfuerzo, elaborar informes con calidad y tomar adecuadas decisiones. Cada proceso tiene un punto de inicio (entradas) y un punto final (salidas), en los que puede producirse una relación entre el sistema y el ambiente, con otros procesos, vinculados con determinadas áreas de la organización, sean departamentos, grupos de trabajo, secciones.

Las representaciones de los procesos de los sistemas de información representan los procesos operativos del sistema, las entradas y las salidas sin considerar los recursos que se gestionan para su ejecución, constituyen otros procesos que pueden ser de apoyo o estratégicos y que repercuten en el buen desarrollo y en los resultados que se pretenden.

En la meteorología para desarrollar los pronósticos a corto plazo se exigen observaciones de las variables meteorológicas de gran periodicidad sobre áreas determinadas donde surgen, se desarrollan y desaparecen fenómenos atmosféricos de tiempo de vida relativamente cortos. Esto significa que estas observaciones deben poseer la virtud de ofrecer una alta frecuencia de renovación espacial.

En nuestro país, se han realizado sistemas de información meteorológicos, los cuales mayormente están designados al campo de climatología. Entre ellos se pueden citar el *software* del Instituto de Meteorología (INSMET). El cual se puede consultar en el sitio web del INSMET, provee de información acerca de los fenómenos atmosféricos más importantes, incluyendo a los huracanes y ciclones tropicales (del año 2000 en adelante) con toda la información, estadística y gráfica, necesaria.

Este sitio incluye también mapas de pronósticos climáticos, así como el estado de la sequía. El *software* brinda, además, servicios web a través de boletines agroclimáticos con datos actualizados de estado del tiempo, la situación hidrológica en diferentes áreas del país y el estado del suelo y la sequía, ofreciendo así una valiosa información

para el desarrollo de la agricultura y la ganadería en la isla.

El *software* anterior tiene como principal deficiencia el hecho de necesitar conexión rápida a Internet para el procesamiento de la información, además de que no contempla la información del perfil vertical de la atmósfera, ya que muchos de los parámetros como el punto de rocío, entre otros, no son mostrados. Otra de las deficiencias que presenta es el hecho de no permitir consultas sobre los datos en un rango de fecha dado.

También se puede mencionar el Sistema de Información y Estadística (SIE). El SIE es un *software* para el almacenamiento de datos desarrollado en el sistema operativo MS-DOS, que brinda información estadística de todos los Organismos Tropicales (OT), fenómenos meteorológicos y datos climáticos en Cuba en el período de 1881 a 1991 en mapas, tablas y gráficos.

Sus principales funcionalidades son:

- Mostrar estadísticas asociadas a organismos tropicales en curso.
- Mostrar estadísticas generales.
- Estadísticas sobre el surgimiento de los fenómenos meteorológicos.
- Mapas promedios.
- Búsqueda de OT.
- Tabla de valores extremos.

Como el sistema operativo sobre el cual está montado el MS-DOS y en la actualidad el mismo está prácticamente obsoleto y en desuso. Los datos se vuelven estadísticos ya que no permite agregar ni modificar la información que maneja. Por otra parte, el resto de la información que necesita almacenar se encuentra en un documento Microsoft Excel, lo que limita la organización en el almacenamiento de datos y provoca la pérdida de cierta información que no se tiene en cuenta.

A nivel internacional se puede encontrar el Sistema de información Climatológico y de Riesgos para el Estado de Tamaulipas (SICRET). Es una herramienta que se diseñó para facilitar la selección, almacenamiento, recuperación, análisis e intercambio de información de variables climáticas tales como temperaturas medias, máximas, mínimas, extremas, precipitación, evaporación, lluvias, entre otras, y de fenómenos de

riesgo como huracanes, sequías, heladas y lluvias torrenciales, (Vargas, 2011).

Este sistema fue desarrollado con los siguientes objetivos:

- Crear una base de datos de los elementos climáticos que se miden en las estaciones meteorológicas y observatorios del Estado de Tamaulipas, además de su homogenización y estandarización.
- Generar la cartografía de las variables climáticas incluidas en el sistema (Caracterización y Diagnóstico), así como el análisis de la variabilidad climática estatal.
- Elaborar el Sistema de Información Climatológico y de Riesgos para el estado de Tamaulipas.
- Estimar la cantidad de agua disponible en el complejo suelo-ambiente, mediante la técnica del balance hídrico para el estado de Tamaulipas.

Aunque no se ha podido acceder a la aplicación CLMETRIX por el carácter de licencia comercial de la misma, es oportuno plantear que se ha comprobado por diferentes fuentes de la existencia de esta aplicación. Además, se conoce por varios artículos de prensa que países como Japón, Estados Unidos, Alemania, Australia, Francia, utilizan este *software* para la gestión de riesgos meteorológicos.

Debido al carácter propietario de la aplicación y al hecho de que se encuentra en los Estados Unidos, no permite a las instituciones cubanas, por razones del embargo económico, registrarse para acceder a sus funcionalidades ni conocer como tal la arquitectura con la que fue diseñada.

El Sistema Soporte de Decisión para la Información Hidrológica en Argentina: Este software es un Sistema Soporte de Decisión (DSS, siglas en inglés), que permite integrar toda la información hidrológica disponible en una región, para uso de todos los organismos o personas interesadas o involucradas en la problemática de la gestión sustentable del mismo.

Esta herramienta eficaz, potente y abierta, está compuesta por una consistente base de datos que puede ser consultada de forma remota por medio de Internet, además de permitir que se le agreguen datos o se capte cualquiera de la información disponible por alguna persona autorizada. Dispone de mecanismos muy avanzados de consulta y



filtrado de información, tiene aplicaciones visuales de datos y mapas, contiene un sistema de diálogo o comunicación entre las personas que consulten el sitio, entre otros. Actualmente se está aplicando exitosamente en los Partidos de Azul y de Tres Arroyos, ambos de la Provincia de Buenos Aires y en toda la Provincia de La Pampa, todos estos ejemplos dentro de la República Argentina, (Luis Vives, 2006).

El Sistema Gestión de Información Agroclimatológica (SGIA), ha sido desarrollado en el departamento de Estudios e Investigaciones Meteorológicas de Ecuador, tiene como fin, estimar diversos índices agroclimáticos, tales como: unidades térmicas, grados día de desarrollo, unidades fototérmicas, foto período, unidades frío, horas frío, evapotranspiración potencial, relación precipitación-evaporación y déficit hídrico.

Todos estos cálculos son realizados con datos de precipitación, temperaturas, y evaporación, que pueden ser tomados desde la base de datos que posee el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de Ecuador, o pueden ser ingresados mediante un archivo de texto con el formato especificado, dependiendo de las necesidades del usuario. El sistema tiene una interfaz gráfica amigable por lo que su uso es intuitivo.

El software SGIA solo ofrece datos de la región de Sudamérica, principalmente Ecuador, lo que constituye una de sus principales deficiencias. Aunque brinda información sobre el cálculo de parámetros bioclimáticos y valores extremos, la visualización de observaciones trihorarias de estaciones meteorológicas, la elaboración de pronósticos del tiempo a corto plazo y una arquitectura web para el acceso a través de la red, no es de código abierto por lo que no permite modificaciones para ajustarla a las necesidades de una institución específica.

El sistema de información del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), en Ecuador, coordina la diseminación de los productos climáticos para el sector productivo del país, a fin de contribuir como fuente de información para la toma de decisiones. Esta información, junto al sistema de alerta temprana para eventos extremos y el kit de instrucciones, constituye el sistema operativo de diseminación de información concebido para la reducción de impactos socio-económicos generados por acción del clima, (Alvarado, 2008).

El Sistema de Asimilación de Datos Globales (GDAS) por sus siglas en inglés, es el sistema utilizado por el modelo del Sistema de Pronóstico Global (GFS) por sus siglas en inglés, para colocar los datos en un espacio de rejilla del modelo con el fin de inicializar pronósticos meteorológicos con datos observados. GDAS agrega los siguientes tipos de observaciones a un espacio del modelo en 3D: las observaciones de superficie, datos del globo, datos de perfil del viento, informes de aeronaves, observaciones de boyas, observaciones de radar y observaciones de satélites. Los datos de GDAS están disponibles como observaciones de entrada a GDAS y campos de salida de GDAS. Debido a la naturaleza diversa de los tipos de datos asimilados, los datos de entrada están disponibles en una variedad de formatos de datos, el formato principalmente es el Binario Universal para la Representación de Datos Meteorológicos (BUFR) por sus siglas en inglés e Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) por las siglas en inglés también en binario. La salida del GDAS es la Organización Meteorológica Mundial binario en cuadrícula (GRIB).

Los datos y la información que genera la especialidad de la **Aerología** son de importancia para el GDAS, por ser en la Meteorología la especialidad que estudia los procesos de condensación, radiación y estado termodinámico de las capas superiores de la atmósfera. Se puede plantear entonces que, el **sondeo atmosférico** constituye el proceso cuyo objetivo es determinar un conjunto de mediciones de temperatura, presión y humedad relativa a distintas alturas o niveles atmosféricos, además de informar de la dirección y velocidad del viento. Dicho proceso permite interpretar la estructura vertical de la temperatura y humedad de la atmósfera en una localización y a partir de este análisis pronosticar situaciones climáticas determinadas, Muller, (2002).

Los sondeos atmosféricos forman parte de las observaciones de aire superior como componente integral del sistema global de observaciones climáticas. El espectro de actividades climáticas que requieren observaciones de aire superior incluye monitoreo y detección de la variabilidad y cambio del clima, predicciones del clima en todas las escalas, modelación climática, estudio de procesos climáticos, actividades de reanálisis de datos y estudios de satélites concernientes a la calibración del satélite y transferencia radiativa.

En el CMPC se realiza el proceso de sondeo aerológico real a través de globos sonda o radiosondas, estos constan de unos sensores que miden las variables anteriormente citadas y de una pequeña estación de radio para transmitir los datos a la estación de trabajo, todo esto, que se le denomina radiosonda, va dentro de una pequeña caja protectora de polietileno. Existe una interconexión entre el globo sonda y un equipo terrestre en este caso una estación GPS modelo SR2K2 para la telemedición directa de parámetros atmosféricos. Los datos de dicha medición son almacenados en un archivo \*.CRA que es almacenado en disco duro y constituye un reporte aerológico.

El archivo creado contiene una serie de datos con los que se trabaja para realizar análisis de los perfiles verticales atmosféricos. Entre ellos se encuentran:

**Altura** (alt): Se mide en metros (m) y es la longitud o distancia con respecto a la superficie terrestre de un punto en la atmósfera.

**Presión** (pres): Se mide en hectopascal (hPa) siendo la fuerza o peso que ejerce el aire sobre la superficie terrestre.

**Temperatura** (T): Se mide en grados Celsius (°C) y determina el grado de calor o frío a una altura determinada.

**Punto de rocío** (TD): Se mide en grados Celsius (°C) siendo la temperatura con que la masa de vapor de agua contenido en el aire satura en un punto determinado.

**Humedad relativa** (Hum): Se mide porcentualmente (%) y es la razón entre el contenido efectivo de vapor en la atmósfera y la cantidad de vapor que saturaría el aire a la misma temperatura.

**Fuerza del Viento** (W.F): Se mide en metros por segundo (m/s) siendo la fuerza de las masas de aire en movimiento por las diferencias de presión atmosférica atribuidas por las diferencias de temperaturas.

**Dirección del Viento** (W.D): Se mide en grados (°) y es la dirección de la corriente de aire en un punto determinado de la atmósfera, Botija, (2010).

Las mediciones de radiosondas proporcionan una base de datos de variables atmosféricas que data de 1930, aunque la cobertura de datos es generalmente pobre antes del 1957. El registro de datos se caracteriza por muchas discontinuidades que son el resultado de cambios de instrumentos y de procesos operacionales, además de

metadatos incompletos.

Los elementos climáticos esenciales para las observaciones de aire superior son la temperatura, humedad relativa, presión, velocidad del viento y dirección, propiedades de las nubes, radiancia y radiación (entrante y saliente). La composición química de la atmósfera es de gran importancia para la predicción climática y en áreas de aplicaciones para el estudio y pronóstico de bienestar y salud de animales, plantas y humanos, y para entender la estructura vertical de la composición de la atmósfera global. Es importante que las mediciones de aire superior capturen todo el rango de regímenes climáticos y tipos de superficies, proporcionando una razonable cobertura latitudinal.

Históricamente la mayoría de los datos climáticos de aire superior se han derivado de mediciones hechas para pronóstico sinóptico mediante radiosondas. Una variedad de técnicas e instrumentos son usados para medir presión, temperatura, humedad y viento, y para procesar salidas instrumentales. Hay problemas concernientes a la calidad de las mediciones de los radiosondas para monitoreo climático y para la determinación de cambio climático. Los errores en el cálculo de la corrección por radiación causan incertidumbre en los datos de temperatura. Los radiosondas estándares no son capaces de medir vapor de agua a bajas temperaturas con suficiente exactitud; nuevos radiosondas han sido desarrollados para mitigar las deficiencias de los radiosondas estándar.

La limitada red de estaciones aerológicas se emplea para la calibración y validación de observaciones provenientes de satélites y de las salidas de modelos de circulación general de la atmósfera por la fiabilidad de los datos.

Para el sondeo calculado los especialistas utilizan los datos del Laboratorio de Recursos del Aire (ARL) por sus siglas en inglés. Los sondeos se obtienen a partir del Sistema de Asimilación de Datos Globales (GDAS) por sus siglas en inglés, localizable en el sitio web de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) por sus siglas en inglés, consultando la herramienta web Aplicaciones Medioambiental y de Visualización en Tiempo Real (READY) por sus siglas en inglés, en la siguiente dirección: “[www.ready.noaa.gov/READYamet.php](http://www.ready.noaa.gov/READYamet.php)”. Los datos ofrecidos son los mismos

que en el sondeo real explicados anteriormente y brinda una total confiabilidad a nivel internacional y en nuestra área geográfica.

A partir de los datos antes mencionados se pueden calcular los índices termodinámicos y a partir de estos, realizar pronósticos meteorológicos. Los índices describen la inestabilidad la atmósfera o indican la probabilidad de que se presente la convección. El viento frío en los niveles altos y caliente en los bajos, la acumulación de humedad, la inestabilidad de la atmósfera y el cambio de los vientos con la altura, son elementos que influyen en la severidad de las tormentas eléctricas.

Toda la serie de técnicas y procesos antes mencionados para adquirir los datos de la atmósfera, origina grandes volúmenes de datos que alimentan a los sistemas de información para así procesarlos, analizarlos y lograr entregar a los clientes la información necesaria para tomar las decisiones correctas en el menor tiempo, ejemplo de lo anterior es la información de los sondeos atmosféricos necesaria para la realización de los pronósticos a corto plazo, los pronósticos de tormentas locales severas (TLS), el cálculo de los índices termodinámicos, la producción de gráficos y mapas ploteados con la información obtenida.

Existen varias asociaciones y compañías a nivel internacional que se dedican a la automatización de procesos en la meteorología y poseen años de experiencia trabajando en la construcción de sistemas, además de contar con los recursos y el personal capacitado para lograr obtener sistemas de alta calidad y competitividad. Entre los sistemas más destacados que realizan pronósticos a partir de datos de sondeos atmosféricos se encuentra:

### **Digital Atmosphere**

Poderosa herramienta de predicción del tiempo, programa de visualización geográfica, que a partir de boletines meteorológicos realiza análisis y mapifica los datos obtenidos. Los mapas y otros productos que se crean son totalmente personalizables, utiliza algoritmos de análisis muy poderosos para crear mapas y gráficos en ambiente digital complejos.

Entre las funcionalidades que presenta se encuentra Graphics, (2017):

- Mapas de datos básicos de superficie.

- Mapas compuestos de datos de superficie, reflectividad de radar y análisis de fuerza de viento.
- Análisis de perfiles de la atmósfera.
- Posicionar eventos meteorológicos a gran escala en puntos de mapas.

## **RAOB**

Software para análisis de sondeos atmosféricos, multifuncional, acepta más de 35 diferentes formatos de datos de sondeo creando varios diagramas de sondeos incluso en 3D, graficando variables de tiempo, presión, turbulencia, inversiones, viento entre otros.

Entre las funcionalidades que presenta se encuentran:

- Importación de datos de sondeo aerológico para más de 35 formatos.
- Análisis de los datos de sondeos aerológico a través de distintos diagramas: Skew-T/ log-P, Emagrama y Tefigrama.
- Cálculos de los índices para tiempo severo.
- Evaluación y graficación de umbrales de sondeo.

Luego de analizar las funcionalidades de los sistemas RAOB y Digital Atmosphere, se buscó elementos comunes en el análisis de datos de sondeos atmosféricos y otros que, a pesar de su efectividad no se consideró aplicar.

## **Efectivos:**

- Histórico de sondeos atmosféricos, garantizando la organización, disponibilidad e integridad de los datos.
- Importación y exportación de datos de sondeos para garantizar la interoperabilidad entre sistemas.
- Cálculo de índices para tiempo severo, para su posterior evaluación y graficación de umbrales de sondeo.
- Análisis a través de diagramas de perfiles atmosféricos y mapificación de los mismos.

## **No efectivos:**

- Uso de herramientas y tecnologías liberadas sobre Licencias Privativas representada en el mercado por grandes intereses comerciales.

- Demasiadas restricciones sobre las funciones, no abarcan en algunos casos todo el proceso representativo, solo la información indispensable.
- Carencia de componentes de internacionalización.

### **1.3 Estado actual del procesamiento de la información en el CMPC para realizar los pronósticos meteorológicos a corto plazo.**

La Meteorología como ciencia está basada en gran medida en la observación de la atmósfera donde los meteorólogos trabajan con los datos de las estaciones meteorológicas, las observaciones de los radares, las imágenes de satélites y los sondeos atmosféricos.

Para el desarrollo de la Meteorología como ciencia, así como para su aplicación es imprescindible, contar con datos que describan con mayor exactitud las condiciones de la atmósfera. En el caso la información meteorológica se obtiene a través de las estaciones meteorológicas que proporcionan el valor de ciertas variables meteorológicas como la temperatura, la humedad relativa o la precipitación acumulada en un punto concreto; satélites meteorológicos que ofrecen una visión a gran escala espacial en tiempo real del estado de la atmósfera; y modelos numéricos de predicción de las condiciones meteorológicas.

Es posible clasificar la información meteorológica en las dos categorías principales que se enumeran a continuación:

- Datos de observación: Aquí se engloban todos los datos cuyo origen es algún sistema de observación. Se incluyen en esta categoría, entre otros, los datos obtenidos por satélites y radares meteorológicos, estaciones meteorológicas, estaciones de radiosondeo atmosférico, boyas marinas, datos procedentes de medidas realizadas por aviones o barcos entre otros. Cuanto mayor sea la fiabilidad y la precisión de la instrumentación que se utiliza, mayor será la veracidad de los datos.
- Datos de predicción. Aquí se reflejan los datos obtenidos por modelos numéricos de predicción. Un modelo numérico de predicción permite estimar las condiciones meteorológicas futuras, lo cual tiene también múltiples aplicaciones prácticas.

La historia del pronóstico del tiempo es antigua, aunque los paradigmas y las técnicas usadas, han cambiado significativamente gracias a los grandes avances experimentados en los últimos años, tanto en la comunicación como en la informática. Los pronósticos se hacen recolectando tantos datos como sea posible acerca del estado de la atmósfera (particularmente las variables atmosféricas de temperatura, presión atmosférica, vientos, humedad y precipitaciones) y usando el conocimiento de los procesos atmosféricos se determinan los patrones futuros atmosféricos.

Un sistema moderno diario de pronóstico del tiempo consiste en cinco componentes:

- Recopilación de datos.
- Asimilación de datos.
- Predicción numérica del tiempo.
- Posprocesamiento de modelos de salida.
- Presentación del pronóstico al usuario final.

La forma más habitual de realizar la predicción es utilizando los modelos numéricos y estos a su vez, emplean ecuaciones de las leyes físicas que describen el comportamiento de la atmósfera. La resolución de las ecuaciones es complicada puesto que, se trata de ecuaciones para las que no siempre existe una solución numérica exacta que permita determinar los valores futuros de las variables. Por esta razón, es necesario recurrir a técnica y sistemas de modelización numérica.

Los pronósticos meteorológicos son preparados en una gran variedad de formas y detalles. Un fenómeno puede no tener interés alguno en un pronóstico mientras que en otro presenta un alto nivel de importancia. La clasificación de los tipos de pronósticos considera el contenido de su predicción, catalogándose en general o especializado.

**Los pronósticos generales:** son aquellos que en su contenido contemplan las variables fundamentales del estado del tiempo, como la: nubosidad, dirección e intensidad del viento, temperatura y precipitaciones.

**Los pronósticos especializados:** son aquellos que varían de acuerdo con las características de las tareas u operaciones que realizan sus usuarios, dentro de los cuales están: los pronósticos para la navegación marítima y aérea. En este último grupo están los conocidos pronósticos meteorológicos especializados que se realizan con el



objetivo de pronosticar el inicio de la convección para el trabajo de la lluvia provocada para incrementar artificialmente las precipitaciones. A pesar de los avances tecnológicos, incluidos los sofisticados sistemas informáticos, solo se puede pronosticar el tiempo de forma relativamente precisa con unas horas y días de antelación.

Los pronósticos a corto plazo también clasifican dentro de los pronósticos especializados: Descripción de parámetros meteorológicos más allá de 12 horas y hasta 72 horas.

El pronóstico meteorológico a corto plazo para la actividad científica de siembra de nubes es realizado por especialistas del Departamento de Física de la Atmósfera, donde se analizan y se muestra los mapas presentados por el especialista de pronóstico, allí mismo se hace un resumen con todas las informaciones obtenidas de las imágenes de satélites, las observaciones de radar meteorológico, datos de superficie, la información del sondeo aerológico y el aire superior en diferentes niveles. Con toda esa información se conforma el pronóstico a corto plazo.

La evolución que han tenido los pronósticos meteorológicos especializados ha implicado un cambio sustancial en cuanto a la búsqueda de información que se debe tener en cuenta:

1. El clima del lugar donde se va a realizar el pronóstico meteorológico especializado.
2. Localización de los sensores remotos, ya sea propio del lugar o lo más cercano.
3. Localización de las coordenadas para la realización de los sondeos atmosféricos reales o calculados.
4. Estudio de los pronósticos del tiempo del lugar.
5. Seleccionar los productos adecuados a su utilización.
6. Localización de la red de estaciones sinópticas de superficie.
7. Personas especializadas de apoyo para los pronósticos meteorológicos especializados.

Los datos se obtienen varias veces por día, a horas fijas, los datos procedentes de cada estación meteorológica, de los barcos y de los satélites llegan a los servicios regionales encargados de centralizarlos, analizarlos y explotarlos, tanto para hacer progresar a la

meteorología como para establecer previsiones sobre el tiempo clave que hará en los días vecinos. Como las observaciones se repiten cada 3 horas la sucesión de los mapas y diagramas permite apreciar la evolución sinóptica de los fenómenos meteorológicos (su formación desarrollo y disipación), también si asciende o desciende la presión, la temperatura y la humedad, si aumenta o disminuye la fuerza del viento o si cambia de dirección en la región de interés.

Puede parecer fácil prever la trayectoria que seguirán los fenómenos atmosféricos y saber el tiempo que permanecerá en determinado lugar, cuando se puede utilizar todos los datos disponibles, procesarlos y analizarlos. En realidad, la atmósfera es una gigantesca masa gaseosa tridimensional, turbulenta y en cuya evolución influyen tantos factores que uno de estos puede ejercer de modo imprevisible una acción preponderante que trastorne la evolución prevista en toda una región.

#### **1.4 La calidad y la relación con los sistemas de información.**

Los sistemas de información gestionan y controlan los flujos de informativos por los que debe distribuirse una información de calidad, que reduce el riesgo de error en la toma de decisiones; y hablar de información de calidad implica tener en cuenta el nuevo concepto de calidad total (CT o TQ, del inglés *Total Quality*) que conlleva una nueva cultura de trabajo, y el nacimiento de nuevas estructuras organizativas.

La calidad, concebida como un proceso en el que se debe identificar al cliente, aceptar sus demandas, satisfacer sus necesidades y superar sus expectativas, implica que toda la organización, como entidad procesadora de información, debe tener, como objetivo prioritario, al cliente; es decir, todas las acciones tienen que estar orientadas a la satisfacción de dicho cliente. Plantea, Herrera, (2004), “a través del diseño e implementación de un sistema de gestión de la calidad con base en la Norma ISO 9000, como se puede enfrentar dichos retos”.

El hecho de que la calidad sea definida por el cliente, hace que deba estar en constante cambio y que deba ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a cada producto o servicio.

La calidad de la información en una organización es una necesidad que se impone, pues sin una información de calidad, la organización deja de ser competitiva ya que el

producto o servicio final carecería de las características de calidad que el cliente espera obtener.

Esta concepción lleva al concepto de gestión de calidad total (GCT o TQM, del inglés *Total Quality Management*). Estrategia de gestión desarrollada en las décadas de 1950 y 1960 por las industrias japonesas, a partir de las prácticas promovidas por el experto William Edwards Deming en materia de control de calidad.

Gestionar la calidad significa conocer las expectativas de los clientes e implicar a todos los elementos que forman parte de la organización en la concepción de ese objetivo. Esta implicación supone que la dirección tiene que confiar en la competencia laboral de sus empleados y en la capacidad de estos a la hora de tomar las decisiones que afecten a su área o servicio, debe explicarles claramente cuáles son los límites de sus tareas, previamente definidas en el organigrama de la organización. Todo ello impide que se produzcan desviaciones en los procesos, que dañan seriamente la calidad del servicio.

La comunicación de la dirección de los objetivos de la organización a medio o largo plazo, es una táctica bastante positiva para que los empleados consideren sus tareas como algo fundamental para el buen desarrollo de la organización, despertando, además en los empleados una necesidad de información sobre diversos aspectos relacionados con su tarea, lo que permitirá mejorar el rendimiento y la mayor capacitación en su puesto de trabajo.

Es claro que la calidad es uno de los elementos clave en la estructuración de una empresa al presentar como uno de sus objetivos principales la satisfacción del cliente y siendo todo lo demás, simplemente un proceso para llegar a tal fin por medio de metodologías tales como la calidad total, Reingeniería, Justo a Tiempo, Reestructuración, ISO-9000, entre otros, Concepción et al, (1997).

El aspecto fundamental en esta nueva cultura del trabajo es el compartir información. La información debe fluir en la organización sin ningún obstáculo, y el SI debe evitar toda situación de estancamiento y conseguir, de esta manera, una información de calidad.

Toda información que fluye libremente, dentro de las vertientes establecidas por el SI,

genera un proceso de retroalimentación lo suficientemente rápido como para que se puedan prevenir los errores antes de que se produzcan, aspecto importante y que se debe tener muy en cuenta, sobre todo desde el punto de vista financiero, pues la prevención disminuye costos, mientras que la rectificación de los errores los aumenta.

El objetivo de la gestión de la calidad en toda organización, es que se proporcione una situación ideal de calidad, y esta situación ideal de calidad depende, en un principio, de la forma de liderazgo de la organización. La forma de liderazgo paternalista y autoritaria es contraproducente para cualquier organización, afortunadamente la tendencia actual, es la de un estilo de dirección participativa, a través de la cual el director establece una comunicación bilateral de los empleados, escucha, ofrece apoyo y motivación, mejorando así los incentivos de los empleados.

El establecimiento de este nuevo tipo de dirección supone una transformación completa de los empleados, que deben aprender a trabajar en equipo y ser autónomos en sus tareas delegadas, debiendo enfrentarse a problemas que requieren de una rápida toma de decisiones. Esto únicamente lo pueden lograr desde la integración en la organización, y valorando su tarea fundamental para la competitividad en la organización. Esta valoración implica la más alta capacidad posible en su tarea, y para ello, es necesario coincidir la **calidad realizada**, que es capaz de obtener la persona que lleva a cabo el trabajo, y que depende de su capacitación, la **calidad programada** que es la que se propone obtener, o la que se propone alcanzar desde la dirección y que está en relación directa con una formación continua, y la **calidad necesaria** que es la que exige el cliente.

Un trabajo realizado con calidad, genera una información de calidad que redundará en beneficio del cliente. Pero antes de que el producto final llegue al cliente, existe cierta información que proviene del ámbito externo de la organización, como son las actividades de la competencia a las expectativas de los clientes, utilizada por los empleados de la empresa para hacer frente a su tarea y poder tomar las decisiones oportunas. La calidad de esta información es fundamental y tiene que asegurarse en el centro donde es recibida y procesada, es decir, en el SI de la organización que debe ser también el centro de operaciones del SI y de aseguramiento de la calidad

informativa.

Los clientes del SI son los propios trabajadores que cada vez van a demandar más información, y de elevada calidad, lo que contribuye a una mayor efectividad y rapidez en el servicio. Según Barry, (1992), los clientes utilizan cinco tipos de atributos para estimar la calidad de los servicios:

- Los tangibles, que son todos aquellos relacionados con el trato personal.
- Fiabilidad en el mantenimiento de la promesa de servicio que se le hace desde el centro de información.
- Capacidad de respuesta respondiendo a la demanda de forma rápida y eficaz.
- Seguridad en la competencia profesional del personal y empatía referida a un servicio individualizado y esmerado en las necesidades concretas del cliente.

La norma ISO 9001:2015, en sus generalidades, indica:” La adopción de un sistema de gestión de la calidad debería ser una decisión estratégica de la organización, pues bien, esta estrategia sirve para rentabilizar la gestión, ganar más, aumentar la competitividad y garantizar el futuro de la organización”.

La organización necesita para poder mejorar su participación en el mercado, aumentar su competitividad y así poder generar más ingresos, desarrollar un SI adecuado que a futuro le permita poder acceder a una certificación de su servicio, ya que, al apostarle a la calidad, con un enfoque basado en procesos, lo que se busca es que la organización articule sus procesos, procedimientos, tareas, de una forma sistemática, lográndose un mejoramiento continuo.

La norma ISO 9001:2015 clasifica, su aplicación en las organizaciones:

- Buscan ser más competitivas diferenciándose por los indicadores de calidad.
- Pretenden dar confianza a los proveedores.
- Quieren satisfacer a sus clientes.

Así, bajo esta perspectiva, la organización busca satisfacer al cliente e incrementar sus niveles de competitividad en el mercado, la mejor opción que tiene es desarrollar SI con indicadores de calidad basados en la norma ISO 9001:2015, mediante el cual le pueda garantizar al cliente las siguientes características en la presentación de su servicio:

**Tabla 1. Características de la calidad de servicio: ISO 9000. (ISO 9000, 1996).**

Accesibilidad	Credibilidad	Honestidad
Precisión	Formalidad	Puntualidad
Confort	Efectividad	Confiabilidad
Competencia	Flexibilidad	Seguridad

Una vez establecida la calidad de la información externa de la organización y la calidad de la información interna, previniendo los errores e identificando los fallos, y una vez determinados los flujos ascendentes, descendentes y laterales por donde debe fluir la información, debemos pasar a la fase de aseguramiento de la calidad estableciendo metas continuas de mejora, midiendo y comparando, de forma periódica, los objetivos propuestos en cada meta con los resultados obtenidos, además diseñando una planificación estratégica impuesta por la necesidad, se lleva a cabo con diferentes herramientas como el Histograma, los Gráficos de Control o el conocido Diagrama Causa-Efecto o Diagrama de Ishikawa, que permiten identificar las posibles causas de un problema.

Los indicadores de calidad también son herramientas para controlar la calidad de los procesos. Los indicadores de calidad son instrumentos de medición, de carácter tangible y cuantificable, que permiten evaluar la calidad de los procesos, productos y servicios para asegurar la satisfacción de los clientes. Miden el nivel de cumplimiento de las especificaciones establecidas para una determinada actividad.

Idealmente, las principales características que deben tener los indicadores de calidad son; ser realistas, es decir, estar directamente relacionado con las dimensiones significativas de la calidad del proceso, producto o servicio, en cuanto al número, deben ser pocos, aunque suficientes representativos de las áreas prioritarias o que requieren una supervisión constante de la gestión. Ser efectistas y centrados en el verdadero impacto de la calidad. Visibles y fácilmente representables en forma de gráficos de fácil interpretación. Accesibles a las personas involucradas en las actividades medidas. Además, sensibles a las variaciones de los parámetros que se está midiendo y sencillos de calcular y gestionar.

Los criterios de selección de los indicadores de calidad son variables a la hora de la implantación. En primer lugar se deben tener en cuenta los procesos que sean más

críticos por su alto nivel de influencia en la calidad del producto o servicio, los circuitos más importantes a nivel de resultados o en aquellos procesos que están por debajo del nivel de calidad deseable o esperado.

La cantidad de indicadores de calidad no tiene una norma fija, pero por lo general se deben utilizar los que sean necesarios para mantener una visión clara e inequívoca del estado o situación de la actividad a controlar.

Para realizar la implantación operativa de un indicador es necesario que previamente se definan: los datos a analizar, persona responsable de la gestión o el papel gestor de calidad, el cual actuará como facilitador para ayudar a la implantación.

Para la implantación es recomendable: utilizar indicadores gráficos de fácil interpretación, colocar los indicadores en lugares visibles dentro de las zonas donde se realizan las actividades, sean gestionados por los responsables de los procesos o actividades medidas y evitar las falsas alarmas como consecuencia de una sobredimensión del valor de dichos indicadores.

Es evidente que la implantación de un SI con indicadores de la norma de calidad ISO 9001:2015, en primer lugar, mejora la imagen de la organización, ayuda a la tarea del marketing, impone una nueva cultura informacional, en la medida en que involucra a todos los niveles de la organización obliga al conocimiento compartido, que favorece el espíritu de equipo y, por último, obliga al individuo a una formación continua. Pero la GCT significa muchos más, ya que implica el establecimiento de sistemas de gestión de la información son más fluidos en el camino ascendente, es decir, que abre las puertas de la comunicación entre los empleados y la dirección, obligando a los altos cargos a una respuesta continua que pone en circulación nuevos datos y estimula a crear nuevos modelos de gestión de estos sistemas para evitar su estancamiento.

Para definir un indicador, es necesario tener en consideración los siguientes campos:

- Nombre del indicador: descripción del indicador.
- Fórmula: modo en que se realizará la medición concreta del mismo.
- Responsable de recogida: quién se encargará de recoger los datos para el cálculo del indicador.
- Periodicidad de recogida: cada cuánto tiempo se llevará a cabo la medición del

indicador.

- Responsable de actuación. Es la persona que se encarga de tomar medidas en función de los valores que presente el indicador.
- Valor objetivo. Es el valor que se pretende que tome el indicador. Si no se consigue este valor, el responsable de actuación debe llevar a cabo acciones de mejora.

Algunos de los indicadores de calidad más empleados cuando se trata de medir la calidad de un producto según ISO 9001:2015, (2015):

- La cobertura, se define como la proporción entre el número de artículos disponibles en los mercados y las personas que demandan una necesidad que espera ser satisfecha. Este indicador es propio de proyectos que buscan penetrar de forma masiva entre los consumidores o que están pensados a largo plazo. Sin embargo, no siempre es así. A veces basta con que una empresa cubra los pocos frentes en los que suele desempeñarse para obtener un indicador positivo en términos de cobertura.
- La eficacia no es otra cosa que la relación entre un producto disponible y la necesidad para la que ha sido creado. Cuando esta relación es positiva, la eficacia del producto es alta. Pero si la necesidad del cliente sigue sin ser atendida tras la adquisición de dicho producto, el indicador es negativo. Algo en el proceso ha fallado.
- Valoración de ventas, el volumen de ventas es, sin duda, el elemento más empleado para medir la calidad de un producto. Vender mucho casi siempre es sinónimo de éxito: indica que el artículo ha tenido una buena acogida y que ha generado gran interés. No obstante, esta relación no supone en todos los casos un grado alto de calidad. Se puede vender mucho sin que el producto sea del todo bueno.
- Satisfacción del cliente, siguiente paso tras la venta de un producto es la evaluación del grado de conformidad de quien lo ha adquirido. La venta no garantiza satisfacción. Numerosos ejemplos dan cuenta de ello. Al utilizar este indicador, las empresas deben desplegar varias vías de retroalimentación para



poder evaluar con acierto lo que se conoce como la etapa de post-venta, que es crucial de cara a nuevas líneas de producción.

- Competitividad, hace referencia a la capacidad de las empresas para explotar aquellas cualidades que hacen distintos a sus productos. También tiene que ver con el nivel de adaptación a las dinámicas del mercado y a la capacidad de innovación y cambio. Un producto incapaz de competir es, por lo general, un producto de escasa calidad.

Como se puede apreciar, es indudable la interrelación existente entre el SI y la GCT. Sin un SI dinámico que asegure un flujo sin barreras de la información, no se puede asegurar la calidad de la misma; para evitar esas barreras es imprescindible un cambio de cultura del trabajo, en la que el empresario ejerza un liderazgo basado en la comunicación y en la delegación de funciones.

El empleado, a su vez, deberá aprender a trabajar en equipo y compartir información, para asegurarse, el mismo, la recepción de información precisa y efectiva que le permita participar en la consecución de un producto o servicio final de calidad, contribuyendo con ello a que su organización sea competitiva y pueda sobrevivir en su microambiente superando constantemente las expectativas de los usuarios o clientes, que son, en definitiva, el objetivo primario de toda organización que pretenda desarrollarse en esta nueva sociedad de la información.

Los indicadores de calidad son el puente para garantizar la interrelación exitosa entre el SI y la GCT dentro de la organización, siendo una expresión matemática de lo que se quiere medir con base a factores o variables claves además de un objetivo y cliente predefinido.

Los indicadores de calidad de acuerdo a sus tipos (o referencias) pueden ser históricos, estándar, teóricos, por requerimiento de los usuarios, por lineamiento político, planificado, de proceso o de resultados. Su continuo monitoreo puede establecer condiciones e identificar los diversos síntomas en que se desarrolla las actividades.

Dentro de las organizaciones empresariales, se debe contar con el menor número posible de indicadores que nos garantice contar con información constante, real y precisa sobre aspectos tales como: efectividad, eficiencia, eficacia, productividad,

calidad, la ejecución presupuestal, la incidencia de la gestión, todos los cuales constituyen el conjunto de signos vitales dentro de la organización.

Los objetivos y tareas que se proponga alcanzar una organización debe expresarse en términos medibles, que permitan evaluar el grado de cumplimiento o avance de los mismos. Los indicadores pueden ser: medidas, números, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas.

El objetivo final de cualquier organización empresarial que desea escalar cada vez en el mercado, es lograr la satisfacción del cliente, pues estos con sus compras, permiten que la empresa continúe existiendo y creciendo, generando de tal forma beneficios para sus integrantes (directivos y empleados).

Estas ventajas de los indicadores de calidad posibilitan el cumplimiento de los objetivos y tareas propuestas en un menor tiempo, al definir operativamente los requerimientos de especialistas e investigadores, lo que se muestra mediante el comportamiento del proceso, al permitir comparar los productos que se entregan contra lo que él se espera, demostrando la excelencia, lo que conlleva a la creatividad, surgiendo así nuevos productos, servicios y proyectos investigativos, y por tanto a la excelencia de la organización.

## **Conclusiones del Capítulo 1**

A modo de conclusiones parciales se resalta lo siguiente:

1. Analizada críticamente la bibliografía consultada se pudo profundizar en las características de los sistemas de información, prácticamente en el proceso de trabajo de GI, y de los procesos de diagnóstico del flujo de información. Al aplicar un enfoque de sistema, se pudo comprenderse con mayor facilidad las relaciones entre estos procesos.
2. Las fuentes pertinentes revisadas permitieron identificar y fundamentar la evolución en el tiempo que ha experimentado la práctica de la GI y el proceso de diagnóstico del flujo de información, además de sentar las bases que sustentan la solución al problema que representa el sistema de información propuesto.
3. El diagnóstico inicial a la situación actual que se presenta en el CMPC, relacionada con el proceso de GI, así como las técnicas y medios que se

emplean para ello, permitió identificar las insuficiencias esenciales que limitan el mejor desempeño en las operaciones del CMPC y en consecuencia establecer la vía para eliminarlas y conseguir una situación que satisfaga los requerimientos establecidos.

## **CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE SONDEOS ATMOSFÉRICOS**

A partir de los referentes teóricos conceptuales abordados en el capítulo anterior, y teniendo en cuenta el objeto y campo de acción, en el presente capítulo, se diseña un sistema de la información para los pronósticos meteorológicos a corto plazo.

Este capítulo tiene como objetivos:

- Fundamentar el diseño SI para el análisis de sondeos atmosféricos para el departamento de Física de la Atmósfera, que contribuya a la calidad de la información meteorológica utilizada en el pronóstico a corto plazo.
- Elaborar un SI para el análisis de sondeos atmosféricos para el departamento de Física de la Atmósfera, que contribuya a la calidad de la información meteorológica utilizada en el pronóstico a corto plazo.
- Validar el diseño del sistema en el Departamento de Física de la Atmósfera.

### **Breve caracterización del Centro Meteorológico Provincial de Camagüey.**

El CMPC por sus actividades diarias genera información variada y la distribuye en forma de servicios científico-técnicos (SCT) y de investigaciones científicas (IC), así caracteriza los procesos atmosféricos que influyen sobre el país y la región, con cuantiosas aplicaciones y resultados, avalados por los significativos ingresos monetarios y publicaciones científicas nacionales e internacionales.

La misión del CMPC consiste en suministrar información meteorológica y climática autorizada, confiable y oportuna sobre el estado y comportamiento futuro de la atmósfera. Esta información está dirigida a velar por la seguridad de la vida humana y a reducir las pérdidas de bienes materiales ante desastres naturales de origen meteorológico, contribuyendo o directamente al bienestar de la comunidad y al desarrollo socioeconómico sostenible.

La visión del CMPC se proyecta como centro de investigación, que posee un colectivo con trabajadores con más de 30 años de experiencia en investigaciones y servicios relacionadas con la Meteorología y los procesos atmosféricos con resultados de importancia, avalados por publicaciones internacionales y nacionales.

Sus investigaciones y servicios se encuentran organizados de acuerdo a la dirección por proyectos y SCT estatales y no estatales, que reúnen los requisitos de calidad y actualización exigidos por la Organización Mundial de Meteorología (OMM).

Dentro del CMPC está el destacado Departamento de Física de la Atmósfera el cual tiene la misión de desarrollar investigaciones en Física de la Atmósfera, con particular énfasis en la modificación artificial del tiempo para el incremento de las precipitaciones; desarrollar investigaciones en meteorología de radar direccionadas en lo fundamental a la estimación de la lluvia, identificación de patrones, pronósticos a corto y muy corto plazo, estudio del movimiento de la nubosidad y realizar la vigilancia tecnológica para mantener la actualización del estado del arte y el desarrollo científico en la especialidad y todo en función de una gestión estratégica para el CMPC.

El departamento de Física de la Atmósfera cuenta con un capital humano de alto desarrollo científico-técnico, capaz de asumir tareas de desarrollo aplicadas a todo lo relacionado con las tecnologías y metodologías más adecuadas para las características de la atmósfera.

Para cumplir con el objeto social y alcance asignado en el departamento, se realizan investigaciones relacionadas con la física de la atmósfera, la meteorología de radar y la meteorología sinóptica, procedimientos para la calibración radar-pluviómetro, elaboración de metodologías para la siembra de nubes, para la estimulación de la lluvia y para la confección de pronósticos del tiempo especializados, aplicadas a la modificación del tiempo tanto para el territorio nacional como fuera del territorio. Trabajos operacionales para la modificación artificial del tiempo, estudios para el seguimiento y evaluación de las áreas nubosas, seguimiento de tormentas, estudios y trabajos operativos con la atmósfera superior con sondeos atmosféricos.

La necesidad de organizar la información referida a los resultados de todas las investigaciones del departamento en función de la toma de decisiones y de la gestión del conocimiento. El departamento se integra con trabajadores de otros departamentos del centro y fuera de este.

## **2.1 Fundamentación teórica para el diseño del Sistemas de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos.**

Los sistemas de información y análisis de sondeos atmosféricos constituyen el elemento principal para el procesamiento de la información y deben caracterizarse por una racional rapidez, fácil accesibilidad, calidad requerida de los reportes y facilitar la toma de decisiones adecuadas. Esta actividad necesita de datos de entrada en los que puedan establecer una relación entre otros sistemas vinculados con áreas determinadas para garantizar las salidas específicas del procesamiento de la información del diseño del SIASA.

Forman un paso de avance en el presente diseño del SIASA ser un SI meteorológico que exige poseer la virtud de alta frecuencia de la actualización de los datos de las variables meteorológicas de prioridad para desarrollar los pronósticos meteorológicos a corto plazo.

Se plantea que los datos de sondeos atmosféricos le brindan al SIASA la posibilidad de explotar los procesos de condensación, radiación y estado termodinámico de las capas superiores de la atmósfera. Cuyo objetivo es procesar y determinar un conjunto de cálculos de las variables meteorológicas.

Además, el SI tiene que tener la capacidad de integrar los sondeos atmosféricos como parte de las observaciones de aire superior con el sistema global de observaciones climáticas. Esto incluye un espectro de opciones de viabilidad para el SIASA como monitoreo y detección de la variabilidad y cambio del clima, predicciones del clima en todas las escalas, modelación climática, estudio de procesos climáticos, actividades de reanálisis de datos y estudios de satélites concernientes a la calibración del satélite y transferencia radiativa.

Forman las mediciones de radiosondas una base de datos extensa de los elementos climáticos esenciales para las observaciones de aire superior de gran fiabilidad. Con los cuales el SIASA puede calcular la composición química de la atmósfera, importante para la predicción climática, aplicada al pronóstico del bienestar y salud de animales, plantas y seres humanos.

A partir de los datos de entrada del SIASA el sistema debe ser capaz de calcular los índices termodinámicos para indicar y describir la inestabilidad de la atmósfera. Con las informaciones adquiridas, entonces se pueden ejecutar las salidas de informaciones necesarias para procesar, analizar de manera automática en el menor tiempo posible gran cantidad de informaciones y así realizar los pronósticos meteorológicos a corto plazo.

En el mundo existe la competencia de los sistemas de información meteorológicos y el SIASA tiene todo el potencial para sobrepasar a las asociaciones y compañías privadas que se dedican a la construcción de este tipo de SI.

### **2.1.1 Herramientas utilizadas para el diseño del Sistema de Información y Análisis de los Sondeos Atmosférico**

A continuación, se listan y detallan aquellas herramientas que han sido necesarias para la realización del diseño que se propone.

- Herramientas para la implementación:
  - Equipo: ordenador con las características mínimas. Procesador Intel i5 de 64 bits, con un sistema operativo Windows 10, con memoria RAM de 2GB.
- Herramientas para la realización de la propuesta:
  - Lenguaje de programación: Python versión 3.4
  - Librería para graficar diagramas aerológicos: SkewT versión 1.1.0
  - Entorno Integrado para el Desarrollo (IDE): PyCharm 2016.2.3
  - Herramienta para diseño de interfaces: QT Designer 5.3
  - Servidor de Base de Datos: Postgres versión 9.3
  - Herramienta de Administración de Datos: pgAdmin versión 1.18.1
  - Herramienta para replicación de datos: SymmetricDS versión 3.6

#### **Acerca del lenguaje de programación Python:**

El lenguaje de programación Python surge a principio de los años noventa. Por el investigador holandés Guido van Rossum, que trabajaba en el centro de investigación Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) de Ámsterdam, es asignado a un proyecto que consistía en el desarrollo de un sistema operativo distribuido llamado Amoeba. Por aquel tiempo, el CWI utilizaba un lenguaje de programación llamado ABC. En lugar de

emplear este lenguaje para el proyecto Amoeba, Guido decide crear uno nuevo que pueda superar las limitaciones y problemas con los que se había encontrado al trabajar en otros proyectos con ABC.

Así pues, es esta la principal motivación que dio lugar al nacimiento de Python.

La primera versión del lenguaje ve la luz en 1991, pero no es hasta tres años después cuando decide publicarse la versión 1.0. Inicialmente el CWI decidió liberar el intérprete del lenguaje bajo una licencia open source propia, pero en septiembre del 2000 y coincidiendo con la publicación de la versión 1.6, se toma la decisión de cambiar la licencia por una que sea compatible con la licencia GNU GPL (GNU General Public License) y se diferencia de la GPL al ser una licencia no copyleft. Este hecho implica que es posible modificar el código fuente y desarrollar código derivado sin la necesidad de hacerlo open source.

Hasta el momento solo se ha liberado tres versiones principales, teniendo cada una de ellas diversas actualizaciones. En lo que respecta a la versión 2, la última en ser liberada fue la 2.7. La versión 3 cuenta con la actualización 3.6, ambas versiones, son mantenidas por separado.

### **Descripción del lenguaje de programación: Python:**

Según Montoro, (2013), Python es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y multipropósito. En los últimos años su utilización ha ido constantemente en aumento y en la actualidad es uno de los lenguajes de programación más empleados para el desarrollo de software.

Python puede ser utilizado en diversas plataformas y sistemas operativos, entre los que podemos destacar lo más populares, como Windows, Mac OS X y Linux. Pero, además, Python también puede funcionar en smartphones, Nokia desarrollo un intérprete de este lenguaje para su sistema operativo Symbian.

Python es un lenguaje de programación que no fue ideado para un ámbito específico. Montoro, (2013). También expresa que; con este lenguaje podemos desarrollar software para aplicaciones científicas, para comunicación de red, para aplicaciones de escritorio como interfaz gráfica de usuario (GUI) por sus siglas en inglés, para crear juegos, para smartphones y por supuesto, para aplicaciones web.



Python es un lenguaje productivo, potente, flexible, con una sintaxis clara y concisa. Además, no requiere dedicar tiempo a ser compilación debido a que es interpretado. Otra ventaja de Python es open source, cualquiera puede contribuir a su desarrollo y divulgación y no hay que pagar ninguna licencia para distribuir software desarrollado con este lenguaje.

Para el desarrollo de la propuesta se decidió utilizar el lenguaje de programación Python con la actualización 3.4 por los siguientes motivos:

- Es un lenguaje muy expresivo y además muy compacto. El número de líneas de código de un programa suele ser considerablemente más reducido utilizando Python que utilizando otro lenguaje de programación como C. Por este motivo, muchos autores catalogan a Python como un lenguaje de muy alto nivel.
- Se trata de un lenguaje muy legible, gracias a su compactación.
- Ofrece un entorno interactivo que permite comprobar la funcionalidad de unas determinadas líneas de código de manera instantánea.
- Es un lenguaje que puede ser utilizado como lenguaje imperativo procedimental o como lenguaje orientado a objetos.
- Posee estructuras de datos definidas muy ricas que aligeran la complejidad del código a la hora de desarrollar un algoritmo. Tales como ejemplo, listas, diccionarios, entre otros. Además, la manipulación de estas estructuras es muy sencilla e intuitiva.
- El entorno de ejecución de Python detecta errores de programación proporcionando con exactitud el origen del error.
- El intérprete de Python es totalmente gratuito y proporciona versiones para cualquier plataforma ya sea Linux, Windows o Macintosh. El intérprete se puede descargar desde la página web <http://www.python.org>.

### **Librería para graficar diagramas aerológicos: SkewT versión 1.1.0**

La librería de Python SkewT en su versión 1.1.0 creada por Chubb, (2015) descrita en la página web <http://pypi.python.org/pypi/SkewT/> proporciona algunas herramientas útiles para ayudar con el trazado y análisis de datos de la atmósfera superior. En

particular, suministra algunas clases y métodos útiles para manejar la incómoda proyección skew-x la cual se encarga de dibujar las figuras en 2D.

SkewT ha sido sometido a una importante revisión para implementar las nuevas características disponibles en Matplotlib 1.4 de las librerías de Python.

La librería SkewT recibe los datos de los sondeos en formato texto estructurado como muestra la figura 2:

```
94975 YMHG Hobart Airport Observations at 00Z 02 Jul 2013
```

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1004.0	27	12.0	10.2	89	7.84	330	14	284.8	306.7	286.2
1000.0	56	12.4	10.3	87	7.92	325	16	285.6	307.8	286.9
993.0	115	12.8	9.7	81	7.66	311	22	286.5	308.1	287.9

**Figura 2. Datos de sondeos en formato texto.**

Con los datos de los sondeos ya procesados se puede dibujar el diagrama termo-dinámico Skew-T Log-P y calcular los diferentes índices y parámetros de verdadera importancia para la elaboración del pronóstico a corto plazo.

### **Descripción del diagrama termo-dinámico Skew-T Log-P utilizado en la librería SkewT:**

Una vez que se ha trazado la observación del radiosonda, el Skew-T Log-p mostrará la temperatura, el punto de rocío y la velocidad / dirección del viento. Chubb, T. (2015).A partir de estos valores básicos, se puede obtener una gran cantidad de información sobre la condición meteorológica del aire superior, como se muestra en la figura 3.

### **Temperatura**

Las líneas de temperatura se dibujan en un ángulo de 45 ° con valores de temperatura que aumentan desde la esquina superior izquierda a la esquina inferior derecha de la tabla, figura 4. Las primeras versiones de esta tabla de aire superior se hicieron con las líneas de temperatura dibujadas en la vertical.

Pero en 1947, la modificación de inclinar las líneas de temperatura 45 ° ayuda en el análisis. Aquí es de donde proviene el nombre "Skew-T" ya que las líneas de temperatura están sesgadas en un ángulo de 45 °.

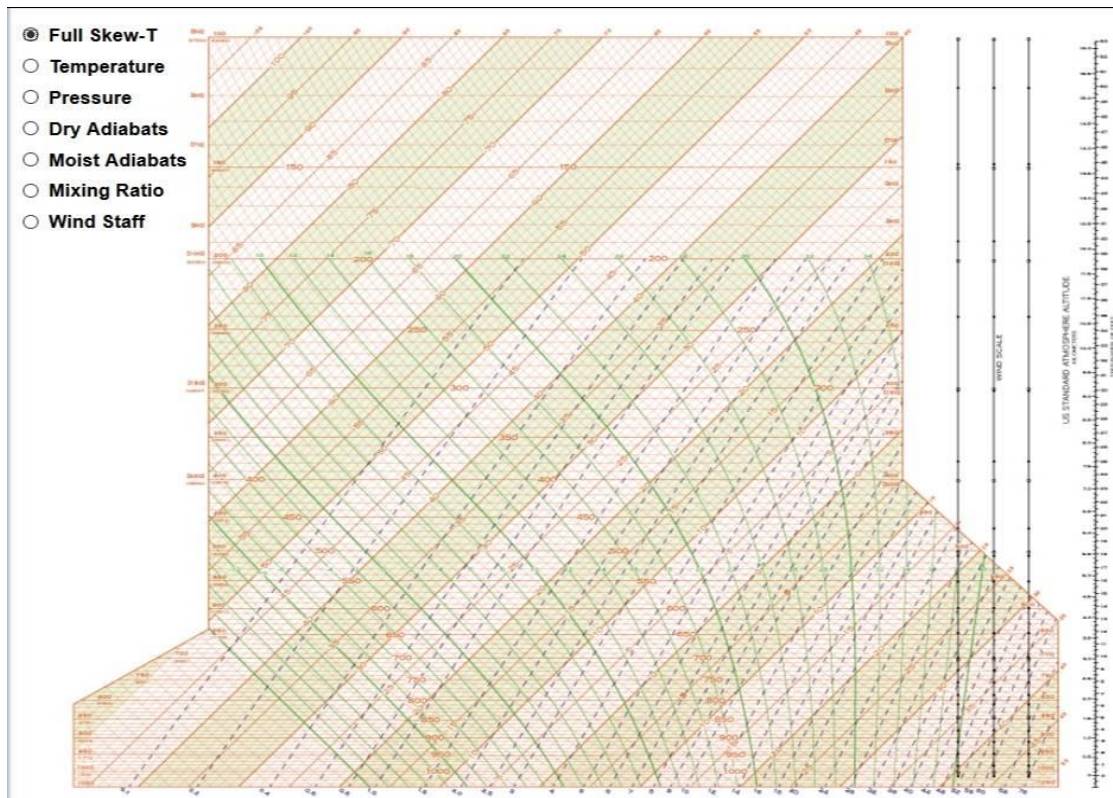


Figura 3. El diagrama termodinámico "Skew-T Log P" utilizado para trazar las observaciones del aire superior. Chubb, T. (2015).

## Presión

Las líneas de presión se dibujan en la horizontal. La distancia entre las líneas aumenta desde la parte inferior hasta la parte superior del gráfico (1050 milibares) y (100 milibares) respectivamente, figura 5. Esto se debe a la disminución de la densidad atmosférica con el aumento de la elevación.

La presión atmosférica disminuye logarítmicamente al aumentar la elevación. Por lo tanto, las alturas de los distintos niveles de presión se trazan como el "registro" de la presión parte "Log-P" del diagrama Skew-T Log-P.

## Adiabáticos secos

Ligeramente curvadas, estas líneas aumentan en valor ( $^{\circ}$  C) desde la esquina inferior izquierda hasta la esquina superior derecha, figura 6. Los adiabáticos secos representan la velocidad a la que el aire no saturado se enfría a medida que se levanta. (El aire no saturado es aire con una humedad relativa inferior al 100%). A medida que aumenta el aire no saturado, se expande y se enfría disminuyendo la temperatura (o

disminuyendo) a una velocidad de  $9.8^{\circ}\text{C}$  por cada 1000 metros ( $5.5^{\circ}\text{F} / 1000$  pies) hasta que la humedad relativa se vuelva 100% (el aire se satura). Esta tasa se denomina "tasa de caída adiabática seca" y estas líneas en el Skew-T representan ese valor.

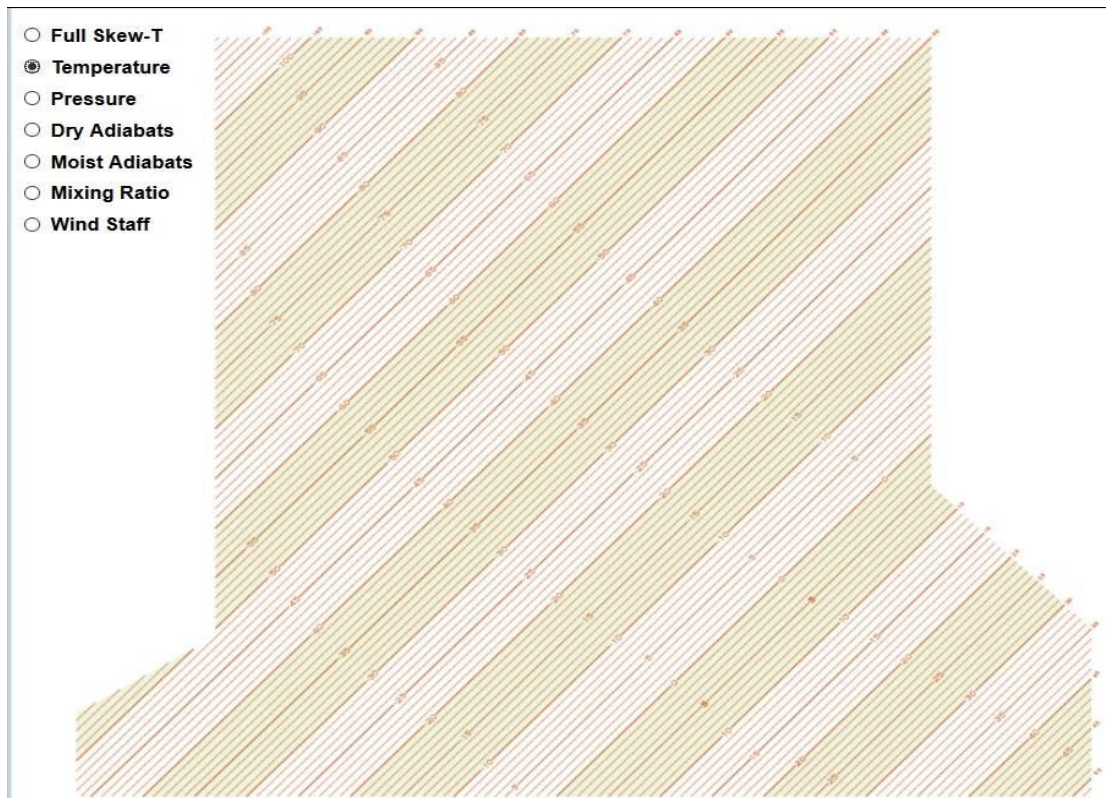


Figura 4. Líneas de temperaturas del diagrama termodinámico "Skew-T Log P". Chubb, T. (2015).

### Adiabáticos húmedos (o saturados)

Estas líneas curvas aumentan en valor ( $^{\circ}\text{C}$ ) de izquierda a derecha. Los adiabáticos húmedos representan la velocidad a la que el aire saturado se enfría (lapsos) a medida que aumenta, figura 7. Cuando el aire está a una humedad relativa del 100%, el enfriamiento adicional hace que el vapor de agua se condense.

En este proceso de condensación, se libera calor que luego afecta la velocidad de enfriamiento y estas líneas representan esa velocidad.

Cerca de la superficie, a medida que el aire saturado se eleva, se expande y comienza a enfriar a una velocidad de aproximadamente  $4^{\circ}\text{C}$  por cada 1,000 metros ( $2.2^{\circ}\text{F} / 1,000$  pies). A medida que continúa aumentando, la velocidad de enfriamiento



disminuye debido a la disminución de la cantidad de vapor de agua.

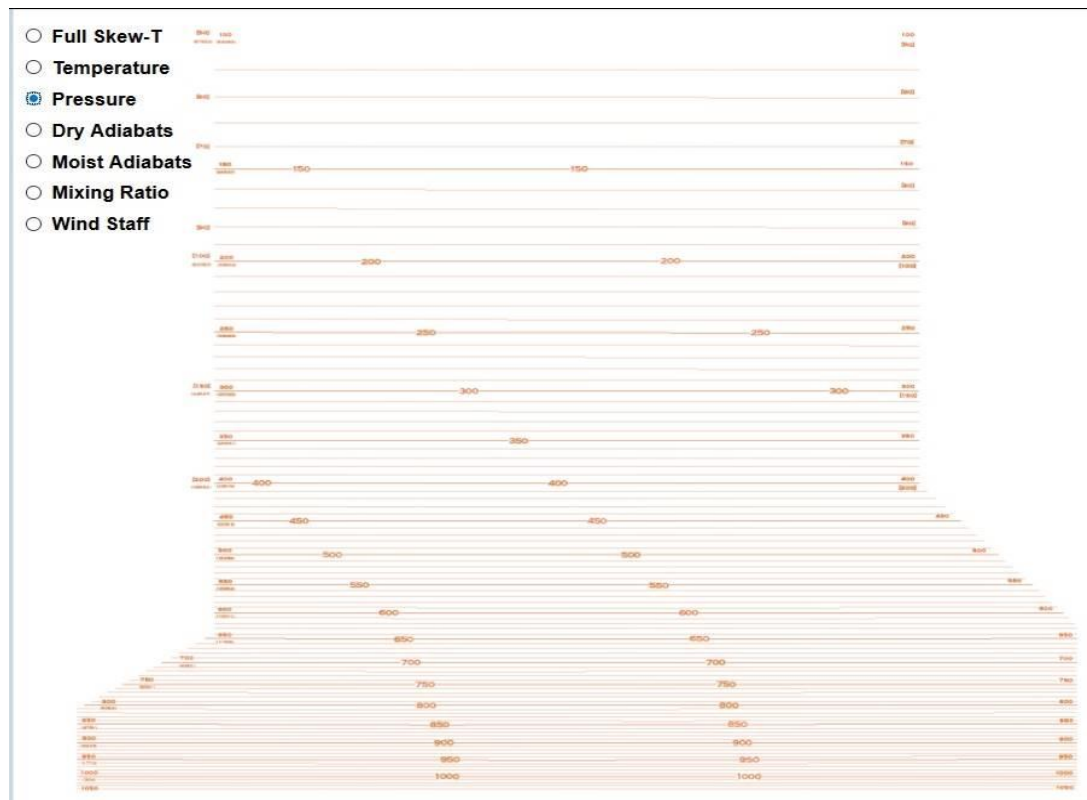


Figura 5. Líneas de presiones del diagrama termodinámico "Skew-T Log P". Chubb, T. (2015).

En el Skew-T, los **adiabáticos secos** y **húmedos** se vuelven casi paralelos en la troposfera superior, porque la velocidad de enfriamiento se aproxima a la de los adiabáticos secos, casi  $9.8^{\circ}\text{C} / 1,000 \text{ metros}$  ( $5.5^{\circ}\text{F} / 1,000 \text{ pies}$ ).

El aire muy frío no contiene mucho vapor de agua. La razón es porque a medida que el aire se enfría, la temperatura del vapor de agua disminuye, lo que conduce a una cantidad creciente de vapor que se condensa a un estado líquido (o se deposita en un sólido). Esta condensación y / o deposición disminuye la cantidad de agua gaseosa que queda en la atmósfera.

Con aire muy frío, la mayor parte del vapor de agua ya se ha condensado en un líquido o se ha depositado en un sólido. El resultado final es que el aire muy frío contiene poco vapor de agua y, por lo tanto, no puede liberar mucho calor a la atmósfera.

Por el contrario, el aire muy caliente puede contener grandes cantidades de vapor de agua. Calentar el aire significa que la temperatura del vapor de agua aumenta, por lo

que la evaporación y / o sublimación (que cambia de líquido o sólido a gas) también aumenta. Esto agrega vapor de agua a la atmósfera.

En los trópicos, la gran cantidad de calor liberado por el proceso de condensación del aire muy húmedo es uno de los mecanismos para la formación de ciclones tropicales y tormentas eléctricas.



**Figura 6. Líneas de Adiabáticos secos del diagrama termodinámico "Skew-T Log P". Chubb, T. (2015).**

### Proporción de mezcla

En Meteorología, la relación de mezcla es la masa de vapor de agua en comparación con la masa de aire seco. Se expresa en gramos por kilogramo. Se pueden aprender dos relaciones de mezcla a partir de un Skew-T, la relación de mezcla ordinaria y la relación de mezcla de saturación, figura 8. En un sondeo de radiosonda trazada, la relación de mezcla en cualquier nivel dado es la cantidad de vapor de agua en el aire donde la línea de temperatura del punto de rocío cruza la línea de relación de mezcla.

La proporción de mezcla de saturación es la cantidad máxima de vapor de agua que puede estar en el aire en cualquier nivel dado y se encuentra donde la línea de

temperatura cruza la línea de relación de mezcla.

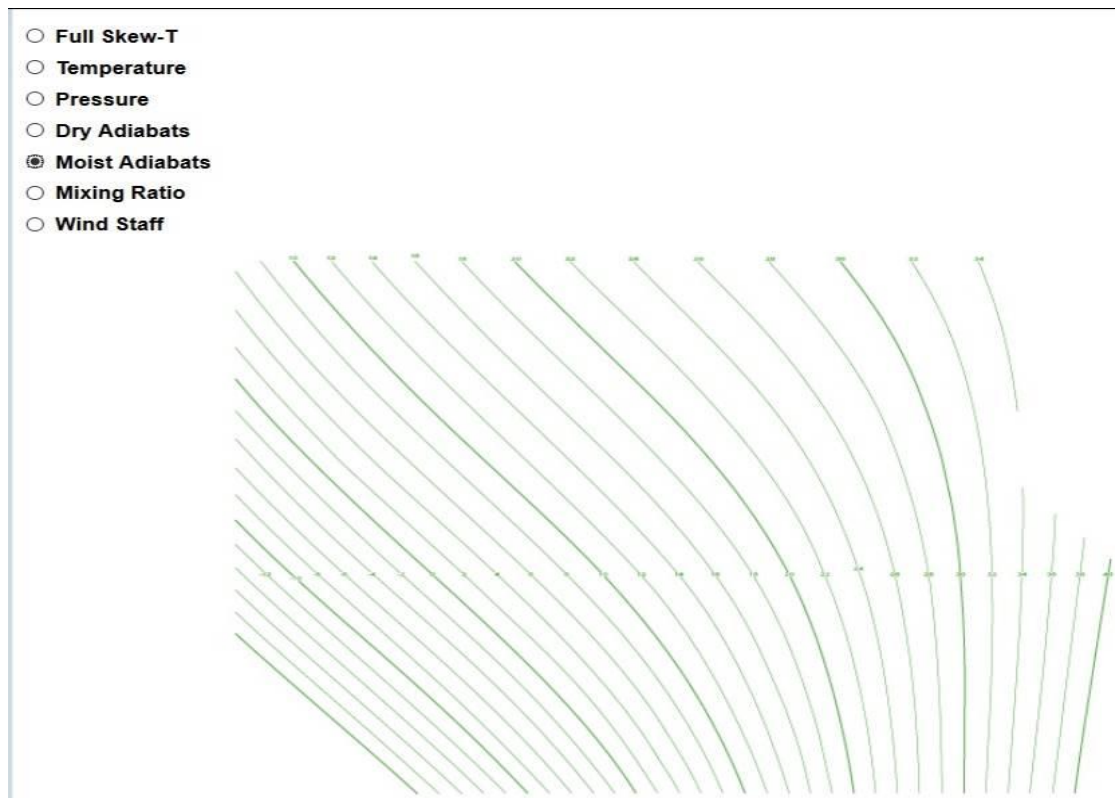


Figura 7. Líneas de Adiabáticos húmedos o saturados del diagrama termodinámico "Skew-T Log P". Chubb, T. (2015).

### Estado del viento

Estos pentagramas son para trazar la velocidad y dirección del viento según lo observado por el radiosonda, como se representa en la figura 9.

### PyCharm:

Es un nuevo entorno de desarrollo integrado (IDE) por sus siglas en inglés, específico para los desarrolladores de los lenguajes de programación Python y Django (marco de aplicación web de código abierto, escrito en Python, que sigue el patrón arquitectónico modelo-vista-controlador).

JetBrains, es el creador de diferentes herramientas para el desarrollo de la productividad de software. Dentro de la familia de IDEs desarrollados encontramos IntelliJ IDEA para programar en el lenguaje Java, RubyMine para el lenguaje Ruby. Otras entregas incluyen PhpStorm e IDE de WebStorm para desarrolladores de PHP, HTML y JavaScript, respectivamente.

PyCharm está dirigido directamente a los desarrolladores de Python, Django y Google App Engine. También presenta un editor de código inteligente que comprende los detalles de Python y proporciona productividad con formateo automático de códigos, finalización de código, refactorizaciones, importación automática, navegación por código con un clic y más. Además, con la adición de rutinas avanzadas de análisis de código como base, estas características hacen de PyCharm una herramienta útil tanto para los desarrolladores profesionales de Python como para aquellos que recién están comenzando con la tecnología.

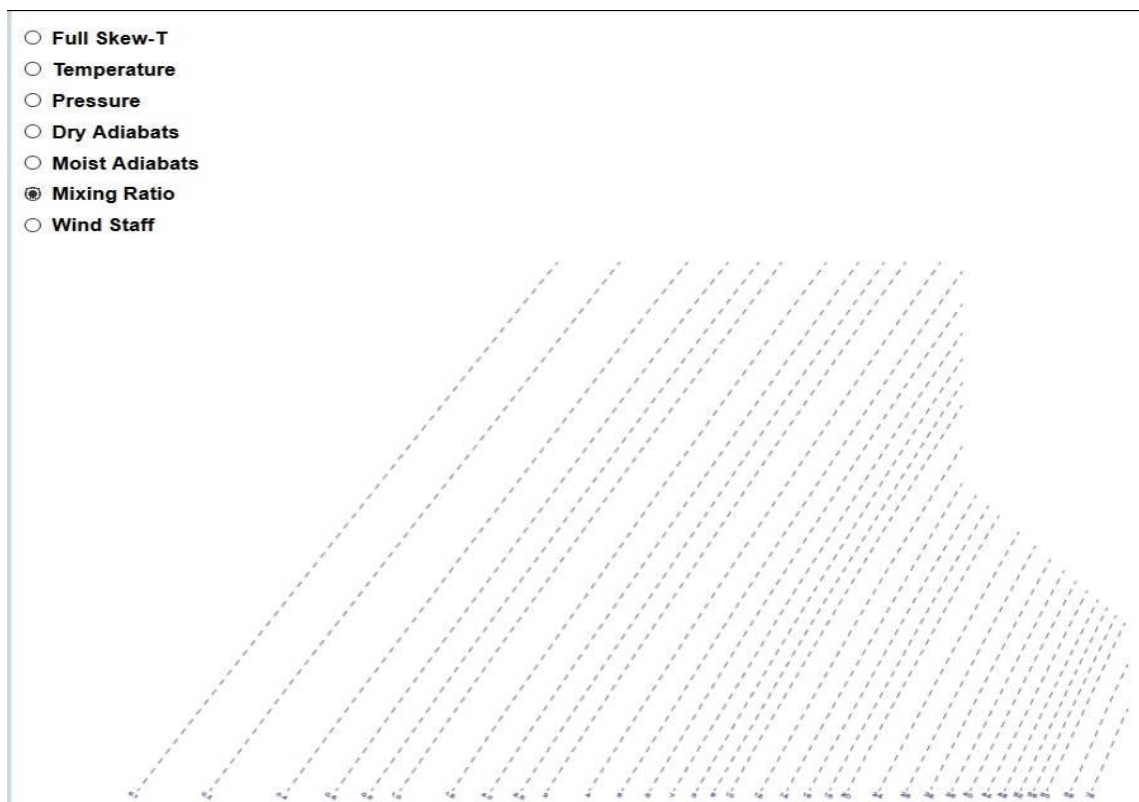
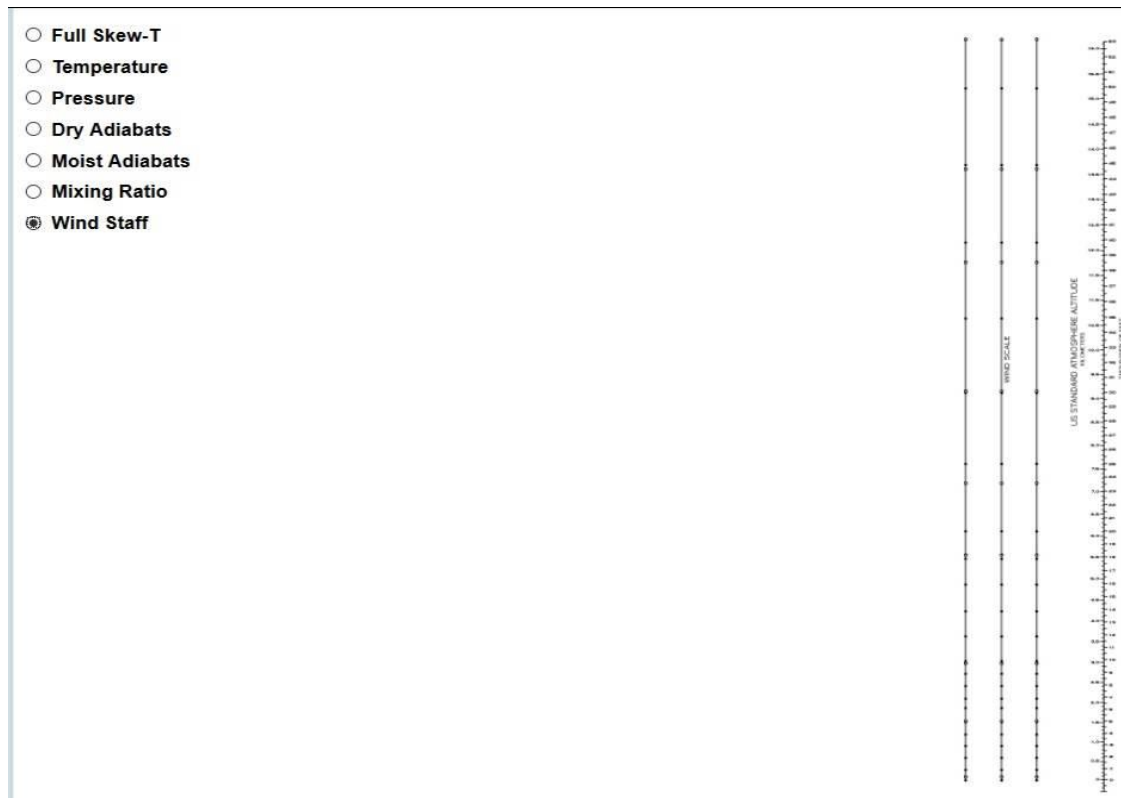


Figura 8. Líneas de relaciones de mezcla del diagrama termodinámico "Skew-T Log P". Chubb, T. (2015).

### Postgres versión 9.3

Los sistemas de gestión de base de datos son tipos de software muy específicos, dedicados a servir de interfaz entre las bases de datos, el usuario y las aplicaciones que lo utilizan. Se componen de un lenguaje de definición de datos y de un lenguaje de consulta. Permiten definir los datos a distintos niveles de abstracción y manipular dichos datos, garantizando la seguridad e integridad de los mismos. CAVSI, (2010).





**Figura 9. Líneas de estado del viento (fuerza y dirección) del diagrama termodinámico "Skew-T Log P". Chubb, T. (2015).**

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos basado en el proyecto POSTGRES, de la universidad de Berkeley. Es un potente motor de bases de datos objeto-relacional, que tiene prestaciones y funcionalidades equivalentes a muchos gestores de base de datos comerciales. Distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente. Utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos en vez de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema. Martinez, (2011).

### **PgAdmin versión 1.18.1**

PgAdmin es una herramienta de código abierto líder para la administración de bases de datos PostgreSQL y derivados (*EnterpriseDB Postgres Plus Advanced Server* y *Greenplum Database*). Está diseñado para satisfacer las necesidades tanto de usuarios novatos como experimentados de Postgres, proporcionando una poderosa interfaz gráfica que simplifica la creación, el mantenimiento y el uso de objetos de base de datos.

Incluye:

- Interfaz administrativa gráfica
- Herramienta de consulta SQL (con un EXPLAIN gráfico)
- Editor de código procedural
- Agente de planificación SQL/shell/batch
- Administración de Slony-I

PgAdmin se diseña para responder a las necesidades de la mayoría de los usuarios, desde escribir simples consultas SQL hasta desarrollar bases de datos complejas.

La interface gráfica soporta todas las características de PostgreSQL y hace simple la administración. Está disponible en más de una docena de lenguajes y para varios sistemas operativos, incluyendo Microsoft Windows, Linux, FreeBSD, Mac OSX y Solaris.

### **SymmetricDS versión 3.6**

Es una herramienta de open source disponible en la web, consiste en el método de **replicación multimaestra**, es un método de replicación de base de datos en tiempo real donde se habilitan los datos para ser distribuidos en un grupo de computadoras, y actualizado por cualquier miembro del grupo. El sistema de replicación multimaestra es responsable de propagar la modificación de los datos a los diferentes miembros, estos datos pueden ser contrastados con una replicación maestra-esclava, en donde un miembro del grupo está asignado como el "maestro" para tomar las piezas de datos y es el único del nodo habilitado a modificarlos. Otros miembros solo pueden modificar los datos comunicándose con el maestro del nodo. Habilitando solo un maestro, se facilita la consistencia en los miembros del grupo, pero es de reducida flexibilidad frente a la replicación multimaestra.

SymmetricDS garantiza que los cambios en los datos son captados de forma automática. Soporta diferentes proveedores de lenguaje de bases de datos entre los que se puede integrar, Oracle, SQL Server, PostgreSQL, DB2, Firebird, HSQLDB, H2, e incluido Apache Derby.

#### **2.1.2 Descripción de los índices termodinámicos utilizados en el sistema.**

Existen más de 65 índices y parámetros termodinámicos relacionados. Se han hecho

minuciosos estudios climatológicos para eliminar los redundantes y seleccionar los mejores. La mayor o menor validez depende de la región que se trate. Se usan para tener una idea de los procesos físicos que pueden tener lugar en un entorno dado. Los índices más comunes que se aplican a los diagramas de sondeos:

**Índice Total, de Totales (TT):** El TT es un índice de la inestabilidad atmosférica compuesto por dos índices: el total cruzado y el vertical total. El total cruzado es una medida de cómo flota una burbuja de aire debido a su menor densidad, cuando el aire está húmedo en los niveles bajos y es definido como la diferencia entre la temperatura del punto de rocío en los 850 hPa y la temperatura ambiente entre los niveles 850 y 500 hPa. La suma del vertical total y del total cruzado es el índice TT Botija, (2010).

$$TT = T_{d850} + T_{850} - 2(T_{500})$$

$T_{d850}$  = temperatura del punto de rocío en los 850 hPa.

$T_{850}$  = temperatura en el nivel de los 850 hPa.

$T_{500}$  = temperatura en los 500 hPa.

Criterios de probabilidades para ocurrencia de eventos climáticos:

Si  $TT \leq 44$  Probabilidad de tormentas, baja probabilidad de tiempo severo.

Si  $TT \geq 45$  Moderada probabilidad de tormenta locales severas.

Si  $TT \geq 50$  Probabilidad tormentas muy fuerte y tornados.

**Índice de Pronóstico de tormentas eléctricas (K):** Establecido para pronosticar tormentas eléctricas del tipo masa de aire o tormentas no relacionadas con el mecanismo dinámico. (Botija, 2010).

$$K = (T_{850} - T_{500}) + (T_{d850} - (T_{700} - T_{d700}))$$

$T_{850}$  = temperatura en el nivel de los 850 hPa.

$T_{500}$  = temperatura en el nivel de los 500 hPa.

$T_{d850}$  = temperatura del punto de rocío en los 850 hPa.

$T_{700}$  = temperatura en el nivel de los 700 hPa

$T_{d700}$  = temperatura del punto de rocío en los 700 hPa.

Criterios de probabilidades para la ocurrencia de eventos meteorológicos:

Si  $K < 15$  0% de probabilidad de tormentas.

Si  $K \geq 15 \geq 20$  20% de probabilidad de tormentas.

Si  $K \geq 21 \geq 25$  20% a 40% de probabilidad de tormentas.

Si  $K \geq 26 \geq 30$  40% a 60% de probabilidad de tormentas.

Si  $K \geq 31 \geq 35$  60% a 80% de probabilidad de tormentas.

Si  $K \geq 36 \geq 40$  80% a 90% de probabilidad de tormentas.

Si  $K > 40$  Cerca del 100% de probabilidad de tormentas.

**Índice de Levantamiento (LI):** El índice de levantamiento proporciona un estimado de la inestabilidad de la atmósfera debido a la diferencia de temperatura real en el nivel de 500 hPa y la temperatura que una burbuja de aire adquiriría si es elevada desde la superficie hasta el nivel de 500 hPa, Botija, (2010).

$$LI = T_{500} - T_{p500}$$

$T_{500}$  = temperatura ambiente en el nivel de los 500 hPa.

$T_{p500}$  = temperatura en el nivel de 500 hPa.

Criterios de probabilidades para la ocurrencia de eventos meteorológicos:

Si  $LI \leq 0$  Posibles tormentas eléctricas.

Si  $LI \leq -4$  Posibles tormentas locales severas.

**Índice de Showalter (SI):** Brinda un estimado de la inestabilidad debido a la diferencia de temperaturas entre la temperatura real del nivel de 500 hPa y la temperatura que una burbuja de aire alcanzaría cuando es elevada de 850 hPa a 500 hPa. Este índice se aplica cuando el nivel de 850 hPa brinda una mejor representación del estado de la atmósfera que el nivel de superficie, (Botija, 2010).

$$SI = T_{500} - T_{p500}$$

$T_{500}$  = temperatura en el nivel de 500 hPa.

$T_{p500}$  = temperatura en un diagrama adiabático de una burbuja de aire.

Criterios de probabilidades para la ocurrencia de eventos meteorológicos:

Si  $SI \leq +3$  Chubascos y posibilidad de tormentas.

Si  $SI \leq -3$  Actividad convectiva severa.

**Índice de Amenaza de Tiempo Severo (SWEAT):** Conglomerado de otros factores que favorecen el desarrollo de tormentas como la humedad de niveles bajos y la inestabilidad, pero también toma en cuenta otros índices y parámetros como la velocidad del viento en los niveles bajos y altos de la troposfera, Botija, (2010).

$$SWEAT = 12D + 20(TT - 49) + 2V8 + V5 + 125(S + 0.2)$$

$D = T_{d850}$ ; si  $D < 0$ , cambia a  $D = 0$

$TT$  = Total de totales; si  $TT < 49$  entonces abandonar el término.

$V_{850}$  = velocidad del viento en los 850 hPa.

$V_{500}$  = velocidad del viento en los 500 hPa.

$S$  = dirección del viento en los 500 hPa - dirección del viento en los 850 hPa.

El termino  $125(S + 0.2)$  debe ser abandonado si:

La dirección del viento en los 850 hPa está entre  $130^\circ$  y  $250^\circ$

La dirección del viento en los 500 hPa está entre  $210^\circ$  y  $310^\circ$

$(\text{La dirección del viento en los 500 hPa} - \text{la dirección del viento en los 850 hPa}) > 0$

Cuando  $v_{850} < 15$  nudos y  $v_{500} < 15$  nudos.

$SWEAT > 300$  = son posibles tormentas locales severas.

$SWEAT > 400$  = son posibles tormentas con tornados.

**Energía Potencial Convectiva Disponible (CAPE):** Área en un diagrama termodinámico, delimitado por el gradiente real de temperatura del aire y el gradiente adiabático saturado, conectados por nivel de convección libre y el nivel de equilibrio, Botija, (2010).

$$CAPE = g \int_{NCL}^{NE} \frac{T_v^* - T_v}{T_v} dz$$

$g$  = constante de gravedad.

$T_v^*$  = temperatura virtual de la parcela.

$T_v$  = temperatura virtual del medio ambiente.

$NE$  = altura del nivel de libre convección.

$NCL$  = altura del nivel de equilibrio.

$CAPE < 1000$  = convección débil.

$CAPE$  1000 a 2500 = convección moderada.

$CAPE > 2500$  = convección fuerte.

**Índice de Inhibición Convectiva (CIN):** Medida de cuan improbable es el desarrollo de tormentas o la energía que se necesita para el desarrollo de las tormentas, es decir la

energía que es preciso comunicar a la burbuja de aire para que alcance el nivel de convección libre y que pueda evolucionar independientemente, Botija, (2010).

$$CIN = R \int_{p_{NSFC}}^{p_{LFC}} \frac{T(p) - T_a(p)}{p} dp$$

R = constante de los gases.

pLFC = presión en el nivel de convección por levantamiento.

pNSFC = presión promedio de los primeros 500 a 1000 m

T = temperatura de la burbuja levantada.

Ta = temperatura ambiente.

p = presión.

CIN <15 = campo de cúmulos de buen tiempo.

CIN 15 a 50 = se pueden formar unas pocas tormentas fuertes.

CIN 50 a 150 = se pueden formar fuertes líneas de tormentas.

CIN >200 = fuerte tapón, no es probable el desarrollo de tormentas.

## 2.2 Diseño del flujo de la información del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos.

Al surgir la necesidad de diseñar el SIASA para gestionar el control y flujo de información de forma automática ganando en rapidez, accesibilidad y el control del orden de almacenamiento. Además de una mayor autonomía del código fuente para poder adaptar los cálculos de los principales índices meteorológicos y la representación del diagrama aerológico a las condiciones de la región.

El diseño del SI para el análisis de sondeos atmosféricos, juega un papel importante en la calidad de los resultados positivos en nuevas investigaciones y la toma de decisiones acertadas para el equipo de especialistas de CMPC.

La caracterización del flujo de la información en los procesos del sistema consiste en identificar las características de los procesos en una organización, y está orientada a ser el primer paso para adoptar un enfoque basado en procesos, en el ámbito de un SI, reflexionando sobre cuáles son los procesos que deben configurar el sistema, es decir,

qué procesos deben aparecer en la estructura de procesos del sistema.

Se Obtener la información necesaria para realizar y transmitir los sondeos atmosféricos reales y calculados y los datos de satélites son un apoyo indispensable para que se realice todos los días la confección de pronósticos meteorológicos a corto plazo, además de la transmisión de la información a varios departamentos del centro como es el caso de los Departamentos de Pronóstico y Radares, así como a varios Centros Meteorológicos de otras provincias como La Habana, Las Tunas y Ciego de Ávila.

Se Recopilar la información de un gran número de modelos desarrollados por diversas agencias y organismos meteorológicos, entre los que se destacan el modelo Global Forecasting System (GFS), el Weather Research and Forecasting (WRF), el European Center for Medium range Weather Forecasting (ECMWF), las páginas web del Centro Nacional de Investigaciones Atmosférica (NCAR), el de Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), el de los Servicios del Clima (Crownweather) entre otros sitios más que están relacionados con imágenes de satélites y modelos numéricos para la confección y análisis del pronóstico meteorológico para cualquier región que se le asigne.

Se realizar un resumen con las observaciones de radar meteorológico obtenidas del día anterior y analizar el mayor acumulado de precipitación, el comportamiento de la nubosidad del área y el estado de los embalses.

### **2.2.1 Identificación de la estructura de la información del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos.**

La estructura de la información como base de los sistemas, constituye un soporte para la toma de decisiones, el desarrollo de las actividades y las funciones vitales de una institución.

En la práctica existe un primer proceso de planeación de la información a la hora de visualizar un SI, conocido como **conceptualización**. En este punto inicial se agrupan un conjunto de datos, referencias y modelos que se convierten en partidas de entrada a dicho sistema planeado. La conceptualización permite obtener piezas básicas para la construcción e implementación de una estructura informacional eficiente en un SI.

En segundo lugar, para lograr que el SI diseñado alcance ciertas metas y objetivos, es

importante conocer bien los datos, y para ello existe el proceso de clasificación. Se refiere a la interpretación de la información que deberá estar disponible y ser manejada por cada una de las áreas, procesos o eslabones de la organización. Se toma en cuenta la información generada, la cual se procesa y distribuye por las arterias del SI. Luego de conceptualizar y clasificar la información planeada para el SI se conforma la estructura informacional que se propone para dicho sistema. Se entiende como el proceso de análisis, fundamentación y representación de la información con el objetivo de armonizar y visualizar la coherencia entre los objetivos planteados. El SIASA como SI contiene en su estructura de información los conceptos adaptados a su objeto de investigación. Figura 10.

### Estructura de la Información SIASA



Figura 10. Estructura de la información en el SIASA.

El sistema se nutre de diferentes datos que formaron parte de la **conceptualización** de la información por parte del equipo de especialistas. **Los datos satelitales** son un ingrediente fundamental para un SI, estos poseen datos altamente precisos, fiables y condensados de información con respecto a las variables meteorológicas. **Los sondeos atmosféricos** constituyen un ente fundamental de información para conocer y entender la estructura atmosférica y las propiedades locales, llegan a ser un instrumento para estudiar las transformaciones energéticas que tienen lugar en el aire.



Para el SIASA, estos conforman la célula base de información que permiten, a través de sus datos, modelar diagramas que representan gráficamente los procesos termodinámicos locales.

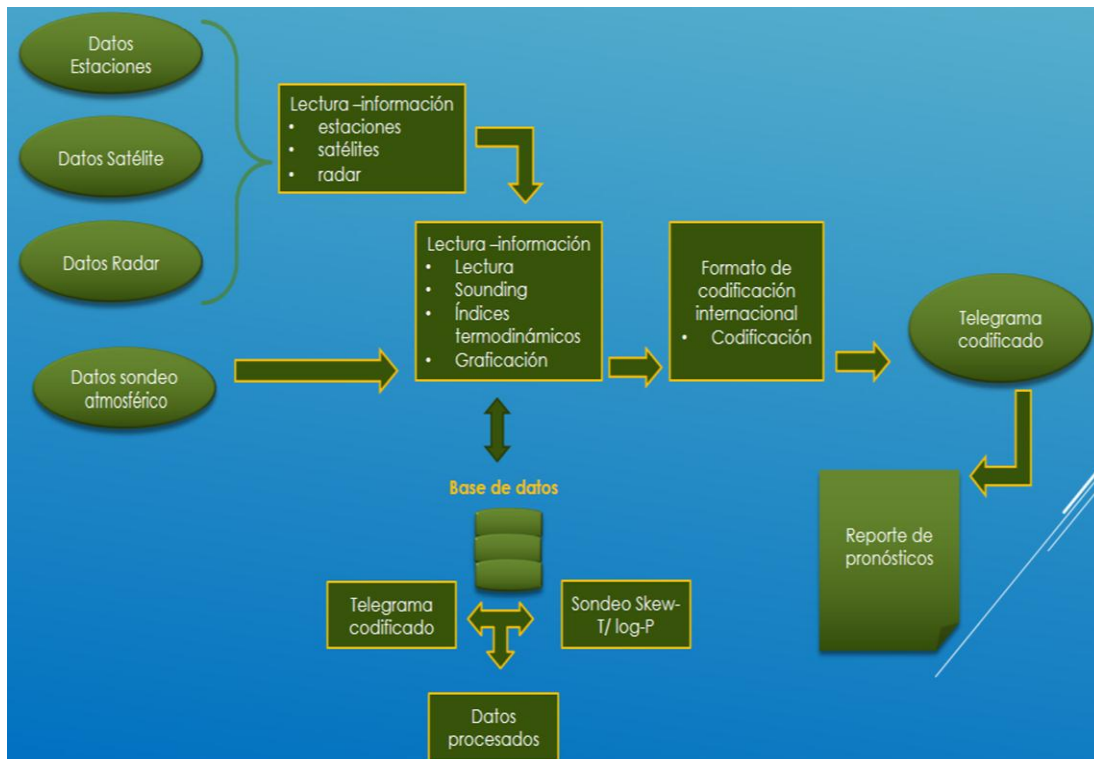
Tanto los **datos de radar**, y **estaciones** constituyen el apoyo indispensable para la predicción de las variables meteorológicas. Teniendo en cuenta que la meteorología constituye el estudio profundo de la Física de la Atmósfera, y la Física es la Ciencia que observa la naturaleza tratando de describir a las leyes que la rigen mediante expresiones matemáticas se puede confirmar que tanto los datos de radar, lo modelos sustentados ampliamente por algoritmos y elementos matemáticos y las estaciones son materia prima informativa para conceptualizar la base del SIASA.

El SIASA como se pudo apreciar en la figura 10, dentro de su estructura trabaja con la **clasificación** de la información basado en las necesidades de trabajo de los especialistas. La **lectura e interpretación de la información** recopilada por el SI es una parte importante del pre-procesamiento y/o pos-procesamiento de la información registrada en la base de datos. Antes de guardar la información en la base de datos, la información es revisada bajo las normas de calidad 9001 del 2015. Incrementando la fiabilidad de la información y a su vez deriva a la rapidez de los **cálculos relacionales** (es un lenguaje de consulta que describe la respuesta deseada sobre una Base de datos sin especificar como obtenerla) **a los índices termodinámicos y a las variables meteorológicas**.

La **interpretación de los gráficos verticales de la atmósfera y meteogramas** son fundamentales en los pronósticos a corto plazo para conocer y entender la estructura atmosférica, y las propiedades locales, llegan a ser un instrumento para estudiar las transformaciones energéticas que tienen lugar en el aire.

El último concepto adaptado para lograr el objetivo de la investigación es la **estructura informacional** de la información del SIASA. Como primer elemento está la **base de datos estructurada** para un registro rápido y automático incitando a un trabajo dinámico de la información entrante y saliente del sistema. También garantiza la estandarización de la información, como ejemplo está el **telegrama estructurado bajo el formato de codificación internacional de observación en la atmósfera libre por**

los códigos Temp, Pilot y Temp-Ship Pilot-Ship “<https://www.tutiempo.net/meteorologia/codigos>”. Los elementos de los conceptos implementados en el SIASA garantizan la calidad y la rapidez de los procesos para lograr los pronósticos a corto plazo y los avisos especializados con una calidad mayor. El SIASA, para la automatización de los diferentes procedimientos de la Figura 11, muestra el esquema de flujo del análisis de la información para los diferentes especialistas que realizan el pronóstico meteorológico a corto plazo.

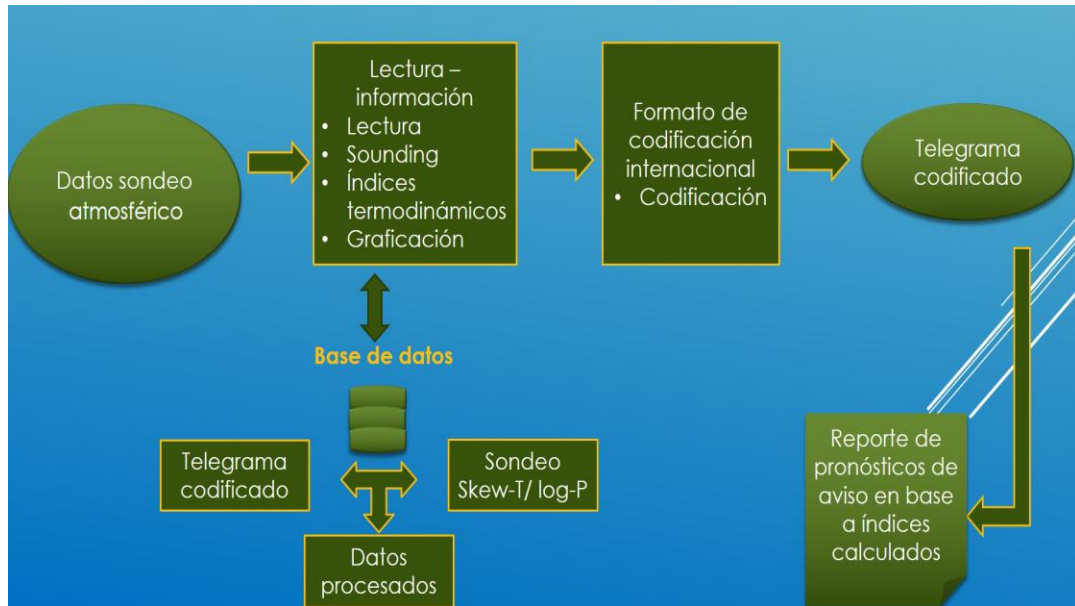


**Figura 11. Diagrama de funcionalidad del sistema propuesto de manera integral.**

### **Funciones con datos de sondeos atmosféricos.**

La funcionalidad del SIASA es más ambiciosa al tener la capacidad de captar los datos de estaciones, satélites y radares estos datos proporcionan, el procesamiento y análisis de la información resultante incrementa la calidad de los pronósticos meteorológicos a corto plazo. El SIASA al asimilar los datos de los sondeos atmosféricos, en consecuencia, de la entrada así serán las funciones que desarrolla, con los datos de sondeos meteorológicos desarrollan las diferentes funciones mejor vistas en el diagrama de la figura 12:

- Gestión y control de la información, resultado de los sondeos atmosféricos:
  - Lectura de los datos y revisión la calidad de los datos.
  - Registro de los sondeos atmosféricos y control de las variables meteorológicas.
- Administración de seguridad:
  - Gestión de usuarios y roles.



**Figura 12. Diagrama de funcionalidad del sistema propuesto con los datos de sondeo aerológico.**

- Manejo de archivos (Importar \*.txt y Exportar formatos \*.xlsx, \*.txt y \*.pdf).
  - Importar sondeos calculados y reales de estaciones de sondeos atmosféricos.
  - Cuenta con una base de datos desde el año 1975 de sondeos reales.
- Visualización y análisis de diagramas aerológicos:
  - Análisis del estado de la atmósfera a partir de datos de sondeo mediante la ayuda de diagramas termodinámicos y evaluación de las características de los niveles de presión mandatorios.
- Codificación de sondeos atmosféricos a telegramas en formato de la Organización mundial meteorológica.
- Cálculo de los principales índices termodinámicos:
- Reporte de pronósticos de avisos en base a los índices meteorológicos

calculados.

### **Funciones con datos de estaciones meteorológicas.**

Con los datos de las estaciones meteorológicas el SIASA aumenta la cobertura de monitoreo, fortaleciendo los estudios y eventualmente comprender de la dinámica de eventos meteorológicos, con lo cual se puede mejorar el pronóstico a corto plazo y por tanto en acciones de prevención.

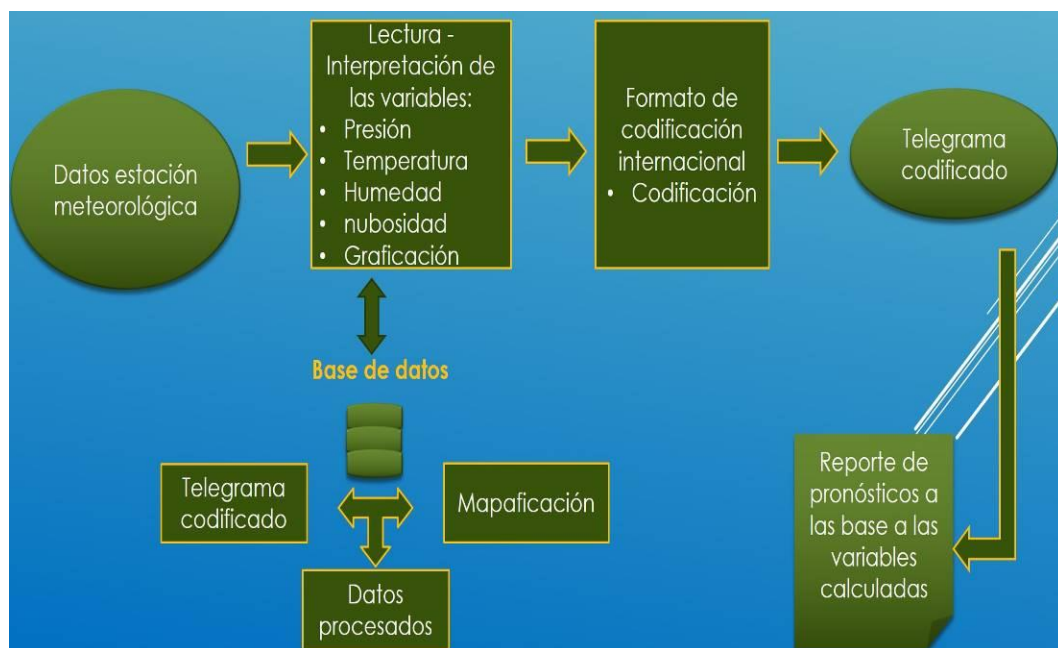
Es evidente que no es posible determinar las características de los fenómenos meteorológicos de mesoescala sin las observaciones de las variables meteorológicas, por ello, el SIASA aplica una función de asimilación de los datos de las estaciones meteorológicas, la cual se aprecia mejor en la figura 13.

El primer paso de esta funcionalidad del SIASA es:

- Gestión y control de la información, resultado de las observaciones meteorológicas:
  - Lectura de los datos y revisión la calidad de los datos.
  - Registro de los datos de las observaciones y control de las variables meteorológicas.
- Administración de seguridad:
  - Gestión de usuarios y roles.
- Manejo de archivos (Importar \*.txt y Exportar formatos \*.xlsx, \*.txt y \*.pdf).
  - Importar las observaciones de las estaciones meteorológicas.
  - Cuenta con una base de datos desde el año 1975 de sondeos reales.
- Visualización y análisis de diagramas climáticos:
  - Análisis del estado de la atmósfera en superficie a partir de datos de las observaciones de las estaciones meteorológicas.
- Codificación de las observaciones meteorológicas a telegramas en formato de la Organización Mundial Meteorológica.
- Reporte de pronósticos de avisos en base a los índices meteorológicos calculados y ploteo en mapas de superficie de los diferentes valores de las variables medidas por las estaciones meteorológicas.

### Funciones con datos de satélites meteorológicos.

La constante evolución de la tecnología ha demandado que los meteorólogos amplíen sus conocimientos y así obtener el máximo rendimiento de los datos de los satélites meteorológicos. Es por lo anterior que los satélites que se encuentran en órbita, son demandados por las entidades que reciben sus registros del planeta. Por lo tanto y específicamente en la Meteorología existe una constante demanda de los productos realizados a través de estos astros artificiales que monitorean permanentemente al globo, permitiendo por medio de análisis la correcta y certera predicción de las condiciones de tiempo para las zonas de interés por los distintos organismos que requieren la información en tiempo oportuno y de forma clara.



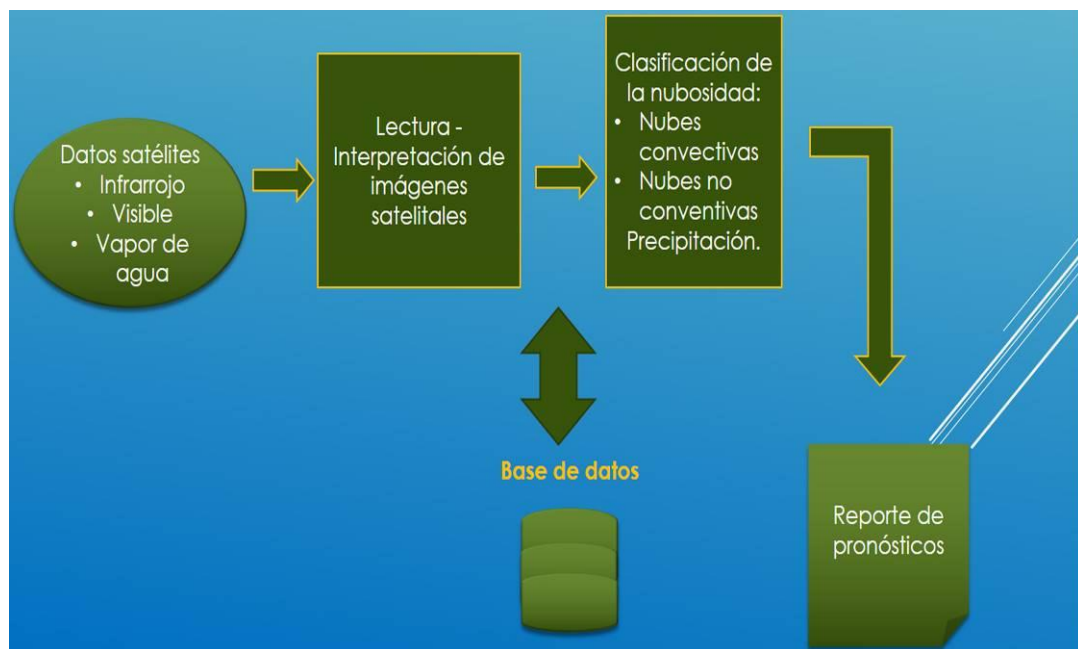
**Figura 13. Diagrama de funcionalidad del sistema propuesto con los datos de la estación meteorológica.**

La asimilación de la información de las observaciones de satélites meteorológicos por el SIASA aplica una función la cual se aprecia mejor en la figura 14.

El primer paso de esta funcionalidad del SIASA es:

- Gestión y control de la información, resultado de las observaciones meteorológicas:

- Lectura de los datos y revisión la calidad de los datos.
- Registro de los datos de las observaciones de los satélites meteorológicos.
- Administración de seguridad:
  - Gestión de usuarios y roles.
- Manejo de archivos (Importar \*.jpg, \*.tif, \*.bmp y Exportar formatos \*.jpg, \*.png).
  - Importar las observaciones de los satélites meteorológicos.
- Reporte de pronósticos de avisos en base a lo observado por los satélites meteorológicos.



**Figura 14. Diagrama de funcionalidad del sistema propuesto con los datos de satélites meteorológica.**

### **Funciones con datos de radar meteorológico.**

La predicción meteorológica se basa en métodos similares en todo el mundo como el análisis de las condiciones sinópticas, datos de aire superior, satélites y radares, seguidos de la experiencia de los meteorólogos, la aplicación de métodos estadísticos y la modelación computacional.

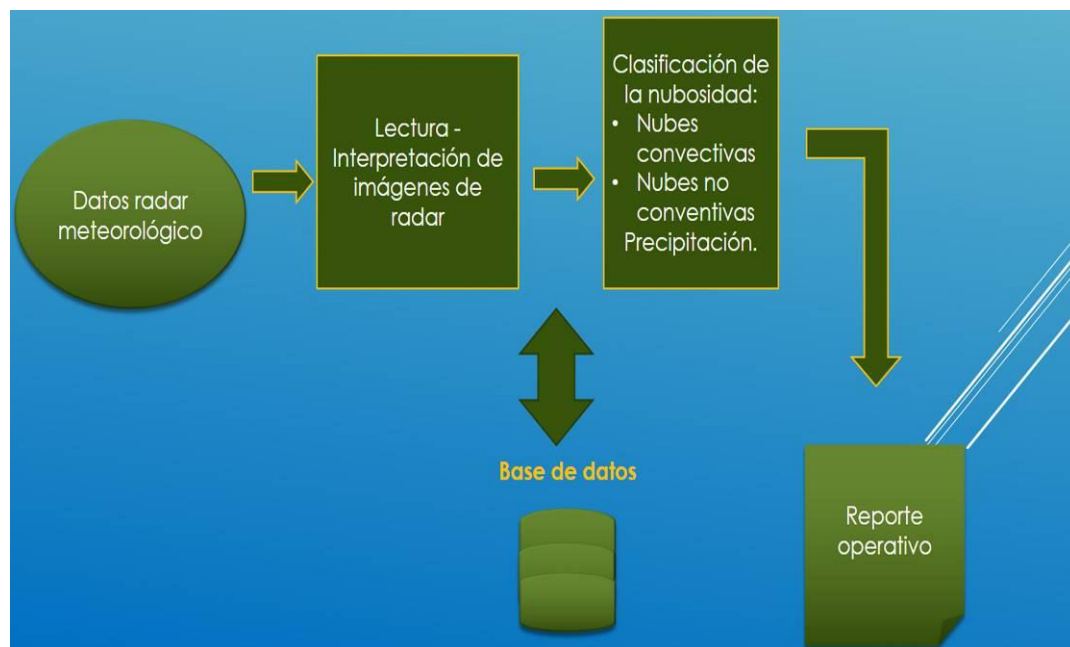
El pronóstico a corto plazo exige observaciones meteorológicas de gran periodicidad sobre áreas determinadas, donde surgen, se desarrollan y desaparecen fenómenos atmosféricos de tiempo de vida relativamente cortos. Esto significa que estas

observaciones deben poseer la virtud de ofrecer una alta frecuencia de resolución de la información, que la misma debe recibirse de forma inmediata, y poseer además una alta definición espacial.

La asimilación de la información de las observaciones de radar meteorológico por el SIASA aplica una función, la cual se aprecia mejor en la figura 15.

El primer paso de esta funcionalidad del SIASA es:

- Gestión y control de la información, resultado de las observaciones meteorológicas:
  - Lectura de los datos y revisión la calidad de los datos.
  - Registro de los datos de las observaciones de radar meteorológico.
- Administración de seguridad:
  - Gestión de usuarios y roles.
- Manejo de archivos (Importar \*.ntcdf, \*.jpg y Exportar formatos \*.jpg, \*.png).
  - Importar las observaciones de radar meteorológico.
- Reporte de pronósticos de avisos en base a lo observado por radar meteorológico.



**Figura 1511. Diagrama de funcionalidad del sistema propuesto con los datos de radar meteorológico.**



Se concibe estructurar un SI con datos confiables y fáciles de analizar. Por lo que se considera como aspecto importante para la manipulación de la información meteorológica, una interfaz simple pero eficiente, que facilite el intercambio de información y una mejor calidad brindada a los clientes.

Es importante destacar que el SIASA contribuye a la búsqueda, adquisición, manejo y análisis de la información, de modo tal que favorezca las posibilidades de realizar un mejor trabajo a partir de disponer de los recursos informáticos y de Internet necesarios.

Otras las características del sistema, es que la aplicación se desarrolla para un ambiente de escritorio, pero tiene los medios para compartir la información de la base de datos por un ambiente web. Su principio de funcionamiento se basa en la tecnología cliente – servidor a partir de la utilización de herramientas de software libre. Esencialmente el lenguaje de programación que se utiliza es el Python. Se emplea como sistema de gestión de base de datos el PostgreSQL. Pueden utilizarse otros servidores de bases de datos, como puede ser MySQL y SQL Server. Sin embargo, se ha optado por PostgreSQL por su probado rendimiento en bases de datos con gran contenido de datos, permite soportar una carga de forma eficiente y además es un gestor muy empleado debido a su rapidez y facilidad de uso.

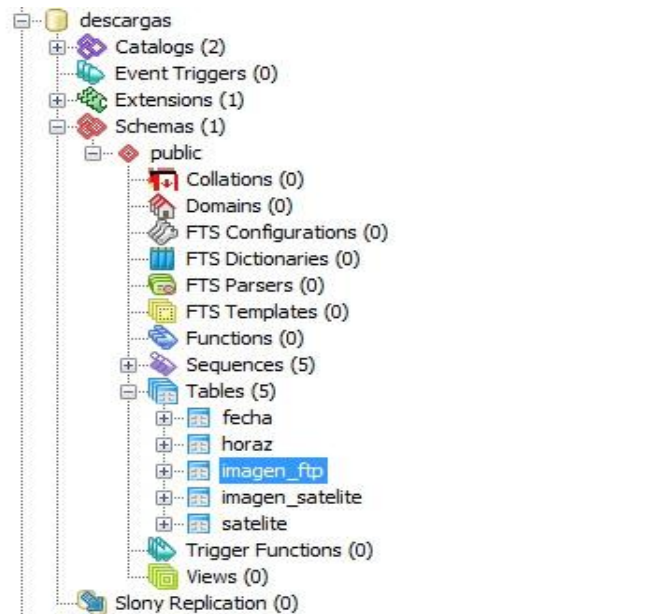
El diseño de base de datos propuesto, está distribuido en dos bases de datos. La primera dedicada a las descargas y salvas de imágenes de satélites y radar. La segunda dedicada al procesamiento de sondeos tanto reales como calculados y los datos de las estaciones meteorológicas. En las figuras 16 y 17, se puede apreciar las bases de datos destinadas a las salvas de imágenes de satélites, radar y los datos de los sondeos reales, calculados, como los datos de estaciones meteorológicas respectivamente.

Los requisitos prácticos son declaraciones de los servidores que debe proporcionar el SIASA, de la manera en que éste debe reaccionar a entradas particulares y de cómo se debe comportar en situaciones particulares. Los requisitos propuestos para el SIASA son los siguientes:

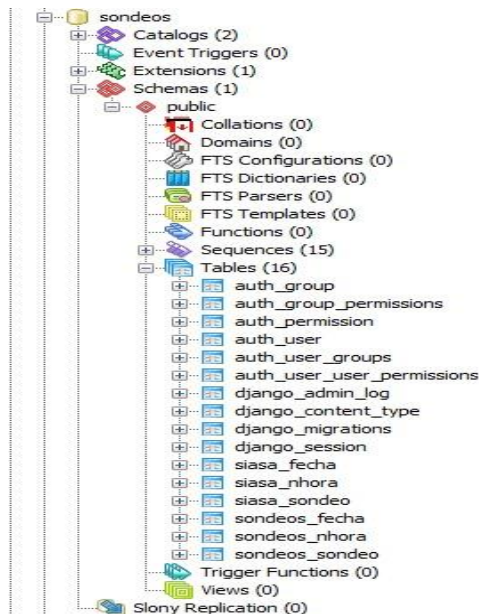
1. Gestionar información.
2. Obtener información.



3. Asimilar información.
4. Analizar información.
5. Adicionar información.
6. Descargar información.



**Figura 16. Base de datos para salvar las imágenes de satélites y radar.**

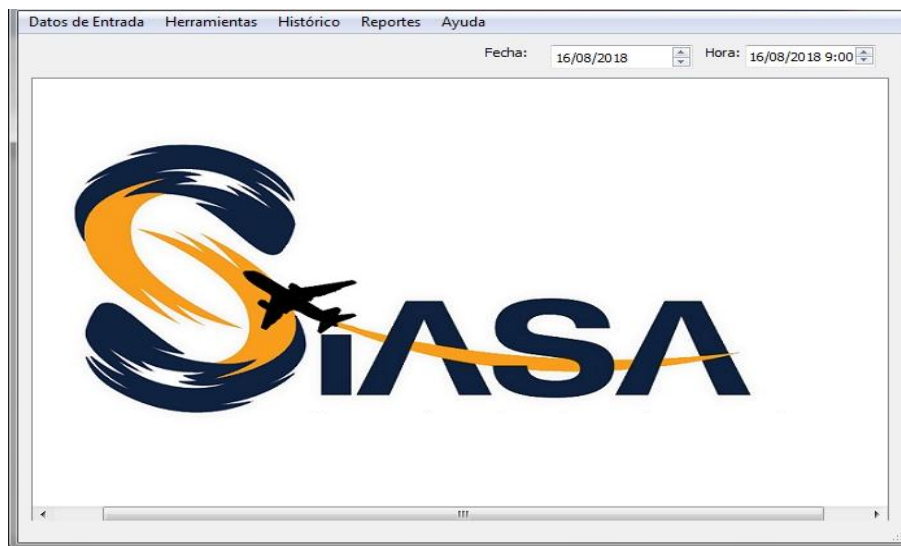


**Figura 17. Base de datos para las salvas de los sondeos reales, calculados como los datos de estaciones meteorológicas.**

El SIASA cuenta con una interfaz agradable, interactiva, fácil de entender y manipular, constituye un cambio para el trabajo. Por medio del SIASA se crean nuevas exigencias en materia de conocimiento y formación entre los profesionales. En la figura 18, se muestra la interfaz del SIASA con las opciones principales, la fecha y hora para su posterior registro en la base de datos.

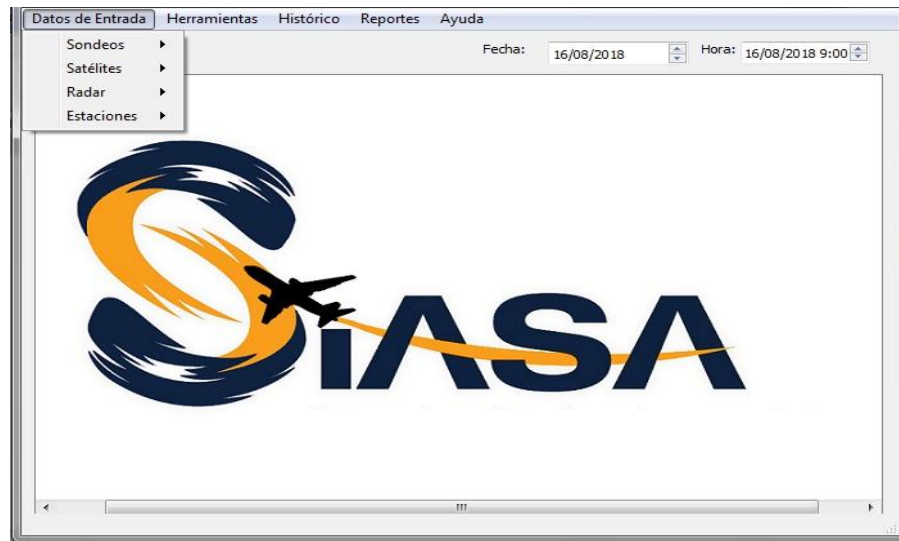
Menú principal:

- **Datos de entrada, Herramientas, Histórico, Reporte y Ayuda.**



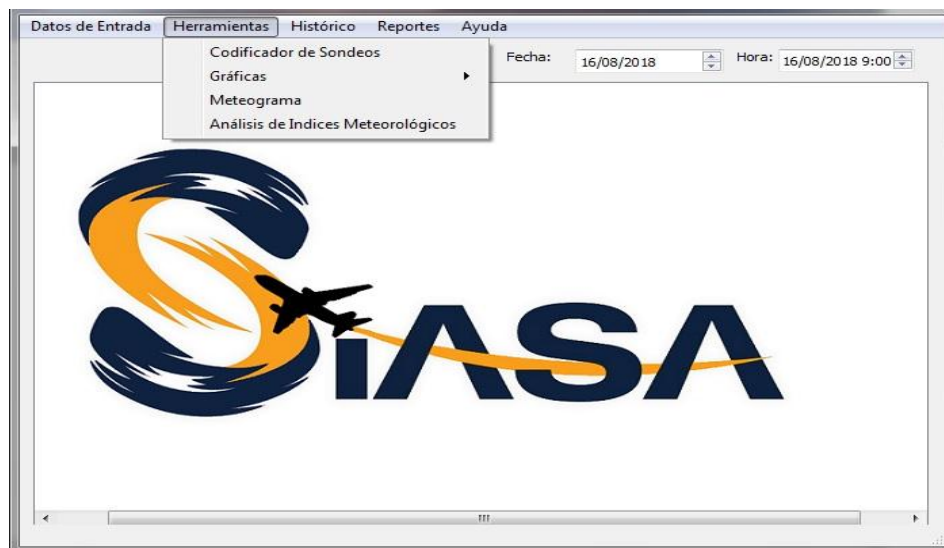
**Figura 18. Interfaz principal del SIASA. Elaboración propia.**

En la figura 19, se observa la opción **Datos de Entrada** que permite seleccionar los tipos de datos que van a ser recibidos por el SIASA para su posterior análisis. Con los submenús Sondeos: se selecciona por el origen Real o Calculado, Satélites: se selecciona por el tipo de Vapor de agua, Infrarrojo y Visible, Radar: se selecciona por la región de trabajo, Estaciones: se selecciona por la región de trabajo y el número de estación y las variables meteorológicas. La información obtenida es importante para pronosticar a corto plazo el comportamiento de diferentes variables meteorológicas como la presión y el desplazamiento de los sistemas (altas, bajas, frente frío, ondas tropicales en otros fenómenos) en el período de tiempo del pronóstico. Los anexos 1 y 2, ejemplifican el trabajo con las entradas al SIASA de los datos de los sondeos y las variables de las estaciones meteorológicas.



**Figura 1912.** Interfaz principal del SIASA con la opción Datos de Entrada. Elaboración propia.

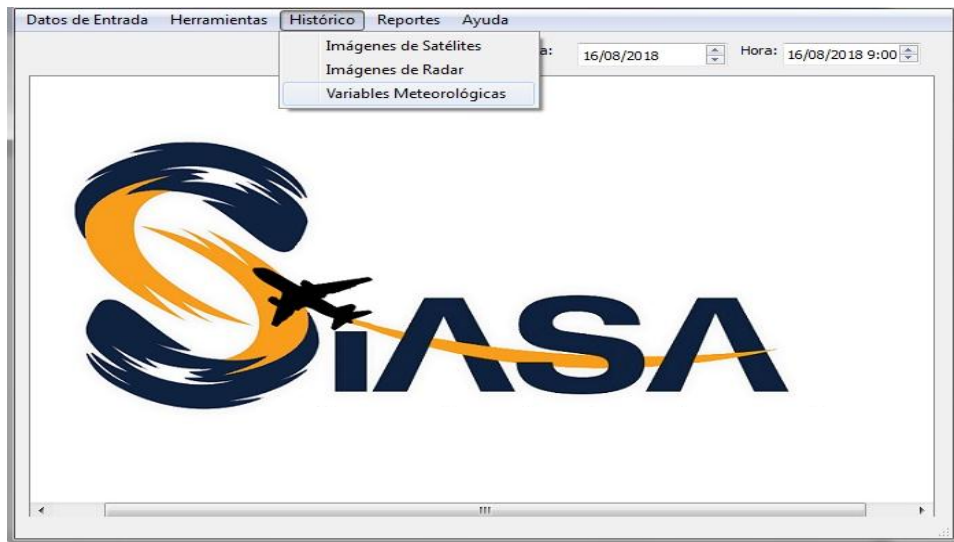
Dentro de la opción **Herramientas** figura 20, se debe seleccionar entre las opciones Codificador de Sondeos, Gráficas, Meteogramas, Análisis de Índices Meteorológicos. Estas herramientas están dirigidas al análisis de los datos de los sondeos, en el (anexo 3) se ejemplifica como se muestra la gráfica del diagrama termodinámico, el dato formato texto de los sondeos y el cálculo de los índices termodinámicos.



**Figura 20.** Interfaz principal del SIASA con la opción Herramientas. Elaboración propia.

En la opción **Histórico** figura 21, se puede acceder a las imágenes y datos guardados de los satélites, radar y estaciones. Esta opción es importante para el especialista

cuando va a realizar las investigaciones porque la información necesaria esta guardada en las bases de datos del SIASA.



**Figura 21. Interfaz principal del SIASA con la opción Histórico. Elaboración propia.**

La opción **Reportes** como se indica en la figura 22, es donde se visualizan las distintas opciones de reportes y entre ellas un submenú para los diferentes Reportes Operativos para los Sondeos Diarios, Estaciones, Satélites y Radar. Las otras dos opciones dentro de los **Reportes** se observan: Índices Meteorológicos y Mapificación, estas son informaciones particulares que fueron necesarias, hacer para el trabajo de investigación de los especialistas, dando pie a nuevos servicios de pronósticos especializados como pueden ser; el pronóstico de ondas de montañas, importante para la aeronáutica y para el turismo.



Figura 22. Interfaz principal del SIASA con la opción Reporte. Elaboración propia.



Figura 23. Interfaz principal del SIASA con la opción Ayuda. Elaboración propia.

### 2.3 Validación del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos.

La validez es una cuestión más compleja que debe alcanzarse en todo instrumento de medición que se aplica. Allen, (2003).

Para la validación del diseño del SIASA, se determinó seleccionar a un grupo de especialistas que, por sus labores estuvieran más vinculados al uso de la información meteorológica para recoger valoraciones competentes y concluyentes con el mejor nivel de competencia, basado en la deducción a partir de lo empírico y su comportamiento

científico, así como a integrantes del consejo de dirección quienes intervienen en la evaluación de los resultados de la producción de los pronósticos a corto plazo.

Para la conformación de las muestras, se consideraron las condiciones fundamentales que contribuyeron a la fortaleza del estudio: especialistas que utilizan amplia y sistemáticamente la información científico-técnica; entre los que se consideran, investigadores y especialistas, profesionales y técnicos, con veinte o más años de experiencia de trabajo meteorológico y jefes de departamentos de los diferentes servicios técnicos de la institución.

El nivel de competencias y de creatividad de los especialistas, se determinó, partiendo de su vinculación y el nivel de respuesta ante la problemática planteada, de valorar la necesidad del diseño del SIASA que proyecte intereses en la aplicación de los servicios e investigaciones que indican en la toma de decisiones, sustentada en la experiencia acumulada de los análisis y resultados.

Para valorar cada criterio de medida de forma independiente, se utilizó una escala desde Likert en el intervalo de (5) a (1), donde los cuestionarios evaluaron cada aspecto analizado según la siguiente escala de puntuación:

- (5) muy adecuado.
- (4) bastante adecuado.
- (3) adecuado.
- (2) poco adecuado.
- (1) no adecuado.

Para la aplicación de los instrumentos, se seleccionó una muestra de 25 especialistas de ellos: 11 vinculados a la investigación y 14 a los servicios científicos-técnicos.

A partir del listado evaluado y propuesto se elaboró un cuestionario (anexo 5), con 10 indicadores de interés seleccionados por los especialistas de modo que evidencia la viabilidad del SI, lo cual permite mayor calidad de la información meteorológica que brinda el CMPC y demuestra que:

- Se ahorra tiempo.
- Es factible.
- Facilita el acceso a la información.

- Existe mayor organización en la información.
- Con el SI propuesto mejora la calidad de los pronósticos a corto plazo y la toma de decisiones.
- Obtener información de interés.
- Ofrece información oportuna.

A los efectos de esta investigación se considerará la viabilidad del SI a partir de los siguientes criterios Castellanos, (2013):

- El sistema es viable, muy adecuado (MA), cuando la media del valor percibido por los especialistas se encuentra entre 3,75 y 5,0.
- El sistema es viable, aunque requiere ser perfeccionado, cuando la media del valor percibido por los especialistas en el Ítem se encuentra entre 2,5 y 3,74.
- El sistema es no viable, cuando la media del valor percibido por los especialistas en el ítem es inferior o igual a 2,4.

Tabla 2. Valores de la muestra de los cuestionarios.

Respuestas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Muy Adecuado(MA)	17	17	14	18	18	19	17	17	15	18
Bastante Adecuada BA)	5	4	7	4	4	4	5	4	9	3
Adecuado (A)	3	4	4	3	3	2	3	4	1	4
Poco Adecuado (PA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No Adecuado (NA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

La Tabla 2 (p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8, p9 y p10) significan las preguntas en el orden correspondiente a como se muestra en el cuestionario a los especialistas.

Se realizó un análisis estadístico (anexo 6), al cuestionario anterior, demostrando que el SI diseñado es viable y totalmente adecuado, con un valor medio de 4.56 y con alta coincidencia en sus resultados.

Para validar la viabilidad del sistema se empleó estadística no paramétrica como un método más, la cual es una rama que estudia las pruebas y modelos estadísticos cuya distribución subyacente no se ajusta a los llamados criterios paramétricos. Su distribución debe ser definida con un método más complejo, pues son los datos



observados los que la determinan. La utilización de estos métodos se hace recomendable cuando no se puede asumir que los datos se ajusten a una distribución normal o cuando el nivel de medida empleado no sea, como mínimo, de intervalo. Para la aplicación del análisis estadístico se utilizó el software estadístico SPSS 20.

El coeficiente de concordancia de Kendall (anexo 8) devolvió como resultado un p-valor de 0,012 que se encuentra por debajo del nivel de significación alfa 0.05 y permite aceptar la hipótesis de concordancia entre los criterios emitidos por los especialistas.

El cuestionario explicado anteriormente fue debidamente validado por su contenido y por la discriminación de interrogantes, mediante el coeficiente Alfa de Cronbach de la estadística no paramétrica que arrojó resultados de 0,989 y demostró una alta fiabilidad en la concepción de ambos instrumentos de medición.

En la investigación se presenta por primera vez, un sistema de información de análisis de sondeos atmosféricos en el Departamento de Física de la Atmósfera del Centro Meteorológico Provincial de Camagüey, así como un software para su aplicación. El SIASA, para la calidad de los pronósticos a corto plazo, se fundamenta en la necesidad que hoy presenta el trabajo del Departamento de Física de la Atmósfera, conformado por especialistas e investigadores.



## Conclusiones

1. El diseño del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos como herramienta informática en lenguaje de programación Python y el gestor de Bases Datos Postgres, permitirá, una vez aplicado en el CMPC, ejecutar los análisis de manera automática de sondeos en la rapidez requerida, facilitará el acceso actualizado de los especialistas a la información, evitará la pérdida y la no estandarización de la información.
2. La sistematización de los referentes teóricos acerca de los diseños de los sistemas de información y análisis de sondeos atmosféricos permitió fundamentar la propuesta de solución y puede ser consultada para otras soluciones afines.
3. La validación de la factibilidad del diseño del Sistema de Información y Análisis de Sondeos Atmosféricos mediante el criterio de especialista, muestra que es viable para lograr mayores resultados, lo que demuestra la validez de la hipótesis en correspondencia con los valores obtenidos del coeficiente de concordancia de Kendall de p-valor de 0,012 que se encuentra por debajo del nivel de significación alfa 0.05 y el coeficiente Alfa de Cronbach de la estadística no paramétrica de 0,989.
4. La investigación contribuye a la soberanía del país, especialmente al CITMA y a pesar de que responde a necesidades del Centro Meteorológico Provincial de Camagüey, puede ser adaptado a otros escenarios de la región.

## Recomendaciones

1. Realizar las configuraciones necesarias para que el sistema pueda ser operativo en el Centro Meteorológico Provincial de Camagüey y otras instituciones nacionales.
2. Aplicar el SIASA durante un período de pruebas para realizar los ajustes requeridos, mediante comparaciones de los resultados del Sistema con lo sucedido en atmósfera, conjuntamente con la aplicación del *Digital Atmosphere* para su evaluación final.
3. Desarrollar e integrar los módulos de modelación matemática para visualizar meteogramas a partir de sondeos atmosféricos y datos de las estaciones meteorológicas.
4. Migrar a la web el sistema para que sea visualizado por múltiples usuarios.
5. Migrar el sistema a software libre para garantizar su posible comercialización con previa protección intelectual.

## Referencia bibliográfica

- Alvarado, A. R. (2008). *Sistema de información del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño*. Ecuador: CIIFEN
- Adams, E. (2002). *La gestión de recursos de información: importancia, desafíos y responsabilidades*. [en línea]. Argentina: Administración Agropecuaria A.C.; Universidad Autónoma de La Laguna. Recuperado el 9 noviembre de 2017, de <http://abgra.sisbi.uba.ar/t14.htm>
- Aja, L. (2002). *Gestión de información, gestión del conocimiento y gestión de la calidad en las organizaciones*. Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas.
- Allen, L. (2003). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Bogotá, Colombia: Mc. Graw Hill.
- Amat, J. (1992). *El Control de Gestión: una perspectiva de dirección*. Barcelona España: Ediciones Gestión 2000.
- Andreu, R., Ricart, J., y Valor, J. (1991). *Estrategia y sistema de información*. España, Madrid: McGraw-Hill.
- Barrios, N. (2004). *La gestión de información y sus recursos: Modelo para la gestión académica*. La Habana, Cuba: [s.n.].
- Barry, L. (1992). *Modelo para la gestión estratégica de calidad total* [formato electrónico]. [s.l.]: [s.n.].
- Beer, S. (1963). *Cibernética y administración*. México: Continental.
- Blanco, J. (2008). *Sistemas de Información para el economista y el contador*. La Habana, Cuba: Félix Varela.
- Botija, M.. (2010) *Aplicación del análisis termodinámico al diagnóstico de situaciones meteorológicas adversas* [formato electrónico]. [s.l.]: [s.n.].
- Bustelo, C. y Amarilla R. (2001). *Gestión del Conocimiento y Gestión de la Información*. *Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio histórico*, 3 (34), 220-230.
- Castellanos, M. (2013). *Diseño del sistema de gestión de la información científico técnica para el Centro Meteorológico Provincial de Camagüey*. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.

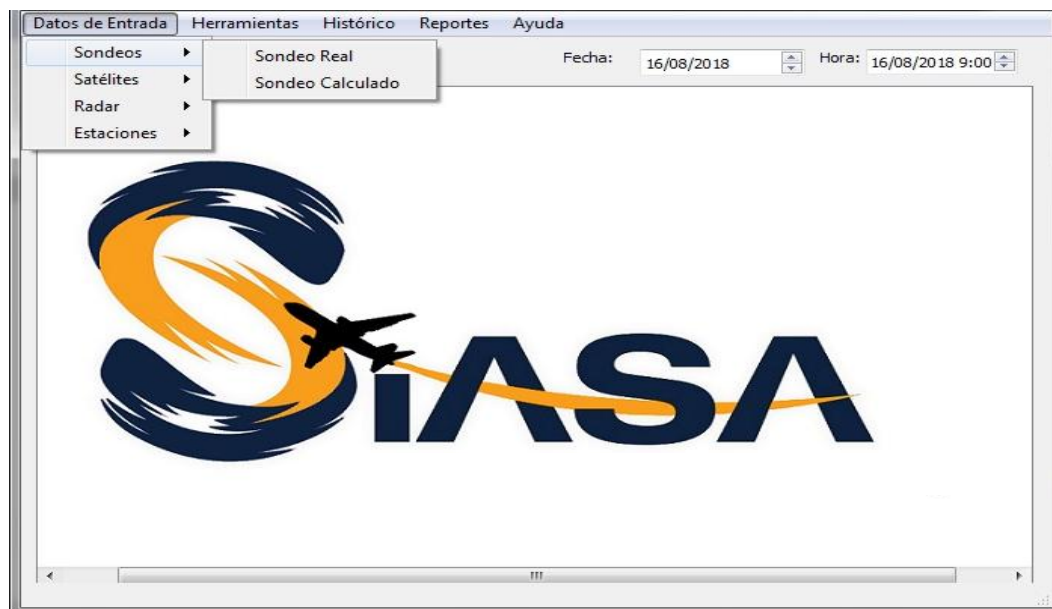
- CAVSI (2010) ¿Qué es un Sistema Gestor de Bases de Datos o SGBD? [formato electrónico]. [s.l.]: [s.n.].
- Choo, C. (1999). *La organización inteligente: el empleo de la información para dar significado, crear conocimiento y tomar decisiones*. D.F, México: [s.n.].
- Chubb, T. (2015). Librería de Python [en línea]. Recuperado el 5 de febrero del 2018 de <http://pypi.python.org/pypi/SkewT/>
- Chubb, T. (2015). Skew-T Log-P Diagrams [en línea] Recuperado el 5 de febrero del 2018 de <http://pypi.python.org/pypi/SkewT/>
- Concepción, J. y Gilberto, J. (1997). *Simplemente Calidad*. [s.l.]: Editora Corripio C.
- De Miguel, A y Piattini, M. (2001) Desarrollo de un sistema de información referencial siguiendo una metodología de diseño de bases de datos. *Revista española de Documentación Científica*, 24(1), 4-10.
- Diccionario, Aerología, (2017) in WordReference.com.: España.
- Domínguez, X. (2002). *Métodos de investigación*. Limusa, México: [s.n.].
- Duménilo, B. (2012). *Sistemas de información, aplicación en Empresas. Contribuciones a la Economía* [formato electrónico]. [s.l.]: [s.n.].
- Estrada, E. (2018). *La gestión de información aerológica en los pronósticos meteorológicos e investigaciones científicas*. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
- Ferrell, O. (2008). *Introducción a los Negocios en un Mundo Cambiante*. (4ta. ed.). [s.l.]: McGraw-Hill
- García, E. (2000). *Aspectos prácticos en la implantación de un sistema de gestión del conocimiento*. Madrid, España: [s.n.].
- Graphics, W. Digital Atmosphere. (2017). *Descripción de software para el análisis meteorológico* : [formato electrónico]. [s.l.]: [s.n.].
- Herrera, T. (2004). *Herramientas Efectivas para el Diseño e Implementación de un SGC ISO-9000: 2000*. Bogotá, Colombia.
- Hoyle, D. (1996). *Características de la calidad de servicio: ISO 9000 Manual de sistemas de calidad*. Tercera edición. España. Editorial Paraninfo
- ISO. (2015). *ISO 9001: 2015. Sistema de gestión de la calidad*. [en línea]. Ginebra,

- Suiza: Secretaria central de ISO. Recuperado el 23 marzo del 2017, de <http://www.iso.org>.
- Kendall, K. y Kendall, J (2005). *Análisis y diseño de sistemas*. (6ta. ed.). México: Pearson
- Knoll, L. (2011). *The Qt Project is live* [formato electrónico]. [s.l.]: [s.n.].
- Laudon, J. y Laudon, K. (2006). *Management Information System*. (6ta.ed.). México: Prentice Hall.
- Laudon, K. y Laudon, J. (2012). *Sistemas de Información Gerencial*. (10ma. ed.). México: Pearson.
- Luis Vives, P. A., (2006). Propuesta de un sistema soporte de decisión para la información hidrológica. [s.l.]: [s.n.].
- Martínez, A. (2014). *Procedimiento para el diagnóstico de necesidades del aprendizaje de Cuadros y Reservas*. Tesis de Maestría no publicada. Universidad de Camagüey Ignacio Agramontés Loynaz, Camagüey, Cuba.
- Martínez,R. (2011). *PostgreSQL-es*. [en línea]. Recuperado el 15 marzo del 2018, de [http://www.postgresql.org.es/sobre\\_postgresql](http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql).
- Menguzzato, M. y Renau, J. (1993). *La dirección estratégica de la empresa. Un enfoque innovador del management*. Valencia, España: [s.n.].
- Montoro, A. F. (2013). Python 3 al descubierto. [formato electrónico]. [s.l.]: [s.n.].
- Mulet, N. (2002). *Estudio del Flujo de Información para la optimización de procesos en el Departamento de Capacitación de ETECSA*. Tesis de maestría no publicada. Universidad de La Habana, La Habana, Cuba
- Navarro, D. (2018). *Sistema de gestión de información para los pronósticos meteorológicos especializados en el Departamento de Física de la Atmósfera*. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
- Orozco, E. y García, I. (2009). Del dato a la decisión: la gestión de información en un sector específico. *Ciencias de la Información*, 23 (2), 75-78.
- Paños, A. (2000). Reflexiones sobre el papel de la información como recurso competitivo de la empresa. [formato electrónico]. [s.l.]: [s.n.].

- Pechuán, G. (1996). *Sistemas y tecnologías de la información para la gestión*. [s.l.]:[s.n.].
- Peralta, M. (2008). *Sistema de Información*. México: [s.n.].
- Ponjuán, G. (2000). Aplicaciones de gestión de información en las organizaciones. *Revista Ciencias de la información*, 40 (2), 2-5.
- Ponjuán, G. (2004). *Sistemas de información: Principios y aplicaciones*. La Habana, Cuba: Félix Varela.
- Ponjuán, G. (2005). Gestión documental, gestión de información y gestión del conocimiento. *Ciencias de la información*, 36 (3), 67-71.
- Ponjuán, G. (2007). El desarrollo profesional en ciencias de la información y sus aportes. *Ciencias de la información*, 28(3), 124 -132.
- Ponjuán, G. (2011). La gestión de información y sus modelos representativos. Valoraciones. *Ciencias de la información*, 42 (2), 11– 17.
- Reyes, L. (2007). *Sistemas de información para la prensa: la gestión de la información y el conocimiento en el contexto de los sistemas integrados de información*. Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas.
- Rodríguez, M. (2002). *Auditoría de la información gerencial en la Comercializadora Escambray S.A.* Trabajo de diploma. Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.
- Rodríguez, Y. (2009). Gestión de información e inteligencia: integración en los contextos organizacionales: *Acimed*, 17 (5), 10-14.
- Rogers, D. (1995). *Air-sea interaction: Connecting the ocean and atmosphere* [formato electrónico]. [s.l.]: [s.n.].
- Vargas, V. (2011). *Sistema de Información Climatológico y de Riesgos para el Estado de Tamaulipas*. Available. Recuperado el 10 de Octubre de 2018, de <http://www.cotacyt.gob.mx/congreso/memoria/fscommand/ambiente/virginia.pdf>.
- Villardefrancos, M. (2002). *La identificación de flujos de información*. La Habana, Cuba: IDICT.
- Weiner, N. (2008) *La ciencia del control y la comunicación entre el animal y la máquina*. [s.l.]:[s.n.].

## Anexos

Anexo 1: Submenú Sondeos de la opción principal de la interfaz del SIASA donde se ejemplifica la selección el tipo de sondeo para el posible análisis.

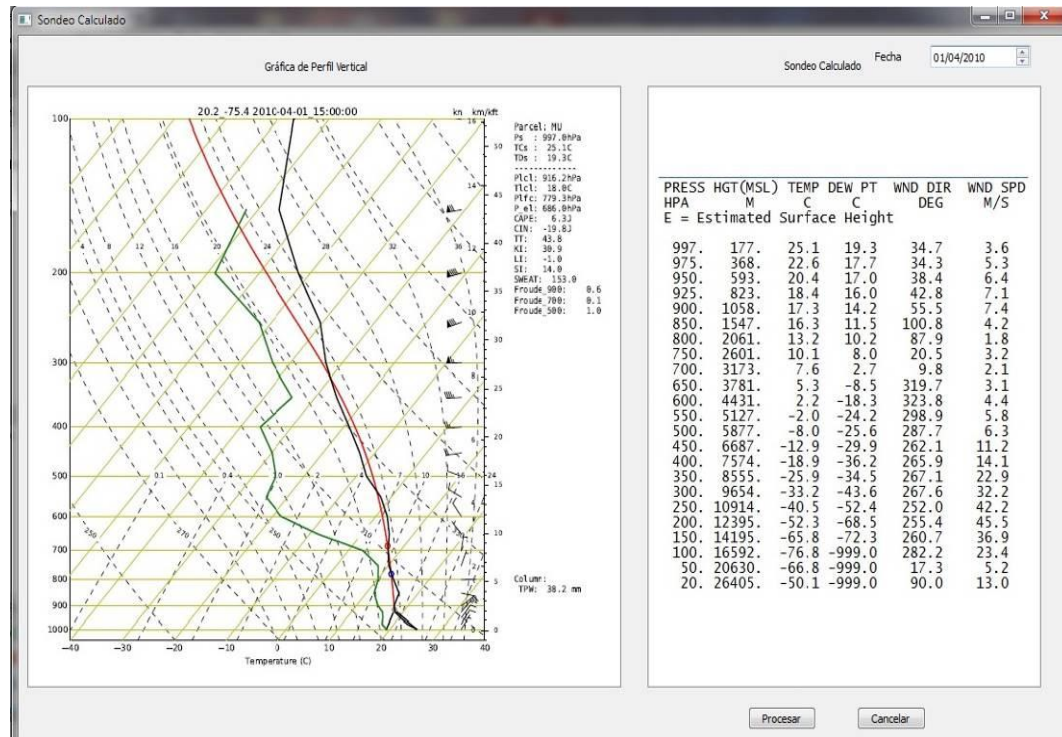


Anexo 2: Submenú Estaciones de la opción principal de la interfaz del SIASA donde se ejemplifica la selección de las variables meteorológicas.





Anexo 3: Se ejemplifica como se muestra la gráfica del diagrama termodinámico, el dato formato texto de los sondeos atmosféricos y el cálculo de los índices termodinámicos.



Anexo 4: Se ejemplifica como se muestra el Telegrama codificado por el formato internacional de los datos de sondeos atmosféricos.

```
TTAA 1201 78255
99004 25655 04003 00143 24854 04004 92220 18815 06008
85546 15431 07012 70173 08665 06013 50588 06182 10008
40759 17785 15015 30967 33975 19512 25092 43564 23015
20239 54358 26043 15417 68118 25542 10654 76511 23010
88999 77999 31313 55608 81241=

TTBB 1201 78255
00004 25655 11975 22634 22950 20823
33900 17415 44800 13255 55750 11059 66650 06678
77600 02682 88550 01582 99450 11184 11350 24982
22500 7051069 3320 5371053 40155 21767 55147=
```



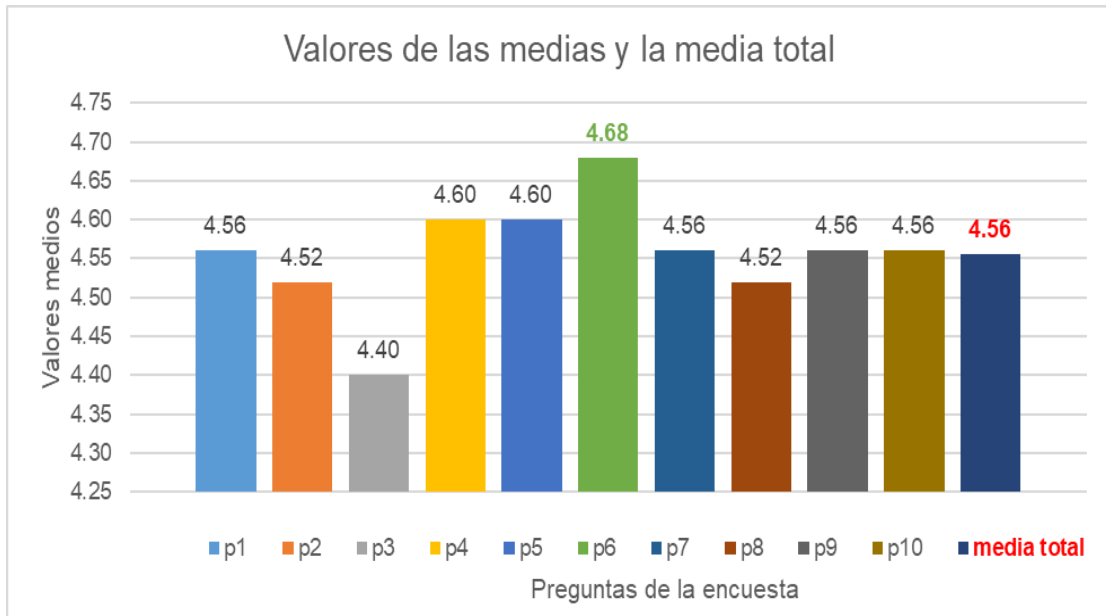
Anexo 5: Cuestionario a especialistas e investigadores para evaluar la viabilidad del procedimiento.

Usted ha sido seleccionado en esta investigación que tiene como objetivo diseñar un sistema de información. En la medida en que marque los escaques en cada uno de los indicadores, con criterios de muy adecuado (MA) valor 5, bastante adecuado (BA) valor 4, adecuado (A) Valor 3, poco adecuado (PA) valor 2, y No adecuado (NA) valor 1.

Indicadores.		(MA)	(BA)	(A)	(PA)	(NA)
El diseño del SIASA permite		5	4	3	2	1
1.	Funcionalidad de la estructura propuesta: la estructura debe contar con los elementos claves que rigen el sistema meteorológico como parte de su funcionalidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Interrelación entre sistema y subsistema propuesto: La interacción debe responder a ambas direcciones para el correcto cumplimiento de los objetivos para la calidad de los pronósticos meteorológicos a corto plazo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Relación entre componentes, flujo de información: El procedimiento brinda la posibilidad de suministro y búsqueda constante, el logro de conocimiento y las acciones competentes que debe favorecer con la gestión de la información meteorológica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Permite el uso correcto de la información meteorológica: Tributa al logro de mayor calidad en los pronósticos e investigaciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Factibilidad en el acceso a la información meteorológica: La concentración y distribución de la información meteorológica, permite una mejor utilización de la información que se posee, como parte del procedimiento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Tendencia de acciones para evaluar actualizar y ofrecer disponibilidad de la información: Orientación a la excelencia en los resultados y el mejoramiento continuo de la calidad de la actividad en el CMPC.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Se pronostica con calidad la información meteorológica de manera acertada acorde a cada servicio para la elaboración de los pronósticos meteorológicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Se logra efectividad en los pronósticos y servicios a partir de la información analizada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

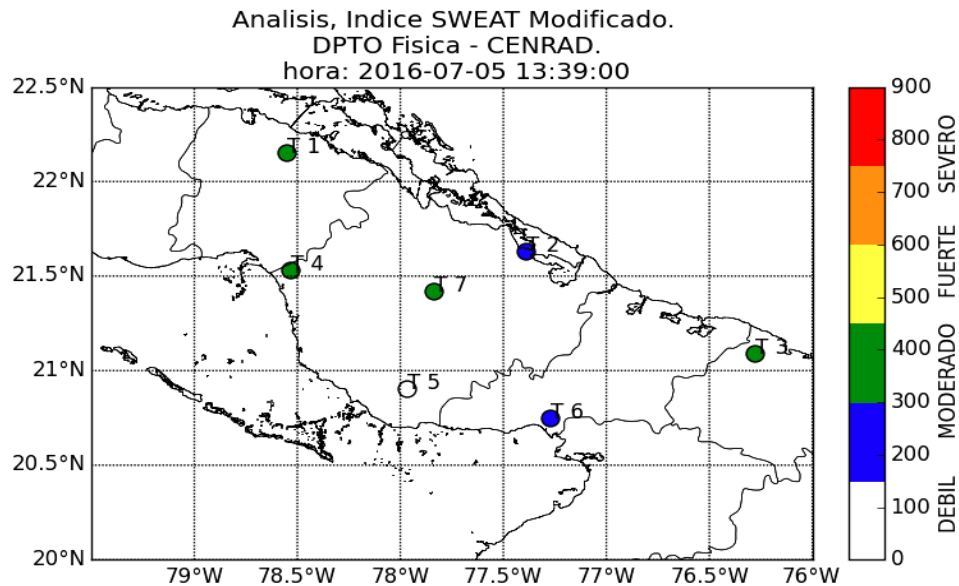
	por el SIASA.					
9.	Se realizan análisis de las informaciones obtenidas sobre la situación climática de interés que tributen a la mejor calidad de los servicios que se ofrecen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	Facilita las medidas de los pronósticos a corto plazo con resultados efectivos en la calidad a partir de la información a todos los sectores productivos y sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 6: Media total del criterio de los investigadores y especialistas consultados:



En el gráfico (p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8, p9 y p10) significan las preguntas en el orden correspondiente a como se muestra en el cuestionario a los especialistas.

Anexo 7: Se ejemplifica como se muestra el mapa del reporte de salida del SIASA.



## Anexo 8: Análisis estadístico de consultas a especialistas.

### Estadísticos descriptivos.

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
p1	25	4,5600	,71181	3,00	5,00
p2	25	4,5200	,77028	3,00	5,00
p3	25	4,4000	,76376	3,00	5,00
p4	25	4,6000	,70711	3,00	5,00
p5	25	4,6000	,70711	3,00	5,00
p6	25	4,6800	,62716	3,00	5,00
p7	25	4,5600	,71181	3,00	5,00
p8	25	4,5200	,77028	3,00	5,00
p9	25	4,5600	,58310	3,00	5,00
p10	25	4,5600	,76811	3,00	5,00

### Prueba W de Kendall

#### Estadísticos de contraste

N	25
W de Kendall <sup>a</sup>	,094
Chi-cuadrado	21,146
gl	9
Sig. asintót.	,012

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

**Rangos**

	Rango promedio
p1	5,52
p2	5,32
p3	4,72
p4	5,72
p5	5,72
p6	6,12
p7	5,52
p8	5,32
p9	5,52
p10	5,52

**Análisis de fiabilidad**

**Escala: TODAS LAS VARIABLES.**

**Resumen del procesamiento de los casos**

		N	%
Casos	Válidos	25	100,0
	Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	25	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticos de fiabilidad.**

Alfa de Cronbach	N de Elementos
,989	10