

Sistema de Gestión de Información para el pronóstico meteorológico especializado

Information Management System for specialized weather forecast



Dainelaine Navarro-Silva ^{1*}, Néstor Loredó-Carballo ¹, Leonardo Jiménez-Pearse ¹, Yordan Gallardo-Avilés ¹, Eduardo Estrada-Canosa ¹, Luis Bisbé-Sifontes ¹, Yanet García-García ¹, Dayan Arturo Nieves-Pérez ¹ <http://opn.to/a/ryQ3U>

¹Centro Meteorológico Provincial de Camagüey, Camagüey, Cuba

RESUMEN: En la presente investigación se estudia la importancia de los sistemas de información dentro de las organizaciones como una alternativa para aumentar los resultados de la organización y la toma de decisiones. Sobre la base de este estudio se diseña y elabora un sistema de gestión de la información para el departamento de Física de la Atmósfera del Centro Meteorológico Provincial de Camagüey. El sistema propuesto está encaminado a dar respuesta a la necesidad de facilitar la organización y el procesamiento de la información para la toma de decisiones. Con su implantación se generan cambios en la forma de realizar los diferentes procesos que tienen lugar en el Departamento de Física de la Atmósfera. El sistema se diseñó para un ambiente web desarrollado en el lenguaje de programación Python y diseñado sobre la plataforma Wordpress.

Palabras clave: Pronóstico meteorológico especializado, gestión de la información, toma de decisiones.

ABSTRACT: In this research we study the importance of information systems within organizations as an alternative to increase the results of the organization and decision making. On the basis of this study, an information management system is designed and developed as a basis for decision-making in the Department of Atmospheric Physics of the Provincial Meteorological Center of Camagüey. The proposed system is aimed at responding to the need to facilitate the organization and processing of information for decision making. With its implementation changes are generated in the way of carrying out the different processes that take place in the Department of Atmospheric Physics. The system was designed for a web environment developed in the Python programming language and designed on the Wordpress platform.

Key words: Specialized weather forecast, information management, decision making.

INTRODUCCIÓN

La incorporación sistemática de las tecnologías en todas las esferas está provocando importantes cambios con la confianza de modernizar y hacer más competitiva la sociedad y las instituciones. De ahí que se puede observar que cada día el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se incrementa cada vez más en la evolución y desarrollo de las organizaciones (Losada *et al.*, 2012).

Cuba ha defendido siempre el concepto de que el uso masivo de las TIC no es un fin, sino una herramienta poderosa para lograr el desarrollo. En este sentido, la meteorología ha incrementado su potencial de desarrollo con la incorporación de las TIC, lo cual ha generado un cambio sustancial. Estas tecnologías son un conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), relacionados con el almacenamiento, procesamiento y la transmisión digitalizada de la información. (Ochoa & Cordero, 2012)

*Autor para correspondencia: Dainelaine Navarro-Silva. E-mail: nanin@cmw.insmet.cu

Recibido: 12/04/2019

Aceptado: 03/02/2020

Relacionado con el tema [Peláez, 2015](#) desarrolla una aplicación web siguiendo estándares de código abierto en PostgreSQL que permite gestionar información para apoyar la prestación de los servicios Científico-Técnicos ofrecidos por la institución en el área de la cayería norte de Ciego de Ávila, así como: pronóstico del tiempo, planificación del desarrollo de actividades turísticas, control de vectores, mantenimiento del parque eólico de Cayo Coco, entre otras. Por otra parte [Guerrero, 2017](#) propone, describe y evalúa un modelo de gestión de información meteorológica, diseñado para construir Sistemas de Gestión de Datos Meteorológicos.

En el Centro Meteorológico Provincial de Camagüey el empleo de las TIC resulta necesario y le permite alcanzar un alto grado de informatización en la gestión de la información de las actividades que el centro realiza. En este sentido [Castellano, 2013](#) desarrolla un sistema de gestión de la información científico técnica para el Centro y propone estrategias organizacionales e informáticas que facilita la implementación y el funcionamiento del sistema.

En el año 2005 ante la severa sequía, que de manera particular azotó a las provincias orientales y avanzó hacia el centro y occidente, el país tomó la decisión de reanudar los trabajos experimentales relacionados con el incremento artificial de la lluvia. Dentro de las funciones que realizan los especialistas que laboran en el Departamento de Física de la Atmósfera que se encuentra ubicado en el centro meteorológico de Camagüey están enfocadas en:

1. Diseñar y desarrollar experimentos para el incremento artificial de la lluvia.
2. Elaborar el pronóstico meteorológico especializado del desarrollo convectivo.

El pronóstico especializado se realiza con el objetivo de pronosticar el inicio de la convección para el trabajo de la lluvia provocada. Para confeccionar el pronóstico se necesita y se genera una gran búsqueda de información tales como imágenes de satélites, mapas sinópticos, observaciones de superficie, mapas del aire

superior, observaciones del radar y resultados de modelos numéricos. Se obtiene a través de varios sitios web y de intercambios utilizando la red nacional de comunicaciones por tanto, se consume gran cantidad de tiempo, el flujo de información es muy lento y es difícil el acceso a la información que está muy dispersa en varios sitios web. Todo esto conlleva a una gran pérdida de tiempo.

La información se obtiene 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 Atmosféricas (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.

El objetivo de este trabajo es implementar un sistema de gestión de información basado en el uso de las TIC que contribuya a mejorar la gestión de información de los especialistas que realizan los pronósticos meteorológicos especializados en el Departamento de Física de la Atmósfera en Camagüey.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se diseñó en un ambiente web, donde se utilizó como lenguaje de programación Python. Se escogió este lenguaje de programación porque permite varios estilos como: programación orientada a objetos, imperativa y funcional interpretada.

Se empleó el Wordpress como sistema de gestión de contenido ya que dispone de un sistema de plugins que permite extender las capacidades dándole la propiedad de ser flexible.

Se seleccionó como sistema de gestor de base de datos el PostgreSQL. Se seleccionó este sistema porque tiene durabilidad y una vez realizada una operación en el gestor esta persistirá, y no se podrá deshacer aunque falle el sistema.

Al estar diseñada para un ambiente web la aplicación necesita de un servidor donde se alojan las diferentes páginas que conforman el sitio, en este caso se utilizó el Wampserver, porque tiene como característica visualizar sitios web y gestionar bases de datos. Se escogió la metodología ágil (XP), por la facilidad que muestra la misma a la hora del desarrollo del software, Las [figuras 1,2,3](#) muestran partes del código fuente que se desarrolló para hacer las descargas automáticas desde internet de los datos necesarios del sistema

Se realizaron entrevistas a especialistas que facilitaron el diagnóstico de la situación actual de la información. Se seleccionó como muestra para la investigación ocho especialistas, de ellos dos investigadores, un técnico en meteorología, cuatro licenciados en meteorología y un ingeniero en informática.

Se elaboró una encuesta con los 7 criterios más importantes seleccionados de modo que evidenciara en qué medida el uso del software implementado satisface a los especialistas y demostrar la viabilidad del sistema, en la cual se seleccionó una muestra de 10 trabajadores que

estuvo conformada por 2 investigadores, 4 licenciados en meteorología, 3 técnicos en meteorología y un ingeniero en informática lo que quedó demostrado que:

- Se ahorra tiempo.
- Es factible.
- Facilita el acceso a la información.
- Existe mayor organización en la información.
- Con el sistema propuesto mejora la toma de decisiones.
- Obtener información de interés.
- Ofrece información oportuna.

Para valorar cada criterio se utilizó la escala de tipo Likert de cinco categorías evaluada. Se realizó solicitando a los encuestados que expresen su acuerdo o desacuerdo mediante una escala. En la mayoría de las encuestas se utiliza este tipo de escala donde se hace una pregunta y se solicita la respuesta del participante en una escala relativa con varios rangos (desde 1, hasta 5).

```

195 def EliminarFichero(direccionfichero):
196     os.remove(direccionfichero)
197
198 def LecturaFichero(DireccionFichero):
199     fichero = open(DireccionFichero,'r')
200     lineas = fichero.read().split('\n')
201     fichero.close()
202     return lineas
203
204 def CrearGIF(direccion):
205     Imagenes = []
206     for nombre, i, archivos in os.walk(direccion):
207         contador= len(archivos)
208         disminuye= contador
209         for i in archivos:
210             Imagenes.append(direccion + '\\' + archivos[contador - disminuye ])
211             contador = contador - 1
212         with imageio.get_writer(direccion+'/animacion.gif', mode='I',duration =0.30) as writer:
213             for filename in Imagenes:
214                 image = imageio.imread(filename)
215                 writer.append_data(image)
216
217 def IncrementaContador(cantidad):
218     cantidad+= 1
219     return cantidad
220
221
222
223
224
225 if __name__ == "__main__":
226     direccion= os.getcwd()
227     for name,list,listado in os.walk(direccion + '\\'+direcciones'):
228         while True:
229             for j in list:
230                 if (j == 'FTP_HABANA'):
231                     for nombre, listadocarpeta,listadoarchivo in os.walk(name + '\\'+ j):
232                         for i in listadocarpeta:
233                             for nombrecarpeta,listadocarp,listarchivo in os.walk(nombre + '\\'+ i):
234                                 for archivo in listarchivo:
235                                     DireccionArchivo = nombrecarpeta + '\\'+ archivo
236                                     LecturaDireccionesFTP(DireccionArchivo,i)
237                 if (j == 'Animaciones'):
238                     for nombre, listadocarpeta, listadoarchivo in os.walk(name + '\\'+ j):
239                         for i in listadocarpeta:
240                             for nombrecarpeta, listadocarp, listarchivo in os.walk(nombre + '\\'+ i):
241                                 for archivo in listarchivo:
242                                     DireccionArchivo = nombrecarpeta + '\\'+ archivo
243                                     gif = LecturaDirecciones(DireccionArchivo, i)
244                                     CreacionTemporal(DireccionArchivo,gif,direccion)
245                                     CrearGIF(gif)
246
247                 if (j == 'Superficie'):
248                     for nombre, listadocarpeta, listadoarchivo in os.walk(name + '\\'+ j):
249                         for i in listadocarpeta:
250                             for nombrecarpeta, listadocarp, listarchivo in os.walk(nombre + '\\'+ i):
251                                 for archivo in listarchivo:
252                                     DireccionArchivo = nombrecarpeta + '\\'+ archivo
253                                     gif = LecturaDirecciones(DireccionArchivo, i)
254                                     CrearGIF(gif)
255     time.sleep(60)

```

Figura 1. Código fuente

```

25 autentificacion = urllib.request.HTTPBasicAuthHandler()
26 opener = urllib.request.build_opener(proxy, autentificacion, urllib.request.HTTPHandler)
27
28 urllib.request.install_opener(opener)
29 urllib.request.unwrap(urllib)
30 descarga = urllib.request.urlopen(url)
31 urllib.request.urlcleanup()
32
33 print('Descargando...', url)
34 hora = time.strftime("%H_%M_%S")
35 if not os.path.exists(archivo): os.makedirs(archivo)
36 fichero = open(archivo + '\\\' + nombre, 'wb')
37 fichero.write(descarga.read())
38 descarga.close()
39 fichero.close()
40 tiempo_transcurrido = time.time() - ahora
41 print('Archivo guardado : %s en %0.3fs' % (archivo, tiempo_transcurrido))
42
43 error = True
44 print("Error HTTP :", e.code,url)
45
46 except URLError as e:
47     print("Error URL :", e.reason,url)
48     error = True
49
50 if (error):
51     time.sleep(15)
52     contador = IncrementaContador(cantidad)
53     print("Reintentando Descarga del archivo...:%s" % (url))
54     main(url, archivo, nombre,contador)
55 else:
56     pass
57 return error
58
59 def LecturaDireccionesFTP(DireccionCarpeta):
60     conexion = psycopg2.connect(database="descargas", user="postgres", port="5432", password="postgres")
61     cursor = conexion.cursor()
62     lineas = LecturaFichero(DireccionFichero)
63     semaforo = 0
64     fecha = datetime.date.today()
65     cursor.execute("SELECT * from fecha")
66     for columna in cursor:
67         if columna[1] == fecha:
68             semaforo = 1
69             ultimafecha = columna[0]
70
71 if semaforo == 0:
72     cadena = "C"+ "-" + str(fecha) + "-"
73     cursor.execute("INSERT INTO fecha (fecha) VALUES ('"+cadena+"")")
74     conexion.commit()
75     cursor.execute("SELECT MAX(id) from fecha")
76     conexion.commit()
77     ultimafecha = cursor.fetchone()[0]
78
79 cursor.execute("SELECT satellite.id from satellite WHERE satellite.nombre='"+str(Carpeta)+"'")
80 conexion.commit()
81 identificador_satelite= cursor.fetchone()[0]
82 conexion.commit()
83 for l in lineas:
84     if (l != ''):
85         url = l.split(',')[0] + '?lang=es'
86         nombre = l.split(',')[1]

```

Figura 2. Código fuente

```

87 for l in lineas:
88     if (l != ''):
89         url = l.split(',')[0] + '?lang=es'
90         nombre = l.split(',')[1]
91         extension = os.path.splitext(nombre)[0]
92         archivo = direccion + '\\\' + str(fecha) + '\\\' + Carpeta
93         main(url, archivo, nombre)
94     ListadoServidor = LecturaFichero(archivo + '\\\' + nombre)
95     fichero = ListadoServidor[0]
96     if os.path.exists(archivo + '\\\' + 'ultimoDescargado'):
97         ListadoLocal = LecturaFichero(archivo + '\\\' + 'ultimoDescargado')
98         ficheroLocal = ListadoLocal[0]
99         ListadoServidor[archivo + '\\\' + 'ultimoDescargado']
100         if fichero != ficheroLocal:
101             url = extension + fichero
102             directorio = direccion + '\\\' + str(fecha) + '\\\' + Carpeta
103             main(url, directorio, fichero)
104             imagen = open(direccion + '\\\' + fichero, 'rb').read()
105             imagenDecodificada = base64.b64encode(imagen)
106             cursor.execute("INSERT INTO imagen_fpt(satelite, fecha, nombre, imagen) VALUES(%s,%s,%s,%s);", (identificador_satelite, ultimafecha, fichero, imagenDecodificada))
107             conexion.commit()
108         else:
109             url = extension + fichero
110             directorio = direccion + '\\\' + str(fecha) + '\\\' + Carpeta
111             main(url, directorio, fichero)
112             imagen = open(direccion + '\\\' + fichero, 'rb').read()
113             imagenDecodificada = base64.b64encode(imagen)
114             cursor.execute("INSERT INTO imagen_fpt(satelite, fecha, nombre, imagen) VALUES(%s,%s,%s,%s);", (identificador_satelite, ultimafecha, fichero, imagenDecodificada))
115             conexion.commit()
116         conexion.close()
117
118 def CreacionTemporal(direccioncarpeta, direccionima, rai):
119     direccion = direccioncarpeta.split('/')[-1].split('#')[0]
120     direccion = rai + '\\\' + "temporal" + '\\\' + carpeta
121     if not os.path.exists(direccion): os.makedirs(direccion)
122     os.chdir(direccion)
123     imagenes = glob.glob("*.jpg")
124     for imagen in imagenes:
125         os.unlink(imagen)
126         print("borrando archivo:", imagen)
127     os.chdir(direccionima)
128     imagenes_copiar = glob.glob("*.jpg")
129     for copiar in imagenes_copiar:
130         imagen = direccionima + '\\\' + copiar
131         _destino = direccion + '\\\' + copiar
132         if os.path.exists(_destino):
133             with open(_origen, 'rb') as origen:
134                 with open(_destino, 'wb') as destino:
135                     shutil.copyfileobj(origen, destino)
136                 print("archivo copiado a Temporal")
137
138 def lecturaDirecciones(DireccionFichero, Carpeta):
139     conexion = psycopg2.connect(database="descargas", user="postgres", port="5432", password="postgres")
140     cursor = conexion.cursor()
141     lineas = LecturaFichero(DireccionFichero)
142     semaforo_fecha = 0
143     semaforo_hora = 0
144     fecha = datetime.date.today()
145     cursor.execute("SELECT * from fecha")

```

Figura 3. Código fuente

Se utilizó el programa (Software) SPSS ya que facilita diversos resultados incluyendo correlaciones entre los indicadores de la escala.

El análisis de la concordancia entre los criterios de los especialistas se realizó a través de una prueba estadística no paramétrica utilizando Kendall, y la fiabilidad de los cuestionarios se efectuó del mismo modo pero con Alpha de Cronbach que es un indicador global del grado de

confiabilidad de la escala. El procesamiento se hizo con el software SPSS- versión 20.

A los efectos de esta investigación se considera la viabilidad del procedimiento a partir de los siguientes criterios ([Castellanos, 2013](#)):

- El sistema es viable, altamente positivo, cuando la media del valor percibido por los especialistas en el ítem se encuentra entre 3,75 y 5,00.
- El sistema es viable, aunque requiere ser perfeccionado, cuando la media del valor

percibido por los especialistas en el ítem se encuentra entre 3,74 y 2,50.

- El sistema es no viable, cuando la media del valor percibido por los especialistas en el Ítem es inferior a y 2,49.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los especialistas para confeccionar este tipo de pronóstico tienen que conocer con varios días de antelación algunos elementos como por ejemplo:

1. El clima del lugar en donde se va a realizar el pronóstico meteorológico especializado.
2. Localización de los sensores remotos, ya sea propio del lugar o los más cercanos al lugar.
3. Localización de las coordenadas para la realización de los sondeos aerológicos 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

En el contexto de trabajo sistemático es necesario decidir en cuanto a las condiciones atmosféricas si son favorables o no, para el desarrollo de nubes convectiva dependiendo del:

- Valor de la temperatura máxima en superficie.
- El nivel de humedad relativa.
- Las condiciones de vorticidad en los niveles bajos y altos de la atmósfera.
- La magnitud de las corrientes verticales.

Las acciones que tienen que ejecutar dependen de muchos aspectos que no se conocen, entonces no pueden prever con exactitud por ejemplo ;si el viento de la costa va aportar dinámica para el desarrollo de nubes y se forme la convergencia; o si va a ver desarrollo de las corrientes vertical para que se formen las nubes cúmulos.

Con el sistema se está propiciando que el especialista haga el análisis y no tenga que perder tiempo en localizar la información de internet, además es un tiempo que se gana en el análisis para

la toma de decisiones, ya que el proceso se realiza localizando la información de manera automática e integrándola en un solo lugar, por lo que los especialistas tienen más tiempo para decidir por ejemplo: de acuerdo a como se está comportando el viento se puede sembrar las nubes en la zona norte o sur del polígono de trabajo, o de acuerdo a los valores altos o bajo de la humedad relativa el desarrollo de la nubosidad va a ser temprano o tardío así sucesivamente.

Etapas para la elaboración del sistema de gestión de la información propuesto

Para el sistema de gestión de la información que se presenta, se realizan un conjunto de tareas comprendidas en el desarrollo de cuatro etapas.

- Organización del sistema.
- Diseño y elaboración del sistema.
- Prueba del sistema.
- Implementación.

Desarrollo de las etapas establecidas para la elaboración del sistema de gestión de la información

Etapas 1: Organización del sistema.

En esta etapa se analiza el sistema de información existente en el departamento y se identifican sus necesidades de información. Se conoce como se realiza el trabajo de la gestión de la información para los pronósticos meteorológicos especializados, es decir, cómo se recolecta, almacena y procesa la información. Se parte de conocer los procesos que se realizan en el departamento, con el objetivo de obtener información que permita describir las especificaciones del sistema de información como identificar las necesidades de información de los usuarios y ser la base para el diseño del sistema.

En la entrevista que se aplicó con el fin de conocer el diagnóstico del proceso de gestión de información se evidenciaron los siguientes problemas:

- Información tardía.
- Pocos medios de cómputos.
- Poca organización de la información.

- Duplicidad de la información.
- Tecnología obsoleta.
- Información muy dispersa

A partir del análisis estadístico que se realiza se obtuvo que el 75% de los especialistas coincidió que existían dificultades para acceder a la información y que la información se encuentra muy dispersa en varios sitios web lo que conlleva a una gran pérdida de tiempo, el 62,5% coincidió en que existe en la actualidad duplicidad en la información y poca organización de la información, el 50% expresó que hay pocos medios de cómputos y el 37,5% de los especialistas declaró que la información se obtiene tarde y la tecnología que se utiliza es obsoleta. En el gráfico siguiente se visualiza la información antes mencionada ([figura 4](#)).

Las tablas siguientes, indican las frecuencias, dependiendo de los valores de la variable, así como diversos porcentajes.

Tabla 1. Información tardía

	Frecuencia	Porcentaje
Válido	3	37.5
Perdidos	5	62.5
Total	8	100.0

Tabla 2. Pocos medios de cómputos

	Frecuencia	Porcentaje
Válido	4	50.0
Perdidos	4	50.0
Total	8	100.0

Tabla 3. Dificultades para acceder a la información

	Frecuencia	Porcentaje
Válido	6	75.0
Perdidos	2	25.0
Total	8	100.0

Tabla 4. Poca organización en la información

	Frecuencia	Porcentaje
Válido	5	62.5
Perdidos	3	37.5
Total	8	100.0

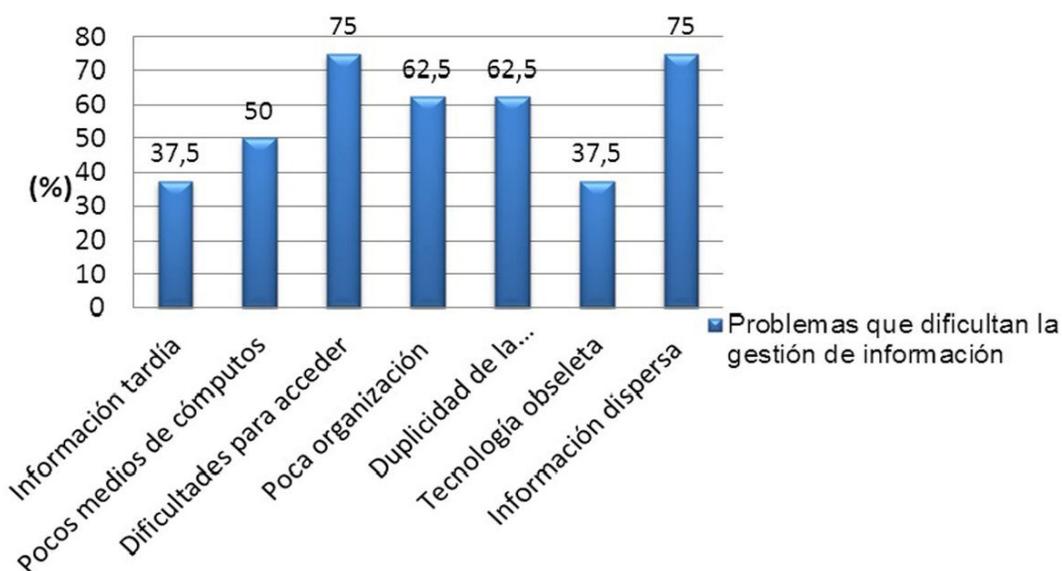


Figura 4. Resultados de las entrevistas de los problemas que dificultan la gestión de información para los pronósticos meteorológicos especializado

Tabla 5. Duplicidad de la información

	Frecuencia	Porcentaje
Válido	5	62.5
Perdidos	3	37.5
Total	8	100.0

Tabla 6. Tecnología obsoleta

	Frecuencia	Porcentaje
Válido	3	37.5
Perdidos	5	62.5
Total	8	100.0

Tabla 7. Información dispersa

	Frecuencia	Porcentaje
Válido	6	75.0
Perdidos	2	25.0
Total	8	100.0

Cuando se indago si existe alguna herramienta informática que facilite el proceso de gestión de información los 8 especialistas afirmaron que no se cuenta con ninguna herramienta informática que le permita organizar y gestionar toda la información que se genera. Sugieren que se desarrolle un sistema para gestionar la información con el cual se gane en tiempo en el análisis y así poder decidir con suficiente tiempo.

Los resultados derivados del análisis del sistema de gestión de la información actual revelan problemas relacionados con el bajo aprovechamiento de la tecnología de información.

Etapa 2: Diseño y elaboración del sistema.

En esta etapa se diseñan los elementos fundamentales del sistema propuesto que está encaminado a perfeccionar la gestión de información para los pronósticos meteorológicos especializados. Se tuvo en cuenta los procesos de selección y representación de la información, unidos a su almacenamiento.

Se describe detalladamente la estructura funcional del sistema y se concreta el alcance del

sistema, las características del hardware, software que se utilizan en su elaboración.

Se concibe estructurar un sistema de gestión de información con datos confiables y fáciles de obtener. Para su diseño se considera como aspecto importante para la manipulación de información, la implementación de una interfaz simple pero eficiente, que facilite el intercambio de información y una mejor recuperación de los datos solicitados por los usuarios.

Los requisitos funcionales del sistema describen lo que el sistema debe hacer, los propuestos en este sistema son los siguientes:

- a. Gestionar información
- b. Obtener información
- c. Visualizar información
- d. Adicionar información
- e. Descargar información

Los requisitos no funcionales, como su nombre sugieren, son aquellos que no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema, sino a las propiedades emergentes de éste como la fiabilidad, el tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento. Aunque las tecnologías utilizadas son multiplataforma el sistema será instalado en un servidor; por tanto, los requisitos de software y hardware que se establecen a continuación están basados en ese sistema operativo.

Interfaz de usuario: El sistema cuenta con una interfaz agradable, interactiva, fácil de entender y manipular.

Usabilidad: Para operar con el sistema se requiere un nivel básico de dominio con las computadoras.

Rendimiento: La velocidad de procesamiento de la información debe ser rápida.

Soporte: Una vez terminado el sistema se le realizará un grupo de pruebas que permitan verificar su correcto funcionamiento. Es necesario un continuo mantenimiento al sistema, para evitar fallas y errores en las funcionalidades.

Seguridad: El sistema deberá registrar por seguridad todos los eventos que se produzcan para poder realizar auditorías de seguridad.

Confidencialidad: La información en el sistema estará protegida contra el acceso no autorizado.

Integridad: Se realizarán todas las acciones necesarias para que la información que se manipula en el sistema esté totalmente protegida y de igual manera se protegerán todos los datos almacenados en la base de datos del sistema.

Software: El sistema operativo utilizado debe ser Windows o GNU/Linux en cualquiera de sus distribuciones actuales. El usuario accederá al sistema utilizando el navegador web Mozilla Firefox en su versión 2.1.9 o superior. En el servidor de aplicaciones se debe instalar un servidor Web Apache en su versión 2.2.22.

Hardware: Un servidor de aplicaciones con 40 Gb de espacio en disco para almacenar toda la información sensible introducida en el sistema, debe presentar como mínimo 1gb de RAM; este servidor debe tener como sistema operativo Linux o Windows en la versión deseada.

En la [figura 5](#) se muestra el esquema de funcionamiento del sistema desarrollado en esta

investigación. El sistema descarga de forma automática la información necesaria desde varios sitios web de internet y envía la información descargada en tiempo real al SGIDFA (Sistema de gestión de información del Departamento de Física de la Atmósfera), inmediatamente mostrará un menú principal con varias opciones con el nombre de:

- Imágenes de satélites
- Modelos numéricos
- Modelos de aire superior
- Sondeos aerológicos.

El sistema igualmente tiene la opción de que la información quede almacenada y permanezca archivada para posibles acciones posteriores. Para acceder a la información almacenada se realiza a través del sistema de gestor de base de datos que le solicita al archivo (base de datos) lo que se necesita gestionar y este retorna la información para visualizar las imágenes pedidas por el usuario.

Etapas 3: Prueba del sistema

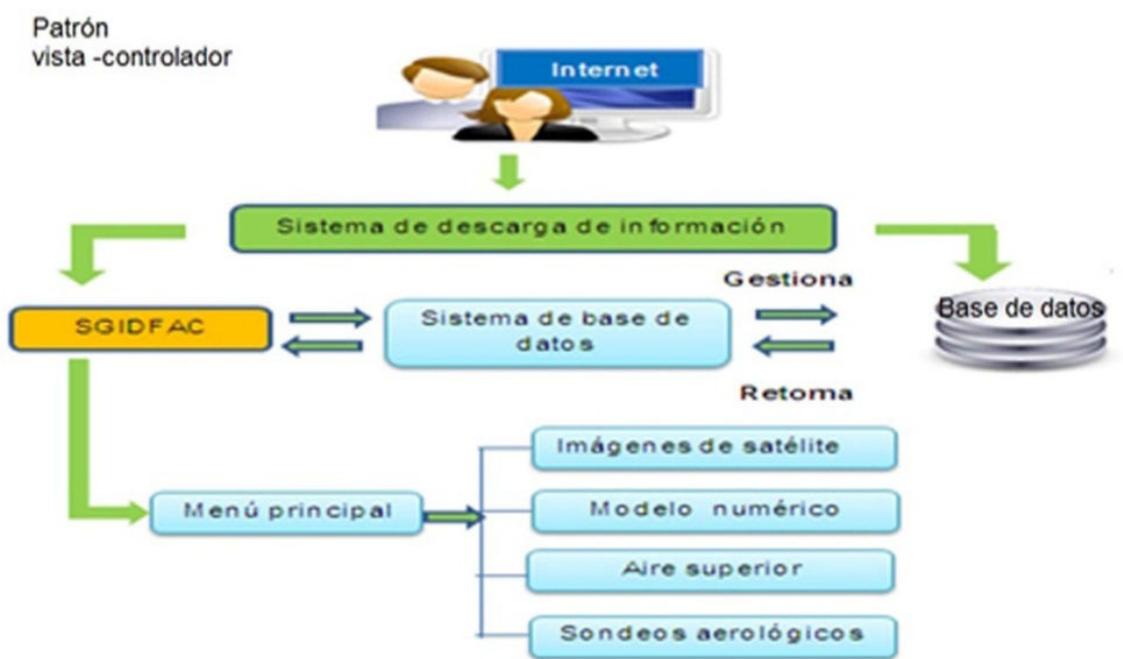


Figura 5. Esquema de funcionamiento del sistema de gestión de información

El objetivo de esta etapa es poner en explotación parcial el sistema para comprobar los requerimientos técnicos y funcionales del mismo.

Una vez elaborado el sistema se procede a su instalación, paso previo que permitirá la realización de determinadas pruebas que avalen la fiabilidad del mismo antes de proceder a su implantación. Para la prueba parcial o total del sistema se parte de la selección de la persona que asumirá el rol de administrador.

El uso de cualquier producto de software tiene que estar justificado por las ventajas que ofrece. Sin embargo, antes de empezar a usarlo es muy difícil determinar si sus ventajas realmente justifican su uso.

Etapa 4: Implementación del sistema.

Al igual que en la etapa de prueba, la implementación puede ser parcial o total. En esta etapa se mantiene una constante y necesaria participación con los miembros seleccionados quienes propondrán posibles cambios para mejorar el sistema.

Representación gráfica de algunas opciones del sistema

A continuación, se muestra una configuración de la página principal del sistema de gestión de

información del Departamento de Física de la Atmósfera de Camagüey, en la cual permite visualizar las opciones más importantes del sistema ([figura 6](#)).

Menú principal

El menú principal muestra varias opciones donde se muestra la información para los pronósticos meteorológicos especializados, como son:

- Inicio
- Acerca de
- Modelos
- Aire superior
- Satélites
- Sondeo aerológico
- Contacto

En la opción acerca de ([figura 7](#)) se pueden encontrar las herramientas que se utilizó para el software. Esta opción es importante porque orienta sobre su diseño y como debe funcionar el sistema.

En la [figura 8](#) se observa la opción de mapas sinópticos que permite obtener información sobre los sistemas que se representan en la superficie terrestre como las altas presiones, bajas presiones la posición de los frentes entre otros.

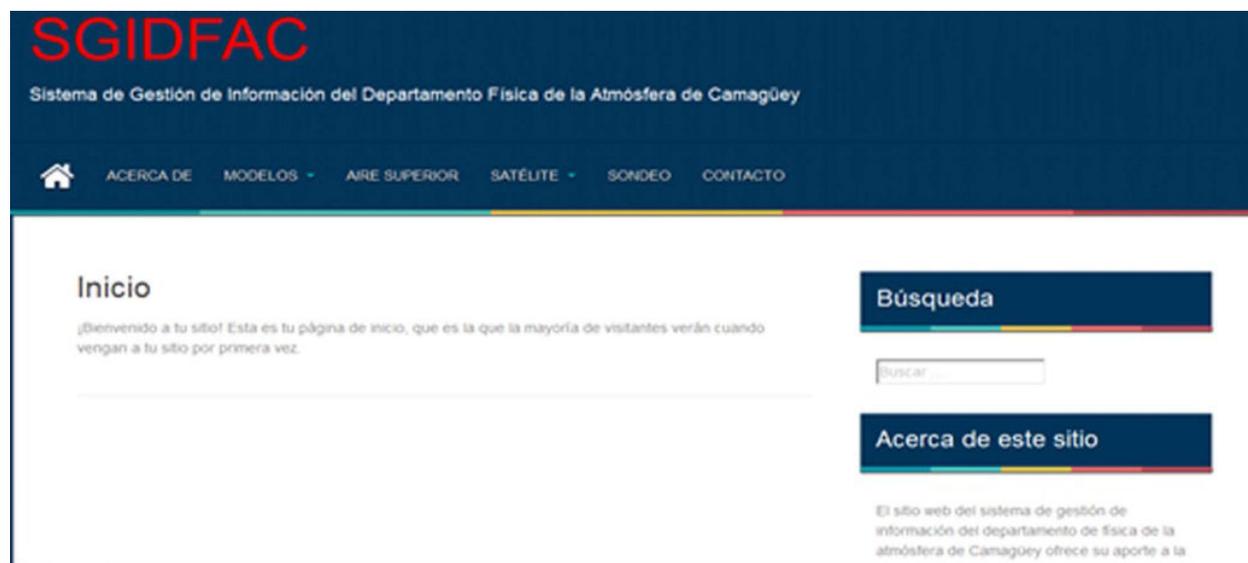


Figura 6. Interfaz principal del sistema



Figura 7. Opción acerca de



Figura 8. Mapa del tiempo en superficie

En la opción de mapas sinópticos se obtiene el análisis de los campos de vorticidad, en los niveles de 700, 500 y 200 hPa (figura 9)

Además, a través de un submenú secundario se obtiene información de algunos mapas pronósticos de superficie donde se puede ver la posición de los diferentes sistemas para un tiempo de 24, 48 y 72

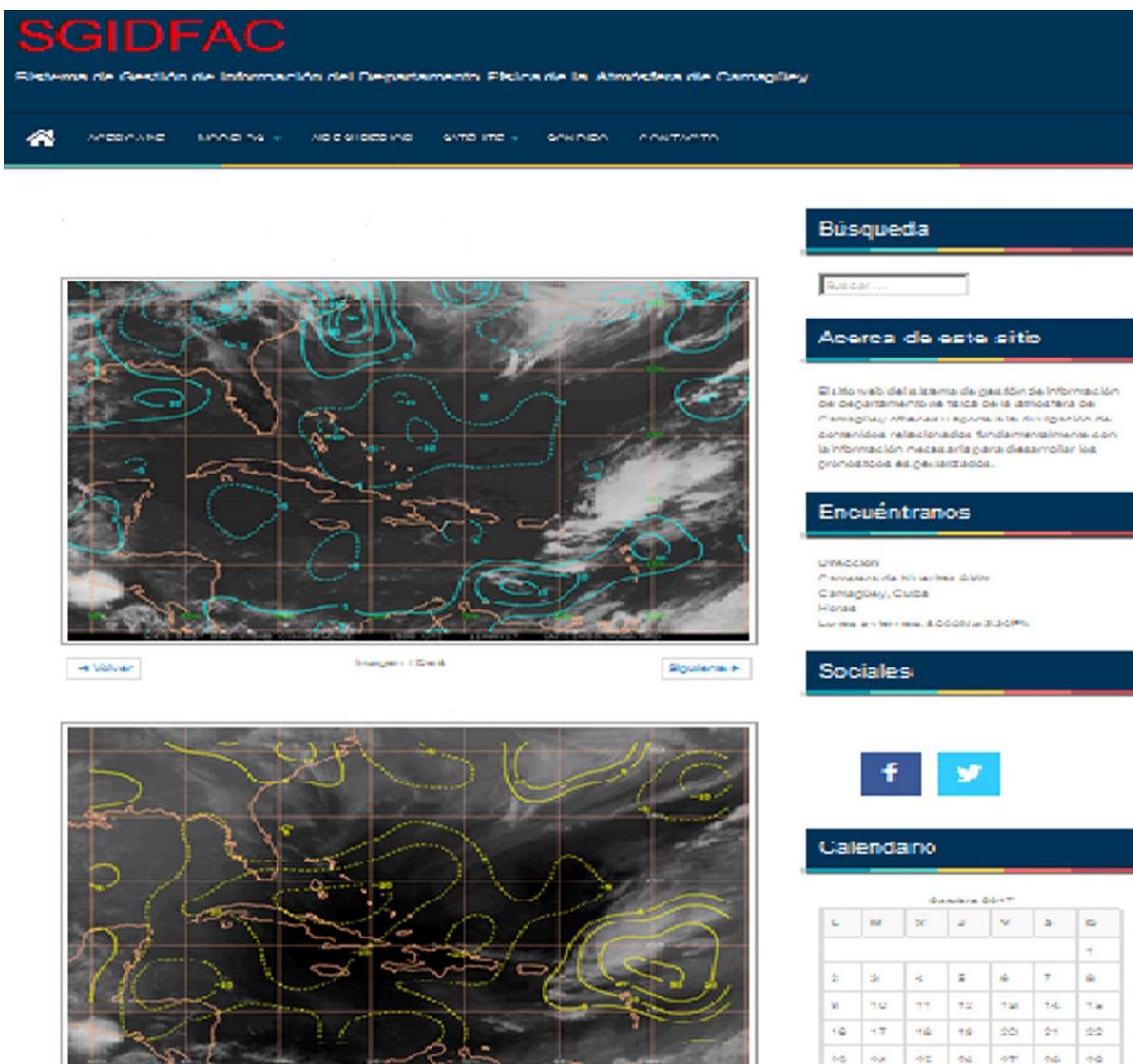


Figura 9. Análisis de la convergencia y divergencia.

horas (figura 10), La información de estos mapas es importante para pronosticar con anterioridad el comportamiento de diferentes variables meteorológicas como la presión y el desplazamiento de los sistemas (altas, bajas, frente frío, ondas tropicales) en ese período de tiempo.

Dentro de la opción de aire superior se pueden encontrar los mapas en los niveles de 700, 500 y 200 hPa (figura 11). Estos mapas permiten observar el análisis del aire superior mediante el empleo de líneas de flujo y son importantes ya que brindan información necesaria para conocer los sistemas que se encuentran presentes en la

atmósfera tales como sistemas de altos y bajos valores de geopotencial, vaguadas, así como el flujo del viento en los niveles antes mencionados.

Dentro de la opción satélite se puede acceder a las imágenes del vapor de agua (figura 12). Estas imágenes son importantes porque se conoce el contenido de vapor de agua existente en la atmósfera y la nubosidad que hay en el área.

También se puede acceder a las imágenes visibles e infrarrojas (figura 13), las cuales son importantes para la vigilancia y el pronóstico meteorológico.



Figura 10. Mapas del tiempo para un período de 24, 48 y 72 horas

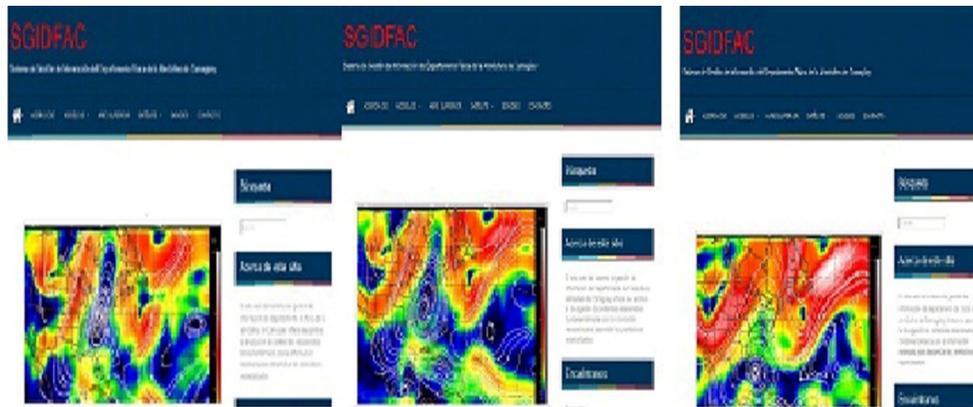


Figura 11. Mapa del aire superior en el nivel de 700,500 y 200 hPa



Figura 12. Imagen de satélite de vapor de agua

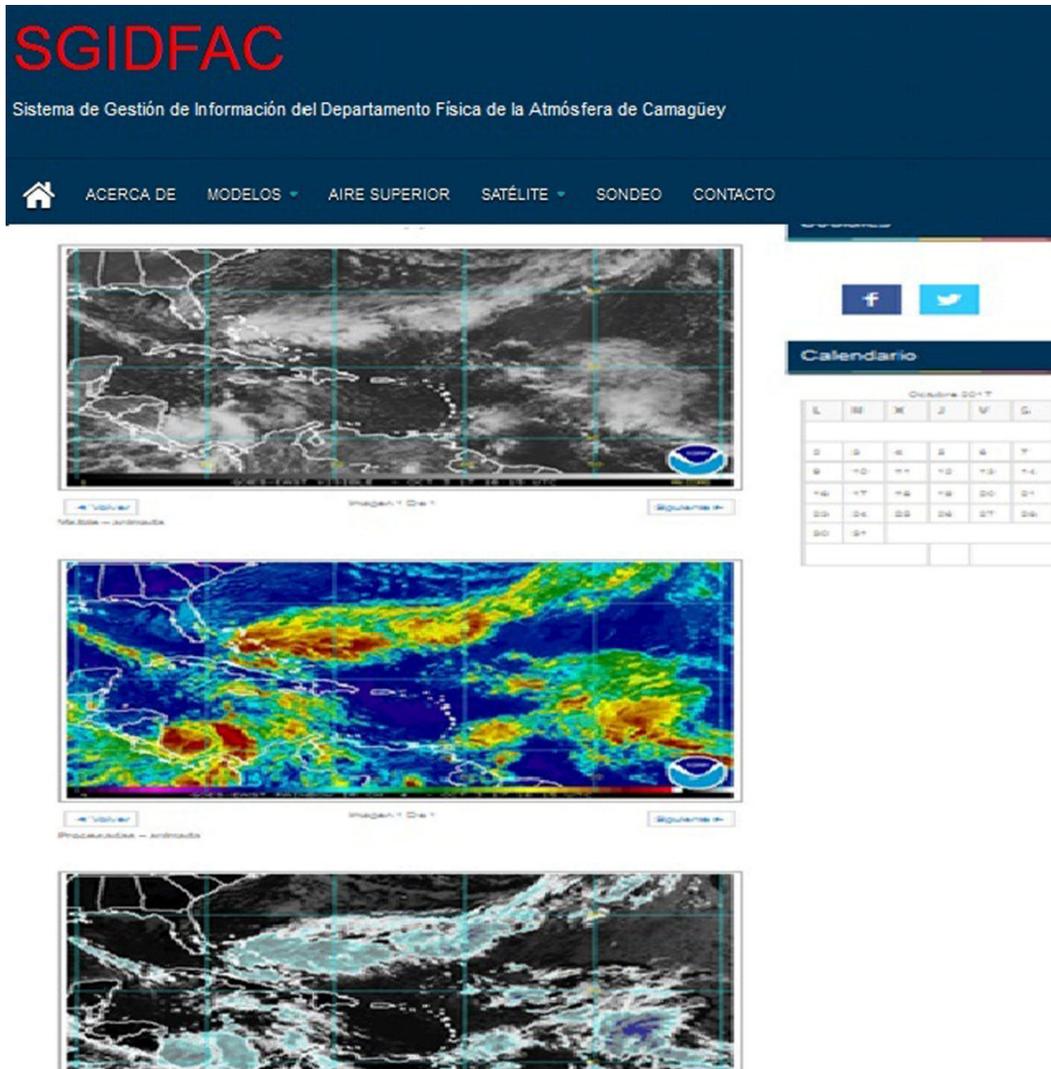


Figura 13. Imágenes visibles e infrarrojas de satélite

Dentro de la opción sondeo aerológico se muestra el boletín que se obtiene a través de la T-3 y el telegrama aerológico. Con el boletín aerológico se analiza el comportamiento del aire superior en la atmósfera sobre el área de trabajo, el comportamiento de las variables de dirección y velocidad del viento, la temperatura del punto de rocío, humedad desde superficie hasta los 100 hPa, la temperatura en los niveles de 500 y en 850 hPa y algunos índices termodinámico como: la Energía Potencial Convectiva Disponible (CAPE); el índice de amenaza de tiempo severo (SWEAT); el índice de levantamiento (LI); Total de Totales (TT). El sondeo aerológico se realiza en tiempo real en el horario de las 12 UTC y en el horario de las 18 UTC se obtiene del sitio <https://ready.arl.noaa.gov/>

[READYcmet.php](https://ready.arl.noaa.gov/) el sondeo interpolado. Este boletín también se descarga automáticamente para el especialista que realiza el pronóstico (figura 14).

Las imágenes de radar no se integran al sistema de gestión de información porque se obtienen del servidor del ftp.

Valoración del sistema de gestión de la información propuesto

La validez es una cuestión más compleja que debe alcanzarse en todo instrumento de medición que se aplica (Allen, 2003). En la muestra seleccionada para evaluar la viabilidad del sistema de gestión de información implementado como un camino a mejorar la gestión de información de los especialistas que realizan los pronósticos meteorológicos especializados, se eligieron

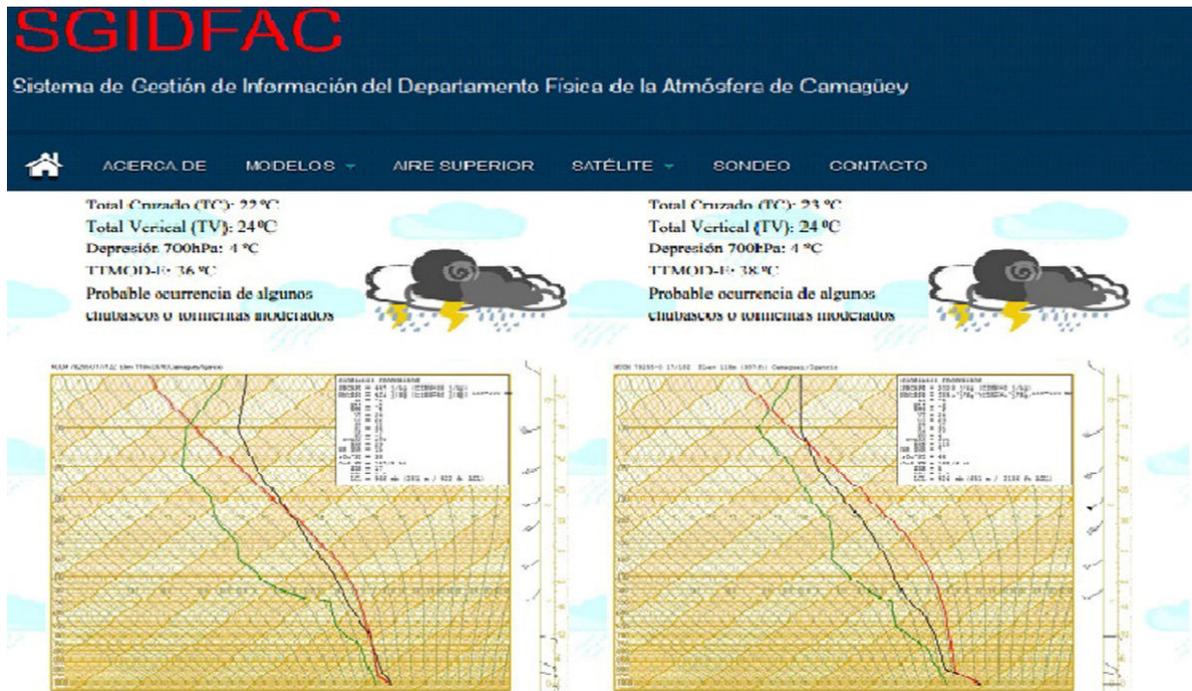


Figura 14. Boletín aerológico

Tabla 8. Encuesta para evaluar la viabilidad del sistema implementado

Item	Criterio	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1	Ahorro de tiempo					
2	Factibilidad					
3	Facilita el acceso a la información					
4	Permite mayor organización en la información					
5	Mejora de la toma de decisiones					
6	Hace mejor uso de la información como recurso					
7	Ofrece Información oportuna					

especialistas que tuvieran más de 20 años de experiencia en el trabajo, que poseyeran conocimientos y estuvieran vinculados al uso de los pronósticos meteorológicos especializados.

Con el interés de evaluar la viabilidad del sistema implementado se aplicó el cuestionario, por lo que luego de leer el procedimiento, se hizo necesario que cada uno emitiera su criterio. Para valorar cada criterio de forma independiente y demostrar la viabilidad del sistema como se mencionó en los materiales y métodos, se utiliza la escala de Likert de cinco categorías evaluada con criterio de: muy de acuerdo con un valor de (5)

puntos; de acuerdo con un valor de (4) puntos; ni de acuerdo ni desacuerdo para un valor de (3) puntos; en desacuerdo con un valor de (2) puntos y muy en desacuerdo con un valor de (1) punto. En la medida en que se marcó las casillas de mayor puntuación se consideró que dicho nivel era “muy alto” en cada uno de los indicadores y al marcar casillas de menor valor se expresó criterios de “muy bajos”. La siguiente tabla muestra como se conformó la escala de medición con los 7 criterios de los especialistas.

El programa (software) SPSS facilita algunas tablas donde se sintetiza la información que se

necesita para determinar la validez de la escala. La [figura](#) siguiente muestra los datos cuando fueron introducidos con el editor de datos SPSS. Cada columna representa una de las 7 variables.

También se realizó el análisis estadístico de la estadística no paramétrica en el cual se aplicó el coeficiente de Kendall w ([figura 16](#)) obteniéndose una concordancia significativa entre las respuestas de los participantes con un valor de 0.037

(quedando por debajo del nivel de significación 0,05), permitiendo aceptar la hipótesis de concordancia entre los criterios de los especialistas.

El programa SPSS permite obtener el resultado del coeficiente Alfa de Cronbach, demostrando la fiabilidad de los cuestionarios con un valor de 0,780; demostrando que no existen diferencias significativas entre los encuestado ([figura 17](#)).

	Ahorra	Factibilidad	Facilita	Organizaci...	Mejora	Uso	Oportuna	var						
1	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00							
2	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00							
3	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00							
4	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00							
5	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00	4,00							
6	4,00	3,00	4,00	5,00	3,00	4,00	5,00							
7	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00							
8	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00							
9	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00							
10	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00							
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														

Figura 15. Vista de datos

Pruebas no paramétricas

[Conjunto_de_datos1] G:\TESIS DEFENSA 2018\CALCULOS RECTIFICADOS LOREDO.sav

Prueba W de Kendall

Rangos	
	Rango promedio
I1	4,85
I2	3,70
I3	4,95
I4	4,70
I5	3,70
I6	3,40
I7	2,70

Estadísticos de contraste	
N	10
W de Kendall ^a	,223
Chi-cuadrado	13,404
gl	6
Sig. asintót.	,037

^a Coeficiente de concordancia de Kendall

Figura 16. Resultado del análisis

En la [figura 18](#) se muestra la media promedio total según el criterio de los especialistas consultados donde el resultado de la media promedio total es de 4,3 lo que indica que el sistema es viable y altamente positivo.

En esta investigación se escogió los valores de 3,75 y 5,00 como viable, altamente positivo porque se basa en la experiencia del sistema realizado por [Castellanos \(2013\)](#) donde esos valores responden a la media de los promedios de cada pregunta.

El valor más alto correspondió con un valor medio de 4,6 donde coincidieron en que el sistema facilita el acceso a información, con un valor de 4,5

coinciden con el criterio que el sistema ahorra tiempo y existe mayor organización de la información, coincidieron con 4,2 que mejora la toma de decisiones y el sistema es factible. Los criterios más bajos de los especialistas consultados lo obtuvieron con un valor de 3,9 y 4,0 donde coinciden que brinda información de interés y oportuna. En el siguiente gráfico se muestra dicha información

Los criterios de los especialistas mostraron que el procedimiento implementado es viable y muy exitoso, al coincidir ambos aspectos con resultados altos.



Figura 17. Índices de confiabilidad Alpha con las 7 variables utilizando SPSS.

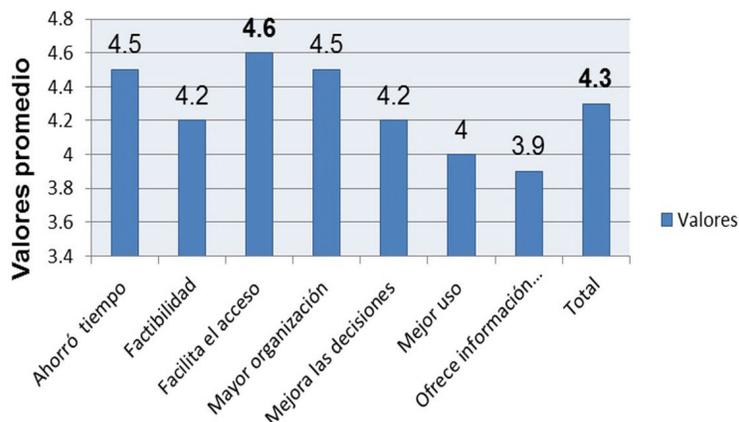


Figura 18. Media promedio total a criterios de los especialistas consultados

Esta aplicación se encuentra implantada en el Departamento de Física de la atmósfera donde ha tenido gran aceptación. Una de las novedades que trae es la facilidad de acceder a la información en cualquier momento, agilizando grandemente el trabajo de los especialistas del departamento.

CONCLUSIONES

El sistema implementado favorece la gestión de información de los especialistas que realizan el pronóstico para pronosticar el inicio de la convección, garantizando una buena organización de la información, mayor seguridad y aumento de la velocidad con que fluye la información.

La media con un valor de 4,3 se encuentra dentro de los valores que indican que el sistema que se implementó es viable y altamente positivo.

REFERENCIAS

- Allen, L. A. 2003. *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. 3ra ed Bogotá, Colombia: Mc. Graw Hill. 651 p., Available: <https://libros-gratis.com/ebooks/estadistica-aplicada-a-los-negocios-y-la-economia-3ra-edicionallenl-webster/> - [Consultado: 4 de diciembre 2018]
- Peláez, A. 2015. *Sistema informático para la gestión de la información meteorológica en Cayo Coco*. Licenciatura en Ciencias de la Computación, Villa Clara: Universidad Central “Marta Abreu”, 73 p., Available: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/7731> , [Consultado: 13 de diciembre 2018]
- Ochoa, X. & Cordero, S. 2012. *Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación*. [s.l.]: [s.n.]. Available: <http://www.ruv.itesm.mx/especiales/citela/documentos/material/módulos/módulo> [Consultado: 18 de enero 2019].
- Losada, D., Valverde, J. & Correa, J. 2012. “La tecnología educativa en la Universidad pública española”. *Revista de Medios y Educación*. No 41: pp.133-148: ISSN: 1133-8482.
- Guerrero, A. M. 2017. *Modelo de Gestión de Información Meteorológica (M3)* Tesis Doctoral, España: Universidad de León. 170 p. Available: <https://buleria.unileon.es/bitstream/.../Tesis%20Angel%20Manuel%20Guerrero.pdf> [Consultado: 13 de diciembre 2018]
- Castellano, M.B. 2013. *Sistema de gestión de la información científico técnica para el Centro Meteorológico Provincial de Camagüey*. Tesis de maestría no publicada, Camagüey: Universidad de Camagüey, Cuba. 86 p.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Los autores de este trabajo declaran presentar una participación igualitaria en la concepción, ejecución y escritura de la investigación.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)