

Sistema de Administración de Datos Climáticos

Tec. Reinaldo Báez, reinaldo.baez@insmet.cu
Tec. Alejandro Rodríguez, alejandro.rodriguez@insmet.cu
Tec. Nancy Masó, nancy.maso@insmet.cu
MSc. Mayra Santana, mayra.santana@insmet.cu
Dr. Ramón Pérez, ramon.perez@insmet.cu
Tec. Andrés Wong, andres.wong@insmet.cu
Tec. Miladys Ramírez, miladys.ramirez@insmet.cu
Tec. Clara Lidia Martínez, clara.martinez@insmet.cu
Tec. Elisabeth Casal, elisabeth.casal@insmet.cu
Centro del Clima, Instituto de Meteorología, Cuba

Resumen

Se describe el Sistema de Administración de Datos Climáticos, creado a partir de la necesidad de la institución de contar con una herramienta informática que permitiera la captación, procesamiento, conservación y consulta de los datos climáticos. Fue confeccionado siguiendo las orientaciones y reglamentaciones del Servicio Meteorológico Nacional y de La OMM. Está soportado en un servidor SQL-Server 7 Service Pack 4, sobre sistema operativo WINDOWS 2003 Server y almacena la información climática, y la de tipo operativo (tiempo real). Esta información consta de tres niveles operacionales: nivel de estación, nivel de CMP y sistema de administración de datos climáticos a nivel nacional.

Como principal resultado está el hecho de haber dotado a la institución de un sistema adecuado para la conservación, gestión y consulta de la información procedente de las estaciones meteorológicas convencionales, automáticas y de aire superior del país. Se creó un subsistema informático a nivel de estaciones y CMP (Sistema COM), que garantiza la captación del dato con óptima calidad y su codificación, transmisión y almacenamiento en bases de datos estándar en las estaciones y en los CMP. Asimismo, se implementó la automatización de la decodificación, revisión y almacenamiento de los mensajes de las observaciones de las estaciones meteorológicas, para brindar servicios de datos en tiempo real a los diferentes departamentos del INSMET. El sistema admite compatibilizar criterios, herramientas de cálculo y análisis, así como la generalización de metodologías en todas las provincias del país. Su diseño permite su independencia de otros subsistemas, lo cual garantiza su vitalidad ante accidentes, desastres u otros percances. También posibilita el empleo de un cliente Web para consultar la información disponible, que resuelve la gran mayoría de las necesidades de los clientes potenciales.

Palabras claves: Meteorología, clima, sistema de administración de datos, datos climáticos y metadatos.

Introducción

La observación del tiempo atmosférico por métodos instrumentales y visuales genera un volumen grande de información, el que al incrementarse en el tiempo, hace imprescindible el empleo de recursos computacionales para su tratamiento, procesamiento, conservación y consulta. En la actualidad esta realidad se hace más evidente dado que muchos de los instrumentos o tecnologías de medición fabricados tienen salida digital.

Especial atención ha prestado la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (WMO-TD No. 1025, 2000) y (WMO-TD- No. 1130, 2002) para que cada país miembro disponga de un sistema informático que le permita almacenar y gestionar la informa-

ción meteorológica proveniente de su red de estaciones y a la vez, le posibilite efectuar diferentes consultas a esta información, con múltiples intereses, así como consultar la climatología básica de estas estaciones. A este tipo especial de sistemas informáticos, se les denomina Sistemas de Administración de Datos Climáticos, e internacionalmente se les conoce por las siglas CDMS, tomadas de su nombre en inglés: *Climate Database Management Systems* (WMO-TD No. 1025, 2000).

Técnicamente, estos sistemas consisten en una o varias bases de datos estándar y un conjunto de programas de aplicación y otras herramientas de software anexas que garantizan la adquisición y validación de la información meteorológica, su almacenamiento, gestión, realización de cálculos

climáticos, administración del sistema, seguridad, protección y otras tareas.

Ante la necesidad de contar con una herramienta de este tipo, en nuestro país se han realizado diferentes trabajos como SADCLIM (Centella, 1989), programado en DBASE III, el CLICOM (OMM, 1988), recomendado por La OMM, del cual sólo fue posible utilizar parte de sus facilidades ya que muy pronto se hicieron obsoletas con el sistema operativo Windows. Otras soluciones paliativas fueron utilizadas, entre ellas el sistema SAROM (Núñez y Moya, 2006) que constituyó un innegable paso de avance y actualmente está en explotación en estaciones y CMP; sin embargo, este sistema no realiza una revisión obligatoria de las observaciones meteorológicas y no tiene tratamiento de metadatos. Atendiendo a toda esta problemática se desarrolló el presente trabajo, con el objetivo principal de crear un Sistema de Administración de Datos Climáticos, según los requerimientos del Centro del Clima de Cuba y las recomendaciones de La Organización Meteorológica Mundial.

Objetivos específicos del Sistema de Administración de Datos Climáticos:

1. Crear la capacidad de disponer de Bases de Datos estándar (SQL) en las estaciones meteorológicas de la red nacional y en los centros meteorológicos provinciales (CMP).
2. Crear herramientas que aseguren la captación del dato, su validación en tiempo real y la codificación del telegrama sinóptico, así como el almacenamiento de la información meteorológica nacional en una Base de Datos estándar.
3. Almacenar los valores de las variables meteorológicas, las observaciones de nubes, de fenómenos meteorológicos y de aire superior.
4. Permitir el almacenamiento y gestión de los metadatos geográficos, instrumentales y ambientales.
5. Utilizar estándares propuestos por La OMM, el Centro del Clima y la red nacional de estaciones meteorológicas.

Materiales y métodos

Para crear el CDMS nacional en sus tres niveles se decidió utilizar el sistema operativo WINDOWS. En el nivel nacional, el Sistema de Administración de Datos Climáticos está soportado en un servidor SQL-Server 7 Service Pack 4, sobre sistema operativo WINDOWS 2003 Server.

A nivel provincial y de estación, el CDMS está soportado en MS Access, sobre sistema operativo

WINDOWS XP. En la programación del módulo cliente para las herramientas a nivel de estación meteorológica se utiliza MS Access como motor de base de datos y la aplicación Caber Operador Meteorológico (COM) para captar, validar y revisar, codificar y almacenar la información. Esta fue programada en C Sharp, utilizando MS Visual Studio 2003. Para confeccionar la ayuda del programa COM se empleó HTML HELPWORKSHOP 2003.

Para confeccionar el esquema de metadatos se tomó como referencia la Guía de Metadatos Climáticos y Homogenización no. 1186, (WMO, 2003). Los aspectos que en este documento se señalan como patrones a seguir, en algunos casos han sido modificados o adecuados, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y físico-geográficas propias del país y la tecnología utilizada en las estaciones meteorológicas. Fue consultada además, la Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos no. 8 (WMO, 1996) y la Carpeta técnica de Métodos de Observaciones (CARE, 2001). Para clasificar el relieve predominante y la composición de suelos se tuvieron en cuenta la clasificación de Portela Peraza *et al.* 1989 y la clasificación de Marrero *et al.* (1989), respectivamente.

Los cálculos diseñados por el sistema se realizaron teniendo en cuenta las diferentes formulaciones que a continuación señalamos.

Y para el cálculo del déficit de saturación, tensión de vapor de agua, humedad relativa y temperatura del punto de rocío, se utilizó la ecuación psicrométrica que aparece en la Tabla Psicométrica (Moya y Núñez, 2005).

Para el cálculo de la temperatura media diaria y de la humedad media diaria se empleó la ecuación de Juhangs (Resumen Climático de Cuba, 1991), establecida por la metodología para el cálculo de los valores medios en los días en que no se realizaron las ocho observaciones.

En el caso de las estaciones meteorológicas de montaña, el cálculo del valor de la presión a nivel del mar y la altura del nivel de 850 hPa, fue realizado teniendo en cuenta los procedimientos de cálculo de las correcciones de la presión atmosférica al nivel de la estación y de reducción de la presión al nivel medio del mar (Varona y Cossio, 2006).

El cálculo de las normas climatológicas para los diferentes elementos climáticos se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones de la OMM en cuanto a un período de 30 años (OMM, 1990). Asimismo, para aquellos casos en que sea necesario el cálculo para un período de tiempo más reducido, se consideraron los períodos óptimos reco-

mendados también por la OMM según Curso de Meteorología, 1974.

Metadatos

Generalidades

A lo largo de los años, la OMM como organismo rector de la ciencia meteorológica ha insistido en la necesidad de que las Bases de Datos Climáticos tengan incorporado los metadatos (datos referentes a las estaciones meteorológicas, su entorno físico geográfico, ambiental y al proceso de mediciones).

Para resumir la importancia y necesidad de los metadatos se hace referencia a la cita de la OMM (WMO / TD No. 1186. OMM, 2003), que se encuentra entre los principios del monitoreo del clima GCOS: «Los detalles e historia de las condiciones locales, instrumentos, procedimientos de operación, algoritmos con que se procesan los datos y otros factores pertinentes al interpretar los datos (i.e. metadatos), deben documentarse y deben tratarse con el mismo cuidado como los mismos datos». (WMO, 2002).

Metadatos manejados por el Sistema de Administración de Datos Climáticos

Identificadores de la estación. Están compuestos por los datos que identifican a la estación en varios aspectos y constituyen a su vez los principales requisitos que deben ser suministrados al usuario, tales como: nombre alias de la estación, identificación en la OMM, número de estación o códigos en otras redes, fecha de fundación de la estación, fecha de culminación, activa o no activa, tipo de estación, organización responsable, horario y otros.

Datos geográficos. El comportamiento de las variables climáticas tiene como primer factor a tomar en cuenta la localización geográfica del lugar en que se están midiendo: latitud, longitud, elevación, provincia, municipio, relieve y relocalización de la estación en los casos que proceda.

Ambiente local. Las coordenadas y la elevación no son suficientes para documentar una estación meteorológica, por ello es importante describir el medio ambiente local a diferentes escalas espaciales, a partir de la descripción del terreno circundante. Descripción del terreno circundante. Se refiere a irregularidades predominantes del terreno alrededor de la estación a diferentes escalas espaciales. Para ello se tendrá en cuenta la numeración correspondiente, según el clasificador que se utiliza por el sistema

(micro escala (menos de 300 m), topo escala (300m a 1 km), meso escala: (1 km hasta los 30 km)).

Visibilidad máxima diurna y nocturna en la estación. Se refiere a la máxima visibilidad alcanzada por el ojo del observador durante el día y la noche respectivamente.

Elementos del terreno relativos a los instrumentos expuestos, tales como cubierta del suelo, composición de suelo, albedo de la estación (Ac) y otros.

Identificadores del instrumental. Los cambios en el instrumental pueden tener una marcada repercusión en la calidad del dato climático, de ahí que se le deba prestar especial atención a los siguientes identificadores: nombre del instrumento, fabricante, modelo de cada instrumento, número de serie de cada uno de estos, precisión de cada uno, unidad con que mide cada uno también, altura del instrumento, fecha de inicio y fecha final.

Prácticas de observación. Constituyen un importante elemento en los metadatos. Los cambios en el procesamiento de los datos y en los algoritmos de conversión y corrección de estos, pueden incorporar errores en una serie de tiempo de datos climáticos que afectan su calidad. De hecho estos cambios descritos pueden romper la homogeneidad de la serie, e incluso, invalidarla para ser utilizada en investigaciones sobre hallazgo y modelado de la variabilidad climática. Los elementos a tener en cuenta son: horario de observaciones, horario en que se inicia la observación, horario en que termina la observación, elementos medidos, unidades y correcciones.

Análisis del sistema

Tomando en cuenta la existencia de estándares internacionales en los sistemas informáticos aplicados a la meteorología y siguiendo las recomendaciones de la OMM (WMO-TD No. 1025, 2000) y (WMO-TD- No. 1130), se decidió diseñar y programar al efecto un CDMS que almacena, además de la información climática, información operativa (tiempo real) y está estructurado a tres niveles: nacional, provincial y estación.

Información en tiempo real

El CDMS cuenta con tablas operativas que almacenan temporalmente la información de las observaciones meteorológicas de las estaciones. Estas son incorporadas de manera automática y con la mejor calidad por la aplicación Eli-Ezer.exe, también obtienen la información de fallos en las transmisiones y posibles mensajes con errores.

Niveles de estación y CMP

Resulta recomendable que los CMP cuenten con una Base de Datos estándar con la información de sus estaciones meteorológicas, totalmente compatible con la de la sede, la cual, a la vez, pueda ser utilizada de manera particular en cada provincia. Esto facilita el desarrollo de herramientas de software y procesamiento en las propias provincias, unas muy particulares y otras más generales, pues, al estar basadas en un estándar de datos podrían ser empleadas con facilidad en otros CMP o en la sede.

Para el nivel de estación (Fig. 1), se programó un módulo de captación, validación-revisión, codificación del telegrama y almacenamiento nombrado «CiberOperador Meteorológico» (COM), el cual actúa como cliente de la base de datos de la estación. Este nuevo programa garantiza todo el proceso de captación y chequeo de la información de las observaciones realizadas en la estación, la actualización de metadatos y la confección del telegrama sinóptico, que es transmitido de la manera habitual.

rológica Sinóptica para su tratamiento posterior por los sistemas informáticos del Centro de Pronóstico.

Para enviar a los CMP y a la sede la información climática y de metadatos, debe realizarse su exportación para el período de interés a un archivo tipo (Microsoft Access), labor facilitada por una macro del sistema. Esta tarea se realiza con la frecuencia que se establezca, que puede ser diariamente y utilizando cualquier modo de transmisión que se decida (FTP, correo electrónico, y otros). Una vez recibido el archivo en la sede, es tomado de manera automática por un job (tarea programada) quien incorpora la información al Sistema de Administración de Datos Climáticos (Fig. 3).

El núcleo central del sistema se ocupa del tratamiento de la información de superficie y aire superior. Consta de los siguientes componentes:

1. Base de Datos climática. Contiene las tablas con todos los metadatos, observaciones meteorológicas horarias, diarias, nubes, fenómenos meteorológicos, fenómenos especiales, aire superior, tablas climatológicas,

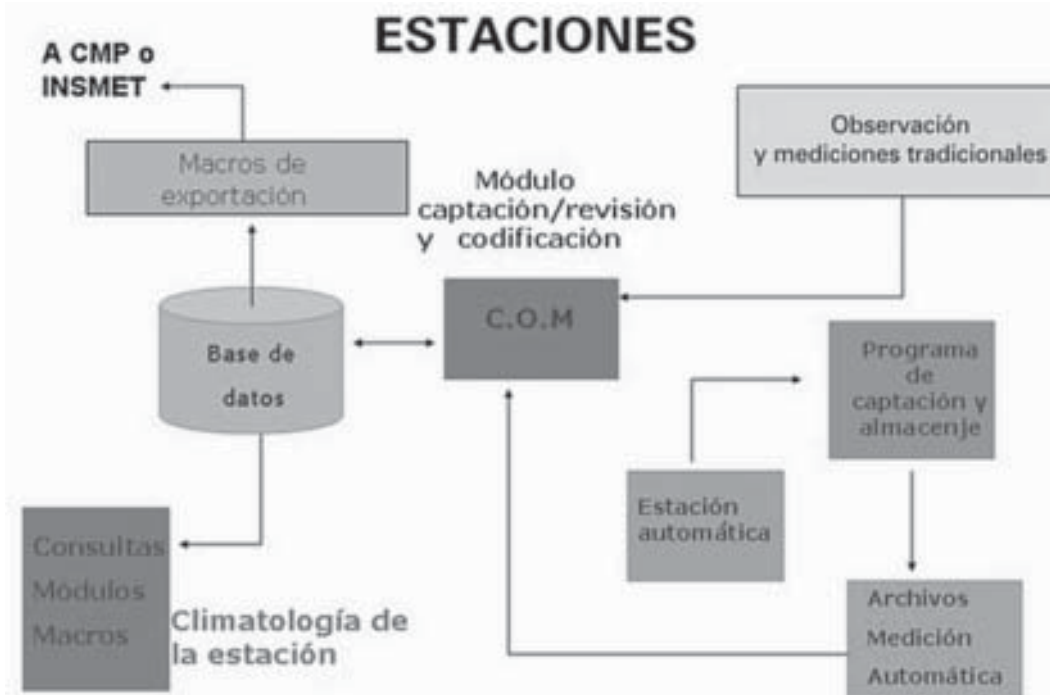


Fig. 1. Esquema general del sistema a nivel de estación.

Luego de revisada automáticamente toda la información, es incorporada a la Base de Datos Climática que forma parte del sistema que opera en la sede (Fig. 2) y confeccionado el telegrama sinóptico. Una vez recibido en la sede del Instituto de Meteorología (INSMET) este telegrama puede ser incorporado tanto al CDMS para los servicios de tiempo real, como a la Base de Datos Meteoro-

nomencladores y tablas auxiliares, así como las tablas temporales de la información en tiempo real.

2. Procedimientos almacenados y funciones definidas. Son los módulos de uso más general que realizan una parte de los cálculos que son realizados por el sistema y están escritos en Transact-SQL.



Fig. 2. Esquema general donde se muestra cómo entran los datos de las estaciones de superficie al sistema.

- Jobs del sistema y servicios de transformación de datos. Constituyen la capa de cálculo y operacional del sistema. Consiste en un grupo de subprogramas en Transact-SQL, los que efectúan todos los cálculos climatológicos que realiza el sistema, además de garantizar las

entradas de datos, chequeos, servicios especializados y otros.

- Cliente WEB para intranet. Herramienta de consulta pública a los servicios de uso general del sistema. Permite a los usuarios conectados a la intranet corporativa acceder a esos servicios.
- Cliente Windows para acceder a información de aire superior. Se instala en las máquinas que lo soliciten y permiten obtener una completa descripción de la termodinámica de la atmósfera para un sondeo escogido, así como obtener la carta pseudo-adiabática del sondeo e interactuar con ella.

CiberOperador Meteorológico

Con el fin de permitir la entrada de información al Sistema de Administración de Datos Climáticos, y cumplir los objetivos a nivel de estación y provincial, fue diseñado un módulo cliente nombrado CiberOperador Meteorológico (Fig. 4), capaz de realizar la captación, validación, revisión, codificación y almacenamiento en bases de datos de la información de las observaciones meteorológicas en las estaciones meteorológicas.

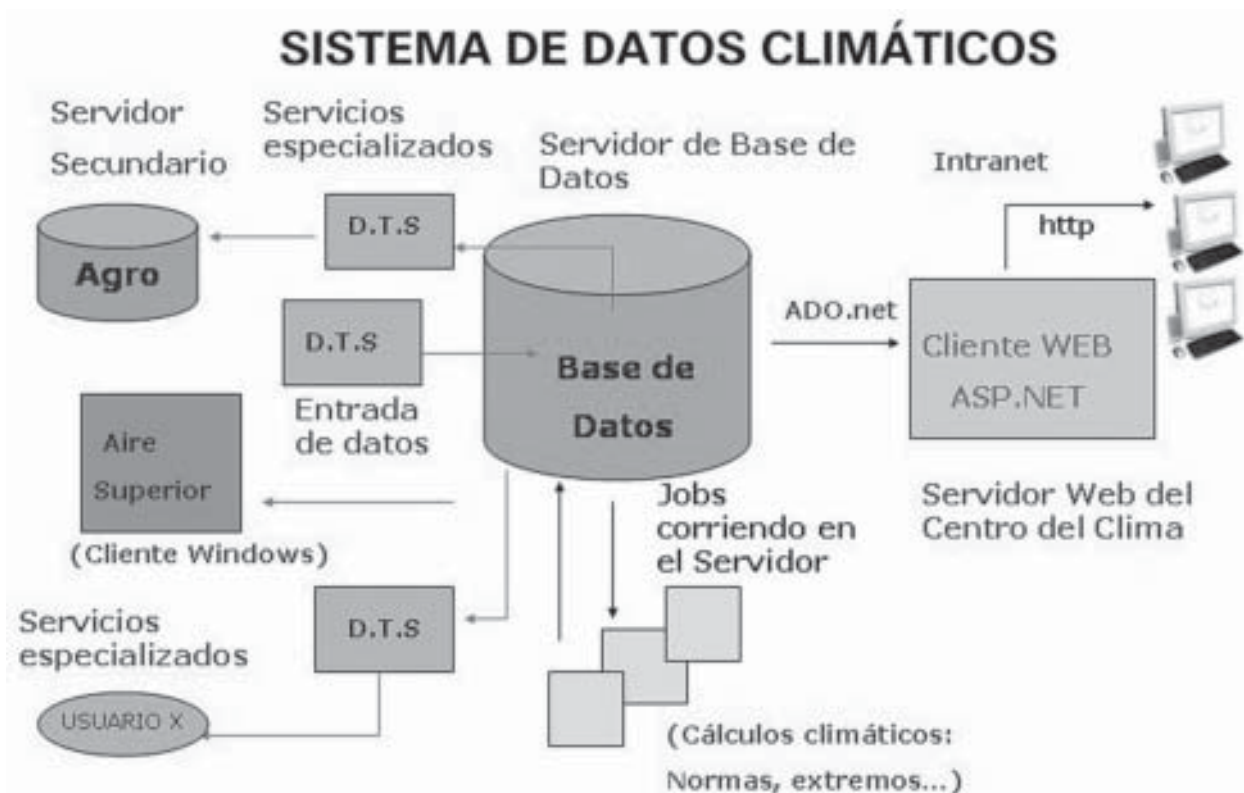


Fig. 3. Esquema que muestra algunos servicios del sistema para datos climáticos de superficie y aire superior.

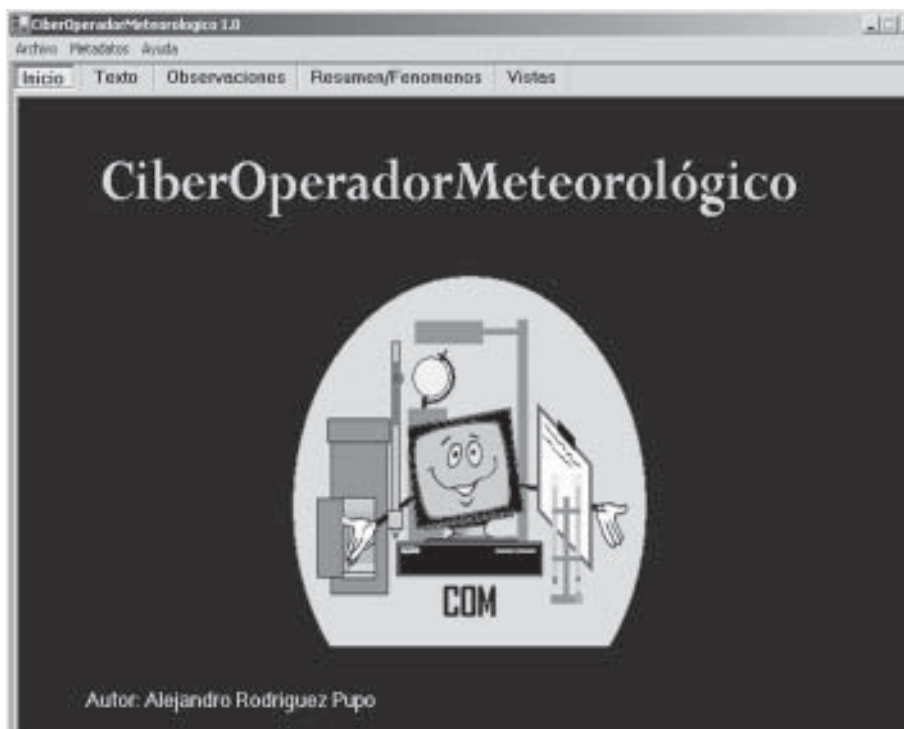


Fig. 4. Esquema que muestra la portada del CiberOperador Meteorológico.

Características del CiberOperador Meteorológico (COM)

- A. Está diseñado para captar por teclado:
- Los valores numéricos de las variables meteorológicas medidas con los instrumentos convencionales, durante las observaciones meteorológicas realizadas de forma regular en las estaciones meteorológicas (Fig. 5a).
 - Las observaciones de los diferentes tipos de nubes.
 - Los fenómenos meteorológicos que se observan en la estación (Fig. 5b).
 - Los fenómenos especiales en y cerca de la estación.
 - Las variables meteorológicas que se reportan diariamente tales como la temperatura máxima, temperatura mínima, lluvia en 24 horas y otros.
 - Cambios en el régimen de trabajo de la estación meteorológica.
 - Historial de las mediciones de los diferentes elementos climáticos.
 - Datos de entorno de la estación meteorológica y otros metadatos.

Este software no posee un formato rígido en cuanto a la hora de las observaciones ya que ad-

mite datos de observaciones sinópticas, trihorarias, horarias y observaciones hechas a cualquier hora.

Tiene además, la característica que se pueden iniciar en la base de datos fenómenos atmosféricos sin cerrarlos, lo que facilita el trabajo del observador en tiempo real. COM avisa al observador que tiene fenómenos atmosféricos que no están cerrados. Para las estaciones meteorológicas de montaña, calcula el valor de la presión a nivel del mar y la altura del nivel de 850 hPa.

B. Realiza una exhaustiva validación de toda la información introducida en los formularios. La información tanto numérica como fenomenológica, teniendo en cuenta la relación entre los diferentes factores es validada. Cualquier incompatibilidad detectada es reportada y debe ser resuelta por el operador, pues el Sistema no permite la inserción en la base de datos, de datos erróneos. COM realiza 88 validaciones de las variables meteorológicas y alrededor de 160 revisiones de posibles incompatibilidades que puedan aparecer entre las variables meteorológicas, sin contar que el formulario de observaciones tiene un asistente automático que controla las variables que dependen del comportamiento de otras, se calcula además, el estado del tiempo presente y pasado. Esta validación es automática y obligatoria, no es opcional.



Fig. 5a. Pestaña para introducir los datos de las observaciones meteorológicas.



Fig. 5b. Pestaña para introducir los fenómenos atmosféricos, los fenómenos especiales y los datos diarios.

C. Administra e incrementa una Base de Datos local. Este trabajo de COM con la base de datos (MS Access) es plenamente compatible con el CDMS a nivel nacional y sigue las normativas de la OMM, garantiza el registro y conservación de los metadatos. Los metadatos administrados centralmente desde la sede nacional no son manejados a este nivel, lo cual evita costosos y peligrosos errores tales como confundir estaciones, coordenadas, altura y otros. Los metadatos que varían en el tiempo, tanto físico geográficos como ambientales, son administrados por el sistema. Por ejemplo, la visibilidad máxima diurna y la visibilidad máxima nocturna, cobertura del terreno, el teléfono de la estación, entre otros.

Los cambios en el régimen instrumental son manejados por el sistema detallando incluso, a nivel de variable meteorológica. Por ejemplo, en caso de roturas en el instrumento de medición de vien-

to, el operador insertará la información de *viento estimado*, en la tabla de historial de las mediciones. También son manejados por el sistema los cambios en el régimen de trabajo de la estación.

COM a través de su pestaña Vistas (Fig. 6) puede mostrar los datos de las diferentes tablas donde es guardada la información de la base de datos. Esto evita la manipulación de la base de datos por el usuario del programa.

D. Confecciona el mensaje synop del código FM12. El COM confecciona, por defecto, los mensajes synop de todo tipo de observación (Fig. 7), en forma de un archivo texto para su transmisión por algún medio hacia el Centro de Pronósticos. De manera opcional, el operador meteorológico puede escoger no hacer el mensaje de la observación hecha si esta información no es necesaria. Son transmitidos automáticamente los grupos *9SpSpssp*.

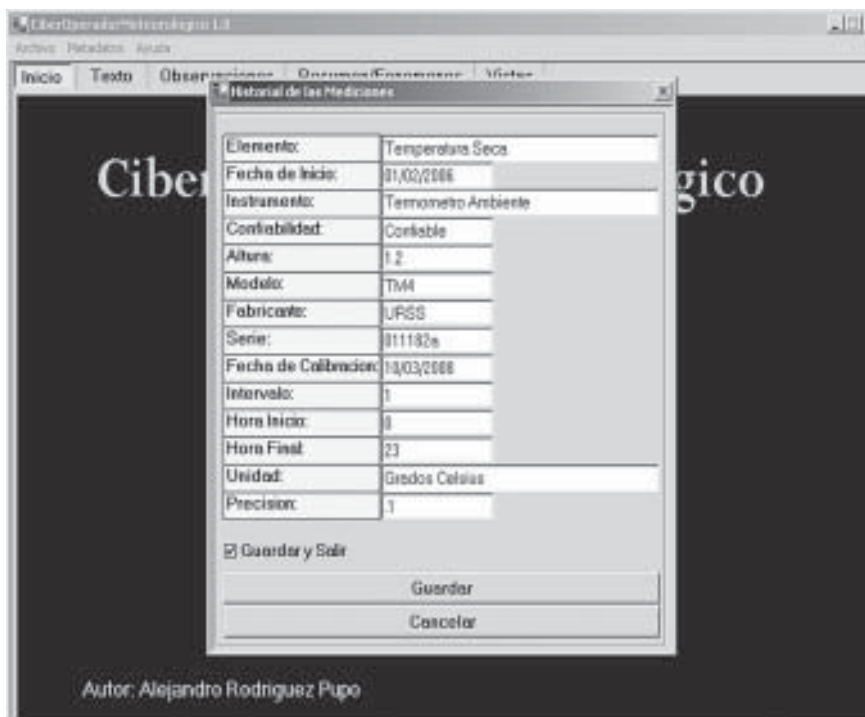


Fig. 6. Los datos del historial de las mediciones en la estación son introducidos a través de un formulario.

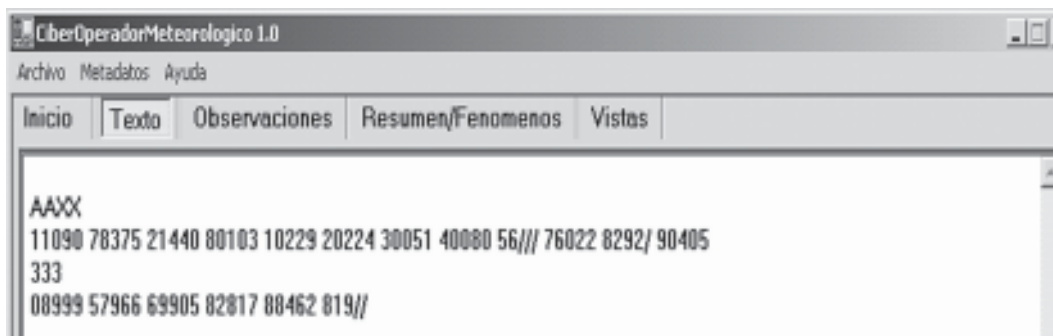


Fig. 7. El CiberOperador Meteorológico crea automáticamente el mensaje.

Para el caso del viento estimado envía en el mensaje $iW = 0$ y codifica la fuerza del viento según la tabla de Beaufort. En caso de que por algún motivo no se efectúe la observación en su hora, COM envía en el mensaje el grupo $9GGgg$ indicando la hora en que fue leído el dato del barómetro.

COM calcula el estado del tiempo presente y pasado de manera automática y atiende a regulaciones establecidas recientemente por la OMM:

- En caso de no haber en tiempo presente y pasado algún fenómeno de importancia, en el mensaje es enviado $iX = 2$ y es omitido el grupo $7wwW1W2$.
- Cuando no hay fenómenos de importancia en tiempo presente y es enviado el mensaje, COM por defecto, envía $ww = 00$ y deja al criterio del observador el cálculo del tiempo pasado referente a la nubosidad.
- Con niebla en tiempo presente, COM transmitirá 46 ó 47 según el caso, dejando al observador poner el número indicado para informar si la niebla es más densa, menos densa o permanece igual que la hora anterior.
- COM respeta las disposiciones de la OMM referentes al inicio de lluvia durante la hora de observación, ya que como orienta esa organización, se envía de oficio en el estado del tiempo presente $ww = 60, 62$ o 64 (lluvia intermitente) según el caso.
- Cuando no hay datos de precipitación es enviado el grupo $6RRRtR = 60001$ como está orientado por OMM.

- Al existir un cielo despejado en una observación, COM no envía el grupo 8NhCICmCh.

E. Posee ayuda. La ayuda de COM (Fig. 8) está compuesta por un archivo de ayuda y también por herramientas de avisos de ayuda (ToolTipText). En el archivo de ayuda (Fig. 9), el cual fue diseñado utilizando HTML HELPWORKSHOP (2003) están una serie de preguntas que resultan las más frecuentes que puede hacerse un usuario de COM, las cuales tienen respuesta de manera muy detallada y por pasos; aquí el usuario encontrará una magnífica herramienta en el uso de este software. Otra manera en la que el usuario de COM puede recibir ayuda es poniendo el puntero del mouse sobre cualquier etiqueta de los diferentes formu-

larios y aparecerá una información referente a esa etiqueta.

F. Registra las observaciones de las estaciones automáticas. COM puede insertar en la base de datos los registros de las observaciones de las estaciones automáticas (Fig. 10). Esta aplicación brinda la posibilidad de acceder a los archivos de salida (archivo de salida cada 10 minutos) de la aplicación EVIL (De la Hoz y Varona, 2005). Luego permite llenar el formulario de observaciones con los valores de las variables meteorológicas medidas por la estación automática y completar la información visual. Después realiza la revisión, elabora el mensaje sinóptico, e inserta la observación en la base de datos.

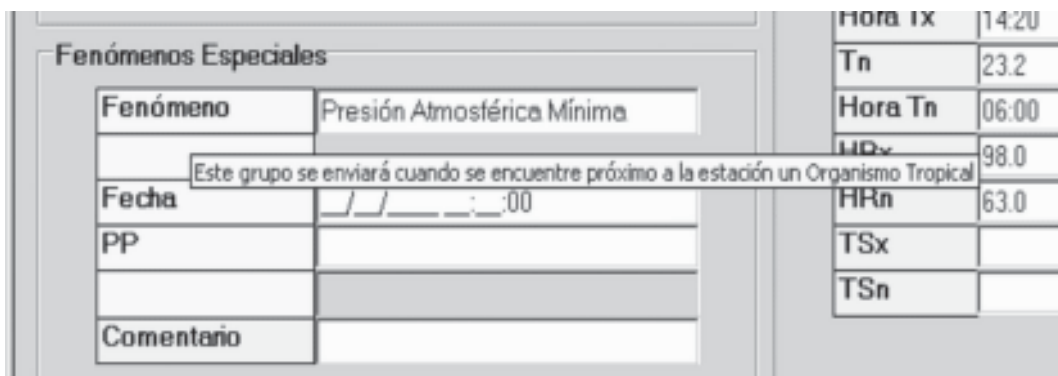


Fig. 8. Imagen que muestra avisos de ayuda.

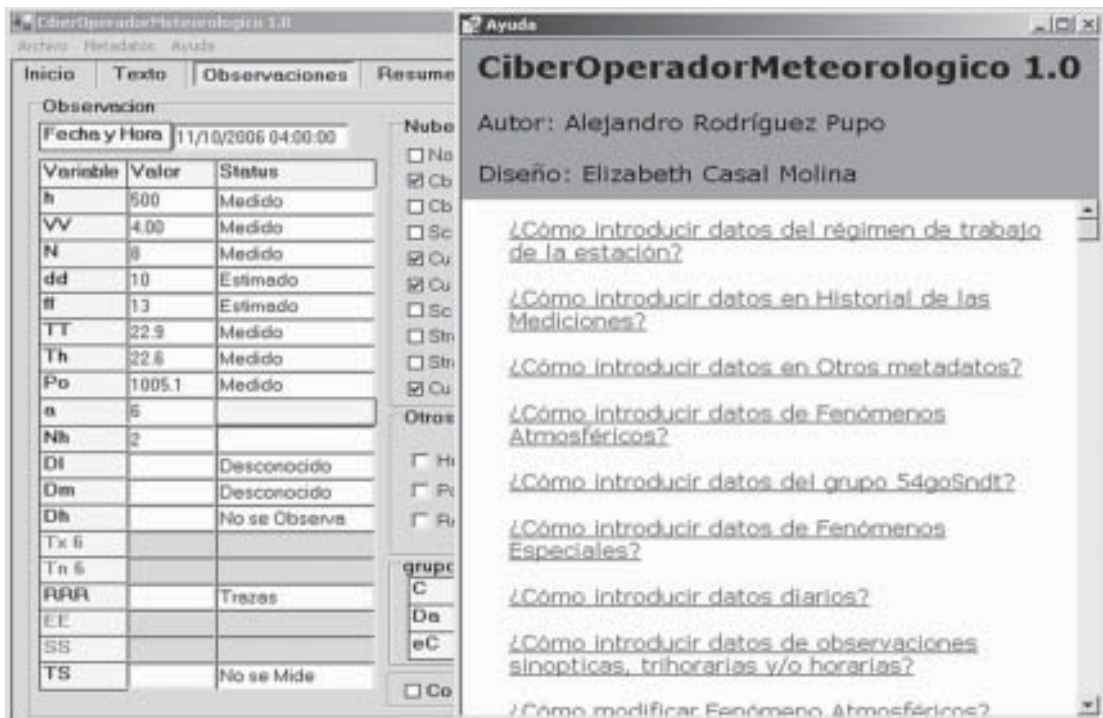


Fig. 9. Imagen que muestra el archivo de ayuda.

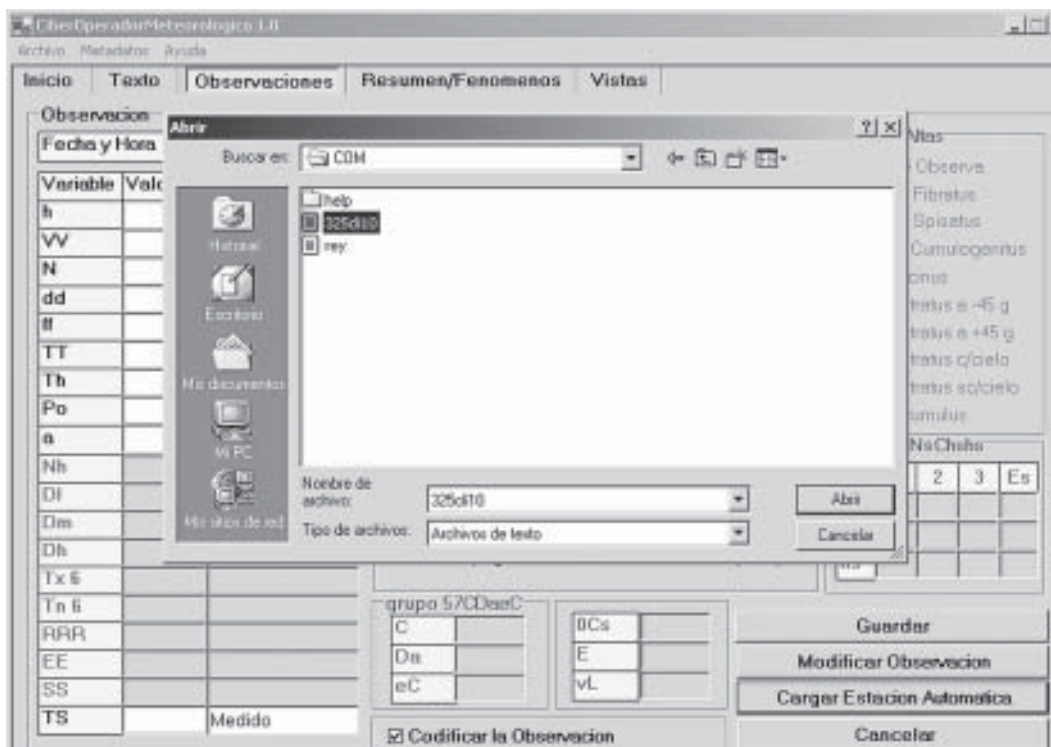


Fig.10. Desplgando en el formulario de COM las mediciones de la estación automática.

Características del Lado Servidor

La Base de Datos Climática es la encargada de conservar y gestionar tanto los datos primarios provenientes de las estaciones, como la información climatológica calculada por el sistema. Esta Base de Datos se asienta sobre un modelo de datos relacional, independiente del motor escogido y como tal, es transferible a otro sin demasiadas dificultades. El modelo de datos está construido en torno a una tabla maestra, la cual caracteriza las propiedades fundamentales del objeto principal a modelar: las estaciones meteorológicas.

Tablas que componen el sistema

Está compuesto por las tablas de datos y las tablas de metadatos que a continuación se relacionan:

Tablas de metadatos

- Metadatos. Tabla maestra del sistema. Almacena el identificador principal, los secundarios, las coordenadas geográficas y otra información básica. Esta tabla es centralmente administrada.
- Elementos. Incluye los elementos meteorológicos manejados por el sistema.
- Régimen. Reconstruye todo el historial del régimen de trabajo de la estación.

- Historial. Muestra todo el historial en el tiempo de las mediciones de cada elemento meteorológico.
- Descriptores. Esta tabla describe los nombres de los metadatos que pueden cambiar en el tiempo.
- Meta E. Describe el historial en el tiempo de los metadatos de tipo enumerativo.
- Meta N. Describe los cambios en el tiempo de los metadatos de tipo numérico.
- Meta T. Describe el historial en el tiempo de los metadatos de tipo texto.
- Nom Meta. Nomenclador utilizado para los metadatos de tipo enumerativo.
- Nom Unidades. Detalla todas las unidades de medida en que se midieron y en las que aparecen los datos.
- Nom Municipios. Municipios del país.
- Nom Provincia. Provincias del país.
- Nom Relieve. Lista las clasificaciones de las formas de relieve utilizadas
- Nom Suelo. Enumera los tipos de composición del suelo posibles de encontrar en el entorno de la estación.
- Instrumentos. Listado de instrumentos de medición.

- **Nom Estación.** Contiene las clasificaciones de tipos de estación (sinóptica, aerológica, agro, entre otros).
- **Ambiente.** Enumera los posibles ambientes en el cual se halla la estación (rural, urbano, costero...).

Tablas de datos

- **Horarias.** Contiene los valores de las variables meteorológicas medidos en las observaciones horarias regulares de las estaciones. Cada variable tiene dos campos adicionales, uno para control de calidad y otro para dar información adicional (si el valor es estimado, si el cielo está oscurecido, si la altura de las nubes es ilimitada, por ejemplo).
- **Diarias.** Contiene los valores de las variables meteorológicas medidos o calculados en las observaciones diarias (cada 24 horas) realizadas en las estaciones. Contiene los mismos campos adicionales por variables.
- **Nubes.** Cuenta con un campo de tipo booleano para cada tipo posible de nube. Este indica la existencia o no, de esa nube en la observación horaria. Existen dos campos adicionales por cada artículo para control de calidad e información adicional.
- **Fenómenos.** Registra la fecha y hora inicial, así como las finales de cada uno de los fenómenos meteorológicos observados.
- **Especiales.** Registra inicio, final y hasta dos magnitudes características de cada uno de los fenómenos meteorológicos especiales observados.
- **NomMagnitudes.** Detalla las magnitudes a medir propias a cada fenómeno especial, según el reglamento establecido.
- **NomFenómeno.** Lista los fenómenos meteorológicos posibles de observar.
- **NomEspeciales.** Lista los fenómenos meteorológicos especiales que pueden ser observados, según lo establecido en las reglamentaciones de observación.
- **Presente.** Incluye el tiempo presente para cada observación.
- **NomPres.** Lista las clasificaciones de tiempo presente.
- **MedMensual.** Contiene los valores medios para cada mes y año de las variables meteorológicas a los cuales se les realiza procesamiento estadístico. Es calculada semanalmente por un job del sistema.

- **ExtMensual.** Contiene los valores máximo y mínimo de las variables meteorológicas a los cuales se les realiza procesamiento estadístico. Esta información se reporta para cada mes y año. Es calculada semanalmente por un job del sistema.
- **MedMensualH.** Contiene los valores medios por hora para cada mes y año de las variables meteorológicas a los cuales se les realiza procesamiento estadístico. Es calculada semanalmente por un job del sistema.
- **ExtMensualH.** Contiene los valores máximo y mínimo por hora de las variables meteorológicas a los cuales se les realiza procesamiento estadístico. Esta información se reporta para cada mes y año. Es calculada semanalmente por un job del sistema.
- **NormaMensual.** Contiene los valores medios para cada mes de las variables meteorológicas a los cuales se les realiza procesamiento estadístico, para períodos de 30 años prefijados. Es calculada mensualmente por un job del sistema.
- **OperCapas.** Contiene los valores de las variables del grupo 8NsChshs transmitidas por las estaciones en el telegrama sinóptico. Tiene un campo para el control de la calidad.
- **OperErrores.** Contiene la información de los errores que pueden ser transmitidos en los mensajes sinópticos.
- **OperEsp.** Contiene la información de los fenómenos especiales transmitidos por las estaciones en el telegrama sinóptico.
- **OperFallos.** Contiene la información de los fallos de transmisión del mensaje sinóptico por parte de las estaciones.
- **OperHora1.** Contiene los valores de las variables meteorológicas de la sección 1 transmitidas por las estaciones en el telegrama sinóptico. La mayoría de las variables tienen dos campos adicionales: uno para control de calidad y otro para dar información adicional.
- **OperHora3.** Contiene los valores de las variables meteorológicas de la sección 3 transmitidas por las estaciones en el telegrama sinóptico. La mayoría de las variables tienen un campo para el control de calidad.
- **Rosa.** Contiene los valores límites para cada uno de los 16 rumbos de la Rosa de los Vientos.
- **RosaV.** Contiene los valores por mes de frecuencia, número de casos, total de mediciones y velocidad media para cada uno de los 16

rumbos y las calmas. Se calcula para períodos de 30 años por un job del sistema, con frecuencia mensual.

- RosaVAnual. Contiene los valores anuales de frecuencia, número de casos, total de mediciones y velocidad media para cada uno de los 16 rumbos y las calmas. Se calcula para períodos de 30 años por un job del sistema, con frecuencia mensual.
- Sondeos. Contiene los valores de altura, presión, temperatura, humedad relativa, punto de rocío, déficit, dirección y velocidad del viento, para cada uno de los niveles a los que se reporta datos en los radiosondeos o sondeos de globo piloto. Existe un campo adicional por cada variable para control de calidad. Cada artículo contiene un campo que indica el tipo de nivel (mandatario, especial, tropopausa y otros).
- Banderas. Lista los posibles contenidos del campo de información adicional anexo a cada columna de las tablas de mediciones horarias y diarias.
- Automat. Valores promediados cada 10 minutos de temperatura, humedad, presión y viento, además de la racha máxima en los 10 minutos.

Seguridad y protección de la información

El acceso a la Base de Datos Climáticos es solo posible para los usuarios autenticados por el administrador del sistema, el cual otorga los privilegios correspondientes a estos.

El sistema tiene previsto la realización de copias de resguardo de manera automática. También deben hacerse salvadas de la información periódicamente en dispositivos externos.

Tratamiento de las salidas del sistema

Las consultas o pedidos al Sistema de Administración de Datos Climáticos han sido previstas de tres formas diferentes, siempre para usuarios internos (dentro de la institución):

- A través de un sitio WEB disponible para los usuarios de la intranet. Esta variante debe resolver la mayoría de las consultas al sistema.
- Servicios especializados a clientes específicos (centros, departamentos). Consisten en *scripts* específicos a las necesidades, manejados por Servicios de transformación de datos (DTS)

que sitúan la información en el lugar y formato requerido en cada caso.

- Programas de uso habitual, esporádico o circunstancial, desarrollados con fines específicos.

Cliente WEB para intranet corporativa

Con el fin de permitir la consulta de la información climatológica a todos los componentes del Sistema Meteorológico Nacional, se diseñó un sitio WEB que fue programado en ASP.NET para la intranet, que cumple las funciones de herramienta *cliente*.

Información proporcionada por el cliente WEB

La página principal presenta un menú de botones, agrupando la información a solicitar en cuatro grandes opciones: metadatos, datos, productos y contacto.

Las páginas ASPX proporcionan el formulario para captar el pedido del cliente y las tablas con los resultados climáticos brindados por el servidor (Fig.11).

Conclusiones

De modo general se debe destacar la creación de un *Sistema de Administración de Datos Climáticos*, a partir del cual se obtienen los resultados que se presentan a continuación.

Se ha dotado a la institución de una herramienta informática adecuada para la conservación, gestión y consulta de la información procedente de las estaciones meteorológicas convencionales, automáticas y de aire superior del país.

Se ha creado un subsistema informático a nivel de estaciones y CMP, que garantiza la captación del dato con óptima calidad, su codificación y transmisión al Centro de Pronósticos y su almacenamiento en bases de datos.

Creación de un Sistema de Administración de Datos Climáticos (CDMS) siguiendo las recomendaciones de la OMM y con tratamiento exhaustivo de metadatos, incorpora a Cuba al grupo de naciones que han desarrollado herramientas de este tipo, lo que eleva considerablemente el valor y la calidad de la información climatológica nacional.

Desarrollo de este sistema a la medida de las necesidades y reglamentos nacionales, y a la vez siguiendo estándares internacionales tanto en el aspecto informático como meteorológico, su modularidad y sencillez, constituyen una garantía de solución tecnológica confiable y destinada a sostenerse en el tiempo.



Fig.11. Tablas con la estadística mensual de una estación.

La creación de un estándar de datos climáticos, tanto a nivel nacional, provincial y de estaciones, es un logro de la mayor importancia, pues permite compatibilizar criterios, herramientas de cálculo y análisis, así como la generalización de metodologías en todas las provincias del país.

La información es conservada de idéntica manera a tres niveles: nacional, provincial y estaciones, con varias salvas de seguridad en cada nivel. Esto permite reparar cualquier accidente de pérdida de datos con la mayor facilidad y rapidez.

La descodificación, validación y almacenamiento en tiempo real de las observaciones meteorológicas enviadas por los telegramas sinópticos permite ofrecer servicios a todos los componentes de la institución en tiempo real con una ganancia importante de tiempo.

Bibliografía

Centella, A. (1989): «Sistema de Administración de Datos Climáticos (SADCLIM)». Inédito.
 Centro Nacional de Atención a la Red de Estaciones (CARE) (2001): «Carpeta Técnica de Métodos de Observaciones». Inédito.
 De la Hoz, V. y P. Varona (2005): «Evil». Inédito.

Instituto de Meteorología (1991): *Resumen Climático de Cuba*, Editorial Academia, La Habana, 127 p.
 Jansa, G. J. M. (1974): *Curso de Meteorología*. Instituto Cubano del Libro, La Habana.
 Marrero, A. et al. (1989): *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*, Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, pp. IX.1.2-3
 Moya, A. S. y E. Núñez (2005): «Coeficiente Psicrométrico». Inédito.
 Portela Peraza, A.H. et al. (1989): *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, pp. IV.3.2-3.
 Núñez, E. y A. Moya (2006): «Sistema Automatizado de Revisión de las Observaciones Meteorológicas (SAROM)». Inédito.
 Varona, P. y N. Cossio (2006): «Procedimientos de Cálculo de las Correcciones de la Presión Atmosférica al Nivel de la Estación y de Reducción de la Presión al Nivel Medio del Mar». Inédito.
 WMO-TD No. 244 (1988): *CLICOM Tutorial 1 Geneva*, AG.12 p.
 WMO-No. 100 (1990): *Guía de Prácticas Climatológicas*. Geneva, 198 p.
 WMO-No. 8 (1996): *Guía de Instrumentos y Métodos de observación Meteorológicos*. Geneva, 592 p.
 WMO-TD No. 1025 (2000): *Meeting of the WMO CCI Task Group on future WMO Climat Database Management Systems (CDMSs)*, Geneva, 3-5 May.

WMO (2002): *Principios del monitoreo climáticos GCOS. GUAN. GCOS-74. Report of the GCOS Regional Workshop for Eastern and Southern*. Geneva, April 2002.

WMO-TD No. 1130 (2002): *Report of the Climate Database Management Systems Evaluation Workshop*, Geneva, 27 May-1 June.

WMO-No. 1186 (2003): *Guía de Metadatos Climáticos y Homogenización*. Geneva, 50 p.

Abstract:

In this paper, the Cuban Climate Data Management System is described. It was created from the institutional needs to manage a modern tool for reception, processing, conservation and consults of climatic data. The system followed the orientations and regulations enunciated by the WMO and the Cuban Meteorological Service. It runs under SQL-Server 7 Service Pack 4 and operating system WINDOWS 2003 Server. The Data Base stores both the climatic information and operative type information (real time). The climatic information consists of three operational levels: Station level, Provincial Meteorological Centre level and National level.

The System manages the meteorological data originating in conventional, automatic and upper air stations in Cuba. A subsystem available for meteorological stations and provincial centres was created, which guarantees the good quality of data reception and their coding, transmission and storage in standard databases. To offer data services in real time the automation of the decoding, revision and storage of the meteorological observations messages was equally implemented. The system allows coordinating different approaches, mathematical tools and analysis, as well as the generalization of methodologies common in all the provinces of the country and in the headquarters. The structure of the System, with a distributed architecture, assures the independence of other subsystems and guarantees its vitality to face accidents, disasters and others. It also allows the employment of a Web client to consult the information for the potential client's demands.

Key words: Meteorology, Limate, Data Management System, Climate Data and Metadata.