

Sistema de información climática básica

JUAN S. REGO VÁZQUEZ

RESUMEN

Se presentan el diseño y los objetivos generales del sistema de información climática básica, denominado CLIM, que se encarga del procesamiento por computadora, de manera centralizada, de la información climática obtenida cada tres horas por las estaciones meteorológicas instaladas en Cuba, que son operadas por el Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias. También se presentan el diagrama de flujo de la información y los objetivos de cada uno de los programas encargados de los distintos procesos.

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que el tiempo y el clima influyen sobre casi toda la actividad socioeconómica del hombre, es evidente que cada vez se hace necesario un mayor uso de la información meteorológica y climatológica.

Ahora bien, unido al interés por dicha información, está la exigencia por la calidad y accesibilidad que la misma debe tener, siendo válido ésto, tanto para los trabajos de servicio como para los de investigación.

Hasta el presente, en el Instituto de Meteorología de la ACC de Cuba, el control de calidad y el procesamiento de la observación se realizan por métodos manuales, resultando éste un trabajo lento y agotador, con un elevado grado de subjetivismo. Esto presenta serias limitantes para lograr que la meteorología y la climatología en el País no constituyan un factor limitante al desarrollo, y mucho más para que cumpla el papel que le corresponde de promotores de dicho desarrollo.

Los objetivos del sistema de información climatológica básica CLIM, basado en el uso de una computadora, son:

- (a) Procesar de manera centralizada por el Departamento de Climatología, con una frecuencia mensual, la información que cada 3 horas es obtenida por la Red de Estaciones Meteorológicas, operada por el Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba, e instalada en el Territorio Nacional.

Manuscrito aprobado el 8 de marzo de 1979.

J. S. Rego pertenece al Instituto de Meteorología, de la Academia de Ciencias de Cuba.

- (b) Realizar un control exhaustivo y objetivo de las observaciones, con la correspondiente eliminación o sustitución de los valores erróneos.
- (c) Obtener parámetros estadísticos mensuales, por décadas, y diarios, de las diferentes variables climáticas.
- (d) Sacar por impresora las observaciones ya chequeadas y las estadísticas correspondientes, incluyendo las que aparecen en formato especial para ser publicadas mensualmente.
- (e) Generar un fichero permanente, en banda magnética, de todas las observaciones corregidas y de los valores estadísticos. Cuando haya posibilidad, este fichero se trasladará a microfilm digitizado.
- (f) Obtener un listado con los errores detectados en cada estación, que después de ser utilizado por el Departamento de Climatología, se envía al Departamento de Inspección y Métodos y a las oficinas provinciales de Meteorología.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

De hecho, el trabajo se ajusta a los métodos de diseño de sistemas de computación, y su finalidad coincide, en términos generales, con lo planteado al respecto por LADEN, y GILDERSLEEVE (1972:137): "Producir las salidas requeridas a partir de una determinada entrada, reduciendo al mínimo la suma del costo de tiempo de la computadora, relacionado con los costos del trabajo manual, permitiendo que sea flexible y práctico, y garantizando una exactitud conmensurable de acuerdo con el trabajo que efectuará".

Desde 1972, se comprendió la necesidad de automatizar el procesamiento de la información climatológica. El acceso a computadoras medianas de la tercera generación permitió diseñar un sistema avanzado acorde con el desarrollo computacional del País y con las orientaciones de materiales técnicos de la OMM.

Se evitó caer en algunos de los errores más frecuentes en el análisis de sistemas, en particular al querer cambiar las estructuras radicalmente y el concebir un sistema demasiado grande o demasiado pequeño. Para lograr esto se fijaron objetivos realistas, teniendo en cuenta los recursos y el personal con conocimientos computacionales en el Departamento.

La implantación del sistema representa un salto de calidad considerable, puesto que ha sido diseñado para una computadora de tercera generación, sin antes haber transitado el Departamento por los equipos convencionales de tarjetas perforadas, aunque de hecho se realizan todas las operaciones que los mismos posibilitan (y desde luego muchas más), pero con la particularidad de que lo logrado, por ejemplo, con una clasificadora operada por un hombre en una jornada normal, es posible realizarlo con una instrucción del programador y con tal vez unos minutos de máquina.

Los encargados de materializar los objetivos del sistema son una serie de programas cuyo orden corresponde a la fase en que se trata la información, y que son: (1) procedimientos de control (control de datos ausentes y caracteres permisibles; control de límites físicos y estadísticos para elementos individuales, y controles de relación entre elementos de una observación; control de la variación temporal del

elemento; control de la variación espacial del elemento); (2) cálculo y salidas provisionales; (3) salidas definitivas y archivo; y (4) actualización (se realiza en diversos pasos del procesamiento).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Diseño del Sistema de Información CLIM

El diseño abarca el flujo de información, desde las estaciones meteorológicas hasta la entrega de boletines mensuales y anuales a los usuarios, y la creación de un banco de datos permanentes en banda magnética para investigaciones y servicios.

El sistema CLIM puede implantarse en cualquier centro de cálculo que posea una computadora soviética SU-1020 ó SU-1022, con servicio de perforación y verificación. La configuración mínima de la computadora debe contener dos torres de banda magnética, un disco, lectora de tarjetas e impresora.

Los programas serán escritos en COBOL, lo que aparentemente está en contradicción con el tradicional uso que el FORTRAN ha tenido en el cálculo científico. Sin embargo, el COBOL presenta características que hacen de él un superlenguaje idóneo para los fines del procesamiento de los datos climáticos. Sus facilidades en la entrada y salida de la organización de artículos y ficheros, en la formación de tablas, y (en resúmenes) en el tratamiento de grandes volúmenes de información, supera su debilidad en los cálculos, que, por otra parte, son relativamente pocos en este tipo de procesos. Resulta curioso señalar que entre los servicios meteorológicos que ofertan programas de procesamiento (WMO-409, 1975), sólo el de Suiza ha utilizado el COBOL.

La implantación del sistema requiere la participación de las estaciones, el Departamento de Climatología, el del centro de cálculo y del Departamento de Documentación (Fig. 1). Se señalan a continuación las actividades a realizar por cada uno.

3.2 Estaciones

Se siguió el principio de hacer los cambios imprescindibles, respetando los métodos y costumbres establecidos previamente. El problema básico consistió en diseñar modelos sencillos y claros, apropiados tanto para el asentamiento de las observaciones por parte del observador, como para la perforación de las mismas en tarjetas. Los modelos debían ser semejantes a los precedentes en cuanto a su orden y formato, y así eliminar en lo posible errores de asentamiento y tener campos de reserva para nuevas variables.

Los modelos denominados CLIM-01 y CLIM-02 forman la tabla de observaciones básicas implantadas por el Departamento de Climatología

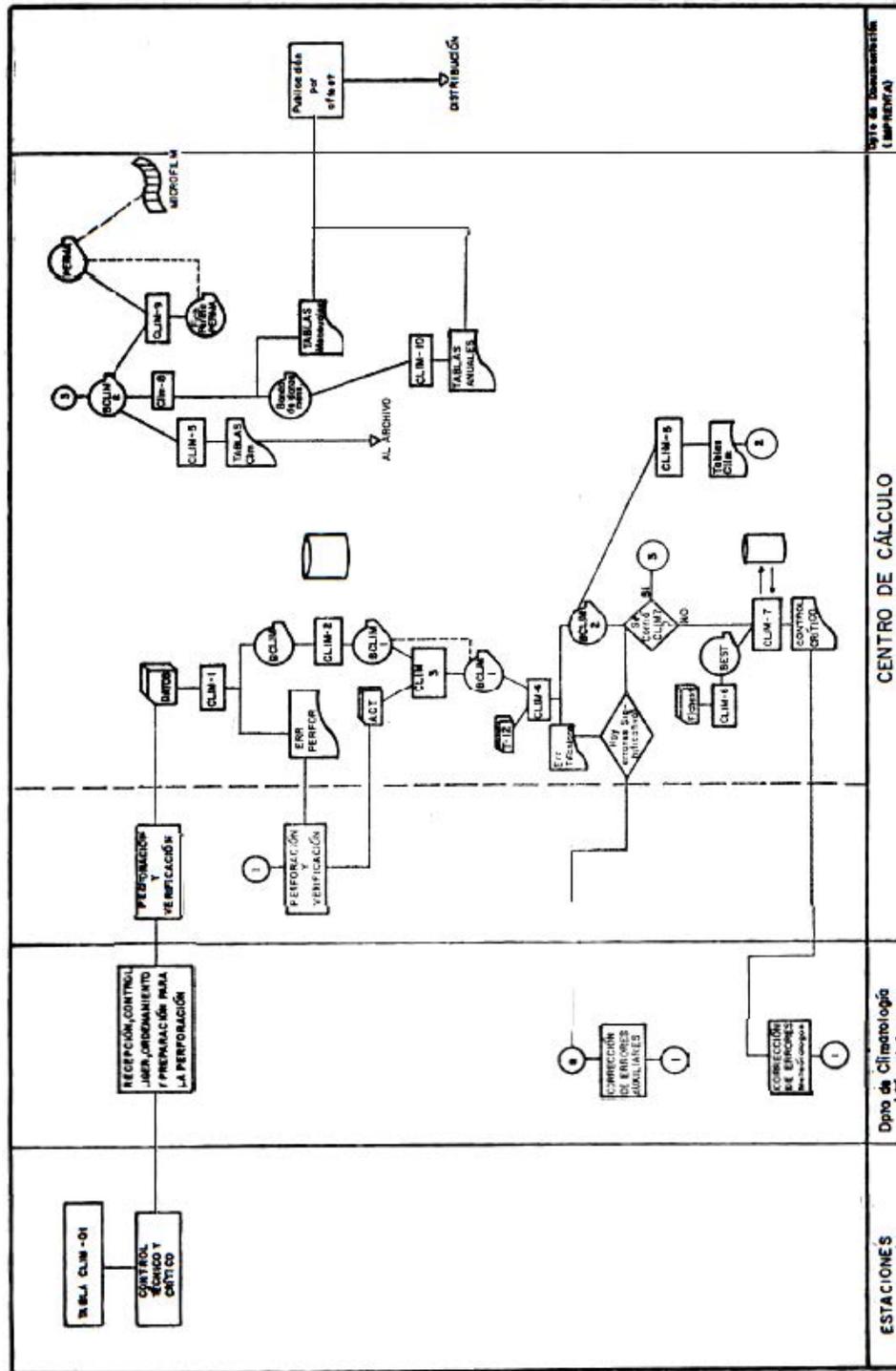


Fig. 1. Diagrama de flujo de la información en el sistema informático CLIM.

ESTACION		AÑO		MES		DIA		HORA		VIENTO		ESTADO DE TIEMPO		PRESION		TEMPERATURA		HUMEDAD		CAMBIO PRESION		PRECIPITACION		CLIM-OI																																														
CORBO	TARJETA	BLOQUE	NUMERO	AÑO	MES	DIA	HORA	GRUPO	VELOCIDAD	DIRECCION	K/M/H	VISIBILIDAD	PASADO	AL NIVEL DE LA ESTACION	AL NIVEL DEL MAR	SECA	HUMEDA	AL NIVEL DEL MAR	AL NIVEL DE LA ESTACION	EN MB	EN MM	EN MM	EN MM																																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71

Fig. 2. Tabla de observaciones básicas, utilizadas por la red de estaciones de superficie.

para la red de estaciones, de enero de 1975 (Fig. 2). La tabla contiene las observaciones trihorarias de un mes de una estación y las temperaturas máximas y mínimas diarias y/o trihorarias. Dos de los cambios dignos de señalar son:

- (a) El cálculo del punto de rocío, de otros parámetros de humedad, y de la presión al nivel del mar, por parte de la computadora, permite la eliminación de las conversiones realizadas por el observador, lo que puede ahorrar más de la mitad del tiempo de proceso en cada observación y, sobre todo, una fuente importante de errores.
- (b) Se hizo necesaria la asignación de un código de estaciones alfa-numérico, en el que una letra indica la provincia y dos cifras el orden de *W* a *E* de la estación dentro de la provincia. Esto ofrece un criterio adecuado para el programa de clasificación y elimina la situación anterior en la que un cierto número de estaciones no poseían el código numérico sinóptico.

3.3 Departamentos de Climatología y de Documentación

El Departamento de Climatología es el encargado de garantizar la recepción de las tablas dentro de los 5 primeros días del mes siguiente y de enviarla al Centro de Cálculo para su perforación.

Personal meteorológico de niveles I y III del Departamento deben realizar los análisis crítico y técnico para corregir los errores puestos en evidencia por la computadora en las salidas impresas de los programas CLIM-1, CLIM-4 y CLIM-7. Además, el Departamento archiva las tablas denominadas TCLI 5, producidas por el programa CLIM-5, con la información de las tablas de observaciones básicas ya corregidas y elaboradas. Por último, el Departamento de Climatología, en combinación con el de Documentación, prepara las tablas para la publicación por sistema offset y distribuye los resúmenes climáticos mensuales y anuales, destinados a los usuarios de diversos organismos.

3.4 Centro de Cálculo

Después de perforar y verificar unas 14 000 tarjetas con las observaciones del mes precedente de todas las estaciones, se corre el programa CLIM-1, el primero de los 10 programas que constituyen el sistema CLIM.

El programa CLIM-1 lee las tarjetas perforadas a partir de las tablas, controla la categoría de los campos y el corrimiento de perforación, señala los errores en este aspecto y lleva la información correcta a banda magnética. El orden de entrada y salida en la banda BCLIM es arbitrario.

A continuación, el programa CLIM-2 clasifica, mediante el uso de un disco, todas las observaciones en orden ascendente, por día, hora, mes, código, y estación, creando la banda BCLIM 1 clasificada.

Los errores detectados por los programas CLIM-1, CLIM-4, y/o CLIM 7, se analizan y corrigen. Las observaciones corregidas se incorporan a la banda BCLIM 1 mediante el programa de actualización CLIM-3, que permite la inserción o modificación de artículos en banda clasificada.

A partir de la banda BCLIM 1 y de tarjetas que contienen las últimas observaciones del último día del mes anterior, el programa CLIM 4 realiza el control interno de todas las observaciones, calcula el punto de rocío, la tensión de vapor, el déficit de saturación y la humedad relativa, reduce la presión al nivel del mar, y calcula el cambio de presión en 3 horas. El programa saca un listado de 73 errores posibles (véase anexo A), en su mayor parte incompatibilidades, siguiendo el método expuesto por FILIPPOV (1968) y una banda denominada BCLIM 2 corregida y con asteriscos en los datos eliminados.

La banda BCLIM 2 sirve de entrada al programa CLIM 5, que produce tablas TCLI 5 preliminares con la información de la banda impresora, para facilitar la labor de corrección de errores por parte del personal auxiliar.

El programa CLIM 6 crea, a partir de tarjetas, una banda denominada BEST, que contiene la descripción, valores normales, y límites de confianza de variación, de las variables meteorológicas.

Las bandas BEST y BCLIM 2 sirven de entrada al programa CLIM 7, que realiza: (a) el control temporal, por plazos de observación, de los elementos de variación continua por medios de polinomios de Lagrange, (b) el control espacial entre estaciones vecinas de los valores mensuales (sumas o promedios) por el método de interpolación óptima; y (c) el control entre elementos distintos de una misma estación, para estaciones aisladas, a partir de ecuaciones de regresión lineal.

Estos métodos, del a al c, son tres de los métodos de control crítico utilizados por el Servicio Hidrometeorológico Territorial de Bielorrusia (P. M. Safronov, 1975, comunicación personal). El programa imprime los errores y tablas de discrepancias.

Después de CLIM 7 y del proceso de actualización ulterior, la banda BCLIM 2 contiene errores reducidos a una cantidad aceptable y está lista para ser elaborada con fines prácticos. Ella sirve de entrada a tres programas: CLIM 5, CLIM 8, y CLIM 9.

CLIM 5 fue ya mencionado y su función en este caso es la de producir nuevamente las tablas TCLI 5, que contienen la misma información de las tablas de informaciones básicas, pero después de haber pasado los controles técnicos y crítico y los parámetros de humedad. Estas tablas, que salen por impresora, van directamente al archivo del Departamento de Climatología.

CLIM 8 imprime tablas de valores diarios y mensuales para cada estación, algunas de las cuales están destinadas a ser publicadas. Además, crea la banda denominada BDMEN que contiene los valores diarios y mensuales por estaciones.

CLIM 9 crea un fichero permanente multivolumen, con banda magnética, con los datos de cada mes. Este fichero, denominado PERMA, constituye el banco de datos permanentes para servicios e investigaciones eventuales. La información contenida en él deberá pasar a microfilm digitizado, cuando se disponga de los medios técnicos necesarios.

Por último, el programa CLIM 10 utiliza como entrada la banda BDMEN cuando ésta contenga los datos mensuales de un año completo. CLIM 10 calcula los valores anuales (suma, media, extremos) e imprime tablas para su publicación.

3.5 Implantación

La implantación del sistema CLIM se realiza por pasos, en dependencia de las fases de desarrollo de los programas. En una primera etapa, puede implantarse una versión reducida del sistema, con controles de perforación, asentamientos e incompatibilidades, impresión de las tablas corregidas, publicación de boletines mensuales y creación de datos permanentes.

RECONOCIMIENTO

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento al meteorólogo P. M. Safrosov, quien revisó los trabajos sobre computación desarrollados por el Departamento de Climatología, desde 1972 hasta 1975, haciendo importantes críticas y sugerencias a los mismos. Además, nos explicó los métodos de procesamiento de la información climatológica utilizados en el Servicio Hidrometeorológico Territorial de Bielorrusia.

REFERENCIAS

- FILIPPOV, V. V. (1968): Quality control procedure for meteorological data. *World Meteorological Organization, World Weather Watch, planning report*, 26.
- LADEN, H. N., GILBERSLEEVE, y T. R. (1972): *Diseño de sistemas de computación*. Edición revolucionaria, Instituto del Libro, 137 pp.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1976. *Catalogue of computer programs in meteorology WMO-409*.

ABSTRACT

The model and the general aims of the basic climatological information system (CLIM) are presented. The CLIM, by means of a centralized method, assumes the whole work of processing by computer the three-hourly data obtained at the meteorological stations belonging to the Institute of Meteorology of the Cuban Academy of Sciences. A flux diagram of information and the aims of the programmations associated to the different processes are also presented.

CDU 551.58