

Una metodología para establecer líneas base climáticas con fines medioambientales. Ejemplo de la Zona Franca de Berroa, Ciudad de La Habana.

Autor: ANTONIO GUEVARA, AIDA CAMPOS

Centro Nacional del Clima - Instituto de Meteorología

Resumen.

Uno de los requerimientos imprescindibles para la obtención de las licencias ambientales es la realización de estudios de impacto ambiental. Dentro de éstos, la determinación de la línea base de cada componente del medio ambiente constituye el fundamento para calcular o estimar los impactos potenciales en el entorno del objetivo económico a construir. En el presente trabajo se muestra un ejemplo de definición de línea base climática, con el caso de la Zona Franca de Berroa (ZFB), localidad situada al E de la capital cubana. Para ello se emplea una metodología que utiliza información climatológica de fondo, proveniente de diferentes fuentes preexistentes; combinándola con datos climáticos recolectados "in situ" en distintas fases experimentales; más el uso de técnicas estadísticas para el completamiento de las series de datos conformadas. Los resultados indican que la metodología permite determinar y describir las interacciones de los diferentes factores que, a gran escala y a escala local, condicionan el clima de la ZFB, con rasgos distinguibles del reinante en la estación meteorológica de Casablanca. El trabajo reafirma la necesidad de abordar el clima a escala local en los estudios de impacto ambiental; además, demuestra la factibilidad de ejecutar proyectos de esta índole, aprovechando eficientemente las capacidades existentes en el país, con gastos mínimos en equipamiento, transportación y personal capacitado.

Introducción

Según la Ley de Medio Ambiente cubana, para iniciar cualquier inversión económica en el país es obligatorio el otorgamiento de una licencia ambiental. La misma se expide por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) una vez que se comprueba que el objetivo económico o social se ha concebido con un mínimo de afectación medioambiental, y que posee un dictamen con medidas correctoras para minimizar las modificaciones que pudieran producirse en el entorno circundante. Dichas medidas surgen como resultado de la realización de estudios de impacto ambiental, dirigidos a predecir y valorar la posible respuesta del medio ante las diversas acciones que inciden sobre él, así como a identificar la vulnerabilidad de las obras a las influencias medioambientales. Dentro de estos estudios, la determinación de la línea base de cada componente del medio ambiente constituye el fundamento para calcular o estimar los impactos potenciales de la nueva inversión. El clima, definido por variables pertenecientes al subsistema atmósfera, requiere también de la ejecución de este procedimiento.

En la Guía para la realización de las solicitudes de licencia ambiental y los estudios de impacto ambiental (CITMA, 2001) se orienta, de forma muy general, como debe describirse el clima dentro de la ca-

racterización del medio físico. Como allí se indica, el establecimiento de la línea base climática de un lugar no sólo precisa de datos climatológicos de la región donde éste se encuentra, sino también de información suficiente acerca del comportamiento local de las variables meteorológicas fundamentales. Sin embargo, es frecuente que el área a explotar no cuente en sus inmediaciones con un emplazamiento meteorológico; o que a pesar de su cercanía, no sea representativo de las condiciones presentes en la localidad, y aquí se impone realizar mediciones "in situ" en las principales temporadas climáticas del año, para definir las particularidades del clima a escala local (Ministerio del Medio Ambiente, 1998).

El proceso de integración y optimización de toda esta información climatológica con fines medioambientales no siempre se produce de forma satisfactoria. El uso de datos no actualizados, la subestimación de los fenómenos y procesos a escala local, o la incorrecta selección de las estaciones meteorológicas representativas son algunas de las dificultades que más frecuentemente se presentan. Ello implica una utilización poco eficiente de las potencialidades existentes en el país, lo cual repercute en el alcance y la profundidad de los estudios que se solicitan.

El presente trabajo tiene como objetivo la presentación de una metodología para la definición de

la línea base climática en un territorio dado, con un fin práctico. La misma se basa en el uso combinado de información climatológica de fondo preexistente, con datos colectados en el lugar a través de experimentos de campo, junto con el empleo de distintas técnicas estadísticas para el completamiento de las series de datos. La principal ventaja de esta modalidad es que permite aprovechar las capacidades institucionales creadas por más de treinta años en Cuba, además de garantizar una calidad aceptable en los resultados, con gastos mínimos en equipamiento, transportación y personal calificado.

La aplicación práctica de la metodología se ilustra con un caso concreto (Zona Franca de Berroa - ZFB) pero puede extenderse a cualquier otra localidad, previo análisis de sus características medioambientales.

Metodología y resultados

La metodología propuesta consta de los siguientes pasos:

✓ Ubicación geográfica de la zona a estudiar y valoración de sus particularidades geográficas y climáticas.

✓ Levantamiento de la cantidad y calidad de la información meteorológica disponible.

✓ Determinación de las nuevas necesidades de datos. Definición del plan de observaciones / mediciones y puesta en marcha del mismo.

✓ Procesamiento de toda la información recopilada. Análisis de sus resultados.

✓ Descripción de los elementos climáticos fundamentales. Identificación de los factores formadores del clima de la localidad.

✓ Confección del informe final de línea base climática.

◆ *Ubicación geográfica de la zona a estudiar y valoración de sus particularidades geográficas y climáticas*

Este acápite fue confeccionado mediante la recopilación de información bibliográfica existente. Se pudo conocer que la ZFB está situada al E de la ciudad de La Habana, a unos 10 Km. del centro de la capital. Se encuentra muy cerca del mar, aproximadamente a 3 Km. de la costa. Abarca gran parte del Valle de Berroa, uno más de los que conforman la hondonada central longitudinal de superficie ondulada, que recorre de W a E la subregión de las Alturas Habana - Matanzas, desde Guanabacoa hasta

el Valle de Yumurí. Dicha hondonada, formada por rocas serpentinosas, tobas, lutitas blancas y suelos pardo - sialíticos y ferromagnesianos, está flanqueada por dos cadenas de elevaciones casi paralelas: una al norte (Alturas del Morro, Cojimar, Sibarimar, Jibacoa y loma de la Cumbre) y otra meridional (Escaleras de Jaruco, Sierra de Camarones y Pan de Matanzas). En el caso específico de la Zona Franca, su límite septentrional son las Alturas de Cojimar y las Colinas de Villarreal, elevaciones de más de 50 m de altitud, con una pendiente sur abrupta, escarpada, en forma de paredón hacia el fondo de la hondonada. También se verificó que el Valle de Berroa y sus inmediaciones están regados por numerosas corrientes fluviales, de carácter permanente o intermitente, como son los ríos Cojimar, Bacuranao y sus afluentes. La principal receptora de las aguas provenientes del escurrimiento superficial de la zona es la laguna intermitente de Berroa, situada en el extremo este del área en estudio, y que desagua a un afluente del río Bacuranao. Por último, se comprobó que la ZFB se sitúa al este - nordeste de los núcleos con mayor urbanización de la capital, o sea, a barlovento o "corriente arriba" respecto a la ciudad.

Como sus características geográficas lo sugieren, en la ZFB se manifiestan ciertas particularidades en el clima, que es necesario determinar para lograr el objetivo del estudio. Según criterios de expertos, las mayores diferencias con las condiciones climáticas de fondo debían registrarse en el comportamiento de las temperaturas, la lluvia, el viento y en la ocurrencia de fenómenos meteorológicos como las tormentas y la niebla.

◆ *Levantamiento de la cantidad y calidad de la información meteorológica disponible*

Desde el punto de vista climatológico, la principal fuente informativa disponible de la zona es la estación meteorológica de Casablanca. La misma se ubica en los 23°10' de latitud norte y los 82°21' de longitud oeste, a unos 6 Km. al oeste de la ZFB, y es representativa de las condiciones climáticas de la costa norte de las provincias habaneras (Lecha, Paz y Lapinel, 1994). Como emplazamiento meteorológico, cumple con todos los parámetros establecidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para la recolección de datos climáticos. Por todo ello, se seleccionó como estación de referencia. El período base escogido fue 1970-1999, al considerarse que recoge las principales tendencias y variaciones observadas en el clima de la región en los últimos años. Como variables climáticas se tomaron la temperatura media, máxima y mínima del aire, la nubosidad, la humedad relativa del aire, la tensión de vapor, la insolación, la radiación solar global, el viento

medio y el predominante (dirección y rapidez), la precipitación total, y la cantidad de días con lluvia y con tormenta, así como, la frecuencia de afectación por fenómenos meteorológicos como frentes fríos, huracanes, lluvias intensas y sequía. La selección se basó en la importancia medioambiental de estas variables, por separado o en asociación, y las actividades socioeconómicas que se desarrollarán en la ZFB.

La mayor parte de los datos climáticos de la estación de referencia fueron extraídos del archivo del Centro del Clima del Instituto de Meteorología. La radiación solar, se determinó a partir de los datos de insolación y de fórmulas empíricas obtenidas para nuestro país por Borrajeró et. al, (inédito).

También se contó con información sobre diversos fenómenos y eventos meteorológicos y climáticos, recogida en cronologías como las de Rodríguez (1985) y González (1999), en trabajos publicados por diferentes autores (Lapinel et. al., 1993), o disponible en las obras cartográficas que salieron a la luz en los años 80 del siglo pasado, como el Atlas Climático de Cuba (Instituto de Meteorología, 1987), el Nuevo Atlas Nacional de Cuba (Instituto de Geografía e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1989) y el Atlas de Cuba de Climatología Aplicada (Instituto de Meteorología, inédito).

♦ **Determinación de las nuevas necesidades de datos. Definición del plan de observaciones/mediciones y puesta en marcha del mismo.**

Dadas las peculiaridades de la ubicación geográfica de la ZFB, y atendiendo a recomendaciones realizadas por CITMA (2001) se decidió realizar mediciones "in situ" con equipos registradores en áreas de la Zona Franca. Estas fueron completadas con observaciones meteorológicas en sitios cercanos, con el fin de particularizar los regímenes locales de los elementos climáticos cuyo comportamiento se supuso que variase más en la localidad. Se concibió un plan experimental que conllevó la instalación de una caseta meteorológica con un higrómetro, para el registro de la temperatura y la humedad del aire. El abrigo meteorológico fue instalado en el parque de almacenaje de la Gerencia de Inversiones de la Zona Franca, colindante con la cerca perimetral situada en la dirección E (este). El régimen de trabajo se desarrolló en 4 etapas de aproximadamente un mes de duración, durante un año. Los registros comenzaron el 4 de abril de 1999 y terminaron el 6 de febrero del 2000, para un total de 123 días de mediciones. El calendario de ejecución de las mismas fue seleccionado según los períodos climáticos representativos del año en Cuba (Tabla 1).

Tabla 1. Calendario de ejecución de las mediciones

Período de medición	Temporada climática representativa
7 de abril al 12 de mayo de 1999	Tránsito hacia el verano, escasas lluvias, elevados valores de insolación y temperaturas extremas altas.
28 de junio al 27 de julio de 1999	Plenitud del verano, gran actividad convectiva.
14 de septiembre al 12 de octubre de 1999	Inicio de cambios sensibles en los diferentes elementos climáticos. Se establecen las condiciones de tránsito de las temperaturas más cálidas a las más frescas del año.
10 de enero al 6 de febrero del 2000	Temporada invernal.

Con los mismos objetivos se realizaron mediciones locales del viento durante dos semanas, en agosto de 1999 y enero del 2000.

♦ **Procesamiento de toda la información recopilada. Análisis de sus resultados**

La validación y procesamiento de toda la información climatológica recopilada se efectuó por diferentes vías, a saber:

a) Los datos climáticos de Casablanca se validaron siguiendo indicaciones de la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M., 1990). Luego de ser procesados, se les calcularon sus valores medios, máximos y mínimos, así como sus magnitudes absolutas. También se determinaron índices de sensa-

ción térmica en las personas con vistas a evaluar las condiciones bioclimáticas de la ZFB. Para ello se utilizaron los índices de temperatura efectiva (TE) y temperatura efectiva equivalente (TEE) según Bútieva et. al. (1989) y que fueron aplicados antes en Cuba con resultados satisfactorios (Osorio, et. al., 1988). Las sensaciones térmicas obtenidas se clasificaron según los rangos propuestos por León (1988).

b) De los registros provenientes de los higrómetros en la ZFB y en la estación meteorológica de Casablanca (984 mediciones) se extrajeron los valores trihorarios de temperatura y humedad del aire. A dichas series se les realizó un análisis de homogeneidad, aplicando las pruebas de Mann-Kendall (Sneyers, 1975) y de Pettitt (Vannitsem y

Damarés, 1991). Como resultado se concluyó que no hay elementos para rechazar la hipótesis de homogeneidad, por tanto se asumió que las series eran homogéneas. A continuación, se correlacionaron las dos series de registro, arrojando coeficientes superiores al 90%, tanto para la temperatura como para la humedad del aire. Se observó que las diferencias entre las series de mediciones de temperatura y humedad del aire en Casablanca y la ZFB solamente se apreciaban en los niveles alcanzados por las variables, describiendo las mismas oscilaciones y movimientos, pero en rangos diferentes. Esto permitió realizar un ajuste por diferencias, según lo indicado por la Guía de Prácticas Climatológicas (OMM, 1990) y, a partir de los valores de Casablanca, se reconstruyeron las series de estas variables en la Zona Franca para todo el año 1999. A posteriori, se determinaron los mismos estadígrafos descriptivos mencionados en el epígrafe anterior, a fin de caracterizar ambos elementos climáticos en la localidad. Con las mismas variables se calculó el Índice de TE.

En ambos casos, la validación y procesamiento de los datos se verificaron a través del paquete de programas estadísticos STATISTIC para WINDOWS 95.

La información proveniente de cronologías, obras cartográficas o cualquier otra fuente publicada no fue sometida a validación o procesamiento alguno; al asumirse su completa confiabilidad.

◆ *Descripción de los elementos climáticos fundamentales. Identificación de los factores formadores del clima de la localidad*

En este paso se describe el comportamiento de las variables climáticas constitutivas de la línea base, según los resultados del acápite anterior. En nuestro caso, este proceso se estableció a partir de las fuentes de información disponibles, o de la combinación de dos o más de ellas. Así se tienen:

a) Cronologías, mapas, tablas o cualquier estudio anterior, publicado o no, en relación con la variable climática en cuestión. Específicamente, para fenómenos y eventos meteorológicos o climáticos que se manifiestan a escala sinóptica o en la mesoescala, como huracanes, frentes fríos, grandes precipitaciones o sequía. Por ejemplo:

- Según González (1999) la frecuencia de afectación por frentes fríos a la ZFB es alta en la temporada invernal, en relación con el total que llega al país. Así, de 1605 frentes fríos que han arribado a Cuba en 81 temporadas, 1603 han afectado a la provincia Ciudad de La Habana. El promedio de frentes fríos por temporada es de 20 y el mes con más alta frecuencia es febrero.

- Rodríguez (1985), en un estudio de 200 años, constató que las provincias occidentales presentan los máximos valores de afectación, y que la capital ha sido azotada 55 veces, lo que representa el 11% de probabilidad de afectación dentro de Cuba. Para el mismo período, Ciudad de La Habana ha sido afectada 8 veces por un huracán de gran intensidad, 23 veces por uno de moderada intensidad y 24 veces por uno de poca intensidad. Todo esto indica que la Zona Franca se encuentra situada en la porción del país más castigada por los ciclones tropicales.

- En cuanto a la sequía, Lapinel, et. al. (1993) establecieron que en Cuba este fenómeno extremo se ha incrementado en las últimas décadas, trayendo consecuencias perjudiciales para diferentes sectores socioeconómicos. Durante 1961 - 1990 se observó una tendencia a la redistribución de las precipitaciones durante el año, caracterizada por inviernos más lluviosos y veranos más secos. También se produjo una duplicación de la frecuencia de años con sequías moderadas y severas, en comparación con lapsos anteriores dentro del siglo, o sea, una disminución de los periodos de retorno de este perjudicial fenómeno de 5 a 2.5 años. Este comportamiento es válido también para la ZFB.

b) Datos pertenecientes a la estación meteorológica de referencia: Para variables cuyo análisis a escala local no presenta diferencias notables con el correspondiente al del emplazamiento meteorológico de referencia (ej: radiación solar, insolación). Dos ejemplos de esta descripción se muestran a continuación:

- En Casablanca la insolación media anual alcanza las 7.7 horas (valor similar a la media nacional) para un 64% de insolación relativa. Anualmente presenta un acumulado superior a 2 800 horas, valor característico de la zona costera occidental de Cuba. Los meses de máxima insolación son marzo, abril, mayo, julio y agosto, con medias mensuales entre 8.5 y 9.3 horas. En enero, octubre, noviembre y diciembre se presentan los valores más bajos, inferiores a las 7.3 horas, debido al aumento de la nubosidad. (Fig. 1)

- La radiación solar Q, como media anual de las sumas diarias, es del orden de los 18.3 MJ/m², valor alto, característico de zonas costeras. Los máximos anuales de la radiación global se presentan en abril, mayo, julio y agosto, con valores superiores a los 22.0 MJ/m² por día, meses en los que se alcanzan alturas del sol considerables y la nubosidad reporta valores bajos. Los mínimos anuales se observan en enero, noviembre y diciembre, con niveles de energía menores a los 14.0 MJ/m² por día (Fig. 2).

Fig.1 Marcha anual de la insolación
Estación Casablanca, Período (1970-1999)

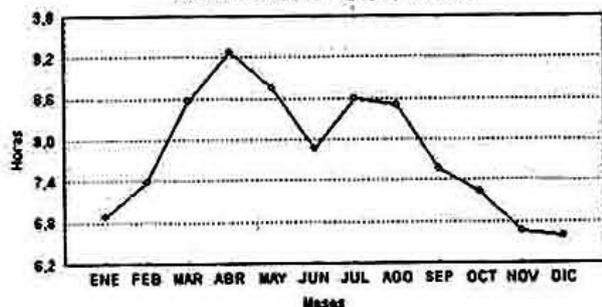
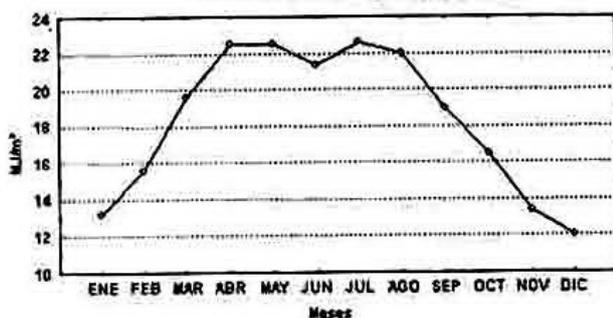


Fig.2 Marcha anual de la radiación solar global
Estación Casablanca, Período (1970-1999)



c) Información climática proveniente de la localidad en estudio: Para variables que fueron medidas u observadas en la ZFB y que mostraron diferencias apreciables en relación con las de Casablanca. Como ejemplos ilustrativos se tienen:

- La temperatura media (TM) anual en la ZFB resultó 1°C menor que en la estación de referencia. En marzo, abril y mayo de 1999 la TM en Berroa fue ligeramente mayor que la registrada en Casablanca; en los meses restantes reportó valores menores, con diferencias de alrededor de 1.6 °C en invierno, y de 1.3°C en verano. La temperatura máxima media en la ZFB durante la temporada invernal fue 1.5°C más baja que en Casablanca; en cambio, en el verano la diferencia alcanzó sólo 0.4 °C. Por su parte, la Zona Franca reportó temperaturas mínimas medias siempre más bajas, con diferencias de 3.7 °C en los meses de invierno, y de 2.2 °C en verano, con respecto a la estación de referencia (Fig.3).

Fig.3 Marcha anual de la temperatura media del aire.
Zona Franca de Berroa y Casablanca. Año 1999

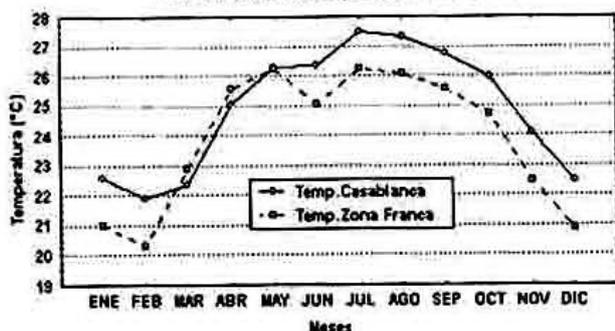


Fig.4 Marcha diaria de la humedad relativa del aire
Casablanca y Zona Franca. Enero 1999

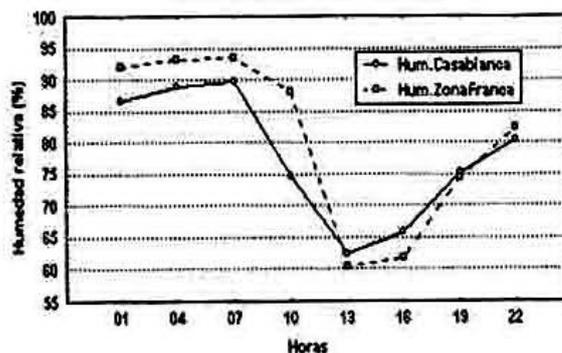
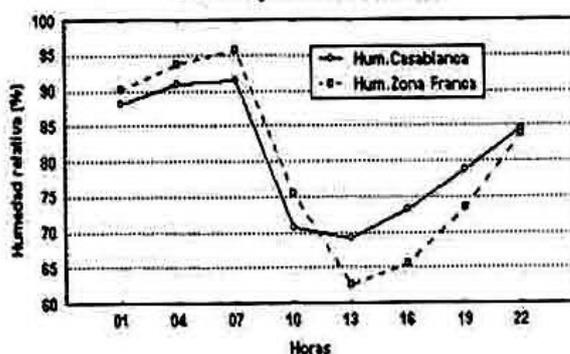


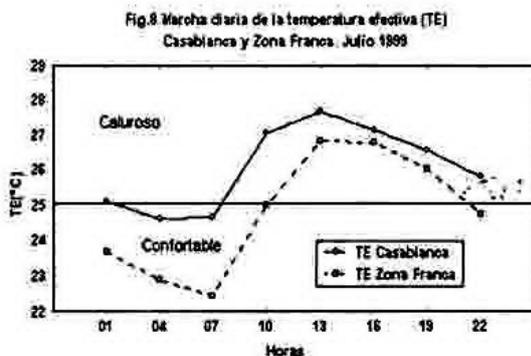
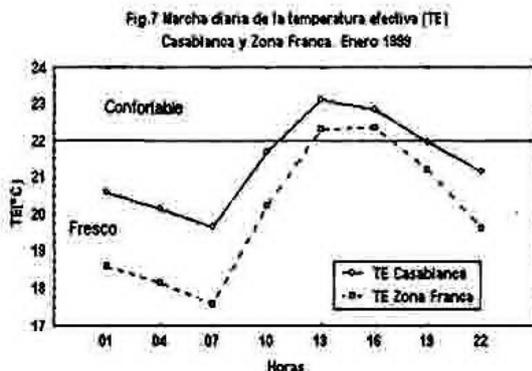
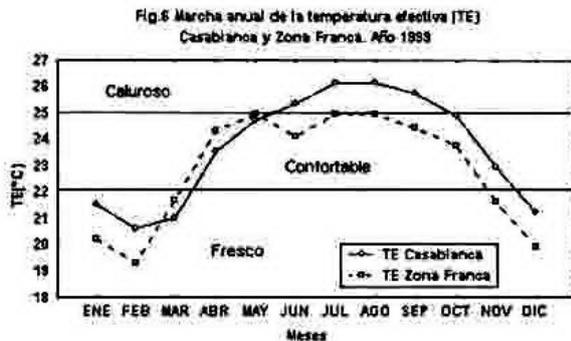
Fig.5 Marcha diaria de la humedad relativa del aire
Casablanca y Zona Franca. Julio 1999



- En la marcha diaria de la humedad relativa, en la temporada poco lluviosa (enero) las diferencias entre Berroa y Casablanca oscilan entre un 3 y un 13% desde las primeras horas de la madrugada hasta poco antes de la 1 p.m., con magnitudes más bajas en la estación de referencia. En cambio, desde las 13 hasta las 19 horas las diferencias entre las medias horarias son menores y en sentido inverso (Fig.4). En la temporada lluviosa se constata el mismo patrón en la marcha diaria, pero con valores mucho mayores en horas de la tarde, de alrededor de un 6%. Al concluir la noche, los valores son similares en ambos lugares (Fig.5). Este comportamiento parece estar vinculado con el efecto del calentamiento diurno, que exagera las diferencias de humedad relativa entre Casablanca y la ZFB, sobre todo después del mediodía en los meses del verano.

- El comportamiento medio mensual de las sensaciones térmicas de los individuos en la localidad indica que en los meses de verano la Zona Franca es menos cálida que Casablanca; y en la temporada invernal se registran condiciones de mayor enfriamiento. En general, los valores de TE en la ZFB son inferiores en 1.1 - 1.4 °C a los de la estación de referencia, exceptuando los meses de marzo y abril que presentan +0.8 °C (Fig.6). En cuanto a la marcha diaria de la TE, en la Zona

Franca los valores son inferiores en todos los horarios, tanto en enero como en julio, en relación con Casablanca. Las mayores diferencias se observan desde la madrugada hasta mediados de mañana, siendo más notable en los meses de invierno con valores de $-2.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Fig.7 y Fig.8).



En este grupo se incluyeron también otras variables de las que no se disponen datos en la ZFB, como la precipitación total y la cantidad de días con lluvia, pero de las cuales existen evidencias indirectas o no medibles de su variación en la localidad respecto a Casablanca. Ej.:

- La franja costera norte de Ciudad de La Habana es relativamente poco lluviosa, en comparación con la zona interior de la provincia, con un total medio anual de aproximadamente 1 190 mm. En el Valle de Berroa los acumulados totales es pro-

bable que sean algo superiores, según el criterio recogido entre los pobladores y trabajadores de la zona, sobre todo en la segunda mitad de la temporada lluviosa. Dicha característica se sospecha que esté asociada a una mayor prevalencia de precipitaciones de tipo convectivo en el área de la Zona Franca con respecto a Casablanca. Este incremento cabe esperarlo también para la cantidad de días con precipitación apreciable. En el litoral norte habanero dicha variable oscila entre 8 y 13 días en los meses de la temporada lluviosa; y entre 5 y 10, en la poco lluviosa, con un valor anual de 107 días como promedio.

El viento puede considerarse un caso intermedio entre las dos situaciones anteriores. Como resultado de las mediciones locales de este elemento (agosto de 1999 y enero del 2000) se obtuvo que la velocidad del viento en la ZFB es generalmente menor que en la estación de referencia. La frecuencia de calmas es alta en horas de la noche y la madrugada, en contraposición con lo que ocurre en Casablanca. Resultó muy interesante el retraso que se produce para que el viento en la Zona Franca tome el rumbo del cuadrante imperante en la estación de referencia, al ocurrir cambios en la dirección del mismo en la región, tanto por fenómenos a escala sinóptica como local. Esta peculiaridad parece responder a un efecto orográfico, que requerirá de un estudio más profundo para su total descripción.

Además, en este mismo paso se discutió sobre los factores formadores del clima de la ZFB en sus diferentes escalas espacio - temporales. Al respecto, Kostin y Pokrovskaya (1953) plantean que, dentro de ellos los principales son la radiación solar, la circulación atmosférica y el carácter de la superficie subyacente, que puede integrarse dentro de los factores geográficos. Según el criterio de los autores, el efecto específico de estos factores en el clima de la ZFB es el siguiente:

a) Régimen de radiación solar: Condiciona el carácter cálido durante todo el año de la ZFB. No obstante, los niveles de energía disponible en verano son el doble de los correspondientes al invierno.

b) Circulación atmosférica: De conjunto con el factor anterior, remarca el carácter estacional del clima de la ZFB. En invierno, las situaciones sinópticas predominantes son los anticiclones continentales, frentes fríos y bajas extratropicales (Lapinel, 1986). En la temporada lluviosa, el Anticiclón del Atlántico, las ondas tropicales y los organismos ciclónicos tropicales. Cada una de ellas está asociada a estados del tiempo específicos, que provocan un comportamiento diferente de las variables meteorológicas, en

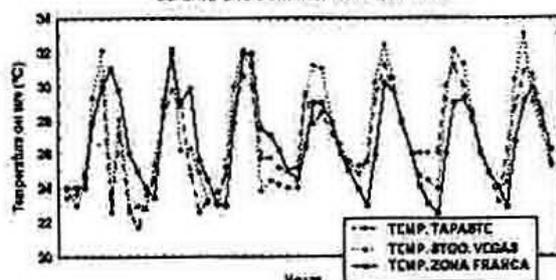
dependencia de la época del año y la hora del día.

c) Factores geográficos: Influyen en la marcha de las variables climáticas a escalas espacio - temporales más pequeñas (por ejemplo: local, diaria) determinando las diferencias entre la localidad y la estación meteorológica de referencia. Dentro de ellos se pudieron identificar:

- Influencia marina: Suaviza los valores extremos de los principales elementos climáticos en relación con los reportados en estaciones meteorológicas del interior de la región occidental (Santiago de las Vegas, Tapaste). Sin embargo, comparándolos con los de Casablanca, el efecto es contrario, con mayores contrastes en la ZFB (Fig. 9).

- Ubicación en la hondonada central de las Alturas Habana - Matanzas: Implica la disminución de la velocidad de los vientos y el cambio de su dirección en el fondo del Valle de Berroa, debido a su posición y al aislamiento termodinámico relativo que éste posee en relación con la costa norte de la provincia. También parece incidir en los regímenes de otros elementos climáticos, como la temperatura y la humedad en la localidad.

Fig.9 Marcha diaria de la temperatura media del aire durante una semana. Julio del 1999



- Hidrografía de la zona: Es la probable causa de la presencia de mayores niveles de humedad en la atmósfera local, en combinación con el factor anterior. En la ZFB se dan condiciones más favorables para la condensación de esa humedad en la madrugada y primeras horas del día, con la frecuente formación de rocío y nieblas de diferente magnitud.

◆ **Confección del informe final de línea base climática.**

Con los elementos de juicio anteriores, se confeccionó el informe final de línea base, el cual es parte integrante del estudio de impacto ambiental del objetivo económico en cuestión. Su estructura cuenta con introducción, materiales y métodos, factores formadores del clima local, comportamiento de los elementos del clima, otros aspectos de interés, conclusiones y referencias bibliográficas.

Conclusiones

1. Se demuestra que es posible obtener la línea base climática de una localidad con el uso de la presente metodología, de manera sencilla, sin grandes complejidades, con el aprovechamiento de las distintas fuentes informativas con que cuenta la zona a estudiar, gastos mínimos en equipamiento, transportación y personal capacitado. Esto la hace potencialmente aplicable en cualquier región del país donde se vaya a realizar una intervención humana y se imponga un estudio de impacto ambiental.

2. Los resultados concretos de la aplicación de esta metodología confirman, una vez más, la necesidad de abordar las variables y fenómenos meteorológicos a escala local en los estudios climáticos con fines medioambientales.

Referencias bibliográficas

Borrajero, I. et. al. (Inédito): Cálculo de las sumas diarias de los componentes del balance de radiación solar. Archivo del Centro del Clima, Instituto de Meteorología, Cuba.

Bútleva I.V. et. al. (1984): Régimen de tiempo y sensación térmica del hombre en diferentes zonas naturales de la URSS en el período cálido del año. Materiales de Investigaciones Meteorológicas, 8:74-81. Moscú, URSS.

CITMA (2001): Guía para la realización de las solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental. Editado por el Control de Inspección y Control Ambiental (CICA).

González, C. (1999): Climatología de los frentes fríos que han afectado a Cuba desde 1916 - 1997. Revista Cubana de Meteorología. Vol.6, No.1, Año 1999, pp. 15-19.

Instituto de Geografía e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (1989): Nuevo Atlas Nacional de Cuba. La Habana, Cuba. 105 p.

Instituto de Meteorología (1987): Atlas Climático de Cuba. Editado por el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, Cuba. 212p.

Instituto de Meteorología (Inédito): Atlas de Cuba de Climatología Aplicada. Dpto. de Climatología, La Habana, Cuba.

Kostin, S. I. y T. V. Pokrovskaya (1953): Climatología (en ruso). Edit. Hidromet., Leningrado, 427 p.

Lapinel, B., et. al. (1993): Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía: análisis del período 1931-90. Informe Científico Técnico. Centro Meteorológico Territorial Camagüey, Cuba. 40 p.

Lapinel, B. (1986): Distribución estacional de los tipos de situaciones sinópticas predominantes sobre Cuba. Informe Final. Proyecto 42205. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.

Lecha, L., Paz, L. R. y Lapinel, B. (1994): El clima de Cuba. Editorial Academia, La Habana, Cuba, 186 p.

León A. (1988): Las sensaciones de calor en el occidente de Cuba. Trabajo de Diploma. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana, Cuba.

Ministerio del Medio Ambiente (1998): Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Editado por el Centro de Publicaciones del Ministerio del Medio Ambiente. España. 809 p.

O.M.M. (1990): Guía de Prácticas Climatológicas, Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.), O.M.M. N° 100, Ginebra, Suiza.

Osorio, M., et. al. (1988): La temperatura efectiva equivalente en Cuba. Revista Cubana de Meteorología. Vol. 1, Año 1, 1988.

Rodríguez, M. (1985): Informe actualizado sobre la cronología de los huracanes que han afectado a Cuba en los últimos 200 años (1785-1984). Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía. ACC. La Habana - Madrid.

Sneyers, R. (1975): Sur l'analyse statistique des series d'observations. Note Technique No.143. OMM - No. 15, pp. 1-15.

Vannitsem, S. y Damarés, G. (1991) : Détection et modélisation des sécheresses au Sahel. Hidrologie Continentale, Vol.6, No.2, pp. 155-171

Abstract

The developing of environmental impact studies is essential in order to obtain the environmental licenses. The determination of baselines of each environmental component is the basis to calculate or to estimate the potential impacts in the environment of the economic objective to build. In this paper, an example of climate baseline definition is shown, through the Zona Franca de Berroa (Berroa Free Zone- BFZ) case study. A methodology, which uses both background climate information and climate data, recollected "in situ in different experimental phases, is proposed for achieving this objective. To completing conformed data series, diverse statistical techniques are also used. The results indicate that, with this methodology, it is possible to determine and to describe the interactions between elements and factors of climate in BFZ, at great and local scale. Also, it is demonstrated that BFZ climate is clearly different of the reiting one in the meteorological station of Casablanca. The paper reaffirms the necessity of approach the local climate scale in the environmental impact studies. Furthermore, it proves the feasibility of carry out future projects of the similar nature, taking advantage of existent national capacities efficiently, with minimum expenses in equipment, transportation and qualified personal.