



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

AVANCES SOBRE ANÁLISIS DE ÍNDICES DE CONFORT TÉRMICO PARA LAS CONDICIONES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA, COMENZANDO POR C.A.B.A. Y LA PCIA. DE BUENOS AIRES

L. H. Hernández , P. R. Juárez, J. Loguercio, J. C. Borhi, C. S. Balderrama

Grupo de Estudios Sobre Energía (GESE) Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Gral. Pacheco. Buenos Aires, República Argentina.

e-mail: geese@frgp.utn.edu.ar

Tel. 54 11 4740-5040 int. 181

RESUMEN

El objetivo de éste trabajo es analizar distintos índices de confort térmico, entre ellos, los métodos fisiológicos de confort de Fanger, el índice de nueva temperatura efectiva, la temperatura efectiva estándar, así como los métodos adaptativos de Humphreys, Auluciems, De Dear y Brager, de manera tal, de contribuir a la eficiencia energética y aprovechar mejor los recursos energéticos en un contexto de calentamiento global y cambio climático. Este análisis permitirá establecer el confort térmico para proyectos de edificaciones y plantas industriales a partir de datos climatológicos.

A través de un análisis comparativo de los distintos índices y, mediante la confección de mapas temáticos determinados por interpolación, usando los datos climáticos de los observatorios y estaciones del Servicio Meteorológico Nacional de 26 ciudades y, además, disponer de las condiciones de confort y psicométricas que establecen las normas para el bienestar humano, se podrá elaborar mapas que identifiquen las condiciones de confort de frío y calor, lo que permitirá establecer estrategias bioclimáticas de climatización para ejecutar proyectos de máxima eficiencia energética.

En una primera etapa, se confeccionará un mapa bioclimático de CABA y la Provincia de Buenos Aires.

Palabras Claves: *Confort térmico, Mapa bioclimático, Modelos adaptativos, Uso Eficiente de la energía.*



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la información que figuran en las bibliografías y, en el contexto del calentamiento global y el cambio climático, no están actualizadas. Por lo tanto, se requiere obtener información climatológica para ciertas localidades de forma tal de proveer información general por medio de mapas que presenten información específica sobre índices de confort térmico para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C. A. B. A.) y la Provincia de Buenos Aires.

Aprovechando las ventajas de la superposición de mapas, es que en este proyecto se utilizará este método para realizar el análisis de las variables climatológicas, ambientales y particularmente aquellas de interés bioclimático [1].

Hoy en día la demanda de sistemas de aire acondicionado por parte de diferentes industrias, como así también las edificaciones para áreas comerciales, tanto oficinas como residenciales, necesitan definir rangos de temperaturas y humedad, adecuados para sus procesos productivos y para confort de sus ocupantes. Por tal motivo, el desarrollo de los índices de confort se ha venido desarrollando a lo largo del siglo XX hasta nuestros días principalmente de tres maneras: los índices empíricos, los racionales y los híbridos.

En la actualidad existen básicamente dos tendencias. El modelo fisiológico de Fanger y los modelos Adaptativos (de adaptación). Este último reconoce que las personas no son receptores pasivos de las impresiones sensoriales sino que es un participante activo en el equilibrio dinámico con el ambiente térmico. Por lo tanto las personas junto con su ambiente físico y social pueden ser consideradas como un sistema dinámico.

2. DESARROLLO

Con motivo de contribuir a la eficiencia energética de forma tal de aprovechar mejor los recursos energéticos en un contexto de calentamiento global y cambio climático, poder establecer el confort térmico para proyectos de edificaciones y plantas industriales a partir de datos climatológicos contribuye a un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos renovables. Dado que la biotecnología es la ciencia que estudia la vida en relación al clima y la influencia que éste ejerce en los seres vivos, se pretende a través de los diferentes índices térmicos, utilizar los elementos favorables del clima con el objeto de satisfacer las necesidades mínimas de confort, de manera tal establecer mejoras, dado que el mayor consumo energético [2 y 3], se produce en la época cálida, que además de prolongarse hasta el otoño, se intercala en los meses invernales, donde los factores determinantes del confort dependerán en gran medida, de la velocidad con que se desprenda de calor el cuerpo humano, lo que está supeditado a:



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

- a) Temperatura ambiente del aire,
- b) Humedad del aire.
- c) Velocidad del aire.
- d) Temperatura radiante media.

Con respecto al último punto, hay que considerar que un edificio y/o vivienda, que ha acumulado calor, tiene capacidad radiante, y su incidencia sobre el confort es más importante que la temperatura ambiente y capaz de modificar de manera fundamental la sensación de bienestar de sus ocupantes.

De todos estos elementos, depende que el calor que constantemente produce el ser humano, se disipe, desprendiéndose el exceso mediante las cuatro formas conocidas, convección, radiación, conducción y evaporación.

Por lo tanto antes de iniciar un proyecto, es fundamental conocer los elementos del clima y las estadísticas meteorológicas del lugar, como ser:

1. Viento (frecuencia, dirección, velocidad).
2. Temperatura y humedad (variaciones diarias y estacionales).
3. Radiación solar (Régimen horario diario y estacional).

Todos estos elementos, tanto de confort como del clima en sí, deben considerarse simultáneamente de manera de reducir el consumo de energía debido a una climatización artificial, y plantear una alternativa para un acondicionamiento natural.

Por tal motivo, como resultado del análisis de la información climática de nuestro país y las condiciones de confort y psicométricas que establecen las normas para el bienestar humano, se han elaborado mapas que identifican las condiciones de confort, de frío y calor lo que permitirá establecer estrategias bioclimática de climatización para ejecutar proyectos de máxima eficiencia energética, es decir que dichos mapas son las herramientas con las cuales se podrán establecer si el ambiente externo permite climatizar en forma pasiva y en un determinado lugar geográfico, donde no existan condiciones climatológicas extremas, o sea, que un sistema de aire acondicionado no es indispensable si se logra un buen diseño bioclimático, como ser, concretar una construcción edilicia aprovechando los recursos materiales disponibles, como por ejemplo, la orientación, el tamaño y ubicación de las ventanas, sombras externas o internas, aislamientos adecuados, ventilación natural, etc.

Por otro lado, se podría verificar el funcionamiento de distintos edificios o conjuntos habitacionales existentes e implementar un estudio para la posible refuncionalización energética [4].

2.1. Objetivo



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

Como objetivo de este proyecto se analizaron distintos índices de confort térmico para la República Argentina. Entre ellos los métodos fisiológicos de confort de Fanger, el índice de nueva temperatura efectiva. La temperatura efectiva estándar, así como también los métodos adaptativos de Humphreys y Nicol, Auluciems, De Dear y Brager [5].

Se realizó un análisis comparativo de los distintos índices a través de mapas temáticos determinados por interpolación, usando la base de datos climáticos de los observatorios y estaciones del Servicio Meteorológico Nacional.

En esta etapa se confeccionaron mapas bioclimáticos de CABA y la Provincia de Buenos Aires. y en el futuro se podrá elaborar un atlas bioclimático de la República Argentina.

2.2. Metodología

Se han seleccionado variables dependientes o incógnitas las que fueron necesarias calcular en función de las variables independientes o datos. Estos últimos son los parámetros necesarios para caracterizar un medioambiente desde el punto de vista térmico, o sea, parámetros primarios los cuales se describen a continuación:

1. Temperatura del aire t_a (°C)
2. Temperatura media de radiación t_r (°C)
3. Humedad absoluta del aire Pa (en Kilopascales KPa)
4. Velocidad del aire V_a (m/seg)
5. Metabolismo (Watt o Watt/m² de superficie corporal)
6. Aislación de la vestimenta (unidades Clo).

Las cuatro primeras variables (t_a , t_r , v_a y H) son dependientes del ambiente de trabajo. El metabolismo y el aislamiento de la vestimenta, dependientes de la tarea a desarrollar y de la persona que la ejecuta.

Para nuestros cálculos utilizamos las variables mencionadas precedentemente. Dado que el Servicio Meteorológico Nacional nos proveyó información de mediciones de temperaturas máximas y mínimas pero no de temperaturas horarias, se determinó la evolución horaria a partir de los datos mensuales mencionados precedentemente, de forma tal de salvar la falta de información higrotérmica horaria mensual que existe en gran cantidad de localidades del país.

Para determinar las condiciones o sensaciones térmicas se realizaron los siguientes pasos:

1. Se solicitó al Servicio Meteorológico Nacional los siguientes datos: Temperatura máxima media mensual más alta del año, temperatura mínima media mensual más baja del año, temperatura media anual para un sitio determinado.
2. Se calculó la posición del centro de la zona de confort: T_n



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

3. Se calculó la amplitud de la zona de confort, para lo cual se determinó la oscilación media anual de la temperatura del aire a partir de hallar la diferencia entre la máxima media mensual más alta y, la mínima media mensual más baja, de tablas obtener la amplitud de la zona de confort en ° TEC y con dicha amplitud, centrada en torno a T_n , se establecieron los límites de la zona de confort.
4. Definir las condiciones de sensación térmica, para lo cual se procesarán los datos de temperatura y humedad relativa horaria.
5. Se analizarán los principales índices térmicos de modo de establecer el grado de confort o no en un ambiente.
Las temperaturas de confort obtenidas a partir de estos índices. Entre otros índices se estudió el modelo fisiológico de FANGER basado en el balance térmico con el cual se puede cuantificar el grado de inconfort a través del voto medio previsto (PVM) y el porcentaje de insatisfechos; el índice de HUMPHREYS, relacionado con la temperatura interior de confort en función de la temperatura media mensual; el índice de AULICIEMS que pondera la temperatura neutra en función de la temperatura media mensual y el índice de DEAR que establece la temperatura interior óptima en función de la nueva temperatura efectiva.
6. Digitalización de los mapas temáticos de los distintos índices de confort obtenidos a partir de datos climatológicos básicos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Provincia de Buenos Aires. Dichos mapas se elaboraron con el programa ARC GIS 10.

Modelo de Fanger:

Relacionó los datos de confort con variables fisiológicas [7]. Para un dado nivel de actividad M , y cuando el cuerpo no está lejos de la neutralidad térmica, la temperatura media de la piel y la tasa de sudoración son los únicos parámetros fisiológicos que influyen sobre el balance térmico. Sin embargo, el balance térmico solo no es suficiente para establecer el confort térmico.

Teniendo en cuenta la ecuación de balance térmico y la relación de cada uno de sus componentes con la temperatura de la piel y la sudoración, y considerando los resultados experimentales Fanger encontró una simple ecuación denominada "ecuación de balance térmico". En ella se asume que todo el sudor generado es evaporado. Este último concepto es válido para ambientes con bajos o moderados niveles de actividad metabólica.

La ecuación combina las variables personales y ambientales para producir una sensación neutra, y está dada por la ecuación (1)

La resolución de esta ecuación es bastante compleja, debido a que involucra procesos de transferencia de calor relativamente complicados. La solución es muy laboriosa y requiere de procesos iterativos. Por esta razón existen diagramas que facilitan su aplicación práctica donde se pueden extraer las siguientes consideraciones:



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

La humedad en personas en conformidad con el ambiente térmico influye de manera relativamente moderada. Un cambio de 0 a 100% en la humedad relativa puede ser compensado por una disminución de la temperatura de entre 1,5 y 3[°C].

El efecto de la humedad es relativamente independiente de la vestimenta y el nivel de actividad.

El efecto moderado de la humedad es sólo aplicable para las condiciones de confort y estado estable.

La temperatura necesaria para el confort es independiente de la velocidad del aire cuando esta es muy pequeña.

Un incremento en la velocidad del aire de 0,1 a 0,3 [m/s] puede ser compensado con un incremento en la temperatura de 1,5 a 3 [° C].

Para obtener un clima térmico uniforme dentro de la zona ocupada, se debe mantener la velocidad del aire inferior a 0,1 [m/s].

La influencia de la vestimenta sobre la temperatura de confort se incrementa con el aumento del nivel de actividad.

La ecuación enunciada en esta sección y los conceptos volcados anteriormente son de mucha utilidad a la hora de buscar un índice que evalúe la sensación térmica de los ocupantes de un espacio dado.

Hay que tener en cuenta la recomendación de la norma UNE-EN ISO 7730 [7], que limita el campo de actuación de las variables que intervienen en el uso de este método, para su correcto funcionamiento. Estas limitaciones se reflejan en los intervalos Tabla 1 [5].

PORCENTAJE ESTIMADO DE INSATISFECHOS (PPD)

Como se puede apreciar en el apartado correspondiente al índice del voto medio estimado (PMV), este no es otra cosa que el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas expuestas al mismo ambiente. No obstante, los votos individuales presentan una dispersión alrededor de dicho valor medio, y es de gran utilidad el prever el porcentaje de personas que van a estar incómodas por frío o por calor. Esta previsión la conseguimos mediante el índice PPD, basándonos una vez más en la escala de sensación térmica. Tabla 2.

Una vez determinado el índice PMV, podemos obtener el porcentaje estimado de personas térmicamente insatisfechas (PPD) mediante la ecuación (2) porcentaje estimado de Insatisfechos (PPD) en %. En la Figura 1 se puede observar la relación entre ambos índices.

Modelos Adaptativos:

Los modelos adaptativos incluyen en cierta manera las variaciones en el clima exterior para determinar las preferencias térmicas en el interior. Por el contrario el índice de confort térmico de



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

FANGER fue establecido por medio de estudios en cámaras controladas, con persona jóvenes, en reposo y de origen norteamericano o europeo.

Humphreys, hizo una revisión de los estudios de campo en la que encontró una fuerte dependencia estadística de las neutralidades térmicas (T_n) o temperaturas en las que un mínimo estrés fue reportado en escalas verbales en niveles medio de temperaturas del aire o temperatura del globo (T_i) experimentada por los encuestados en interior o exterior) en un período de aproximadamente un mes se encontró que el valor de T_n , ecuación (3), varía unos 13°C , entre 17°C y 30°C

Un posterior análisis de Humphreys, sustituyo la temperatura interior por la temperatura media exterior, ecuación (4)

Los modelos adaptativos, admiten en cierta manera las variaciones en el clima exterior, para determinar las preferencias térmicas en el interior.

Para definir la temperatura neutra o de confort se tomará el promedio de seis modelos bioclimáticos adaptativos encontrados en una revisión bibliográfica (Humphreys, 1978; Auliciems y de Dear, 1986; Humphreys y Nicol, 2002; Nicol y Roaf, 1996; de Dear y Brager, 2001, y Heidari y Sharples, 2002), ecuación (5):

Donde T_n es la temperatura neutra y T_{em} es la temperatura media mensual.

3. ECUACIONES, FIGURAS Y TABLAS:

$$M - W = 3,96 \times 10^{-8} fcl [(tcl + 273)^4 - (trm + 273)^4] + fcl hc (tcl - ta) + 3,05 [5,73 - 0,007 (M - W) - \phi] + 0,42 [M - W - 58,15] + 0,0173 M (5,87 - \phi) + 0,0014 M (34 - ta) \quad (1)$$

Donde

ϕ = es la humedad relativa.

t_a = es la temperatura del aire, en $[\text{°C}]$;

fcl = es un factor de área cubierta por la vestimenta

t_{cl} = es la temperatura superficial de la ropa, en $[\text{°C}]$

hc = coeficiente de transferencia de calor por convección, en $[W\ m^{-2}\ \text{°K}]$.

Como parte del cálculo t_{cl} , hc y fcl son determinados respectivamente por las siguientes ecuaciones.

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 (M - W) - fcl hc (t_{cl} - t_a) - 3,96 \times 10^{-8} fcl [(t_{cl} + 273)^4] - (trm + 273)^4]$$

Coef. de convección Valor ($W/m^2\ K$), 2 Condiciones



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

$$hc = 2,38 \cdot (tcl - ta)^{0,25} \quad \text{si: } 2,38 \cdot (tcl - ta)^{0,25} > 12,1 \cdot Var^{0,5}$$

$$hc = 12,1 \cdot Var^{0,5} \quad \text{si: } 2,38 \cdot (tcl - ta)^{0,25} < 12,1 \cdot Var^{0,5}$$

Donde estas ecuaciones para tcl y hc pueden resolverse por iteraciones sucesivas.

Factor de vestimenta Valor (%) Condición

$$fcl = 1,00 + 1,290 \cdot lcl \quad \text{si: } lcl < 0,5 \text{ clo}$$

$$fcl = 1,05 + 0,645 \cdot lcl \quad \text{si: } lcl > 0,5 \text{ clo}$$

Donde Var es la velocidad del flujo de aire, en [m/s] e lcl es la resistencia térmica de la ropa, en [clo] (1[clo] = 0,155 [°K m² / W]).

Tabla 1 Límites recomendados s/ UNE-EN ISO 7730

Límites recomendados s/ UNE-EN ISO 7730			
Parámetro	Unidad	Límite inferior	Límite superior
M	met	0,8	4
lclo	Clo	0	2
Ta	°C	10	30
TRM	°C	10	40
Var	m/s	0	1
Pa	Pa	0	2700
H.R.	%	30	70
PMV		-2	+2

Tabla 2. Escala de sensación térmica

Escala de sensación térmica		
PMV	PPD	Sensación
+3	99 %	Muy caluroso
+2	77 %	Caluroso
+1	26 %	Ligeramente caluroso
0	5 %	Confort (neutro)
-1	26 %	Ligeramente frío
-2	77 %	Frío
-3	99 %	Muy frío



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-(0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2)} \quad (2)$$

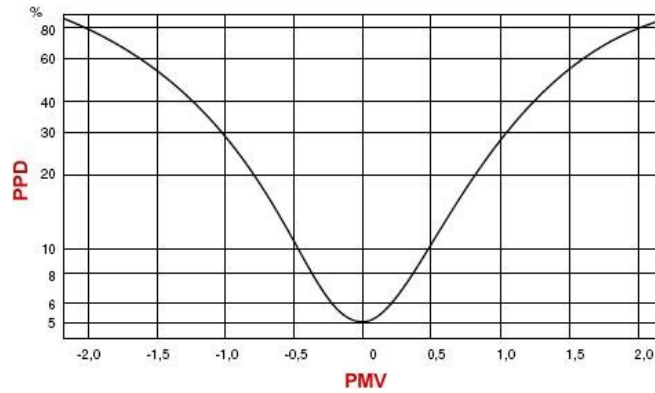


Figura 1 Relación entre voto medio estimado (PMV) y personas térmicamente insatisfechas (PPD)

$$T_n = 2.56 + 0.86 T_i \quad (3)$$

$$T_n = 11.9 + 0.534 T_{em} \quad (4)$$

$$T_n = 16.17 + 0.389 T_{em} \quad (5)$$



Figura 2: La metodología de cálculo



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

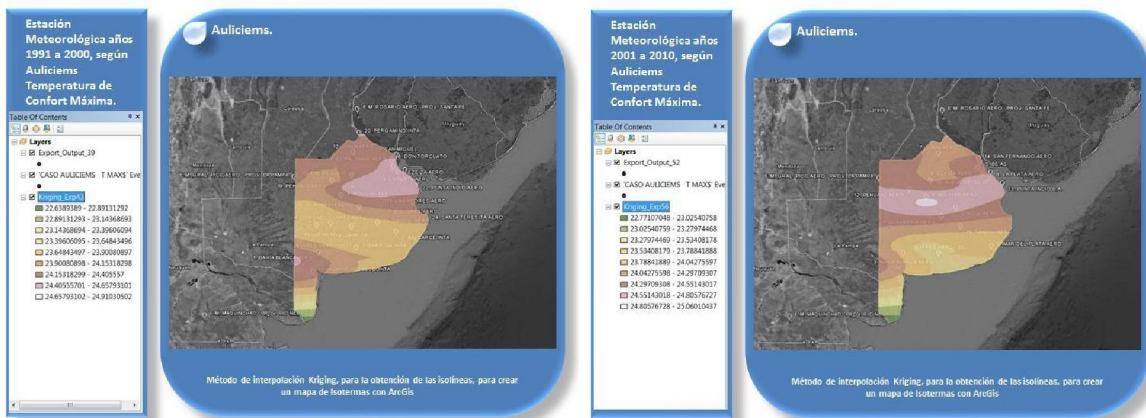


Figura 3: Mapas de isotermas

Tabla 3 tendencia de variación de temperatura, desde la década de 1990 – 2000 a 2001 – 2010

República Argentina		Temperatura de Confort Máximo (media)		Variación de década a década aproximada
Prov. Bs. As.	Estaciones Meteorológicas	Auliciems 1991-2000	Auliciems 2001-2010	
NORTE	Nueve de Julio	24,2 °C	24,4 °C	0,2 °C
CENTRO-ESTE	Tandil Aero	23,7 °C	23,9 °C	0,2 °C
SUR	Tres Arroyos	24,0 °C	23,4 °C	0,6 °C

República Argentina		Temperatura de Confort Máximo (media)		Variación de década a década aproximada
Prov. Bs. As.	Estaciones Meteorológicas	Humphrey 1991-2000 edificios combinados	Humphrey 2001-2010 edificios combinados	
NORTE	Nueve de Julio	24,2 °C	24,6 °C	0,4 °C
CENTRO-ESTE	Tandil Aero	22,5 °C	23,6 °C	1,1 °C
SUR	Tres Arroyos	23,8 °C	23,2 °C	0,6 °C

3. CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones del ambiente, los factores que en orden de importancia afectan el confort humano son: temperatura, humedad, movimiento de aire y distribución y, pureza (la calidad del aire respecto a olores, polvos, gases tóxicos y bacterias). No podrá obtenerse confort a menos que estos factores estén debidamente controlados. Deben considerarse estos cuatro términos básicos en sistemas de aire acondicionado [6], ya que la sensación de bienestar de una persona se relaciona con las condiciones del aire ambiente en que se encuentra. Con este proyecto de investigación se pretende hacer una regionalización general y establecer las estrategias de diseño bioclimático básicas para una región. Al disponer de mapas temáticos a partir de análisis de los índices de confort térmico, se tendrá acceso a información climatológica para algunas localidades y se podrá visualizar gráficamente, zonas homogéneas o heterogéneas, áreas de concurrencia o



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

divergencia, fenómenos aislados o sobrepuestos espacialmente que permitirán tener un conocimiento de todos los fenómenos ocurridos en un ámbito geográfico específico. Es decir, es una potencial herramienta para el análisis y evaluación de distintos parámetros ambientales en la planificación. Por ejemplo, acerca de los contenidos del calentamiento global y el cambio climático que impactan en la Pcia. de Bs. As, no están actualizadas, para ello a través de estos mapas que presentan información sobre índices de confort térmico de la provincia de Buenos Aires se va a suministrar datos generales por medio – Figura nro.3-. Donde se observó una variación térmica al cambiar de una década a otra.

La metodología de cálculo está representada en el Figura nro. 2.

Ahora, con toda esta información presentada, y los cálculos realizados, llegamos a obtener, para la provincia de Buenos Aires, los mapas de representación de las curvas de temperatura con los diferentes modelos. Es decir que, al realizar un análisis de los mapas con las curvas isotérmicas, considerando los modelos con los cuales se realizaron los cálculos, llegamos a obtener la tabla 3. En esta se detallan los puntos, con los cuales podemos concluir que existe una tendencia de variación de temperatura en incremento, desde la década de los noventa a la década del dos mil, según el modelo que se utilizó para dichos cálculos.

Además, se obtienen otras conclusiones como ser que en el centro de la provincia de Bs. As., la temperatura de confort máxima en la década del 1991-2000 varió entre 23,6 °C y 24,1 °C, o sea, una media de 23,8 °C. Para el mismo sitio pero en la década 2001-2010, la variación es de 24,3 a 24,7 °C, es decir una variación de década a década de aproximadamente 0,7 °C. De la misma forma en el sur de Bs. As, la temperatura de confort máxima ha variado, en la década del 1991-2000, entre 21,1 °C y 21,5 °C, o sea, una media de 21,3 °C. Para el mismo sitio pero en la década 2001-2010, la misma es de 21,3 °C a 21,8 °C, es decir una variación de década a década de aproximadamente 0,3°C.

En base a datos bioclimáticos actualizados se podrán ofrecer índices para realizar balances térmicos óptimos, lo que redundará en una mayor eficiencia energética, tanto como para confort habitacional y de servicios productivos y/o comerciales.

Por ejemplo, la temperatura de confort en invierno a la que generalmente se programa la calefacción, obviamente condiciona el consumo de energía del sistema de calefacción y, por cada grado que se aumenta la temperatura, se incrementa el consumo de energía en aproximadamente un 7%. Por tal motivo, aunque la sensación de confort es subjetiva, se puede asegurar que una temperatura de entre 19 y 21 °C es suficiente para la mayoría de las personas. En la mayoría de los casos, el ahorro energético implica variar en un grado °C la temperatura de un recinto de trabajo. Además se debería tener en cuenta lo perjudicial, que es para la salud, los choques térmicos sufridos por el organismo cuando se abandonan el interior de las instalaciones para salir a la calle (tanto en invierno, al pasar de un ambiente cálido a un ambiente gélido, como en verano al



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

pasar de un ambiente en extremo refrigerado a un ambiente cálido). Esto significa que mantener una temperatura adecuada dentro de las instalaciones, repercute directamente en los costos de una organización y en la productividad de los trabajadores, eso sin tener en cuenta las bajas por enfermedad que los excesos tanto de calor como de frío, pudieran generar. Implícitamente, garantizar las condiciones de confort consiste en hacer uso eficiente de la energía y de los recursos, lo que trae aparejado el uso de tecnologías innovadoras y mejores materiales y manejo cuidadoso de los sistemas de climatización, es decir, eficiencia energética.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica de México, Revista Energía Racional del FIDE, Año 19, Número 72, 2009.

[2] Manual Ahorro de energía en la Industria de la Corporación de Fomento de la Producción de Chile. Gerencia de Desarrollo. (Reimpresión) 13. 1983.

[3] Manual de Procedimientos para Uso Eficiente de la Energía en la Industria y El Comercio de los G. E. S. E. UTN. 1992.

[4] Libro Seminario de Conservación de la Energía en la Industria. Subsecretaría de Combustible de la Nación. Fundación Gilette, 1981.

[5] José Luís TORRES. Climatización considerando el ahorro de energía y el confort térmico de las personas en ambientes dedicados a tareas de oficina, Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. 2010.

[6] Jennings y Lewis, Aire acondicionado y refrigeración; Compañía editorial Continental, S. A. 1971.

[7] Norma española UNE-EN ISO 7730. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPV y los criterios de bienestar térmico local. 2006.

AGRADECIMIENTO

Los autores de este trabajo desean agradecer al Servicio Meteorológico Nacional y en particular al Centro de Información Meteorológica por el apoyo brindado para llevar adelante nuestra investigación.