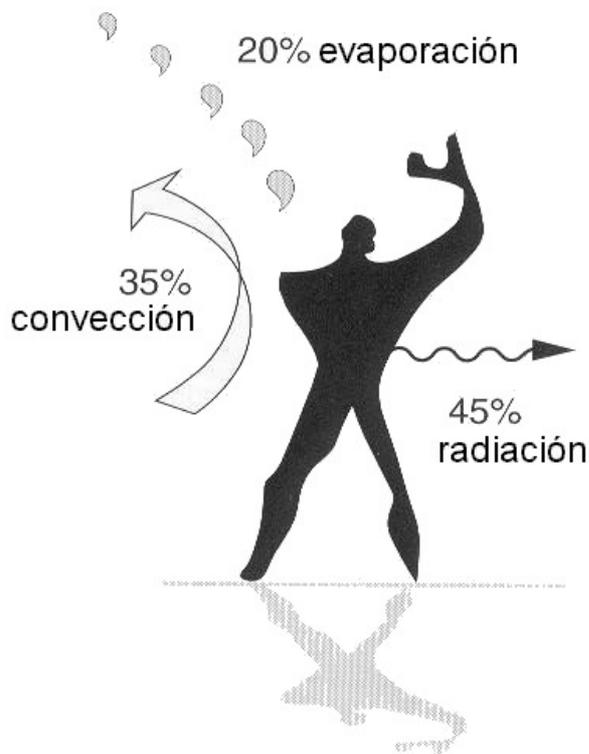


## 2.2 COMPONENTES DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LAS OFICINAS

### << 2.2.1 PARÁMETROS ENERGÉTICOS >>

Con la finalidad de que el desempeño de un individuo en su trabajo sea lo mejor posible y se convierta en beneficiosa para su organización, los factores energéticos que lo rodean, tales como térmicos, acústicos y lumínicos, son muy importantes en el concepto y proceso de habitabilidad, ya que del grado de placer y confort que tenga la persona en su lugar de trabajo dependerá su estabilidad física, mental y social.

#### << 2.2.1.1 CONFORT TÉRMICO >>



El confort térmico debemos entenderlo como el parámetro que nos indica cuando existe la posibilidad de que nos encontremos "bien" en un lugar determinado, desde el punto de vista higrotérmico exterior de la persona. Esta idea de confort se relaciona con el equilibrio térmico que debe de existir entre las ganancias de calor, debido al metabolismo del cuerpo, y las pérdidas de calor cedidas del mismo al ambiente por efecto de las actividades del individuo<sup>24</sup>. La figura 77 nos muestra la clasificación de dichas pérdidas de calor. Estas manifestaciones son controladas por los parámetros medioambientales como temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire y temperatura radiante. Además de estos agentes determinantes en el confort térmico, hay que agregar la edad y el sexo, por cuanto encontramos que las féminas prefieren una temperatura efectiva<sup>25</sup> un grado más alta que los

77 → Balance calórico del cuerpo.  
Fuente: BAKER Nick y Koen STEEMERS. Energy and Environment in Architecture. A technical Design Guide. Londres: E&FN SPON. 2000. Pág. 9.

<sup>24</sup> BAKER Nick y Koen STEEMERS. Energy and Environment in Architecture. A technical Design Guide. Londres: E&FN SPON, 2000.

<sup>25</sup> Medición psicológica, basada en la combinación de los efectos producidos por la temperatura, la humedad y el movimiento del aire. En: OLGAYAY Víctor. Arquitectura y Clima

hombres, en tanto que, los individuos mayores de 40 años optan por una temperatura un grado más elevado de lo que la desearían hombres y mujeres de edades inferiores. Igualmente, factores personales como las respuestas a las sensaciones, las expectativas del lugar, tipo de usuario, tipo de actividad, vestimenta, etnia, constitución corporal, situación geográfica, aclimatación, etc. influyen en el confort térmico.

### << 2.2.1.1.1 TEMPERATURA DEL AIRE ( $T_a$ ) >>

El punto importante de esta característica del clima no reside en su definición, sino cómo influye en la sensación de calor que puede llegar a percibir un individuo a través de la piel o por el aire que respira en un espacio determinado como una oficina o una habitación. En este sentido, y en relación con el fenómeno propiamente dicho, Serra y Coch indican que ésta preexistencia ambiental "...depende fundamentalmente de la temperatura de las superficies, que se calientan o se enfrían al recibir o emitir radiación y que ceden calor al aire por convección."<sup>26</sup>

Existe una serie de recomendaciones para la temperatura ideal de una oficina en la actualidad, las cuales básicamente se centran en el rango que va de los 22°C, para la temperatura de invierno, a los 24°C para el verano. No obstante, algunas veces estos niveles de temperatura pueden sufrir alteraciones provocadas por los sistemas de control utilizados; dicha variación puede oscilar  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

Varios organismos han establecido criterios de diseño de temperatura del aire como, por ejemplo, las especificaciones del British Council of Office <sup>27</sup> (BCO), el cual establece un rango entre 20 y 24°C para el Reino Unido. Este consejo además señala que la norma estadounidense recomienda 23°C, al igual que la norma alemana. Por otro lado, el British Research Establishment (BRE) considera 25°C como satisfactorio, 27°C como intermedio y 29°C como mínimo aceptable. Actualmente la norma internacional ISO7730 determina, a pesar de estar

---

Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas, tr. del inglés por Josefina Frontado y Luis Clavet. Barcelona: Gustavo Gili, 1998. pág. 18.

<sup>26</sup> SERRA Rafael y Helena COCH. Arquitectura y Energía Natural. Barcelona: Edicions UPC, 1995. pág. 177.

<sup>27</sup> BATTLE Rybka y Timothy BATTLE (ed.). BCO Guide in the Specification for the Office. British Council of Office, Octubre 2000. [en línea]<<http://www.bco-officefocus.com>>

basada en investigaciones realizadas en los años sesenta<sup>28</sup>, una franja entre 20 y 24°C. Finalmente, Serra y Coch<sup>29</sup>, sostienen que, para el invierno, las temperaturas en las oficinas han de fluctuar entre 17 y 19°C y entre 25 y 26°C para el verano. Estos rangos de temperatura, se establecen para una oficina donde el personal usa ropa acorde a la temporada, es decir más abrigadora o más ligera dependiendo de la época y, donde la temperatura radiante y la velocidad del aire no alteran demasiado la sensación de temperatura interior.

Olgyay<sup>30</sup> por su parte, menciona una serie de temperaturas recomendables como, por ejemplo, la que Bedford establece como zona de confort situada entre los 13 y los 23°C, marcando 18°C de temperatura interior como ideal. Otros estándares que señala son el alemán, el inglés y el estadounidense; con relación al primero de ellos, a diferencia de lo que establece el BCO, lo determina en 20,8°C y un 50% de humedad relativa, en tanto que en relación con la norma inglesa, según Charles E. P. Brooks, citado por el mismo Olgyay, la zona de confort oscila entre los 14 y 21,1°C. La norma correspondiente a los EE.UU. se sitúa entre los 20,56 y los 26,7°C. Incluye además la

temperatura ideal para los trópicos, fijándola entre los 23,3 y los 26,7°C, con una humedad relativa entre 30 y 70%. Adicionalmente Givoni<sup>31</sup> establece dos recomendaciones, la primera, es para países desarrollados, donde la temperatura del aire debe estar entre los 18 y 25°C en invierno y entre 20 y 27°C para verano; la segunda clasificación la hace en referencia a países desarrollados de clima cálido, en donde la temperatura aumenta en 2° en el límite superior, es decir 27 y 29°C respectivamente, sin embargo estas recomendaciones están sujetan a unos índices específicos de humedad que en siguiente apartado se comentaran. Ahora bien, en relación a la normativa española, la Unión General de Trabajadores (UGT) toma como referencia el Real Decreto 486/97 que establece una temperatura entre los 17 y los

		Mínima	Media	Máxima
BCO	UK	20°	-	24°
	EE.UU.	-	23°	-
	Alemania	-	23°	-
ISO 7730		20°	-	24°
Serra y Coch		17° <sup>(1)</sup>	-	19° <sup>(1)</sup>
		25° <sup>(2)</sup>	-	26° <sup>(2)</sup>
Olgyay	Bedford	13°	18° <sup>(3)</sup>	23°
	Alemania	-	20,8° <sup>(4)</sup>	-
	C.E.P. Brook (UK)	14°	-	21,1°
	EE.UU.	20,56°	-	26,7°
	Trópicos	23,3°	-	26,7°
Givoni <sup>(5)</sup>		18° <sup>(1)</sup>	-	25° <sup>(1)</sup>
		20° <sup>(2)</sup>	-	27° <sup>(2)</sup>

1.- Para el invierno. 2.- Para verano. 3.- Temperatura interior ideal.  
4.- Con HR del 50%. 5.- Para países desarrollados

Tabla 1. Recomendaciones para Temperaturas en oficinas  
Fuente: Vicente Hernández Ch.

<sup>28</sup> Introducción a la conferencia internacional: "Moving Thermal Comfort Standards into the 21st Century". [en línea]<<http://www.brookes.ac.uk/schools/arch/res/ocsdconf.html#Intro>>

<sup>29</sup> SERRA y COCH, op. cit., págs. 117-118.

<sup>30</sup> OLGAY Víctor. Arquitectura y Clima. Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas, tr. del inglés por Josefina Frontado y Luis Clavet. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

<sup>31</sup> GIVONI Baruch. Climate Considerations in Buildings and Urban Design. Nueva York: Van Nostrand Reinhold. 1998.

27°C para trabajos sedentarios, como oficinas y similares<sup>32</sup>. Otra recomendación proviene de Australia, donde la NSW WorkCover Authority<sup>33</sup> establece dos tipos de temperatura para el verano, la óptima y la aceptable, las cuales fluctúan entre 21 y 24°C para el primer tipo y entre 20 y 26°C para el segundo. Así mismo, determinan unos rangos de temperatura invernal, los cuales oscilan entre los 19 y los 22°C como temperaturas óptimas y, entre los 18 y los 24°C como temperatura aceptable. Adicionalmente, el estándar 55-1992 del ASHRAE<sup>34</sup> determina varios rangos de temperatura para invierno dependiendo de la Humedad Relativa (HR): entre 20 y 25°C (HR 30%); entre 20 y 24°C (HR 40-50%); entre 20 y 23°C (HR 60%). Mientras que para la temporada estival establece: entre 23 y 27°C (HR 30%); entre 23 y 26°C (HR 40,50 y 60%).

## << 2.2.1.1.2 HUMEDAD RELATIVA (HR) >>

Esta es otra preexistencia ambiental la cual se define como la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire con relación al máximo que puede contener a una temperatura determinada. De aquí se deriva que si la humedad específica es constante, a cualquier variación de la temperatura, la humedad relativa (HR) se verá alterada. Se fija, además, que el 0% es para el aire completamente seco y el 100% para el aire saturado y que, a mayor temperatura del aire, éste retendrá más humedad que un aire frío. Es decir, que si la humedad es baja, facilitará una mayor evaporación de la humedad de nuestra piel mediante la sudoración, al tiempo que el vapor de agua que se cede al respirar aumenta. Todo ello con la finalidad de refrigerar el cuerpo y mantener la temperatura interna estable evitando de esta forma trastornos que pueden llevar, incluso, a la muerte.

A lo largo de la historia, la humedad relativa ha sido objeto de estudio para encontrar una corrección mecánica que permita

	Mínima	Media	Máxima
Givoni <sup>(6)</sup>	18° <sup>(1)</sup>	-	27° <sup>(1)</sup>
	20° <sup>(2)</sup>	-	29° <sup>(2)</sup>
UGT/R.D. 486/97	17°	-	27°
British Research Establishment <sup>(7)</sup>	25°	27°	29°
55-1992 del ASHRAE (invierno)	20° <sup>(8)</sup>	-	25° <sup>(8)</sup>
	20° <sup>(9)</sup>	-	24° <sup>(9)</sup>
55-1992 del ASHRAE (verano)	20° <sup>(10)</sup>	-	23° <sup>(10)</sup>
	23° <sup>(8)</sup>	-	27° <sup>(8)</sup>
NSW WorkCover Authority Australia	23° <sup>(9)</sup>	-	26° <sup>(9)</sup>
	23° <sup>(10)</sup>	-	26° <sup>(10)</sup>
Australia	21° <sup>(11)</sup>	-	24° <sup>(11)</sup>
	20° <sup>(12)</sup>	-	26° <sup>(12)</sup>
	19° <sup>(13)</sup>	-	22° <sup>(13)</sup>
	18° <sup>(14)</sup>	-	24° <sup>(14)</sup>

1.- Para invierno. 2.- Para verano. 6.- Para países desarrollados de clima cálido. 7.- Valores de izq. a der.: Satisfactoria, Intermedia y Mínima Aceptable. 8.- Con HR del 30%. 9.- Con HR del 40 y 50%. 10.- Con HR del 60%. 11.- Óptima para verano. 12.- Aceptable para verano. 13.- Óptima para invierno. 14.- Aceptable para invierno.

Tabla 2. Recomendaciones para Temperaturas en oficinas.  
Fuente: Ibíd.

<sup>32</sup> UGT. Fascículo No. 22 de Salud Laboral. Niveles de Ruido, Iluminación, Temperatura, Humedad y Ventilación.

[en línea] <[http://www.terra.es/personal2/ugthacienda/\\_private/salud22.pdf](http://www.terra.es/personal2/ugthacienda/_private/salud22.pdf)>

<sup>33</sup> The University of Sydney. GUIDELINES FOR INDOOR THERMAL COMFORT & VENTILATION.

[en línea] <<http://www.usyd.edu.au/su/ohs/IndoorThermalComfort.html>>

<sup>34</sup> Thermal Comfort in Office and Retail Outlets.

[en línea] <<http://www.labour.gov.sk.ca/safety/thermal/printpage.htm>>

mantenerla a niveles confortables. Por ejemplo, sus variaciones pueden llegar a crear ambientes desagradables de habitar, no obstante, en espacios de oficina y, para el trabajo que se desarrolla en ellos, las pequeñas variaciones de la HR no parecen tener ningún efecto en el confort o la salud<sup>35</sup>. Así pues, tanto la humedad alta como la baja pueden ser un problema, ya que tanto el exceso como la escasez de humedad producen situaciones igualmente incómodas para el usuario de oficinas o de cualquier otro recinto. Así, un aire demasiado húmedo puede producir un bochorno insoportable además de agotador, mientras que la baja humedad puede provocar resequedad de las mucosas nasales o dificultad en la respiración.

La humedad relativa es un fenómeno difícil de encuadrar dentro de unos estándares, puesto que el confort térmico depende de varios factores, pero si se trata de establecer unos valores aproximados estos estarían situados entre el 40 y el 80% de saturación para una temperatura del aire entre los 15°C y 30°C<sup>36</sup>, aunque también se ha señalado que el porcentaje mínimo recomendado no debe caer por debajo del 30% ni superar el 60%, no obstante algunos investigadores sugieren que incluso al 70%<sup>37</sup> la sensación de temperatura no aumenta significativamente con respecto al 60%. En este sentido el BCO<sup>38</sup> recomienda que el control de humedad no debe instalarse dentro del diseño de la oficina, a menos que se pueda proveer de 2,0 litros / segundo por m<sup>2</sup> de aire fresco; en tal caso, se debe controlar entre un 35 y un 40% de HR como mínimo. Por su parte Frank A. Lewis<sup>39</sup> estima una HR situada entre el 40 y 50%, a una temperatura entre 20 y 22°C.

Por otro lado, Givoni<sup>40</sup> establece dos clasificaciones para sugerir los contenidos de

	Mínima	Máxima
Serra Florensa <sup>(1)</sup>	40%	80%
BCO	35%	40%
Frank E. Lewis <sup>(2)</sup>	40%	50%
Givoni	-	10 gr/kg <sup>(3)</sup>
	-	12 gr/kg <sup>(4)</sup>
UGT/R.D. 486/97	30%	70%
	-	30% <sup>(5)</sup>
55-1992 del ASHRAE	-	40-50% <sup>(6)</sup>
	-	60% <sup>(7)</sup>
NSW WorkCover Authority y el Federal Department of Employment and Industrial Relations (Australia)	40% <sup>(8)</sup>	60% <sup>(8)</sup>

1.- Para temperaturas entre 15 y 30°. 2.- Para temperaturas entre 20 y 22°. 3.- Para temperatura máx. de 25° en invierno y de 27° en verano y para países desarrollados. 4.- Para temperatura máx. de 27° en invierno y de 29° en verano y para países desarrollados de clima cálido. 5.- Para temperaturas de 20-25°(invierno) y 23-27°(verano) 6.- Para temperaturas 20-24° (invierno) y 23-26° (verano) 7.- Para temperatura 20-23° (invierno) y 23-26° (verano) 8.- Para invierno y verano.

Tabla 3. Recomendaciones para HR en oficinas.  
Fuente: Ibíd.

<sup>35</sup> National Occupational Health & Safety Commission. Commonwealth of Australia. NOHSC Publications: *Comfort at Work*. "... For office work normal variations in humidity have little effect on comfort or health..."

[En línea]<[www.nohsc.gov.au/OHSInformation/NOHSCPublications/factsheets/air21.htm](http://www.nohsc.gov.au/OHSInformation/NOHSCPublications/factsheets/air21.htm)>

<sup>36</sup> SERRA Rafael. *Arquitectura y Climas*. Barcelona: Gustavo Gili, 1999, (Colección GG Básicos). pág. 22

<sup>37</sup> ARENS E., BAUMAN F., HUIZENGA Ch. *ASHRAE Investigation of Thermal Comfort at High Humidities*: "...We can say generally, though not with statistical support, that... (3) the 70% RH condition was frequently more favorably rated than the 60% condition. The data are consistent with the ASHRAE 55-95a Addendum..."

[En línea]<<http://arch.ced.berkeley.edu/resources/bldgsci/research/thermalcomf.htm>>

<sup>38</sup> BATTLE, BATTLE, op. cit.

<sup>39</sup> LEWIS Frank. *The Healthy Building Newsletter: Humidity-Friend or Foe*. Vol. 02, No. 09, Septiembre 1992.

[en línea]<[http://www.envirovillage.com/Newsletters/Enviros/T02\\_09.htm](http://www.envirovillage.com/Newsletters/Enviros/T02_09.htm)>

<sup>40</sup> GIVONI, op. cit.

humedad en el aire, el primero es para los países desarrollados, donde dicho índice es establecido en 10 gr/kg, para una temperatura del aire máxima de 25 y 27°C para invierno y verano respectivamente; la segunda clasificación la establece para los países desarrollados de climas cálidos, donde el límite de contenido de humedad lo eleva en dos unidades, es decir, hasta 12 gr/kg a una temperatura máxima de 27 y 29°C para invierno y verano respectivamente. Un aspecto interesante con respecto a este fenómeno y en relación con la normativa española, que es citada nuevamente por la UGT en uno de sus fascículos de salud laboral, es que da la impresión de haber sido establecida más a un nivel de control electrostático que como un parámetro de confort del usuario. Así tenemos que la HR sin peligro de electricidad estática deberá estar entre 30 y 70%<sup>41</sup>. Así mismo la NewSouthWales WorkCover Authority junto con el Federal Department of Employment and Industrial Relations<sup>42</sup> de Australia establece un nivel óptimo de Humedad Relativa entre el 40 y el 60%, tanto para invierno como para verano. Adicionalmente, como ya se apuntó en la parte de temperatura del aire, el estándar 55-1992 del ASHRAE<sup>43</sup> determina varios rangos de Humedad Relativa (HR) para invierno dependiendo de la temperatura: 30% (entre 20 y 25°C); 40-50% (entre 20 y 24°C); 60% (entre 20 y 23°C). Al mismo tiempo para la temporada estival establece: 30% (entre 23 y 27°C); 40,50 y 60% (entre 23 y 26°C).

### << 2.2.1.1.3 MOVIMIENTO DE AIRE (V<sub>a</sub>) >>

Reducir la humedad, favorecer la ventilación y, en general, modificar la temperatura, ya sea calentando o enfriando un ambiente, son algunas de las principales funciones de esta preexistencia ambiental, que se aplicaba con frecuencia cuando la estructura fungía como principal motor de corrección ambiental. Si el movimiento del aire es tratado de manera eficaz puede aportar una ventilación refrescante como, por ejemplo, haciéndolo pasar a través de la vegetación. El efecto del movimiento del aire se deja sentir en la pérdida y ganancia de calor del cuerpo, de manera que en el caso de que la temperatura del aire y la humedad sean elevadas, el roce del movimiento del aire

---

<sup>41</sup> UGT, op. cit.

<sup>42</sup> The University of Sydney. GUIDELINES FOR INDOOR THERMAL COMFORT & VENTILATION. [en línea]<<http://www.usyd.edu.au/su/ohs/IndoorThermalComfort.html>>

<sup>43</sup> Thermal Comfort in Office and Retail Outlets, op. cit.

sobre la piel, facilite la cesión de calor y humedad, produciendo sensación de frescura.

La conjunción de estos tres factores, temperatura del aire, humedad y movimiento del aire pueden provocar diferentes reacciones en el usuario. Por ejemplo, si la temperatura del aire es elevada y la humedad relativa también, la sensación de calor aumenta; no obstante, si el movimiento del aire se hace presente, disminuye esa sensación, aproximadamente, en un grado por cada 0,3 m/s. Por el contrario, si la humedad es alta y la temperatura del aire en movimiento es fría, la sensación de calor no aumenta, por el contrario la sensación será de frío. Esta impresión puede ser efectiva con temperaturas menores a 33°C, ya que a mayores, la velocidad del aire no altera de manera significativa dicha sensación de calor.

En este sentido, Givoni<sup>44</sup> cita la recomendación de la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), la cual está establecida como máximo en 0,8 m/s. Por su parte, Olgyay<sup>45</sup> menciona que una velocidad entre 15 y 30,5 m/min resulta agradable, mientras que a velocidades inferiores son inapreciables y a mayores, puede llegar a ser molesta. Por otro lado, la normativa española regula las condiciones de movimiento de aire, estableciéndolas en el R.D. 486/97 y las diferencia de la siguiente manera<sup>46</sup>:

Velocidad del aire para exposiciones frecuentes y continuadas expresadas en m/s:

- ❖ Trabajos en ambientes no calurosos: < 0,25
- ❖ Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: < 0,5
- ❖ Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: < 0,75

## **<< 2.2.1.1.4 TEMPERATURA RADIANTE (T<sub>r</sub>) >>**

La temperatura promedio de las superficies que encierran un espacio es lo que se denomina temperatura radiante (T<sub>r</sub>). Su influencia se determina en dos casos, uno, por el calor perdido por la radiación del cuerpo a las superficies y, dos, el calor perdido por conducción cuando el individuo está en contacto con las mismas. Estas pérdidas de calor son difíciles de cuantificar porque varían con la posición del

---

<sup>44</sup> GIVONI, op. cit.

<sup>45</sup> OLGAYAY, op. cit.

<sup>46</sup> UGT, op. cit.

individuo en el espacio y por consiguiente con el ángulo entre el individuo y las superficies circundantes. Este calor radiante es generalmente conocido como la forma de calentamiento más confortable a nuestra disposición, puesto que está basado en el principio del calentamiento natural que más conocemos, el calor solar; el cual, calienta los objetos a nuestro alrededor, en lugar del aire que respiramos. El calor que se siente, procedente de los rayos solares no es aire caliente, sino energía infrarroja.

El cuerpo humano tiene su propio sistema de calentamiento que lo ayuda a mantenerse con vida, no obstante, es importante mencionar que la eficiencia mecánica humana no es muy alta, lo que quiere decir que en muchas actividades, de la energía generada por el trabajador, un porcentaje superior al 70% es energía calórica; dando como resultado que del mismo modo que el cuerpo humano genera calor, también lo pierde; así por ejemplo, en el invierno, el calor del cuerpo es transmitido por radiación, convección y en menor cantidad por evaporación, y que a continuación se detalla su efecto:

- ❖ Radiación: es la transferencia de calor a través de rayos emitidos directamente desde el cuerpo humano a los objetos circundantes. Si por ejemplo, se aproxima una mano a una pared, sentirá una sensación de frío cuando los rayos de calor pasen de su mano a la pared, los objetos fríos atraen el calor de su cuerpo.
- ❖ Convección: es la transferencia de calor por medio del aire circundante. Así por ejemplo, un ventilador provoca frío porque la corriente del aire atrae el calor de su cuerpo.
- ❖ Evaporación: Es la transferencia de calor provocado por el agua que seca el mismo.

	Mínimo	Máximo
Serra y Coch	32 m <sup>3</sup> /h·persona o 2 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ·h <sup>(1)</sup>	40 m <sup>3</sup> /h·persona o 4 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ·h <sup>(1)</sup>
	30 m <sup>3</sup> /h·persona o 2 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ·h <sup>(2)</sup>	45 m <sup>3</sup> /h·persona o 5 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ·h <sup>(1)</sup>
Baker y Steemers	5 litros/seg/persona 0,5 <sup>(3)</sup>	25 litros/seg/persona 3 <sup>(3)</sup>
BCO	8 litros/seg/persona 20 ft <sup>3</sup> /m/persona <sup>(4)</sup>	12 litros/seg/persona -
UGT R.D. 486/97	30 m <sup>3</sup> /h	-

1.- Para oficinas individuales en invierno. 2.- Para oficinas colectivas en invierno. 3.- Cambios de aire por hora, dependiendo de la densidad de ocupación del espacio. 4.- Recomendación de la norma estadounidense.

Tabla 4. Recomendaciones para renovación de aire en oficinas.  
Fuente: Ibid.

## << 2.2.1.1.5 CALIDAD DEL AIRE >>

La calidad del aire que respiramos en el interior de nuestros edificios es sumamente importante. Según un estudio llevado a cabo en Estados Unidos, el hombre pasa el 90% de su tiempo en ambientes interiores, en los cuales, el aire contenido en los mismos, puede estar 10 veces más contaminado

que el aire exterior<sup>47</sup>. De ahí los esfuerzos y la atención que se merece este elemento tan vital para el individuo. Los ambientes de oficinas en la actualidad están colmados de aparatos que emiten una serie de elementos que deterioran la calidad del aire. Ejemplo de ello es el ozono emitido por las fotocopiadoras o las impresoras láser, las partículas orgánicas volátiles procedentes de los productos de limpieza, de las pinturas o de los adhesivos, etc. Sin embargo, su evaluación es una tarea bastante difícil, situación que lleva generalmente a que los problemas de la contaminación interior se limiten a una sola solución, la renovación del aire, cuya valoración se hace, ya sea como, caudal absoluto expresado en  $m^3/h$  o relacionado con el volumen del espacio ( $r_h=m^3/m^3\cdot h$ ). Utilizando estos criterios, Serra y Coch<sup>48</sup> hacen un par de recomendaciones; diferencian las oficinas individuales de las colectivas y bajo condiciones de invierno; para las primeras, fijan entre 32 y 40  $m^3/h\cdot persona$  o de 2 a 4  $m^3/m^3\cdot h$ , mientras que el rango para las oficinas colectivas lo sitúan entre 30 y 45  $m^3/h\cdot persona$  o de 2 a 5  $m^3/m^3\cdot h$ . Así mismo, Baker y Steemers<sup>49</sup> señalan una medida que oscila entre 0,5 y 3 cambios de aire por hora, dependiendo de la densidad de ocupación del espacio, mientras que la recomendación en función de los usuarios la sitúan entre 5 y 25 litros/seg/persona. Adicionalmente el BCO<sup>50</sup> sugiere entre los 8 y 12 l/seg/persona, indicando además la recomendación de la norma estadounidense situada en 20  $ft^3/m/persona$ . En España, el R.D. 486/97 marca una normativa para la renovación de aire, establecida en los siguientes términos<sup>51</sup>:

- ❖ 30  $m^3/h$  de aire limpio por trabajador en los casos de trabajo sedentario en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco.
- ❖ 50  $m^3/h$  en los restantes casos.

La buena calidad del aire puede repercutir positivamente en el trabajo en las oficinas, de modo que por una parte, puede reducir el ausentismo, así como las demandas laborales y los gastos médicos; además, puede ser un instrumento que favorezca la mejora de la moral y la productividad de los empleados. Por otra parte, beneficia

---

<sup>47</sup> The IAQ Insider. On Line Newsletter: Pure Air, Good Health, High Productivity. Volume 1, Issue 4. [en línea]<<http://www.pureaircontrols.com/vol1iss4.htm#pureair>>

<sup>48</sup> SERRA y COCH, op. cit., pág. 117.

<sup>49</sup> BAKER y STEEMERS, op. cit.

<sup>50</sup> BATTLE y BATTLE, op. cit.

<sup>51</sup> UGT, op. cit.

la conservación de la energía y prolonga la vida de los equipos.

### << 2.2.1.3 CONFORT VISUAL >>

El confort visual tiene más en común con el acústico que con el térmico, puesto que ambos tienen que ver con la recepción de un mensaje, sonido y luz. En este último caso, el estímulo de la luz en los ojos desencadena una serie de respuestas que van desde la percepción del mundo exterior hasta la regulación orgánica humana. En lugar de simplemente referirse a un estado de percepción neutral del ambiente, como sucede en la térmica, es decir, mientras las condiciones térmicas sean las óptimas, los usuarios no sentirán la necesidad del cambio hacia condiciones más calurosas o más frías.

El confort visual parte de un elemento, la luz, cuya definición es incierta a la fecha. Ni siquiera la Física ha establecido un significado para este fenómeno; sin embargo, se ha aprendido a medirlo. Lo que sí está claro es que la definición que dejó *Aristóteles*, "el elemento que sale de los ojos", sólo está cargada de romanticismo y se aleja de la realidad. La iluminación no sólo entra a la retina para permitirnos observar el mundo exterior, sino que por medio de ella nuestro cuerpo se regula, afectando algunos de nuestros procesos metabólicos, los llamados efectos no visuales de la luz. Por ejemplo, la estimulación de la glándula pineal, responsable de secretar melatonina, cuya función es regular nuestro reloj biológico (ritmos circadianos); patrones de actividad que ocurren dentro de un ciclo de 24 horas, como dormir o despertarse, además de los ciclos reproductivos, en los patrones alimenticios, los niveles de actividad y los humores.

Es una experiencia común que la función visual depende del nivel de iluminación; es decir, no es sino mediante la luz que nuestro sentido de la vista capta el entorno. La luz en sí misma es "inmaterial" y se "materializa" cuando ésta es reflejada en un objeto determinado a la vez que es captada por el ojo humano. Así pues el confort visual radica en la calidad con que nuestros ojos captan la información que viene de su entorno. Existen tres factores para que esta acción se lleve a cabo de

manera satisfactoria y son: la iluminancia, el deslumbramiento y el color de la luz<sup>52</sup>.

- ❖ **luminancia:** cantidad de luz que capacita al individuo a observar los detalles del objeto que interesa, lo cual establece el primer parámetro de confort visual, la iluminancia, misma que se relaciona con el segundo factor, el deslumbramiento. La unidad de la iluminancia es el lux, y se expresa como lx.
- ❖ **Deslumbramiento:** fenómeno que causa molestias para la visión de los usuarios y cuyo origen es el excesivo contraste de luminancias en el campo visual. Este fenómeno puede darse desde dos fuentes diferentes, las luminarias o las ventanas. En este sentido, y con relación a la fisiología, hay dos tipos de deslumbramiento:
  - *Por velo:* sucede cuando, por ejemplo, se nos presenta un punto luminoso dentro de un campo visual más oscuro. En tal situación, cuando el rayo de luz entra en el globo ocular, genera un efecto, el cual hace que veamos el rayo luminoso envuelto en un velo tomando forma de cruz o de estrella.
  - *Por adaptación:* es éste el que tiene mayor repercusión en la arquitectura. Se produce cuando entramos a un espacio donde se nos presentan varios niveles de iluminancia; es entonces cuando el ojo humano busca adaptarse al nivel medio del campo visual.

El deslumbramiento puede darse además por la incidencia de rayo de luz sobre el ojo:

- *Deslumbramiento directo:* dado que incide directamente sobre la fóvea (área de mayor agudeza visual del ojo), impide que veamos algo. De ahí que también se le conozca como “incapacitante”.
- *Deslumbramiento indirecto:* en este caso la molestia visual puede interferir la visión; sin embargo, no llega a impedirla.

- ❖ **Color de la luz:** este fenómeno se apoya en los conceptos de temperatura de color e índice de rendimiento de color (IRC). Aunado a la percepción puede representar molestia o comodidad. Se sabe que el color de la luz tiene un efecto tanto físico

	Mínimo	Máximo
Serra y Coch	500 lx <sup>(1)</sup>	-
UGT	500 lx <sup>(2)</sup>	-
R.D. 486/1997	200 lx <sup>(3)</sup>	-
	300 lx <sup>(3)</sup>	500 lx <sup>(3)</sup>
BCO	400 lx <sup>(4)</sup>	500 lx <sup>(4)</sup>
	500 lx <sup>(5)</sup>	-
	550 lx <sup>(6)</sup>	-
CIE	750 lx <sup>(7)</sup>	-

- 1.- Para espacios con actividad de esfuerzo visual medio y alto de poca duración.
- 2.- Para espacios con exigencias visuales altas.
- 3.- Para espacios abiertos de oficinas.
- 4.- Recomendación de la norma alemana.
- 5.- Recomendación de la norma estadounidense.
- 6.- Recomendación para oficinas normales, mecanografiado y salas de procesos de datos.
- 7.- Recomendación para oficinas generales extensas.

Tabla 5. Recomendaciones de niveles de iluminancia para oficinas.  
Fuente: Ibíd.

<sup>52</sup> SERRA Florensa Rafael. Les Energies a l'Arquitectura. 3ª ed. Barcelona: Edicions UPC, 1996. pág. 78.

como psicológico. Los colores vienen en gran medida, de paredes, del recubrimiento del suelo y del mobiliario; no obstante, el color de la luz puede afectar la manera en que estos objetos aparecen ante nuestros ojos. El espectro de luz visible está compuesto por siete colores: rojo, naranja, amarillo, azul, índigo y violeta.

Si se quiere contar con unas condiciones lumínicas ideales, *Serra y Coch*<sup>53</sup>, señalan que se deberían establecer 500 lux, donde la actividad con esfuerzo visual es de medio a alto y de poca duración, como es el caso de las oficinas. Esta misma cantidad, 500 lux, está establecida como nivel mínimo para espacios con exigencias visuales altas, según el Real Decreto 486/1997, citado por la UGT en su fascículo 22 de Salud Laboral<sup>54</sup>, donde además se señalan 3 zonas de exigencias adicionales, siendo la de moderada con 200 lux, la que también se ajustaría a las oficinas. En este mismo sentido, *Frank Lewis*<sup>55</sup> menciona que estudios recientes han encontrado que los usuarios de oficinas prefieren espacios de trabajo más luminosos, eligiendo 150 candelas/pie, a las 50 candelas/pie que era el estándar manejado desde principios de la década de los 1980's. Adicionalmente, el *BCO*<sup>56</sup>, recomienda para un espacio abierto de oficinas entre 300 y 500 lx, señalando además que la norma alemana establece un nivel de iluminancia entre 400 y 500 lx, mientras que en los EE.UU. es de 500 lx. Otro autor que especifica el mismo nivel condiciones lumínicas, 500 lx, es *McMullan*<sup>57</sup>, el cual se basa en los valores establecidos por el código británico de iluminación interior del *Chartered Institution of Building Services Engineers* (CIBSE). Así mismo, el valor de 500 lx, es mencionado por *Crespi M.A.*<sup>58</sup> como un nivel aceptable en la norma francesa. No obstante hay quienes señalan niveles mucho más altos, es el caso de *F.J. Neila González*<sup>59</sup>, el cual menciona los niveles de iluminancia requeridos para zonas de trabajo en 750 y 900 lx como mínimo y nivel recomendado respectivamente. También se podría considerar alto una de las recomendaciones internacionales establecidas en el

---

<sup>53</sup> Ibid. Pág. 112.

<sup>54</sup> UGT, op. cit.

<sup>55</sup> LEWIS Frank. The Healthy Building Newsletter: Office Lighting & Colors. Vol. 01, No. 12, Diciembre 1991. [en línea]<[http://www.envirovillage.com/Newsletter/Enviros/T01\\_12.htm](http://www.envirovillage.com/Newsletter/Enviros/T01_12.htm)>

<sup>56</sup> BATTLE y BATTLE, op. cit.

<sup>57</sup> MCMULLAN Randal. Environmental Science in Building. 3a. ed. Londres: Macmillan Press Ltd., 1992.

<sup>58</sup> CRESPI María Alicia. Acondicionamiento Ambiental. Tomo 1: Acondicionamiento Luminoso. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1981.

<sup>59</sup> NEILA González Francisco Javier. Manual de Acondicionamiento Natural (I). Introducción al bienestar ambiental global. Condiciones de diseño luminoso. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. (s.f.). (Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la ETSAM).

informe 29 de la Comisión Internacional de la Iluminación<sup>60</sup> (CIE), el cual es de 750 lx para oficinas generales extensas, aunque para las oficinas normales, mecanografiado y sala de proceso de datos señala 550 lx.

## << 2.2.1.4 CONFORT ACÚSTICO >>

Hoy en día, la sociedad en la que nos movemos está rodeada de estímulos acústicos, algunos de ellos pueden ser de información como podría ser una conversación o una megafonía, otras veces puede ser con fines lúdicos, como la radio o la música. En otras ocasiones simplemente son avisos asumidos socialmente, como los sonidos emitidos por la sirena de una ambulancia, los timbre, las bocinas, etc. y, finalmente, los que simplemente son ruido molesto, como el producido por el tráfico vehicular, aéreo, maquinarias, etc.

Se puede establecer una diferenciación de los fenómenos relacionados con el entorno acústico de los espacios. Dos elementos delimitan el confort acústico en un ambiente: el sonido y el ruido. El sonido es aquel que favorece la realización del trabajo o el que los usuarios disfrutan; mientras que el sonido que distrae o molesta es simplemente ruido. En lo que se refiere a las soluciones tradicionales de control acústico, podemos mencionar que hay cuatro categorías de productos que son: el falso techo, el mobiliario, los sistemas de enmascaramiento y el recubrimiento de los suelos (alfombras o moqueta). Cada uno juega un papel diferente, pero en todo caso su función es la de reducir el ruido y, por ende, la distracción.

Cuando hablamos de sonido, hemos de referirnos a él como uno de los medios que se utilizan para llevar a cabo la comunicación, y en las oficinas ésta es la clave fundamental para conseguir los objetivos de las empresas. Después de todo, es por medio de ella que fluye la información, incluso puede fungir como un elemento tranquilizante o alentador que ayude a dar energía a un ambiente laboral. Por el contrario, la ausencia total de sonido, podría ser un impedimento significativo para llevar a cabo un trabajo con eficacia. Además, en el ámbito social, el sonido favorece la construcción de confianza,

---

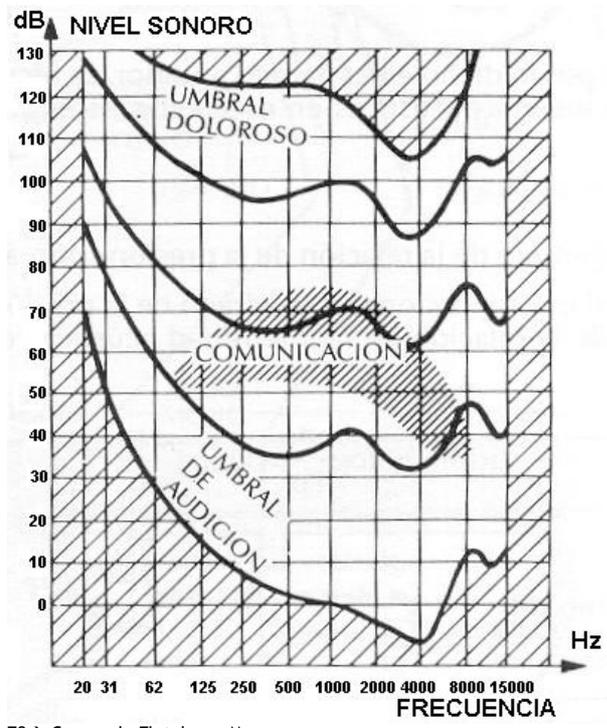
<sup>60</sup> FEIJÓ Muñoz Jesús. Instalaciones de Iluminación en la Arquitectura. Valladolid: Secretariado de Publicación de la Universidad de Valladolid y Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid, 1994. Pág. 134 y 197.

fomenta las relaciones personales y el sentido de comunidad. El ruido, comúnmente, se concibe como todo sonido no deseado; no obstante, depende de la persona que lo escucha; el que éste sea considerado como tal ya que todo depende de la adecuación del usuario a un ambiente sonoro.

Pero para hablar de confort acústico no sólo debemos hablar de tipos de sonido, sino que además se deben mencionar las características acústicas de un espacio como el tiempo de reverberación, su espectro y el nivel de ruido. En relación con este último, se establecen tres tipos: en primer lugar, los destructores, que tienen más de 95-100 dB y cuya última y más grave consecuencia es el daño que puede causar al oído de forma permanente; el segundo tipo, según su nivel, son los excitantes, que tienen entre 50-90 dB y de 95-100 dB, los cuales llegan a ser molestos sin la gravedad de los anteriores. Finalmente, tenemos el tercer tipo, los irritantes, cuyo nivel es inferior a los anteriores y simplemente producen molestia al ser no deseados. Además de esta categorización, *Serra y Coch*<sup>61</sup> distinguen los sonidos que molestan según su repercusión. En primer término, se localiza la clasificación por su nivel, donde entran los dos primeros de la clasificación anterior,

es decir, destructores y excitantes, dadas las consecuencias que producen. En segundo término, mencionan la clasificación por su tipo, los cuales son: los no deseados, cuyo origen son los sonidos restantes de información que no interesan al interlocutor, y los sonidos de enmascaramiento, cuyo malestar radica en el impedimento que ejercen sobre el interlocutor para escuchar lo que en realidad le interesa.

El ruido está cargado de subjetividad y en este sentido, es difícil establecer con un sólo valor una medida del nivel acústico. No obstante, se ha desarrollado un sistema que define el nivel de presión acústica sobre la sensibilidad del oído en función a su frecuencia, llamado decibelio A [dB (A)], cuya medida está basada en las curvas de *Fletcher y Mounson*<sup>62</sup> (fig. 78). En este



78→ Curvas de Fletcher y Mounson.  
Fuente: (S.A.) Manual del Aislamiento en la Edificación de ISOVER.  
ROCLAINE. Aislamiento Acústico en la Construcción, Fundamentos.  
Pág. 8

<sup>61</sup> SERRA y COCH, op. cit, pág. 82.  
<sup>62</sup> (S.A.) Manual de Aislamiento en la Edificación de ISOVER/ROCLAINE: Aislamiento Acústico en la Construcción. Fundamentos. Pág. 9.  
Descripción del Ambiente Energético en el Espacio Administrativo → 71

sentido, hay dos teorías de la facultad del ser humano en captar frecuencias, una de ellas apunta que dicha capacidad abarca desde los 16 hasta los 16,000 Hz, mientras que la otra señala que es de los 20 a 20,000 Hz<sup>63</sup>, siendo más sensible a la banda de frecuencia que va de los 1000 a los 4000 Hz, de lo que se deduce que tanto en las altas como en las bajas frecuencias, el sonido es mal percibido, siendo en estas últimas donde su efecto negativo es más pronunciado. El oído humano no es igual de sensible a todas las frecuencias que pueden acompañar a un sonido, por lo que si éste se nos presenta con la misma presión sonora aunque con diferente frecuencia, no será perceptible para el oído humano de la misma forma. Por consiguiente, el definirlo sólo en decibelios (dB) resulta incompleto si se habla de su audición.

Esta medida, el dB(A), es aceptada como la valoración simple más aproximada a la sensación producida

	Oficina ejecutiva	Oficina privada o semi privada	Oficina estándar
Frank A. Lewis	35 dB	43 dB	48 dB
Serra y Coch	59 dB a 125 Hz <sup>(1)</sup>	46 dB a 500 Hz <sup>(1)</sup>	38 dB a 2000 Hz <sup>(1)</sup>
	51 dB a 125 Hz <sup>(2)</sup>	37 dB a 500 Hz <sup>(2)</sup>	30 dB a 2000 Hz <sup>(2)</sup>
	Oficina abierta	Oficina celular	
BCO <sup>(3)</sup>	45-50 dB	40-45 dB	
	Despacho profesional	Oficinas	Zonas comunes
NBE-CA-88	40 dB	45 dB	50 dB
	Oficinas	Oficinas medias	Oficinas grandes
Recuerdo M.	50 dB	50 dB	55 dB

1.- Para oficinas 2.- Para despachos  
 3.- LAeq: Nivel continuo equivalente de presión acústica  
 Tabla 6. Recomendaciones de niveles acústicos para oficinas.  
 Fuente: Ibíd.

por los fenómenos más cotidianos como la música o las conversaciones; es decir, esta escala intenta representar un promedio de las frecuencias que puede recibir el oído humano. Es este valor el que se utiliza con mayor frecuencia para medir el ruido en la arquitectura. Así pues, la presión de sonido o nivel de intensidad es medido en decibelios (dB), siendo ésta una escala logarítmica, no lineal, es decir, el aumento en 10 dB, equivale a multiplicar la intensidad por diez, por ejemplo, 90 dB son diez veces más intensos que 80 dB.

En cuanto a las recomendaciones para niveles sonoros en una oficina, Frank A. Lewis menciona en su artículo "Noise Levels in the Office"<sup>64</sup>, que la región III del *Federal Employee Occupational Health*<sup>65</sup>

<sup>63</sup> Ibíd. Pág. 5  
<sup>64</sup> LEWIS A. Frank. The Health Building Newsletter: Noise Levels in the Office. Vol. 01, no. 09, septiembre de 1991.  
 [en línea]<[http://www.envirovillage.com/Newsletter/Enviros/T01\\_09.htm](http://www.envirovillage.com/Newsletter/Enviros/T01_09.htm)>  
<sup>65</sup> Servicio perteneciente al U.S. Public Health Service (USPHS).  
 Descripción del Ambiente Energético en el Espacio Administrativo → 72

(FEOH) recomienda, por ejemplo, para una oficina ejecutiva, 35 dB, para una oficina privada o semi privada, 43 dB, para una oficina estándar, 48 dB, indicando finalmente que 65 dB es un nivel insatisfactorio, aunque en ningún caso hace referencia a la frecuencia, como en las sugerencias de *Serra y Coch*<sup>66</sup>, quienes establecen un nivel de ruido admisible para oficinas de 59, 46 y 38 dB y para despachos de 51, 37 y 30 dB, en ambos casos para una frecuencia de 125, 500 y 2000 Hz respectivamente. En tanto que el *BCO*<sup>67</sup>, recomienda un nivel continuo equivalente de presión acústica (LAeq) para la oficina abierta entre 45 y 50 dB, y para una oficina celular entre 40 y 45 dB. La Norma Básica de la Edificación, NBE-CA-88<sup>68</sup>, sobre las condiciones acústicas en los edificios administrativos y de oficinas, establece tres niveles máximos de inmisión de ruido aéreo, recomendando no sobrepasar dichos niveles durante el día, establecidos de la siguiente forma: despachos profesionales 40 dB, oficinas 45 dB y zonas comunes 50 dB. Adicionalmente Recuerdo M<sup>69</sup>. indica tres niveles de ruido, 50 dB para oficinas y oficinas medias y de 55 dB para oficinas grandes.

## << 2.2.2 FACTORES DE CONFORT >>

Los factores de confort son aquellas condiciones propias de los usuarios que determinan su respuesta al ambiente, son independientes de las condiciones exteriores y más bien se relacionan con las características biológicas, fisiológicas, sociológicas o psicológicas de los individuos. Se pueden clasificar del modo siguiente:

### PERSONALES:

- ❖ Metabolismo: Actividad, Alimentación y Ropa.
- ❖ Edad, Sexo y Constitución corporal.
- ❖ Color de la piel.
- ❖ Historial Térmico (Inmediato o Mediato).
- ❖ Tiempo de permanencia / aclimatación.

---

<sup>66</sup> SERRA y COCH, pág. 116.

<sup>67</sup> BATTLE y BATTLE, op. cit.

<sup>68</sup> NEILA González Francisco Javier. Manual de Acondicionamiento Natural (II). Condiciones de Diseño Acústico. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. 2000. (Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la ETSAM). Pág. 13.

<sup>69</sup> RECUERDO López Manuel y Constantino Gil González. Acústica Arquitectónica. Madrid: Escuela Universitaria de Ingenieros de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, 1991.

SOCIO CULTURALES:

- ❖ Expectativas de Confort para el momento y lugar considerados.

## << 2.2.2.1 VESTIMENTA >>

Una de las variables que incide en el equilibrio térmico de un individuo es la ropa, pudiendo disminuir o incrementar los efectos del exterior sobre la persona, ya que esta repercute en el grado de convección, conducción, evaporación y radiación de calor desde el individuo al exterior, o al revés, dependiendo de las condiciones ambientales.

“La ropa ofrece una eficaz protección frente a la radiación solar. Actúa de modo semejante a una segunda piel; al igual que ésta, de no ser muy blanca, absorbe las radiaciones de onda más corta. La radiación se queda en la ropa y, con ropa holgada, su energía se dispersa en el aire. Si la ropa es blanca, son reflejadas; en ello consiste el efecto más beneficioso de esta última, frente al sol, confirmado por la experiencia más corriente”<sup>70</sup>. A pesar de lo descrito, no existen estudios en los cuales se haya llegado a determinar los valores exactos de esta influencia de la ropa, pues las investigaciones se han orientado hacia el nivel de aislamiento o la cantidad de ropa que protege al cuerpo.

A	B	C
Ropa 0	Desnudez	0
Ropa 0,5	Ropa interior corta, Pantalones ligeros de algodón, camisa de manga corta, cuello abierto.	0,08 13
Ropa 1,0	Ropa interior corta, traje típico de oficina, incluido chaleco.	0,16 6,5
Ropa 1,5	Ropa interior larga, traje con chaleco de lana gruesa, calcetines de lana.	0,24 4
Ropa 2,0	Ropa interior larga, traje con chaleco de lana gruesa, calcetines de lana, calzado grueso, abrigo pesado de lana, guantes y sombrero.	0,32 3

A.- Nivel de arropamiento B.- Resistencia (r-ropa) m<sup>2</sup>C/W C.- Conductancia (K) W/m<sup>2</sup>C

Tabla 7. Fuente: RAMÓN Fernando. Ropa, Sudor y Arquitectura. Serie Energía, Clima y Diseño. Madrid: Editorial H. Blume. 1980. pág. 17.

El hombre se protege del frío al impedir el paso del calor generado por el cuerpo al exterior gracias a su vestimenta. Son muchas las investigaciones que se han hecho al respecto, algunas de ellas han llegado a determinar los valores de resistencia en m<sup>2</sup>C/w y de conductancia (k) en w/m<sup>2</sup>C según el nivel de arropamiento. Aunque la unidad más utilizada es la del nivel de arropamiento o de aislamiento térmico, que se conoce como clo, donde 1 clo es igual a 0,16 m<sup>2</sup>C/w, y que equivale al traje de un oficinista, es decir, ropa interior corta, traje completo, chaleco y corbata; pero sin tomar en cuenta “la resistencia superficial entre la ropa y el aire en su contacto”, ni tampoco, la producción de calor adicional que pueda existir entre el oficinista y su contorno

<sup>70</sup> RAMÓN Fernando. Ropa, Sudor y Arquitectura. Serie Energía, Clima y Diseño. Madrid: Editorial H. Blume, 1980, pág.15.

como producto de la radiación o de la evaporación de su sudor. Según Mondelo, 1 clo "se define como el aislamiento necesario para mantener confortable a una persona que desarrolle una actividad sedentaria (menos de 60W/m<sup>2</sup>) a una temperatura de 21°C"<sup>71</sup>.

Entre las clasificaciones que podemos mencionar están los que formularon Gagge, Burton y Gazatt, los cuales cita F. Ramón<sup>72</sup>, y cuyos valores del nivel de arropamiento toman en consideración la resistencia térmica de la ropa y el grado de conductividad, por ejemplo: 1,0 con ropa interior corta, traje típico de oficina, incluido chaleco y 1,5 con ropa interior larga, traje con chaleco de lana gruesa, calcetines de lana. Así mismo, la normativa ISO 7730<sup>73</sup> expresa la siguiente valoración del vestido: ropa ligera de verano: camiseta ligera de mangas cortas, pantalones largos, calcetines finos y zapatos, 0,5 clo; ropa de trabajo: camiseta, camisa con mangas largas, pantalones de vestir, calcetines y zapatos 0,8 col; ropa de invierno de trabajo en interiores: camiseta, camisa manga larga, calcetines de lana y zapatos 1,0 clo; vestimenta completa y de trabajo de interiores: camiseta y camisa de manga larga, chaleco, corbata, americana, pantalones de lana, calcetines de lana y zapatos, 1,5 clo.

## << 2.2.2.2 TASA DE METABOLISMO >>

Es un factor del confort de tipo personal, entendido como el flujo continuo de energía producido por el cuerpo humano, el cual, a su vez, es visto como un motor, como una máquina biológica, capaz de producir calor al desarrollar cualquier actividad muscular, al transformar los alimentos o cuando se da alguna reacción química en el organismo. El metabolismo suele medirse en Met., de donde se dice que 1 Met = 58 W/ m<sup>2</sup> de superficie corporal.

Tipo de vestido	I <sub>cl</sub> (clo)	I <sub>cl</sub> (m <sup>2</sup> °C/W)
Desnudo	0	0
En pantalones cortos	0,1	0,016
Ropa ligera de verano: camiseta ligera de mangas cortas, pantalones largos, calcetines finos y zapatos	0,5	0,078
Ropa de trabajo: camiseta, camisa con mangas largas, pantalones de vestir, calcetines y zapatos	0,8	0,124
Ropa de invierno y de trabajo en interiores: camiseta, camisa manga larga, calcetines de lana y zapatos	1,0	0,155
Vestimenta completa y de trabajo en interiores: camiseta y camisa de manga larga, chaleco, corbata, americana, pantalones de lana, calcetines de lana y zapatos	1,5	0,233

Tabla 8. Fuente: Mondelo, Pedro R. y otros. Ergonomía 2. Confort y estrés térmico. 2ª Edición. Aula Teórica Nº 37. Barcelona: Edicions UPC y Mutua Universal. 1997. pág. 66.

<sup>71</sup> MONDELO Pedro. Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico. 2ª Edición. Aula Teórica Nº 37. Barcelona: Edicions UPC y Mutua Universal, 1997, pág. 66.

<sup>72</sup> RAMÓN, op. cit., pág. 17.

<sup>73</sup> MONDELO, op. cit., pág. 66.

No obstante, nuestro mecanismo no es perfecto, ya que apenas se alcanza un rendimiento entre el 20 y 25% por esfuerzo, es decir, que para el desarrollo de un trabajo se produce una cantidad de energía, de donde un 75 ó 80% se disipa en forma de calor y un 20% se utiliza para realizar el trabajo propiamente dicho. Ese calor disipado permite evitar un sobrecalentamiento del cuerpo, ya que éste necesita mantener la temperatura interior alrededor de los 37°C de modo constante.

Así mismo, el metabolismo depende de la materia alimenticia, la cual mezclada con el oxígeno genera la energía necesaria para el funcionamiento vital de los órganos del cuerpo, gracias a un proceso de tipo bioquímico, interno, involuntario y continuo. Este proceso se conoce como metabolismo basal y también se encuentra relacionado con la respiración, la circulación de la sangre, la secreción hormonal y la sudoración. Se llama basal porque es el límite mínimo básico del metabolismo para mantenerse vivo con la actividad fisiológica básica. Además, se sabe que la edad, el sexo y la contextura física pueden variar su valor, por ejemplo, con la edad el metabolismo basal puede disminuir de 60 w/ m<sup>2</sup> de superficie corporal a los 2 años a 44w/ m<sup>2</sup> a los 25 años y finalmente a 38 w/ m<sup>2</sup> a los 80 años<sup>74</sup>.

El metabolismo puede dividirse en tres<sup>75</sup>: el primero es el base o basal que limita la cantidad de energía necesaria para el mantenimiento de la vida vegetativa (aproximadamente 70Kcal/h). El segundo es el metabolismo de reposo considerado como el valor mínimo (cerca de 90Kcal/h) y, el tercero es el de trabajo o muscular, que incluye los gastos energéticos motrices. Este último depende del tipo de actividad y varía desde 90Kcal/h para un trabajo de oficina hasta 700Kcal/h para un gran esfuerzo físico. De acuerdo a esto debemos entender que el valor del metabolismo se incrementa en función de la intensidad del metabolismo basal, las actividades físicas llevadas a

cabo y los estados emocionales. De hecho se ha establecido una fórmula según la cual, el calor generado (Q) es igual al 75% del gasto energético utilizado en desarrollar una actividad (GE<sub>w</sub>) más el metabolismo basal:

$$Q = 0,75 \cdot GE_w + M_B$$

Intensidad	Metabolismo (W/ m <sup>2</sup> )
Descanso	M < 65
Ligero	65 < M < 130
Moderado	130 < M < 200
Pesado	200 < M < 260
Muy pesado	260 < M

Tabla 9. Fuente: Mondelo, Pedro R. Y otros. (1997) Ergonomía 2. Confort y estrés térmico. 2ª Edición. Aula Teórica Nº 37. Barcelona: Edicions UPC y Mutua Universal. Pág. 61.

<sup>74</sup> MONDELO, op. cit.

<sup>75</sup> LA ROCHE, op. cit.

Como podemos observar el llamado metabolismo de trabajo o muscular, se relaciona directamente con el tipo de actividad desarrollada y con la energía producida. De acuerdo a diferentes investigaciones se han llegado a establecer valores del gasto energético, los cuales permiten un calculo bastante aproximado según la intensidad del trabajo, la posición, los movimientos del cuerpo y las actividades específicas, entre los cuales podemos mencionar los que cita Mondelo<sup>76</sup>, según la norma ISO 7243, la cual enlista la intensidad del trabajo en W/m<sup>2</sup>, para descansando menor de 65, ligero entre 65 y 130, moderado entre 130 y 200. Así mismo Belding y Hatch<sup>77</sup> establecieron unos valores de evaluación de la dispersión metabólica en función de distintas intensidades según los tipos de actividades desarrollados de forma continuada por un hombre de 70 Kg. de peso, 1,82 m<sup>2</sup> de superficie de piel y 1,73 m de altura, dando que bajo una actividad de trabajo ligero como el trabajo de oficina, la cifra es entre los 130 y los 160 W. Finalmente Kvisgaard<sup>78</sup> desarrolla una tabla donde especifica algunas actividades concretas y los valores del metabolismo en Met. y en W/m<sup>2</sup> de superficie, por ejemplo, lo que establece como actividad sedentaria, entre ellas el trabajo de oficina, fija un valor de 70 W/m<sup>2</sup> o 1,2 Met.

Niveles metabólicos	W/m <sup>2</sup>	Met.
Acostado	46	0.8
Sentado relajado	58	1.0
Trabajo de relojero	65	1.1
De pié, relajado	70	1.2
Actividad sedentaria: oficina, vivienda, escuela	70	1.2
Profesión gráfica, encuadernador	85	1.5
De pié, actividad ligera: comprando, industria ligera	93	1.6
Profesor	95	1.6
Trabajo doméstico: afeitarse, lavarse, vestirse	100	1.7
Caminando horizontal 2 Km/h	110	1.9
De pié, actividad media: vendedor, trabajo doméstico	116	2.0

Tabla 10. Fuente: KVISGAARD Bjorn. La Comodidad Térmica. tr. Manuel M. Monroy 2000. [en línea]<<http://www.innova.dk/books/thermal/>>

<sup>76</sup> MONDELO, op. cit., pág. 61.

<sup>77</sup> GONZÁLEZ Eduardo, HINZ Elke, OTEIZA Pilar de y Carlos QUIROZ. Proyecto Clima y Arquitectura. Colección Arquitectura Latinoamericana. Vol. I. México: Ed. Gustavo Gili, 1986. Pág. 44.

<sup>78</sup> KVISGAARD Bjorn. La comodidad térmica. Tr. Manuel M. Monroy, 2000. [en línea]<<http://www.innova.dk/books/thermal/>>