

**“VENTILACIÓN NATURAL Y CALIDAD EN EL  
AMBIENTE INTERIOR EN EDIFICIOS DEL  
CENTRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO”**

**JOYCE ALMEIDA WINFIELD**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO  
EN ARQUITECTURA**



**MMX**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



“VENTILACIÓN NATURAL Y CALIDAD EN EL AMBIENTE  
INTERIOR EN EDIFICIOS DEL CENTRO DE LA CIUDAD  
DE MÉXICO”

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA  
EN ARQUITECTURA PRESENTA:

JOYCE ALMEIDA WINFIELD

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN  
ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MMX





**DIRECTOR DE TESIS**

Dr. en Arq. José Diego Morales Ramírez

**SINODALES**

Dr. en Arq. Álvaro Sánchez González

Dr. en Ing. Mauro Valdés Barrón

Dra. en Arq. Dolores Ana Flores Sandoval

Mtro. en Arq. Francisco Reyna Gómez

## **DEDICATORIAS**

A la memoria de mi papá.

A mi mamá a quien le debo todo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo recibido para la realización de esta investigación.

## **ÍNDICE**

### **RESUMEN/ABSTRACT**

### **INTRODUCCIÓN**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1. MARCO TEÓRICO**

- 1.1 Eficiencia Energética
- 1.2 Ventilación Natural
- 1.3 Contaminación Del Aire
- 1.4 Calidad Del Aire Interior En Los Edificios
- 1.5 Condicionantes Climáticas
- 1.6 Confort
- 1.7 Psicología Ambiental

#### **2. CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

- 2.1 El Clima
- 2.2 Calidad Atmosférica
- 2.3 Consumo De Energía

#### **3. CASOS DE ESTUDIO**

- 3.1 Descripción De La Torre Prisma
- 3.2 Cálculo Térmico De La Torre Prisma
- 3.3 Análisis De Las Temperaturas De La Torre Prisma
- 3.4 Descripción Del Conjunto Puerta Alameda
- 3.5 Cálculo Térmico Del Conjunto Puerta Alameda
- 3.6 Análisis De Las Temperaturas Del Conjunto Puerta Alameda

#### **4. PERCEPCIÓN AMBIENTAL**

- 4.1 Percepción Ambiental En La Ciudad De México
- 4.2 Percepción Ambiental En Los Casos De Estudio
- 4.3 Encuestas Al Usuario En Los Casos De Estudio
- 4.4 Resultados de las Encuestas

#### **5. MONITOREO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD**

- 5.1 Toma De La Muestra En Los Casos De Estudio
- 5.2 Análisis De Resultados

#### **6. ESTRATEGIA DE DISEÑO**

- 6.1 Medidas De Ventilación
- 6.2 Medidas Para Mejorar La Calidad Del Aire Interior

### **CONCLUSIÓN**

### **GLOSARIO**

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## RESUMEN

Se evalúa el contraste de las condiciones en el ambiente interior de dos edificios en la zona centro de La Ciudad de México desde el punto de vista térmico, ambiental y por medio de la percepción que tiene el usuario de su espacio.

Se estudian las características climatológicas en una de las zonas con mayor concentración de contaminantes en el Distrito Federal, también se evalúa la percepción que el habitante tiene sobre el ambiente en el que trabaja y vive a través de la aplicación de encuestas. Se realizaron los cálculos térmicos correspondientes a dos edificios ubicados en la zona antes mencionada, uno de ellos es la Torre Prisma y el otro es el conjunto Puerta Alameda, ambos ubicados en el centro de la ciudad pero con diferente uso de suelo: uno es un edificio de oficinas y el otro es habitacional, con condiciones formales y estructurales opuestas, es decir, en el diseño, en el sistema constructivo y materiales empleados tanto para la envolvente como para los interiores.

Se busca la apertura de ventanas basados en los cálculos térmicos que permitan el libre paso del aire prescindiendo de cualquier sistema de aire acondicionado a través de una estrategia de diseño integral revisando los resultados arrojados por los cálculos térmicos, las muestras tomadas con los aparatos de medición de temperatura y la aplicación de las encuestas.

Una vez realizada la estrategia de diseño a partir de los cálculos realizados, las mediciones de temperatura y humedad además de las encuestas aplicadas se concluye que es posible lograr edificios que permitan el paso del aire proveniente del exterior cubriendo los requerimientos de calidad ambiental interior que el humano requiere para realizar sus actividades en forma eficiente en condiciones de confort.

## **ABSTRACT**

This is the research that evaluates the indoor environmental conditions contrast of two buildings in Mexico City's downtown area from a thermal and environmental standpoint, and through user's perception of their space.

The study provides atmospheric and climatic characteristics in one of the highest pollutants concentrations areas with in Mexico City, also assesses the perception that the resident has on the working and living environment primarily through the application of written surveys. Thermal calculations were performed for two buildings in the area mentioned above, one is the Prisma Tower and the other is the housing complex Puerta Alameda, both located in the city downtown but with different land use: one is an office building and the other is housing, with opposite formal and structural conditions, it is to say, in the design, in the constructive system and materials used so much for the exterior as for the interiors.

It seeks to open windows allowing air flow regardless of any air conditioning system through a comprehensive design strategy reviewing the results achieved by the thermal calculations, the samples taken with the atmospheric temperature and humidity measuring devices and surveys application.

Once realized the design strategy from the calculations, the measurements of temperature, humidity and the results obtained in the surveys it is concluded that it is possible to achieve buildings that allow air from outside covering indoor environmental quality requirements that the human activities required to perform efficiently in terms of comfort.

## INTRODUCCIÓN

En esta nueva etapa del mundo en el que vivimos, es innegable la creciente necesidad de construir de acuerdo al clima del contexto en que se quiere insertar un edificio, la contaminación atmosférica es cada vez peor y en consecuencia los seres vivos padecemos cambios climáticos importantes, insuficiencia en el abastecimiento de recursos y repercusiones en la calidad de vida de los humanos así como afecciones en la salud. Debido a las alteraciones biogeotérmicas hay un impacto en la calidad de vida por el cambio climático global. Debe existir un equilibrio entre la población, actividades y capacidades de carga de los recursos de la Tierra.

En la práctica diaria, no es común que los usuarios exijan a los arquitectos óptimas condiciones de confort en los espacios que habitan y menos aún que se logren con energías naturales renovables. El usuario busca de un arquitecto, por ejemplo, aspectos formales específicos, quiere que le guste y que tenga las características que siente, necesita. Sin las presiones del usuario por un confort producto del estudio racional de las condicionantes climáticas (iluminación, ventilación y acondicionamiento natural) el arquitecto de formación básica con poco estudio acerca las repercusiones del entorno inmediato sobre el usuario se siente liberado de tener que tomarlo en cuenta al momento del proyectar.

Construir en armonía con el clima no es tarea de una corriente en la arquitectura sino parte medular del quehacer arquitectónico, más aún en esta época en la que la extinción de los recursos no renovables parece inminente y la situación ambiental en el mundo ha llegado a un punto crítico donde sólo queda empezar a resolver los problemas ambientales causados en el planeta Tierra.

En este sentido, son los aspectos climatológicos de cada lugar los que se deben estudiar en primera instancia, es decir, considerar la trayectoria solar para buscar la mejor orientación del edificio y lograr el aprovechamiento de la radiación, de la misma forma es necesario conocer la dirección y velocidad del viento, estudiar las normales de temperatura y de humedad para saber el comportamiento probable del clima y detectar las deficiencias que hay que mitigar o eliminar a la hora de proyectar un edificio y lograr de manera intrínseca la reducción en los consumos

energéticos así como el confort para el usuario. Es tarea del arquitecto buscar en todo momento el confort del usuario, que en la más pura concepción, es la sensación de bienestar que un humano aunque no esté consciente, la tiene, en otras palabras que el usuario logre estar en un lugar si percibir las temperaturas, la humedad o cualquier factor climático, quiere decir que está en estado de confort.

Para una mejor comprensión de los requerimientos térmicos en las edificaciones debe realizarse el balance térmico del cuerpo humano y de las edificaciones, así como las variables ambientales que participan en este proceso.

Es importante reconocer el creciente interés tanto de edificadores, propietarios y usuarios por el uso ventilación natural en los lugares donde habitan y en los espacios destinados para el trabajo. Dicho interés no es accidental, es el resultado de la experiencia recibida al estar en espacios confinados sin aire proveniente del ambiente exterior, que se refleja en numerosas enfermedades principalmente psicosomáticas; enfermedades que el usuario al salir de estos lugares, refleja notable mejoría o la completa recuperación de las mismas. Otro beneficio significativo es el ahorro financiero al reducir el consumo de energía eléctrica. Sin duda, el beneficio más importante de cualquiera que se pudiera mencionar es la mitigación en el impacto ambiental producido al planeta Tierra; un beneficio global fácil de obtener únicamente al minimizar el uso de sistemas de climatización artificial.

Esta investigación parte del nivel contaminación en el Distrito Federal para después abordar la calidad del aire al interior de los edificios siendo este el principal problema que se aborda y da origen a la hipótesis

*“Si se aplica un sistema de ventilación natural en edificios de la Ciudad de México; resultará, por un lado, en espacios más confortables para los usuarios, ya que brindan una mejor calidad en el ambiente interior y, por otro lado, en mitigación de impacto al medio ambiente debido a la eficiencia energética que este implica”.*

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es conocer las características climáticas y atmosféricas de la Ciudad de México y los efectos nocivos de la contaminación atmosférica en el ser humano, así como la calidad del aire al interior de edificios ubicados en la zona centro de la ciudad, para dar una respuesta integral que resulte en eficiencia energética y calidad en el ambiente interior.

## **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Como primera parte en esta investigación se estudian las definiciones y filosofía que rodea a la propuesta planteada en la hipótesis, donde se establecen y se analizan las fuentes en las que se basa el objeto de estudio para establecer su validez y confiabilidad, obteniendo la información necesaria que fundamente la problemática y describiendo detalladamente los elementos que componen a la misma, se estudian estos conceptos para establecer conclusiones que sirvan como punto de partida para realizar los disertaciones y análisis subsecuentes.

En la segunda parte de la investigación se analizan las características climatológicas de la Ciudad de México para conocer las condiciones principalmente de temperatura, humedad y contaminación en el aire y como repercuten en la situación atmosférica con la que se enfrentan los habitantes de este lugar para poder plantear medidas que solucionen la problemática encontrada. Parte importante de esta investigación es conocer los efectos de la calidad del aire interior de los edificios en los usuarios, en este sentido, se analizarán las repercusiones que tiene el abastecimiento por medio de un sistema de climatización artificial.

Posteriormente, se realizan los cálculos térmicos correspondientes a dos edificios durante el mes de más calor y el más frío, el primero ubicado en la Avenida Reforma esquina con la Avenida Juárez, el cual está cerrado herméticamente con un sistema de aire acondicionado y cuyas tres fachadas están completamente acristaladas. Como segundo caso se presenta en edificio habitacional emplazado en la calle Revillagigedo a pocos metros del anterior pero con un sistema constructivo diferente hecho principalmente de concreto prefabricado, con ventilación controlada por el mismo usuario.

Se instalaron aparatos de medición de temperatura y humedad en ambos edificios donde los resultados fueron contrastados primero con los cálculos térmicos y segundo con los datos atmosféricos arrojados por las estaciones cercanas a las

zona en donde se encuentran ubicados los casos de estudio de la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET), datos publicados por el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal.

Se utilizó un aparato HOBO U12 para realizar toda la investigación, ya que no se contaba con otro adicional para la toma de muestra simultánea, este midió en dos periodos de tiempo durante los meses de mayo-junio, y agosto-septiembre, datos de temperatura y humedad relativa. El registrador HOBO U12 permite monitorizar aplicaciones que requieren una precisión más alta, mejor resolución, más memoria y conectividad USB para posteriormente descargar y procesar los datos en la computadora convencional.

Por otro lado se estudia la psicología ambiental a través de la observación del espacio y sus usuarios, y consecutivamente por medio de la aplicación de encuestas se analiza la percepción del usuario para conocer las implicaciones del ambiente dentro de un panorama psicológico y fisiológico.

En la etapa final de la investigación que busca aplicar un sistema de ventilación natural tomando como base la adecuación a las necesidades del edificio en relación con las actividades que en ellos se realizan durante los lapsos de uso en términos de las horas del día que permita a su vez calidad en aire interior, se utilizará el método analítico donde se condensarán todos los elementos estudiados para elaborar el modelo que validará o rechazará la premisa de la hipótesis planteada.

En este sentido, se realiza un cálculo con la propuesta de la apertura de ventanas en la Torre Prisma únicamente pues es el edificio que presenta condiciones de aislamiento total sobre las condiciones climáticas en relación con el exterior donde se podrá constatar que se obtiene un mejor rango de confort térmico que se traduce en eficiencia energética, por lo tanto en una reducción al impacto ambiental.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética en términos generales es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida sumada a la cantidad de los productos empleados y los servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad.

La reducción de la intensidad energética es un objetivo prioritario para cualquier economía, siempre que su obtención no afecte negativamente al volumen de actividad. Uno de los parámetros que determinan la correlación entre consumo de energía y crecimiento económico es la evolución de la intensidad energética, indicador generalista que señala la relación entre consumos de energía y el Producto Interno Bruto.

La energía se obtiene a partir de las fuentes y las cantidades disponibles de dichas fuentes es lo que se denomina recursos energéticos. El carácter limitado o ilimitado de dichas fuentes nos permite diferenciarlas y valorarlas en términos de sostenibilidad partiendo de la evidencia de que la atmósfera está alcanzando su límite medioambiental y de que el consumo energético sigue creciendo, con zonas del planeta en pleno desarrollo demandando su equiparación energética con el mundo desarrollado. (1)

Este término junto con el de la arquitectura bioclimática surge como primera llamada de atención a una problemática a mediados de los años sesentas específicamente en el año de 1963, donde los hermanos Olgay proponen el término *Diseño Bioclimático* tratando de enfatizar los vínculos y múltiples interrelaciones entre la vida y el clima (factores naturales) en relación con el diseño, también exponen un método a través del cual el diseño arquitectónico se desarrolla respondiendo a los requerimientos climáticos específicos. Más adelante surgieron otras definiciones como diseño ambiental, ecodiseño, diseño natural, biodiseño, etc.

en realidad todos tratan de establecer la importancia del diseño basado en la relación Hombre-Naturaleza-Arquitectura.

Sin embargo, todos estos términos salen sobrando, ya que estos valores (el clima y el contexto) son intrínsecos a la arquitectura al igual que muchos otros conceptos que no pueden desligarse de ella; el bioclimatismo es parte fundamental de todo lo que engloba a la arquitectura sobre todo en la actualidad donde la realidad es de un consumo irracional de los recursos naturales. En otras palabras, dichos términos fragmentan al concepto de arquitectura en áreas especializadas que muchas veces suenan a una alta sofisticación y sólo confunden a las personas. Los espacios no pueden desligarse de la interacción con el ambiente que los rodea. Así como la estructura da soporte a la arquitectura, el aspecto bioclimático da soporte al bienestar y confort de los usuarios y al uso energético eficiente de la edificación.

En este contexto el principal objetivo es el de armonizar los espacios y crear óptimas condiciones de confort y bienestar para sus ocupantes. Crear espacios habitables en toda la extensión de la palabra que cumplan con una finalidad funcional y que sean física y psicológicamente adecuados; que propicien el desarrollo integral del hombre y de sus actividades. Esto puede lograrse a través de un diseño lógico, por medio de conceptos arquitectónicos claros que consideren las características climáticas y ambientales en relación al hombre. En la siguiente figura se explican los parámetros conforme a las características que hay que estudiar del contexto.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE MICROCLIMA</b>
Orientación	Radiación solar, viento
Altitud, radiación solar	Temperatura, lluvia, velocidad del viento
Topografía del terreno	Flujos de viento, acumulación de temperatura, humedad
Presencia de agua, vegetación	Flujos de viento, humedad, temperatura, sombras
Edificaciones	Flujos de viento, humedad, temperatura y sombras

Figura 1. Parámetros y características a considerar por el arquitecto antes de comenzar a proyectar.

La arquitectura bioclimática también atiende los problemas energéticos de los espacios; hacer un uso eficiente de la energía y los recursos, tendiendo hacia la autosuficiencia de las edificaciones es un punto importante a tomar en cuenta.

Busca a través del diseño adecuado de los espacios evitar o disminuir el uso de la climatización artificial; así como aprovechar ampliamente la iluminación natural durante el día. Adicionalmente existen varios equipos de tecnología solar que pueden ser utilizados en las construcciones tales como equipos fotovoltaicos y aerogeneradores, lámparas y luminarias eficientes, calentadores solares que pueden reducir considerablemente el consumo de los recursos no renovables. Sin mencionar que todas estas acciones energéticas traerán consigo beneficios de tipo económico para los usuarios.

Aplicando un diseño bioclimático y la tecnología adecuada se ayuda a preservar el medio ambiente, integrando al hombre a un ecosistema más equilibrado. En las construcciones es necesario hacer un uso racional del agua, una correcta disposición de desechos sólidos y tratamiento de aguas grises y negras, utilizando sistemas de captación de agua pluvial ubicadas en las azoteas de los edificios.

La arquitectura también debe considerar los problemas de contaminación exterior e interior. Existen materiales y sustancias contaminantes que se utilizan dentro de las habitaciones que deben ser evitados o tratados de manera especial. En otras palabras, la arquitectura debe diseñar espacios ecológicamente concebidos que respondan integral y armónicamente a la acción de los factores ambientales del lugar.

Un edificio debe ser diseñado de tal forma que interactúe favorablemente entre el interior y el exterior, debe ser un filtro que permita el equilibrio para obtener ventilación natural, iluminación natural y acústica, todos adecuados a las necesidades del interior, admitiéndolos, rechazándolos y transformándolos cuando así se requiera. (2)

Los sistemas solares pasivos son formas de utilizar precisamente el calor emitido por el sol sin mecanismos o dispositivos electromecánicos para climatizar el interior de una edificación, la ganancia directa, el muro de acumulación, el techo acumulador de calor, o la captación de calor, como mecanismos de climatización

obedeciendo a principios básicos de la física como la convección, conducción o radiación del calor y recursos como la protección eólica, el aislamiento térmico, la protección solar, la ventilación o la masa térmica.

Los edificios tienen un gran consumo de energía eléctrica principalmente e impactan al ambiente a corto, mediano y largo plazo, pues en general no se aprovecha el potencial que ofrece la utilización de fuentes de energía alternativas (eólica, geotérmica, etc.), y debe considerarse la viabilidad técnica, medioambiental y económica de tales fuentes, por medio de un estudio que proporcione una lista de medidas de conservación de la energía, que cumplan requisitos de relación costo-eficiencia.

Con una adecuada integración de estos principios se puede lograr una alternativa a las convencionales técnicas de climatización como el aire acondicionado y los distintos sistemas de calefacción, que no solo tiene por objetivo el ahorro de energías, el confort térmico del usuario y la reducción del gasto económico, sino también el cuidado del medio ambiente.

En suma, la base para lograr un diseño eficiente energéticamente se desarrolla a partir de una combinación de climatología y las leyes de la termodinámica (principalmente la transferencia de calor). El aspecto más importante es la orientación con respecto al sol de la construcción, la ubicación, el clima, el diseño, los materiales de la edificación, colocación de cristales y sistemas para proveer de sombra y la incorporación de masa térmica. Con una adecuada integración de estos principios se puede lograr una alternativa a las convencionales técnicas de climatización como el aire acondicionado y los distintos sistemas de calefacción, que no solo tiene por objetivo el ahorro de energías, el confort térmico del usuario y la reducción del gasto económico, sino también el cuidado del medio ambiente.

## 1.2 VENTILACIÓN NATURAL

El viento es un parámetro de clima importante a la hora de cuantificar los consumos energéticos de un edificio debido a la capacidad de infiltración hacia el interior por las fachadas o a la capacidad de enfriar las superficies exteriores de la piel del edificio. En este sentido, a medida que aumenta la densidad edificatoria, disminuye el efecto del viento.

El viento tiene los beneficios de la ventilación natural porque disminuye la sensación de calor debido al efecto de evaporación sobre la piel y por lo tanto es adecuado en climas cálidos y húmedos. La ventilación se favorece en el supuesto de que se produzca una corriente de aire entre diferentes ventanas de la vivienda situadas en fachadas encontradas o en fachada y patios interiores y comunicados entre ellas. La orientación de las mismas se hará en función de la dirección particular del viento en cada lugar.

La distribución interior de los edificios y de las viviendas debe permitir la circulación de los flujos de aire entre las diferentes salas.

La ventilación está cercanamente relacionada con la refrigeración natural. Hay varios sistemas en función del principio físico que se use:

a) Movimiento del aire. El efecto de tiro térmico (movimiento del aire por diferencia de presión y temperatura). El aire caliente tiende a subir y su vacío se ocupa por aire que sale del edificio. Los sistemas más habituales son la ventilación natural cruzada, la chimenea solar (climas cálidos y soleados) o las torres de viento (climas cálidos con vientos frescos y constantes). Estos últimos, si el aire de renovación que penetra en edificio se hace pasar por lugares fríos como por ejemplo sótanos o cisternas, aumenta su efectividad como sistema de refrigeración.

b) Inercia. Cuanto mayor es la inercia de un cerramiento mayor es el desfase y más amortiguamiento de la onda se produce. La inercia está relacionada con el peso del cerramiento, ya que el calor específico de los materiales de construcción es similar, estando directamente relacionada con la densidad y el espesor de las capas que lo constituyen.

Se aprovecha la inercia térmica del terreno o de los materiales con temperaturas más estables a lo largo del año para bajar la temperatura del aire interior a los climas cálidos. El sistema más habitual es el hacer sótano parte del edificio y los conductos enterrados (con control mecánico o natural).

c) Humidificación. La humidificación es simplemente la adición de agua al aire. No obstante, la humedad ejerce una poderosa influencia sobre los factores ambientales y fisiológicos. Unos niveles inadecuados de humedad tanto altos como bajos, pueden causar incomodidad a las personas e incluso pueden dañar aparatos eléctricos y materiales. La evaporación del agua refresca y humidifica el aire por lo tanto, adecuado en climas cálidos secos. Los sistemas más habituales son fuentes y espejos de agua, en este sentido, las fuentes son mejores porque el agua está en movimiento.

d) Radiación. La radiación emitida por el sol es parcialmente absorbida por los cerramientos expuestos, calentándose y transmitiendo el calor absorbido al interior. La radiación solar puede así mismo penetrar directamente por las aberturas. La cantidad de radiación solar que llega a la edificación depende sobre todo de la latitud, la época del año, la orientación, el ángulo de la superficie receptora y las condiciones de la atmósfera. Es producto del calentamiento solar sobre una superficie, toda fachada, cubierta y patios exteriores e interiores que emiten calor al exterior durante el día y que se desprende también durante la noche. (3)

La ventilación natural es uno de los más importantes sistemas de climatización pasivos a la par con la iluminación natural ya que son sistemas que traen consigo grandes ventajas para el contexto natural, el ser humano y en general beneficios para el mundo al ayudar de manera importante a mitigar el impacto en el medio ambiente. El viento es un parámetro de clima elemental cuando se quiere reducir el consumo energético de un edificio. Debido a la capacidad de infiltración, a medida que aumenta la densidad edificatoria, disminuye el efecto del viento.

Los beneficios de la ventilación natural dependen en gran medida de la orientación de las fachadas, siempre se buscará manipular o forzar de alguna manera la entrada del viento tomando en cuenta su dirección particular en cada lugar.

La distribución interior de los edificios debe permitir o encausar la circulación del aire entre las diferentes salas por medio de la ventilación cruzada y convectiva.

a) Ventilación cruzada. Cuando el viento crea corrientes de aire en la casa, al abrir las ventanas. Para mayor eficacia, las ventanas deben colocarse en fachadas opuestas y sin obstáculos.

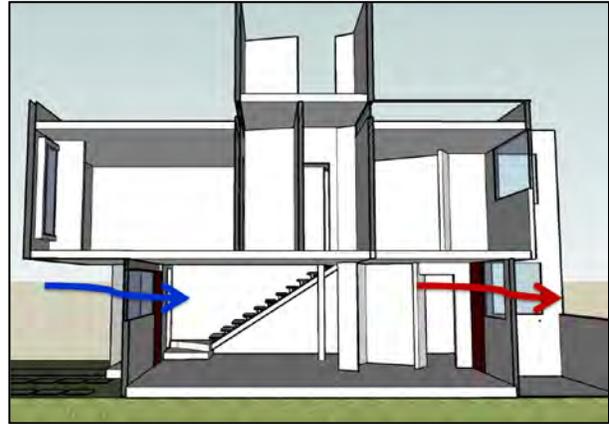


Figura 2. Diagrama de ventilación cruzada.

b) Ventilación convectiva. Cuando el aire caliente asciende y es reemplazado por aire más frío. Se pueden lograr corrientes de aire, aunque no haya viento, provocando aperturas en las partes altas de la casa, por donde pueda salir el aire caliente. Es importante prever la procedencia del aire de sustitución y con qué frecuencia debe ventilarse. Una ventilación de este tipo que introduzca como aire renovado corrientes de aire caliente del exterior será poco eficaz. El aire de renovación puede provenir, por ejemplo, de un patio fresco, un sótano o unos tubos enterrados en el suelo. Ventilar a un ritmo demasiado rápido consume el aire fresco de renovación y anula la capacidad que tienen los dispositivos de refrescar el aire. (4)

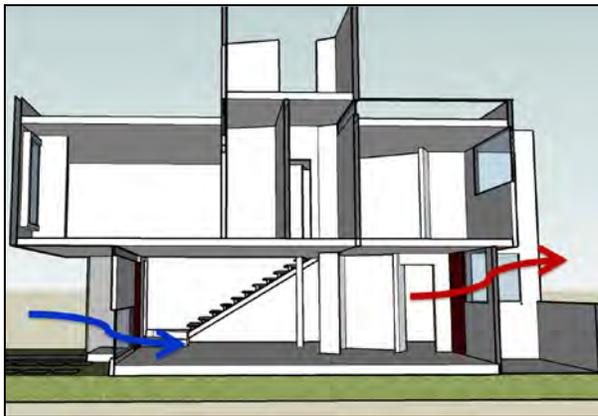


Figura 3. Diagrama de ventilación convectiva.

Un porcentaje importante de pérdidas de calor en invierno y ganancias en verano ocurre a través del tejado de las viviendas, entonces, es importante disponer de un espacio "tapón" entre el último piso de la vivienda y el tejado (un desván o tapanco cerrado por ejemplo), que reducirá de forma importante esta transferencia de calor. En el verano el desván se puede ventilar por convección, en invierno, deberá permanecer cerrado por ejemplo.

a) Pérdidas por ventilación en invierno. La pérdida de calor se verifica porque el aire viciado que sale es caliente, y el puro que entra es frío. Ciertas estrategias pueden servir para disimular estas pérdidas, como colocar los espacios necesitados de ventilación en la periferia de la casa, o tener la mayor parte de la instalación de gas en el exterior, o disponer de un ventilador mecánico para forzar la ventilación cuando sea necesario, etc. Infiltraciones (ventilación no deseada). Pueden suponer una importante pérdida de calor en invierno, por lo que deben reducirse al mínimo.

b) Fachada ventilada. En ella existe una delgada cámara de aire abierta en ambos extremos, separada del exterior por una lámina de material. Cuando el sol calienta la lámina exterior, ésta calienta a su vez el aire del interior, provocando un movimiento convectivo ascendente que ventila la fachada previniendo un calentamiento excesivo. En invierno, esta cámara de aire, aunque abierta, también ayuda al aislamiento térmico del edificio. En la actualidad más del 50% de los intercambios de energía entre un edificio y su entorno se producen por la renovación de aire. Con las mejoras del aislamiento, este porcentaje se incrementará. Pero dado que la renovación de aire es imprescindible para mantener unas condiciones del ambiente interior adecuadas, se debe proceder a una ventilación natural controlada, donde los intercambios correspondan exactamente a las necesidades.

En los cerramientos, los huecos acristalados representan los elementos térmicamente más débiles. Los vidrios aislantes son actualmente utilizados de forma generalizada, y dentro de esta categoría también pueden utilizarse los bajo-emisivos, o para situación de alta radiación, combinando vidrios convencionales con pantallas reflectantes o coloreadas. Las carpinterías pueden convertirse en los puentes térmicos de las ventanas si no se cuidan eligiendo aquellas suficientemente aislantes. Igualmente, la hermeticidad de la carpintería evitará descontrollar el posible sistema de ventilación controlada; por ello, debe haber un cuidado especial en su selección. Para mantener la calidad del aire de los espacios interiores hace falta asegurar una renovación mínima. Se debe controlar el momento del día en que se hace y la duración en función de la época del año (verano- invierno). (5)

Todas estas medidas deben ser tomadas en cuenta por el proyectista para reducir el consumo de energía y para generar confort en el usuario.

### 1.3 CONTAMINACIÓN DEL AIRE

En la actualidad, el problema de la contaminación es parte importante de la vida cotidiana, se habla y se opina de ella, de su gravedad y de lo oportuno o inoportuno de las medidas tomadas por las autoridades para abatirla, prevalece un gran desconocimiento de los elementos que la conforman, sus causas, los estándares nacionales e internacionales, sus consecuencias agudas y crónicas y de otros elementos significativos para la población general. Se revisarán los componentes principales del aire y qué pasa con los elementos que lo contaminan, sus consecuencias registradas y potenciales.

La contaminación ambiental incluye la del agua, tierra y aire, producida por agentes físicos, químicos o biológicos, todos ellos interrelacionados y con efectos ecológicos globales. Aquí, se describe sólo la contaminación del aire que, si bien todas son igual de importantes, es la pertinente de acuerdo al tema de investigación.

El aire puro está compuesto principalmente por gases. Los principales componentes gaseosos son 20.99% Oxígeno, 78.03% Nitrógeno, 0.94% Argón y 0.03% Dióxido de Carbono, además de otros gases permanentes en la atmósfera en cantidades muy pequeñas que son

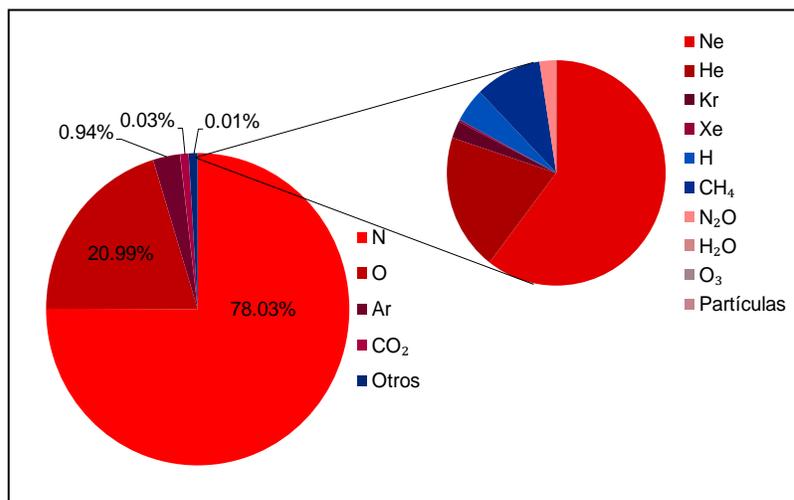


Figura 4. Gráfica de los porcentajes de los componentes del aire puro.

variables. Estos materiales pueden aparecer por procesos naturales como la erosión eólica, vapor del mar, erupciones volcánicas y descomposiciones de tipo orgánico. Las concentraciones de contaminantes naturales en el aire varían pero usualmente son más bajas que las causadas por las actividades humanas.

Los contaminantes emitidos por el hombre son muchos, originados por numerosos tipos de actividades. Las plantas generadoras de energía, el transporte,

procesos industriales, construir y la agricultura generan grandes cantidades de contaminantes. En relación con lo anterior, la composición de aire puede ser alterada accidentalmente o deliberadamente. (6)

La contaminación atmosférica es representada por cualquier circunstancia que añadida o quitada de los normales constituyentes del aire, puede llegar a alterar sus propiedades físicas o químicas lo suficiente para ser detectado por los componentes del medio. Lo habitual es considerar como contaminantes sólo aquellas sustancias que han sido añadidas en cantidades suficientes como para producir un efecto medible en las personas, animales, vegetales o incluso los materiales. Puede ser un contaminante cualquier elemento, compuesto químico o material de cualquier tipo, natural o artificial, capaz de permanecer o ser arrastrado por el aire.

Los principales contaminantes atmosféricos son sustancias que se encuentran de forma natural en la atmósfera. Estos contaminantes atmosféricos son: óxidos de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, partículas y aerosoles, y oxidantes, actualmente, en todos los contaminantes están involucradas las actividades de los seres humanos.

a) Óxidos de carbono. Incluyen el monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Los dos son contaminantes primarios<sup>1</sup>.

El monóxido de carbono se produce durante la combustión de materiales orgánicos como el petróleo, la madera y el carbón entre otros. Cuando la combustión ocurre en un ambiente con menor cantidad de oxígeno del que se requiere para oxidar la materia orgánica hasta dióxido de carbono y agua se produce una mezcla de ambos gases e hidrocarburos.

El monóxido de carbono es tóxico, no irrita la piel y provoca afecciones respiratorias pero envenena la sangre impidiendo el transporte de oxígeno al combinarse fácilmente con la hemoglobina. Es responsable de la muerte de muchas personas en minas de carbón, incendios y lugares cerrados.

La presencia del dióxido de carbono en la atmósfera es natural y no tiene nivel de toxicidad, por lo que no se considera contaminante indicativo sino como un

---

<sup>1</sup> Contaminantes primarios: Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión. Contaminantes secundarios: Aquellos originados en el aire por interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los constituyentes normales de la atmósfera.

componente de la tropósfera<sup>2</sup> cuyo ciclo en la naturaleza está vinculado al oxígeno, sin embargo existen dos circunstancias que lo hacen un contaminante de gran importancia en la actualidad: es un gas que atrapa el calor y produce el llamado efecto invernadero y su concentración ha aumentando en las últimas décadas por la quema de los combustibles fósiles y de grandes extensiones de bosques. Motivos por los cuales es uno de los gases que más influye en el problema ambiental del calentamiento global del planeta y el consecuente cambio climático.

Todas las personas están expuestas a bajas concentraciones de dióxido de carbono al respirar el aire interior y exterior. El dióxido de carbono es una sustancia asfixiante, que interrumpe el suministro de oxígeno para respirar, sobre todo en espacios cerrados. La exposición a concentraciones superiores a 10% de dióxido de carbono puede causar convulsiones, pérdida de conocimiento hasta la muerte.

b) Óxidos de azufre. Es también contaminante primario. En conjunto, más de la mitad del que llega a la atmósfera es emitido por actividades humanas, sobre todo por la combustión de carbón y petróleo y por la metalurgia. En algunas áreas industrializadas hasta el 90% del emitido a la atmósfera procede de las actividades humanas, aunque en los últimos años está disminuyendo su emisión en muchos lugares gracias a las medidas adoptadas.

La única ruta de exposición del ser humano es la inhalación. Su solubilidad en el viento facilita su absorción en las membranas mucosas de la nariz y el tracto respiratorio superior, sin embargo, cuando la penetración se extiende hacia las regiones bajas del sistema respiratorio los efectos se acentúan. El efecto de este contaminante se observa en los primeros minutos posteriores a la exposición. La exposición prolongada a este contaminante puede producir daño al epitelio<sup>3</sup> de las vías respiratorias. Los asmáticos son un grupo particularmente sensible, generalmente responden de manera similar que los sujetos normales con desarrollo de broncoconstricción<sup>4</sup> pero a menores concentraciones.

---

<sup>2</sup> Capa de la atmósfera más próxima a la Tierra.

<sup>3</sup> El epitelio es el tejido formado por una o varias capas de células unidas entre sí que puestas recubren todas las superficies libres del organismo, y constituyen el revestimiento interno de las cavidades, órganos, huecos, conductos del cuerpo y la piel y forman las mucosas y las glándulas.

<sup>4</sup> La broncoconstricción es el estrechamiento de las vías aéreas lo cual disminuye o bloquea el flujo de aire y es uno de los mecanismos que regula la ventilación pulmonar.

c) Óxidos de nitrógeno. Son contaminantes primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación. Las actividades humanas que los producen son, principalmente, las combustiones realizadas a altas temperaturas, como lo produce el transporte.

El dióxido de nitrógeno causa irritación en los pulmones causando bronquitis y pulmonía, así como reducción significativa de la resistencia respiratoria a las infecciones.

Los efectos de exposición a corto plazo no son claros, pero la exposición continua o frecuente a concentraciones mayores a las encontradas normalmente en el aire, puede causar un incremento en la incidencia de enfermedades respiratorias en los niños, agravamiento de afecciones en individuos asmáticos y con enfermedades respiratorias crónicas.

d) Compuestos orgánicos volátiles. Este grupo incluye los compuestos como el metano, otros hidrocarburos, los clorofluorocarburos (CFC) y otros. De ahora en adelante COV's. Tienen una doble vertiente aparentemente contradictoria, por un lado como destructores del ozono estratosférico y por otro lado como precursores del ozono troposférico. Como destructores de la capa ozono, los COV's pueden influir en la degradación de la capa de ozono como son el tricloroetano y el tetracloruro de carbono. Los COV's originados por actividades humanas se relacionan con la extracción, el refinado y el uso del petróleo y sus derivados. Sus efectos sobre la salud son variables.

En los lugares en los que están en concentraciones altas, afectan al sistema respiratorio y pudieran causar cáncer. Los efectos de los COV's se producen tanto a largo como a corto plazo. La principal vía de entrada es la inhalación pues como se ha mencionado más arriba producen con facilidad vapores que son fácilmente inhalados. La otra vía de entrada es por contacto, de manera que la piel de las personas puede quedar impregnada de estas sustancias.

Estos compuestos son liposolubles almacenándose en distintos puntos del cuerpo humano, gracias a su afinidad con las grasas. Esto provoca que se vayan acumulando, aunque sus metabolitos (productos de degradación) sí se pueden eliminar fácilmente porque son hidrosolubles.

e) Partículas y aerosoles. Las partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y/o polen, dispersas en la atmósfera y pueden influir sobre el clima de una manera doble. Pueden producir calentamiento al absorber radiación o pueden provocar enfriamiento al reflejar parte de la radiación que incide en la atmósfera. Contribuyen al calentamiento en las áreas urbanas y contribuyen al enfriamiento cuando están en la alta atmósfera porque reflejan la radiación disminuyendo la que llega a la superficie.

Constituyen una amplia gama de contaminantes formados por polvo grueso (mayor de 100  $\mu\text{m}$ ), polvo fino (menor de 100  $\mu\text{m}$  de diámetro), vapores (0.001-1  $\mu\text{m}$ ) y neblinas (0.1-10  $\mu\text{m}$ ). Por tanto, en el aire podemos encontrar partículas desde 0.001 a 500  $\mu\text{m}$ , teniendo las más pequeñas un comportamiento similar al de las moléculas, caracterizándose por grandes movimientos aleatorios causados por los choques con las moléculas de gas. Las partículas cuyo tamaño está comprendido entre 1 y 20  $\mu\text{m}$  tienden a seguir el movimiento del gas por el que son llevadas mientras que si el tamaño es mayor de 20  $\mu\text{m}$  muestran velocidades de sedimentación considerables por lo que el aire las arrastra durante periodos relativamente cortos. (7)

Los componentes de una atmósfera contaminada dañan la salud de las personas y afecta la vida de las plantas y los animales. Igualmente, los cambios que se producen en la composición química de la atmósfera modifican el clima, además de producir lluvia ácida o destruir el ozono, fenómenos todos ellos de una gran importancia global. Es por eso la importancia de conocer bien estos procesos y de tomar las medidas necesarias para que no se produzcan situaciones graves para la vida de la humanidad y de toda la biosfera.

## 1.4 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN LOS EDIFICIOS

El término aire interior suele aplicarse a ambientes interiores no industriales, es decir, edificios de oficinas, edificios públicos (colegios, hospitales, teatros, restaurantes, etc.) y viviendas particulares.

La calidad del aire interior está relacionada con la cantidad de gases, aerosoles y partículas suspendidas, la temperatura y la humedad del aire en el interior de una edificación. Esta se determina por su capacidad para preservar la salud y el bienestar de los usuarios durante el tiempo de ocupación independientemente de los intervalos en que sea habitado el inmueble.

La cantidad de contaminantes en el aire interior normalmente es igual a la encontrada en el exterior si los espacios son ventilados de forma natural, no así en aquellas edificaciones que cuentan con un sistema de ventilación automático, pues en algunos casos la renovación de aire es mejor sobre todo cuando son sistemas nuevos y viceversa ocurre cuando la edificación ha tenido muchos años de vida útil.

La conexión entre el uso de un edificio como lugar de trabajo o vivienda y la aparición, en algunos casos, de molestias y sintomatología es un hecho, han sido estimados, pero no cuantificados debido a que pudiesen intervenir un sin número de variables. La contaminación de diversos tipos presente en el edificio, suele denominarse “mala calidad del aire en interiores”. Los efectos adversos debidos a esa deficiente calidad del aire en espacios cerrados afecta a muchas personas, ya que se ha demostrado que los habitantes de las ciudades pasan entre el 70 y el 90% de su tiempo en un ambiente interior que se encuentra contaminado en mayor o menor grado. Es un problema que se ha visto agravado por la construcción de edificios diseñados para ser herméticos y que reciclan el aire con una proporción menor de aire fresco procedente del exterior. (8)

Los edificios han ido sufriendo modificaciones en su forma de operar, en los sistemas de ventilación, en los sistemas de iluminación, el incremento constante de aparatos eléctricos y el equipo de cómputo, todas estas para poder abastecer las necesidades de los tiempos modernos. Se han desarrollado nuevas técnicas de

construcción para reducir el traspaso de calor a través de muros y ventanas, así como para reducir el volumen de infiltración o de intercambio de aire a través de muros, ventanas y puertas. Como consecuencia existe acumulación de contaminantes y humedad en el interior de edificios anteriormente sanos y que ahora ya no lo son, es decir, estos nuevos entornos de vivienda y espacios para el trabajo le ocasionan al usuario afecciones directas a la salud.

Todos los materiales que forman parte de un edificio o que están contenidos en él, generan contaminación, unos en pequeña y otros en gran cantidad y contribuyen al deterioro de la calidad del aire interior.

Cuanto más hermético es un edificio mayor utilización del sistema mecánico para el suministro del aire, el uso de este facilita el crecimiento de microorganismos y agentes biológicos que generan las patologías en los seres humanos.

Las partículas suspendidas y los compuestos orgánicos volátiles presentes en el aire, la ausencia de corrientes para la renovación del aire, ciertas temperaturas y porcentajes de humedad favorecen a la proliferación de microorganismos, produciendo desechos que pueden ser utilizados como incubadora por otros agentes biológicos generando nuevas especies.

Los sistemas de climatización artificial tienen un rol preponderante en el riesgo de proliferación microbiológica, en su transferencia al ambiente y en su inhalación por parte de los usuarios.

Los sistemas de climatización artificial parte de la entrada del aire que viene del exterior. La cantidad de aire que permite entrar puede variar desde el 100% hasta el 0% dependiendo la cantidad que sea programada en función del reciclaje. Es decir, el porcentaje de aire exterior se mezcla con otra porción de aire reciclado y pasan juntos a través de las unidades de limpieza. Las unidades de limpieza están formadas por un prefiltro y un filtro, el primero intenta hacer la mayor retención de partículas gruesas para que el segundo filtro tenga mayor éxito en la retención del resto y una vida útil más larga.

Es en esta parte del proceso en dónde se presenta el primer problema, pues estos filtros no garantizan haber retenido todos los contaminantes del exterior, situación que no importaría pues finalmente es aire que respirarían los usuarios al

contar con ventilación natural pero con la mezcla del aire reciclado de los ciclos anteriores y sin el mantenimiento adecuado en donde los filtros no se revisan y se cambian con la periodicidad que se recomiendan. A la materia que queda retenida en los filtros (cada vez más) pueden ir asociados microorganismos, el material de los filtros es un buen sustrato para la proliferación de los mismos. Por lo tanto, desde el primer proceso, el aire ya es notablemente más nocivo del que inicialmente se encontraba en el exterior.

Posterior al proceso de filtrado están los mecanismos encargados de la refrigeración o la calefacción según las necesidades climáticas. La mayoría de sistemas utilizan electricidad, tanto para el agua caliente o vapor cuando se requiere calentar y agua fría o líquidos refrigerantes para enfriar. El aire al entrar en contacto con los circuitos por donde circulan absorbe calor en el primero de los casos y lo cede en el segundo.

Para la refrigeración el vapor de agua que contiene el aire se condensa sobre los serpentines de refrigeración, una cantidad del agua queda estancada en la parte inferior del equipo que junto con la suciedad que se va acumulando al paso del tiempo y el uso permite las condiciones para el desarrollo de los agentes biológicos.

Algunos sistemas de climatización cuentan con torres de refrigeración para ayudar a enviar a la atmósfera el calor ganado en las unidades de refrigeración y constituyen otro foco de contaminación pues al final del proceso el agua utilizada para disipar el calor llega a temperaturas entre los 35°C y 45°C que favorecen el desarrollo de bacterias y el sobrante del agua se recoge en un depósito donde será reciclada nuevamente.

De las torres de refrigeración se desprenden a la atmósfera aerosoles que pueden contener microorganismos, los cuales se suman a la contaminación exterior, en otras palabras no sólo repercuten en la calidad del aire interior si no que contribuyen a la situación atmosférica del entorno, pudiendo reintroducirse en el sistema de ventilación del mismo edificio o de los edificios situados en la proximidades, dependiendo de la velocidad y dirección de los vientos predominantes en la zona así como de la ubicación de las tomas de aire.

Los sistemas de climatización artificial además de encargarse de refrigerar o de calentar un espacio, también controlan los niveles de humedad que para que se encuentren dentro del rango de confort se deben mantener entre el 30% y 70% de humedad relativa. El proceso para lograrlo se da mediante la evaporación de agua desde los depósitos en donde está contenida. El agua normalmente también es agua reciclada, los humidificadores se convierten en reservorios<sup>5</sup> y diseminadores<sup>6</sup> de los microorganismos que ahí se desarrollan.

Finalmente el aire climatizado llega a los locales por la red de difusores instalados en el edificio, por su parte las rejillas instaladas para el retorno succionan el aire para el equipo principal, sólo una parte será enviada al exterior y el resto será refiltrado, la proporción es inversa al porcentaje permitido en el proceso de filtrado en función a la tasa de reciclaje establecido.

Los materiales de los ductos de los sistemas de climatización artificial en sus capas son porosos sobre todo la encargada de aislar el sonido y de también favorecen la incubación de agentes biológicos sobre todo si almacenan grandes cantidades de suciedad que aportan los nutrientes y el agua que sirve de transporte al aire.

La acumulación de estos contaminantes en las partes del proceso de refrigeración o calefacción es el principal foco de infección sobre todo para los ocupantes de los edificios, las personas pueden ser portadoras sintomáticas y asintomáticas de los agentes biológicos y agrava la situación ya dada por el mismo sistema de climatización artificial.

El proceso de refrigeración y calefacción no es el único causante de mala calidad en el aire de los interiores, las actividades realizadas, los ocupantes, el mobiliario, los materiales de construcción de los edificios y la falta de higiene de todos de ellos contribuyen de mayor o menor manera a la contaminación, con mayor presencia en las oficinas, no así en las viviendas pues la gama de agentes biológicos es notablemente menor. Sin embargo, el sistema de climatización artificial permite la

---

<sup>5</sup> También llamado nido se refiere al ambiente a largo plazo de un patógeno que causa una enfermedad infecciosa.

<sup>6</sup> Cuando se dispersan los agentes para la reproducción o multiplicación y pasar al aire en estado infeccioso.

subsistencia de estos contaminantes y cultiva todos estos agentes que perjudican la salud del ser humano. (9)

Las fuentes de contaminantes que podemos encontrar atrapados en el ambiente de un espacio cerrado son: (10)

FUENTES DE CONTAMINANTES EN INTERIORES	
Asbestos	Aislamientos hechos entre 1930 y 1950
	Juntas de puerta de horno de leña
	Revestimientos de suelo de vinilo
	Compuesto de juntas de muro y pintura granito de antes de 1977
	Flocado <sup>7</sup> aislante de asbesto, tablillas de muros exteriores
	Acabados en techos de yeso realizados entre 1945 y 1973
	Retardadores de fuego en acero estructural
Combustión De Subproductos	Tipos de gas
	Hornos de leña y carbón
	Motores de combustión
	Chimeneas
	Velas
Humo De Tabaco	Cigarrillos
	Puros
	Pipas
Formaldehidos	Partículas de láminas, carpintería y alfombras
	Mobiliario y telas sintéticas
	Espuma de aislamiento de urea-formaldehído
	Detergentes domésticos, desodorantes
	Combustión
	Pegamentos y resinas
	Cosméticos
Organismos Biológicos	Hongos, entre ellos, moho y mildiú
	Animales
	Seres humanos
Radón	Gases emitidos por los suelos, las rocas y el agua
	Gas natural
	Materiales de construcción de granito
Compuestos Orgánicos Volátiles	Solventes y compuestos de productos de limpieza
	Pintura
	Pegamentos
	Propulsores de espray
	Productos de limpieza en seco suavizantes, desodorantes y perfumes
	Productos de combustión
	Determinados tejidos

<sup>7</sup> El flocado es un polvo de fibras sintéticas durante un proceso electrostático a través un de adhesivo especial para fibras.

	Gasolina
	Materiales de construcción

Figura 5. Productores de contaminación en un espacio.

Los cambios en el estado de salud de una persona debido a la mala calidad del aire interior pueden manifestarse en diversos síntomas agudos y crónicos así como en forma de diversas enfermedades específicas.

Aunque los casos en que la mala calidad del aire interior da lugar al desarrollo completo de una enfermedad son pocos, puede causar malestar, estrés, absentismo laboral y pérdida de productividad (con aumentos paralelos de los costos de producción); además, las acusaciones sobre problemas relacionados con los edificios pueden generar rápidamente un conflicto entre los ocupantes, sus empresas y los propietarios de los edificios.

Las repercusiones que el espacio le puede generar al usuario son variadas y diferentes entre sí. Es difícil establecer con precisión en qué medida la mala calidad del aire interior puede afectar a la salud, ya que no se dispone de suficiente información con respecto a la relación entre la exposición y el efecto a las concentraciones a las que suelen estar presentes los contaminantes.

a) Usuarios que con una enfermedad ya conocida, su condición se empeora a causa de su permanencia en el edificio. Tales enfermedades son bronquitis, rinitis alérgica o dermatitis atópica que al estar en exposición constante a alérgenos presentes en ciertas condiciones microambientales al interior de un edificio provocados por condiciones adversas de humedad, temperatura y poca filtración del aire.

b) Enfermedades específicas por causas localizadas al interior del edificio. Pudiendo ser de diversos tipos:

    Infecciosas: Por transmisión de agentes infecciosos de persona a persona a través del sistema de aire acondicionado.

    Dispersión de antígenos<sup>8</sup> del propio edificio como en las neumonitis por hipersensibilidad, fiebre de los humidificadores, etc.

<sup>8</sup> Los antígenos son usualmente proteínas o polisacáridos. Esto incluye partes de bacterias (cápsula, pared celular, flagelos, fimbrias, y toxinas), de virus y otros microorganismos. Los lípidos y ácidos nucleicos son antigénicos únicamente cuando se combinan con proteínas y polisacáridos.

Tóxicas: por difusión de irritantes tóxicos volátiles presentes en el ambiente como CO, formaldehído, órgano-fosforados, etc.

c) El Síndrome del Edificio Enfermo se presenta en un espacio en la que un grupo de usuarios, mayor a la cantidad normal, manifiestan tener un conjunto de síntomas no específicos pero bien definidos, es decir, síntomas visibles y claros que aparecen a las pocas horas de estar en un espacio cerrado y que tienden a desaparecer una vez que el edificio es abandonado, dichos síntomas son virales, dermatológicos, oculares, sistémicos<sup>9</sup> y neuropsicológicos. (11)

Los síntomas generales del síndrome son: dolor de cabeza, somnolencia, letargo, dificultad de concentración, irritabilidad, mareos, náuseas, fatiga mental y física, piel seca, congestión de senos nasales y tos.

Un factor muy importante a considerar en el caso de un edificio enfermo, es el riesgo biológico para empleados de oficinas y personal de mantenimiento que está relacionado con el transporte de partículas y moléculas en el aire.

La calidad del aire es un aspecto a tener muy presente cuando se tratan los riesgos biológicos, ya que una ventilación inadecuada, el funcionamiento incorrecto y/o el mal uso de los equipos de ventilación, detallados anteriormente, aumentan en gran medida la aparición de enfermedades de tipo respiratorio como son la legionelosis (legionella) o las alergias. Se presenta de dos formas:

1. La enfermedad del legionario es un trastorno severo multiorgánico, que aparece como una infección respiratoria, cuya manifestación más conocida es la neumonía.

2. La fiebre de Pontiac es una enfermedad autolimitada con un alto índice de incidencia que caracteriza por fiebre, cefaleas, mialgias y astenia que suelen desaparecer por sí solas.

La legionelosis que aparece en oficinas de grandes edificios, se asocia a los sistemas de agua caliente, sistemas de refrigeración de agua utilizada como aire acondicionado, sistemas de refrigeración industriales. La enfermedad suele dañar a personas mayores, enfermas con otras afecciones, a los que sufren enfermedades

---

<sup>9</sup> Significa que afecta al cuerpo entero, en lugar de una sola parte o un solo órgano.

pulmonares, los fumadores, a las personas que han sufrido algún trasplante y en general a todos aquellos con las defensas bajas. (12)

d) Enfermedades Psicosomáticas que son provocados por el estado de discomfort, los factores que intervienen: temperatura seca del aire, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad del aire. Para una mayor comprensión es necesario conocer las condiciones de confort térmico en la que se va a encontrar el ser humano y cómo afecta en sus procesos fisiológicos y psicológicos estar fuera de él. Este inciso se desarrolla con mayor detenimiento en el tema de la psicología ambiental ya que intervienen diversos factores, mismos que dificultan su cuantificación.

Una buena ventilación en los edificios disminuye la concentración de contaminantes ambientales que potencialmente, pudieran producir enfermedades, ya que la apertura de ventanas permite que se hagan corrientes de aire que renuevan las condiciones atmosféricas al interior. La ventilación natural disminuye la probabilidad de que se presenten síntomas a pesar que los rangos de humedad y temperatura no se encuentren en los límites de confort. Cuanto más hermético un edificio más probabilidades de generarse una patología, esto sumado al descuido de la procuración de condiciones importantes como temperaturas y nivel de humedad fuera del rango de confort, iluminación incorrecta, controles ambientales no regulada por el usuario, alturas de piso a techo bajo y la sobrepoblación en los espacios. (4)



## 1.5 CONDICIONANTES CLIMÁTICAS

El clima es el factor más importante a tomar en cuenta a lo largo del proceso de diseño, ya que este al final determinará el éxito o el fracaso de una construcción que se verá reflejado en confort para el usuario, reducción en el consumo de energía e incluso repercusión en la vida útil de un edificio. En este sentido es necesario comprender y analizar al clima profundamente para poder lograr la mejor respuesta al caso particular que cada proyecto tiene intrínseco.

“Se denomina clima al conjunto de factores que determinan el estado medio atmosférico en una determinada zona, y durante un período de tiempo preestablecido. La altura sobre el nivel del mar, la latitud, las lluvias y corrientes marinas son algunos de los factores que inciden en el clima de una región durante un lapso aproximado de 30 años”. (13)

Los factores climáticos que hay que estudiar previo al primer intento de diseñar un espacio habitable son los movimientos de la Tierra: Rotación, traslación y precesión, y ubicación del lugar según:

a) Altitud. Es la distancia vertical entre un punto de la superficie terrestre (por ejemplo la cumbre de una montaña) y el nivel medio del mar (superficie del mar). Cuanto mayor sea la altitud sobre el nivel del mar, menor es la temperatura.

b) Latitud. Es el arco de meridiano comprendido entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el Ecuador.

c) Corrientes marinas. Las corrientes son movimientos, o desplazamientos, de agua en una dirección dentro de los mares y océanos. Las corrientes oceánicas trasladan agua templada desde el ecuador hacia los polos, mientras que el agua fría, por su parte, se mueve hacia el ecuador. De esta forma la Tierra distribuye el calor de su superficie, lo que constituye un importante factor climático.

d) Relieve. La disposición del relieve influye en la circulación del aire. La topografía de la Tierra puede modificar de forma importante el modelo del flujo del aire sobre áreas muy amplias e incluso generar sistemas de circulación local completamente independiente.

e) Distancia de tierras y mares. Cuanto más alejado del mar esté la zona, la amplitud térmica será mayor por la disminución de humedad en el ambiente. Las grandes masas continentales tienen gran influencia en el clima produciendo un efecto conocido con el nombre de continentalidad. Este efecto se refleja en las variaciones anuales de la temperatura y en las oscilaciones diarias entre la temperatura diurna y nocturna. (14)

Las condiciones climáticas están dadas por la ubicación geográfica, y pueden categorizarse en condiciones macroclimáticas, mesoclimáticas y microclimáticas para su estudio, en todas las escalas, estas condiciones afectarán a los elementos del clima: temperaturas medias, máximas y mínimas, humedad relativa, radiación solar, dirección y velocidad del viento, niveles de nubosidad presión atmosférica, evaporación y pluviometría (Ver glosario).

Las condiciones macroclimáticas se originan por la pertenencia a una latitud, altitud y longitud de cada región determinada.

Las condiciones mesoclimáticas surgen de la existencia de accidentes geográficos locales que pueden modificar las anteriores condiciones de forma significativa. Las más relevantes son: las pendientes del territorio; montañas, colinas aledañas que actúan como barrera a la radiación solar o modifican la dirección y velocidad del viento; masas de agua cercanas que reducen las variaciones bruscas de temperatura e incrementan la humedad del ambiente y masas boscosas cercanas.

Las condiciones microclimáticas se refieren a los componentes inmediatos al predio que de la misma forma que las anteriores, modifica de manera directa un lugar. Por ejemplo: Contexto urbano, representado por edificios cercanos, calles, aceras, parques, etc.

Además de seleccionar la ubicación más adecuada, se debe tener en cuenta que siempre es posible actuar sobre el entorno inmediato para modificar las condiciones microclimáticas. (15)

## 1.6 CONFORT

La palabra confort es de origen inglés Comfort, fue el Reino Unido cuando inició la Revolución Industrial que este pueblo puso atención en el bienestar y creó el término, no quiere decir que antes de ellos nadie contara con la sensación de bienestar, si no que ellos fueron los primeros que empezaron a preocuparse por entender el concepto.

El confort es la sensación de bienestar, este puede ser psicológico o fisiológico. Un ser humano en estado de confort no siente nada; es indiferente al ambiente y desarrolla sus actividades de manera normal. (16)

El confort fisiológico incluye el confort térmico, el lumínico y el acústico. Involucra al manejo del calor, la luz, el asoleamiento, la ventilación y el sonido en el espacio arquitectónico. Sin embargo, hay opiniones que reducen el tema del confort y del clima a algo estrictamente térmico (frío o calor).

No es usual que los usuarios exijan a los arquitectos óptimas condiciones de confort en los espacios que habitan, y menos aún que se logren con energías naturales renovables. La opinión pública no está sensibilizada en dicho tema. El usuario busca de un arquitecto, por ejemplo, una estética muy particular, quiere que le guste y que tenga las características que, siente, necesita. Sin las presiones del usuario por un confort natural (iluminación, ventilación y acondicionamiento natural) el proyectista se siente liberado contemplarlo en sus edificaciones.

El confort psicológico se basa en la percepción estética del usuario, pero este se ve afectado si no existe confort fisiológico, cualquier perturbación (frío, calor, deslumbramiento, oscuridad, ráfagas de viento, falta de renovación de aire, ruido, etc.) reduce notablemente los lazos entre el ser humano y el espacio que habita. (17).

Las condiciones climáticas pueden tener grandes impactos en la salud del ser humano, es verdad que el hombre tiene la capacidad de adaptación al medio en el que vive y la fisiología del humano puede superar variaciones importantes en el mismo, pero hay límites; cambios marcados en las fluctuaciones del clima en cortos periodos de tiempo puede tener serios efectos en la salud:

Cambios extremos de calor a frío causan enfermedades que potencialmente llevarán a la muerte como hipertermia o hipotermia, así como también incremento en la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y respiratorias.

En las grandes ciudades donde el índice de contaminación es alto, como la Ciudad de México, el clima puede empeorar estas condiciones atrapando el calor junto con los gases y partículas suspendidas en el aire causando importantes impactos en la salud.

Otras condiciones climáticas extremas tales como fuertes lluvias, inundaciones y huracanes también tienen impactos severos en la salud. (18)

### CONFORT TÉRMICO

El confort térmico es un concepto subjetivo, pues cada persona lo determina, que expresa el bienestar físico y psicológico del individuo cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrolla.

El confort térmico representa el sentirse bien desde el punto de vista del ambiente hidrotérmico exterior a la persona. Los límites térmicos, pueden resultar dañinos, e incluso mortales para el ser humano debido a que el hombre es homeotérmico, es decir, debe mantener ciertas partes vitales a temperatura aproximadamente constante.

En la siguiente tabla se puede ver una aproximación a estos límites. (19)

Temperatura de la Piel	Temperatura Interna	Zona Regulatoria
Dolor: 45° C	42°C	Muerte
	40°C	Hipertermia Vasodilatación Termogénesis
30°C a 34.5°C	36.5-37.5°C	Confort
Dolor: 10°C	35°C	Termogénesis Hipotermia Vasoconstricción
	25°C	Muerte

Figura 6. Temperaturas del cuerpo humano y efectos en el ser humano fuera de los rangos de temperatura.

Con base en la ecuación  $t_n = [(0.31 \times t_{amb}) + 17.3] \pm 2.5$  para el balance térmico de los edificios<sup>10</sup>, se ha determinado que el ser humano se encuentra confortable en la Ciudad de México cuando la temperatura oscila entre 21°C y 26°C, y la humedad relativa entre 30% y 70%. Estos valores se aplican cuando las personas están vestidas con ropa ligera, a la sombra y relativamente inactivas (paradas o en posición basal).

Los rangos de temperatura en México varían y provocan a las personas sensaciones de frío y calor pero distan de representar un riesgo para la vida humana.

El exceso de calor, sea proveniente del ambiente o generado por el propio metabolismo, debe ser eliminado para mantener una temperatura constante en el cuerpo y asegurar el confort térmico. Este intercambio de calor con el entorno se realiza a través de los siguientes mecanismos:

Por enfriamiento convectivo, cuando el aire está más frío que el cuerpo que rodea. Por enfriamiento radiante, cuando el calor es irradiado desde la piel hacia el ambiente. Por evaporación y transpiración desde la piel y también por medio de la respiración. Por conducción por contacto directo con superficies a menor temperatura que la piel humana. (20)

Recientes investigaciones<sup>11</sup> indican que los usuarios de edificaciones ventiladas naturalmente se sienten confortables en un mayor rango de condiciones de temperatura y humedad que la gente habituada al aire acondicionado. El confort percibido en edificios ventilados naturalmente se ve modificado por las expectativas climáticas locales y mayores niveles de control personal, debido a que los ocupantes tienen la opción de seleccionar la ropa apropiada, abrir las ventanas o encender los ventiladores, con un consumo mínimo de energía.

Las influencias sobre confort térmico son de dos tipos:

1. Ambiente exterior: Relacionado con la climatología del entorno próximo a la persona. Esta climatología próxima puede adquirir diferentes dimensiones si se trata del ambiente de residencia o de trabajo, también, si se trata de un ambiente de tránsito tal como una plaza, una calle.

---

<sup>10</sup> Ecuación de confort térmico desarrollada por Aluciems, A. (1981).

<sup>11</sup> Promovidas por: American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) 2001.

Las variables físicas como tal son, diversas temperaturas, valores de radiación, humedad, velocidad del aire. En este sentido es necesario hacer las mediciones apropiadas para conocer el comportamiento del ambiente exterior.

2. Persona: Para la consideración del factor humano se toma en cuenta: La actividad, vestimenta y posible aclimatación de los condicionantes psicológicos por los que la persona está en el lugar.

Como parámetros físicos, se suelen utilizar estimaciones de la actividad metabólica, de la resistencia y permeabilidad de la ropa, de la parte de cuerpo que cubre.

La aclimatación al ambiente puede ir desde unos pocos minutos a periodos más largos. La forma habitual de evaluarla es mediante una constante de tiempo.

También es necesario realizar la evaluación de las diferentes expectativas que tienen las personas en distintas situaciones como tomar el Sol descansar, estar en una habitación de hotel, bailar, etc.; la percepción irá variando de acuerdo a las necesidades psicológicas de cada ser humano.

Se intenta, después, establecer correlaciones entre estas variables de percepción de las personas con las variables físicas de la persona (y su vestimenta) y las variables físicas del ambiente.

En particular, las magnitudes físicas concretas a utilizar serán:

Para la descripción del ambiente exterior (a la persona) las expresiones de variables como temperaturas, humedad, velocidades del aire y la intensidad de radiación (de onda corta o larga) para cada instante de tiempo y para cada partícula del espacio.

Algunas otras variables físicas que pueden, además, aparecer son:

Temperaturas de bulbo húmedo, Humedades Relativas o Humedades absolutas, diversas intensidades de la radiación (por ejemplo directa y difusa), la dirección de la que proviene el viento.

Los datos no suelen estar disponibles en la forma que nos interesa, por ello es necesario someterlos a ciertos cálculos que pueden ser relativamente tardados. Por ejemplo, obtener intensidades de radiación en determinados lugares y para orientaciones concretas o las velocidades del viento a las alturas de interés necesitan

realizar algunos cálculos. Es importante, entonces, conocer en detalle las hipótesis que se hacen y sus posibles implicaciones sobre los resultados (por ejemplo, los datos meteorológicos se toman en un punto que prácticamente nunca es el punto exacto que nos interesa).

Los parámetros físicos que intervienen en la explicación de la relación entre la persona y su entorno son: los coeficientes de absorción o reflexión a la radiación, resistencia térmica de la ropa y permeabilidad al aire y al vapor de la misma, coeficientes de intercambio sol-aire.

En definitiva, las reacciones de confort o incomodidad térmica vienen dadas por las condiciones climáticas, por la producción de calor del metabolismo humano y por la transferencia de calor con el ambiente. (21)

### CONFORT ACÚSTICO

El nivel de confort acústico es el nivel de ruido a partir del cual el sonido provocado por las actividades humanas resulta pernicioso para el descanso, la comunicación y la salud de las personas.

El ruido genera problemas a la salud, es cierto que rara vez se presenta pérdida real de la capacidad auditiva, pero también es cierto que el ruido, aun a niveles alejados de los que producen daños auditivos, puede dar lugar a otros efectos como son: alteraciones fisiológicas, distracciones, interferencias en la comunicación o alteraciones psicológicas. Estos efectos son difíciles de valorar y, en la práctica, cualquier evaluación de la exposición a ruido en lugares cerrados debe empezar por conocer el grado de molestia expresado por los habitantes. (9)

El objetivo del acondicionamiento acústico de un local es conseguir un grado de difusión acústica uniforme en todos los puntos del mismo. Con ello se pretende mejorar las condiciones acústicas de sonoridad aumentando el confort acústico interno del local. Fue emprendido por primera vez, por el profesor W. C. Sabine en 1895 y su aportación puede resumirse en:

1. Las propiedades acústicas de un local están determinadas por la proporción de energía sonora absorbida por paredes, techos, suelos y objetos.

2. La proporción de sonido absorbido está ligado al tiempo que un sonido emitido en el local desaparezca después de suprimir el foco sonoro.

El sonido producido por una fuente sonora dentro de un recinto incide sobre las superficies límite del mismo, se refleja un aparte, tendiendo a aumentar el nivel de presión acústica en un recinto. El campo sonoro del recinto está formado por dos partes:

1. Sonido directo. Que va desde la fuente hasta el observador, siendo el mismo que tenemos bajo condiciones de campo abierto.

2. Campo sonoro reverberante. Sonidos reflejados que van desde la fuente al receptor después de una o más reflexiones en las superficies.

Desde el punto de vista de un acondicionamiento acústico interesa que el intervalo de tiempo que transcurre entre el sonido directo que llega antes que todas las reflexiones y éstas no exceda de un determinado tiempo, porque en caso contrario aparecería el eco.

Un buen acondicionamiento acústico exige que la energía reflejada sea mínima, con lo cual, la calidad de un tratamiento acústico de un local vendrá determinada por la capacidad de absorción de los materiales que recubren sus superficies límites. Son de uso general materiales altamente porosos, de estructura granular o fibrosa.

La acústica de un local depende de los siguientes factores: tiempo de reverberación adecuado al uso y tamaño de la sala, balance adecuado entre sonido directo y reverberante, intimidad y buena difusión del sonido en la sala para obtener un sonido uniforme. El campo sonoro reverberante debe difundirse rápidamente para que haya una mezcla adecuada y uniforme del sonido en todo el recinto. Una difusión satisfactoria se consigue con una colocación adecuada de los materiales absorbentes con objeto de conseguir la máxima dispersión sonora. La difusión del sonido se puede mejorar con la aportación de muebles.

Una buena acústica necesita de un balance adecuado entre el sonido directo y el campo sonoro reverberante. Puesto que la intensidad del sonido directo decrece con el cuadrado de la distancia a la fuente, es imposible tener una relación constante a través de todo el recinto. (22)

## CONFORT LUMÍNICO

Para el ser humano es muy importante la luz debido a que 80% de la información que recibe viene de sus ojos. La visión no es una acción pasiva en respuesta a los objetos iluminados, sino la acción de procesar la información y enfocar en los detectores de luz de la retina del ojo. Esta información se almacena y transfiere a su vez a través del nervio óptico hacia el cerebro para su interpretación. Es el sentido de la vista, por lo tanto, depende de la luz y del sistema ocular.

El propósito principal de un adecuado diseño lumínico es crear ambientes donde sea factible el buen desarrollo visual sin fatiga de la vista. La importancia de estas consideraciones depende asimismo de la función o tarea visual que se vaya a desarrollar en el espacio determinado; no es lo mismo la iluminación para una biblioteca que el de un taller de mecánico o el de un local de ventas.

El confort lumínico se logra cuando el ojo humano está en condiciones de leer un libro u observar un objeto fácil y rápidamente sin distracciones y sin ningún tipo de estrés. Los parámetros que se deben considerar para obtener confort visual son principalmente una adecuada iluminación, la limitación del deslumbramiento (exceso de iluminación) y las consideraciones subjetivas de un adecuado esquema de color. También, en el caso del diseño de la luz natural, evitar interiores oscuros y procurar proveer las formas y los tamaños adecuados de ventanas para mantener el contacto con el mundo exterior. (23)

Resumiendo, una persona se encuentra en situación de confort físico cuando no nota las condiciones a su alrededor, es decir que no reconoce si un lugar está frío o caliente, si hay ruido o no, si hay viento o si su cuerpo no denota cambio alguno, como sudoración, escalofríos y algunos otros síntomas que manifiestan la falta de confort.

Las condiciones de calor y frío, muchas veces se ven mitigadas por el factor psicológico, el hombre tiene la capacidad de “convencer” al cuerpo de que la sensación que recibe sobre determinada condición es equivocada. El cerebro es la parte del cuerpo que comanda al resto, es fuerte y en situaciones no extremas puede determinar que lo que siente es falso. La percepción sensorial es parte importante en este sentido.

## 1.7 PSICOLOGÍA AMBIENTAL

Esta rama de la psicología estudia la conciencia que el ser humano tiene sobre su entorno, es decir, los procesos psicológicos que intervienen en la relación entre el ambiente físico y la conducta del hombre.

El comportamiento del ser humano está definido en gran medida por el ambiente y a su vez el ambiente es modificado por el mismo. Es un ciclo permanente entre los dos elementos y por lo tanto están profundamente relacionados al punto que muchas veces el ambiente define las acciones que el usuario toma con respecto de otro usuario y de su contexto.

El ambiente es un factor determinante de los comportamientos del ser humano hacia un contexto reflejado en su bienestar y con respecto a sus relaciones interpersonales, ambos contribuyen de manera equitativa en la calidad de vida humana.

Para la psicología ambiental, el ambiente se divide en cinco escenarios respecto a la interacción con el hombre:

1. Medio Ambiente Natural: es todo el contexto que no ha sido modificado por el hombre, es todo el paisaje natural que existe en el mundo sin haber sido explotado por el hombre.

2. Medio Ambiente Artificial: es el contexto que ha sufrido la intervención del ser humano, son todos los aspectos que el hombre ha insertado en el ambiente urbano.

3. Medio Físico Social: es la relación que se desarrolla entre las personas dentro de un mismo ambiente.

4. Medio Psicológico: son los valores y creencias que tiene cada ser humano con respecto a su cultura y vivencias.

5. Medio Fisiológico: son todos los aspectos físicos del contexto que impactan al hombre (temperatura, humedad, lluvia, viento, etc.).

Todos los ambientes interactúan en conjunto y definen el comportamiento del ser humano en cinco niveles:

Conducta Fisiológica Interna: interviene el medio fisiológico y hay que tomarse en cuenta para lograr confort térmico.

Conducta Psicológica Interna: son los aspectos de un espacio que hacen que una persona quiera permanecer en ese lugar o que lo rechace.

Conducta Individual Externa: es el comportamiento que el humano expresa en su contexto inmediato.

Conducta Social Externa: es el comportamiento que el hombre expresa en el contexto inmediato al relacionarse con otros individuos.

Conducta Cultural Interna: son los valores y creencias que el hombre tiene y que definen sus gustos y disgustos con respecto al contexto o a aspectos de él.

La conducta fisiológica es la primera que va a definir el comportamiento del ser humano ya que si no se encuentra en estado de confort el resto de los niveles sufre alteración por definición y empieza a producirse el estrés ambiental. (24)

### ESTRÉS AMBIENTAL

Estrés es la reacción que un ser humano tiene ante una situación que exige un determinado cambio e implica desviar la atención hacia la misma. Se trata de una situación a la que se tiene que dar respuesta, generando en el organismo un estado de tensión que prepara para la acción.

Los principales productores del estrés ambiental son el ruido, la contaminación y las temperaturas extremas.

#### Efectos Por Ruido.

Los *efectos fisiológicos* aumentan cuando el ruido es intenso, aperiódico y/o incontrolable y deriva en tres consecuencias principalmente: 1) Actividad electrodérmica<sup>12</sup>, 2) Secreción de adrenalina y 3) Presión arterial.

Los *efectos en la salud* a la exposición prolongada a un ruido de alta intensidad son deficiencia auditiva que va desde la disminución hasta pérdida total de la capacidad auditiva.

---

<sup>12</sup> Los cambios en la actividad electrodérmica se deben a las glándulas sudoríparas. Las glándulas sudoríparas están inervadas por el sistema nervioso autónomo, y la actividad electrodérmica es reflejo de la activación simpática. La piel es una barrera selectiva que facilita o impide la entrada y salida de materiales. Las funciones principales son las de mantener el equilibrio de agua en el cuerpo y la de mantener la temperatura constante.

Los *efectos en la conducta* cuando el ruido es excesivo tiene efecto nocivo en dos aspectos de la conducta social principalmente: a) Genera incapacidad para afrontar situaciones, para socializar, para pensar en general y b) Ira o enojo, ansiedad, impertinencia, intolerancia social, desinterés, etc.

Los *efectos subjetivos* se evalúan mediante estudios de la comunidad orientados hacia problemas particulares. Por ejemplo: el tránsito vehicular o aéreo. Presenta una “molestia” a una comunidad que impide el desarrollo de sus actividades.

### Efectos Psicológicos De La Temperatura Extrema Y La Contaminación Atmosférica.

Los *efectos fisiológicos* tienen relación directa con el cambio climático actual. La fisiología del humano puede superar variaciones importantes en el clima, pero existen límites: inicialmente se refleja en enfermedades cardiovasculares y enfermedades respiratorias, posteriormente en un nivel extremo el ser humano entra en estado de hipertermia o hipotermia y finalmente la muerte.

Los *efectos en la salud* se dan aunque cotidianamente, la gente no se percata de la contaminación atmosférica porque es crónica e insidiosa producen enfermedades oculares y respiratorias y dermatológicas.

Los *efectos en la conducta* se dan cuando las personas bajo condiciones de calor extremo tienen dificultad para reaccionar, muestran irritabilidad, generan enfermedades psicosomáticas y por otro lado un efecto positivo ya que se muestran solidarios ante el sufrimiento compartido.

Los efectos del estrés ambiental se pueden reducir cuando el individuo logra un control personal sobre los mismos: Control de conducta: cuando se le da solución al origen del problema. Control cognoscitivo: se evalúan los pros y contras de la situación. Control de decisión: análisis las elecciones disponibles.

Si no existe solución aparente para el problema se produce un efecto llamado desesperanza aprendida donde el individuo piensa que sus acciones son independientes a los resultados, generalmente adversos, la motivación se reduce y la iniciativa desaparece. (25)

Los síntomas en el usuario pueden ser de seis tipos:

1. Psicosomáticos: cansancio hasta el agotamiento y malestar, fatiga crónica y alteraciones funcionales en casi todos los sistemas del organismo (cardiorrespiratorio, digestivo, reproductor, nervioso, reproductivo, etc.)

2. Conductuales: conducta despersonalizada con otro sujeto, absentismo laboral, desarrollo de conductas de exceso como abuso barbitúricos, estimulantes y sustancias, cambios bruscos de humor, incapacidad para vivir de forma relajada, incapacidad de concentración, superficialidad en el contacto con los demás, comportamientos de alto riesgo, aumento de conductas hiperactivas y agresivas.

3. Emocionales: predomina el agotamiento emocional, distanciamiento afectivo como forma de autoprotección, ansiedad, sentimientos de culpabilidad, impaciencia e irritabilidad, baja tolerancia a la frustración, sentimiento de soledad, sentimiento de alienación, sentimientos de impotencia, desorientación, aburrimiento.

4. Actitudinales: actitudes de desconfianza, apatía, cinismo e ironía hacia las personas, hostilidad, suspicacia y poca verbalización en las interacciones.

5. Sociales y de relaciones interpersonales: actitudes negativas hacia la vida en general, disminuye la calidad de vida personal, aumento de los problemas de pareja, familiares y en la red social del sujeto.

6. Para la empresa: Se manifiesta en un deterioro de la comunicación y de las relaciones interpersonales; disminuye la capacidad de trabajo, disminuye el compromiso, bajan el rendimiento y la eficacia, se da un mayor absentismo y una mayor desmotivación, aumentan las rotaciones y los abandonos de la organización, resulta muy afectada la calidad de los servicios que se presta a los clientes, surgen sentimientos de desesperación e indiferencia frente al trabajo. (26)

El impacto en todos los aspectos del ser humano tanto físicos, fisiológicos y psicológicos que el ambiente tiene, es evidente, un edificio con mala calidad en el aire puede suscitar numerosos padecimientos y sintomatología. La incapacidad de dominar el ambiente para un sujeto implica consecuencias psicológicas y costos psíquicos ocultos a largo plazo por la permanente necesidad de adaptación a condiciones adversas, razón por la cual necesario tomar en cuenta al usuario y al contexto que lo rodea al momento de crear.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

### 2.1 EL CLIMA

La Ciudad de México está situada entre las coordenadas extremas que van desde los 19°02' a 19°35' de latitud Norte y 98°56' a 99°21' de longitud Oeste, la altitud tiene variaciones entre los 2,240 msnm hasta los 3,700 msnm debido a su extensión territorial . Para esta investigación se tomaron como datos de latitud Norte 19°25', 99°07' longitud Oeste y altitud de 2,230 msnm.

La Ciudad de México cuenta con tres tipos de climas, el 87% del territorio presenta clima Templado subhúmedo, en el resto se encuentra clima Seco y semiseco 7% y Templado húmedo 6%. La temperatura media anual es de 16°C. La temperatura más alta, mayor a 25°C, se presenta en los meses de marzo a mayo y la más baja, alrededor de 5°C, en el mes de enero. Las lluvias se presentan en verano, la precipitación total anual es variable: en la región seca es de 600 mm. y en la parte templada húmeda (Ajusco) es de 1,200 mm. Anuales. (27)

La extensión de la Ciudad de México es de más de 2000 km<sup>2</sup>; ciudad emplazada en una cuenca bordeada al Norte por la Sierra de Guadalupe cuyas cimas no sobrepasan los 3000 metros, al Sur por los cerros del Ajusco y Chichinautzin que llegan a una altura de 4000 metros y al poniente por la Sierra de las Cruces donde los cerros alcanzan los 2600 metros.

La temperatura del aire en las grandes ciudades es entre 4 y 6 grados mayor a las ciudades del área rural que las rodea, a esto se le conoce como “el efecto de la isla de calor” la intensidad de *la isla* varía durante el día y a través del año. Este contraste térmico ciudad-campo es más acentuado al amanecer y durante la estación seca, para La Ciudad de México generalmente es el invierno.

El clima presenta variabilidad durante el transcurso del día, en las estaciones del año y en periodos de varios años, dependiendo de la interacción de un conjunto de factores que involucra la posición geográfica, los sistemas meteorológicos regionales, las épocas del año y la interacción del hombre con su medio ambiente.

Las temperaturas en la Ciudad de México pueden ser muy bajas en invierno llegando a estar por debajo de los 0°C. Estas temperaturas se dan momentos antes de salir el Sol, en casi todos los meses las temperaturas durante las horas del día están relativamente dentro del rango de confort que para esta ciudad es entre los 21°C-26°C. Por otro lado, los porcentajes de humedad, únicamente, en las horas de la madrugada sobrepasan el rango de confort. (28)

En 2009 el promedio anual de la temperatura ambiente según los datos procesados, obtenidos de la REDMET fue de 16.8°C, aumentando la temperatura 0.7°C en relación con el año 2008. El mes de Abril fue el más caluroso pues registró un promedio mensual máximo de 19.4°C y el mes más frío fue Enero cuyo promedio mensual fue de 13.5°C. El 07 de Mayo a las 16:00 horas se registró el valor más alto promedio horario de temperatura con 30.9°C en la Ciudad de México; por el contrario, la temperatura más baja se registró el día 24 de Febrero con 2.7°C, pues varias estaciones registraron temperaturas por debajo de los 0°C.

El promedio para este año fue de 54% de humedad relativa, siendo Septiembre el mes más húmedo con 76% de agua en el aire y Abril con 35% el menor, esto es coherente con las temperaturas, pues en general cuando hay más calor, la humedad tiende a bajar y por el contrario cuando hay frío el porcentaje de humedad en el ambiente se eleva.

La tendencia en la ciudad es de un ligero pero constante incremento de las temperaturas desde principios de los años noventa. Una observación interesante son las altas temperaturas registradas en la primera mitad del año 2010, por arriba de 35°C, en primavera de 1998, siendo el Junio de este año, el mes con las temperaturas más altas registradas desde 1980 hasta la fecha en la ciudad. Una posible explicación de este fenómeno generalizado es el calentamiento global causado por el hombre, ya que se produce cuando existe una mínima cantidad de irradiación solar, por lo menos, en esta ciudad se al gran número de incendios forestales ocurridos en los alrededores de la Ciudad de México, la cantidad de automóviles que circulan y el cambio climático del mundo que provocan alteraciones en la época de lluvias y en la temperatura, ocasionando una de las sequías más severas del siglo pasado.

A pesar de estos incrementos, los valores promedio de temperatura para los últimos años no fueron tan elevados debido al frío extremo en la ciudad, los cuales bien pueden estar mitigando el lento proceso de aumento en la temperatura en el centro de la Ciudad, por ejemplo: la temperatura máxima promedio de 1986 a 1999 fue de 23.21°C, 23.07°C y 21.40°C, los cuales con respecto a los reportados de 2000 a 2010, se tiene un aumento de 4°C aproximadamente. (29)

En general, las condiciones climáticas de México permiten construir edificaciones térmicamente confortables en forma sin la necesidad de implementar sistemas artificiales de climatización. Sin embargo, en ciertos casos, sólo en ciertos casos que requieren sistemas mecánicos, dependiendo de las actividades que ahí se desarrollen, del número de ocupantes simultáneos, de los horarios de uso y de las dimensiones del inmueble.

En este sentido, una adecuada práctica arquitectónica que contemple las condiciones del clima del contexto permitiría alcanzar el confort térmico para sus usuarios con un uso racional de la energía, que finalmente es la premisa principal de esta investigación.

## 2.2 CALIDAD ATMOSFÉRICA

Paralelamente al estudio de las condiciones climáticas de la Ciudad de México se requiere analizar la calidad atmosférica, ya que influyen directamente sobre el clima, el confort térmico y la percepción ambiental de las personas, pues todas ellas determinan el éxito o fracaso arquitectónico de un espacio.

Recapitulando, la calidad atmosférica además de estudiar la composición del aire, revisa la idoneidad del éste para la realización de las actividades cotidianas de los seres vivos en general. Se determina si esta es buena o mala según su composición; por la presencia o ausencia de varias sustancias y sus concentraciones o intensidad de contaminantes, la presencia de microorganismos, incluso la apariencia física perceptible para el hombre, por ejemplo: nubosidad o dificultad para respirar.

La Secretaría del Medio Ambiente entre otras cosas está encargada de medir la calidad del aire y de regular la normatividad para mejorar la misma en todo el país. En la Ciudad de México, ésta dependencia opera el SIMAT; sistema empleado para la vigilancia y el monitoreo de la calidad del aire en la zona. En diciembre del año 2000 la SMA-DF (Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, a través de la Dirección de Monitoreo Atmosférico inició la integración de los diferentes programas de monitoreo existentes, con la finalidad de homologar y unificar los procedimientos de medición, transmisión, validación y difusión de la información bajo un esquema de mejora continua basado en el Sistema de Gestión de Calidad a través de la Norma ISO 9001:2000.

La Dirección de Monitoreo Atmosférico prepara cada año un informe que actualiza la situación de la calidad del aire en la Ciudad de México. En el informe se analizan los datos generados por el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) a lo largo del año desde diferentes perspectivas: cumplimiento de la normatividad, exposición, tendencias, distribución espacial y comportamiento temporal.

En el informe de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la SMA-DF de 2009, el más reciente hasta ahora, se reporta que en ese año continuó la

tendencia de reducción en la concentración de los contaminantes gaseosos excepto las partículas suspendidas y el ozono que aún rebasan lo permitido por la norma, donde sus concentraciones superaron el valor límite en 1 hora al día de 0.110 ppm<sup>13</sup>, sin embargo, este año alcanzó 185 días limpios equivalente al 51% el mayor número desde 1986. Todo esto gracias a los programas de gestión que han sido puestos en marcha. Respecto a las partículas suspendidas no se logró el cumplimiento de la NOM en ninguno de sus indicadores. Los municipios conurbados del Estado de México son los más afectados por este contaminante.

En la Ciudad de México alrededor de 7.3 millones de habitantes viven en lugares donde la concentración promedio anual de PM-<sub>10</sub><sup>14</sup> excede los 50 µg/m<sup>3</sup> recomendados por la NOM para la salud, de esta población 2 millones son niños y 0.6 millones son adultos mayores.

Alrededor de 15.7 millones de habitantes radican en lugares en donde las concentraciones de ozono superan el valor recomendado por la NOM en más de una ocasión al año. Más de 11 millones de personas viven en lugares en donde los niveles de ozono superan el valor de la NOM más de 100 veces al año. Del total de la población afectada, 4.4 millones son niños menores a 14 años y 1.1 millón son adultos mayores a 60 años.

El estado de la calidad del aire depende en mucho de las condiciones del clima que se presentan a nivel regional y local.

Los meses con temperaturas frías registran las concentraciones más altas de monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas. En estos meses se excede con mayor frecuencia la NOM para partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM-<sub>10</sub>) y menores a 2.5 micrómetros (PM-<sub>2.5</sub>). Los meses de la temporada seca-caliente reportan las concentraciones más altas para ozono. Aun cuando durante todo el año existe una probabilidad de exceder la NOM de ozono, las concentraciones más altas se alcanzan en esta temporada, entre los meses de abril y mayo. La temporada de

---

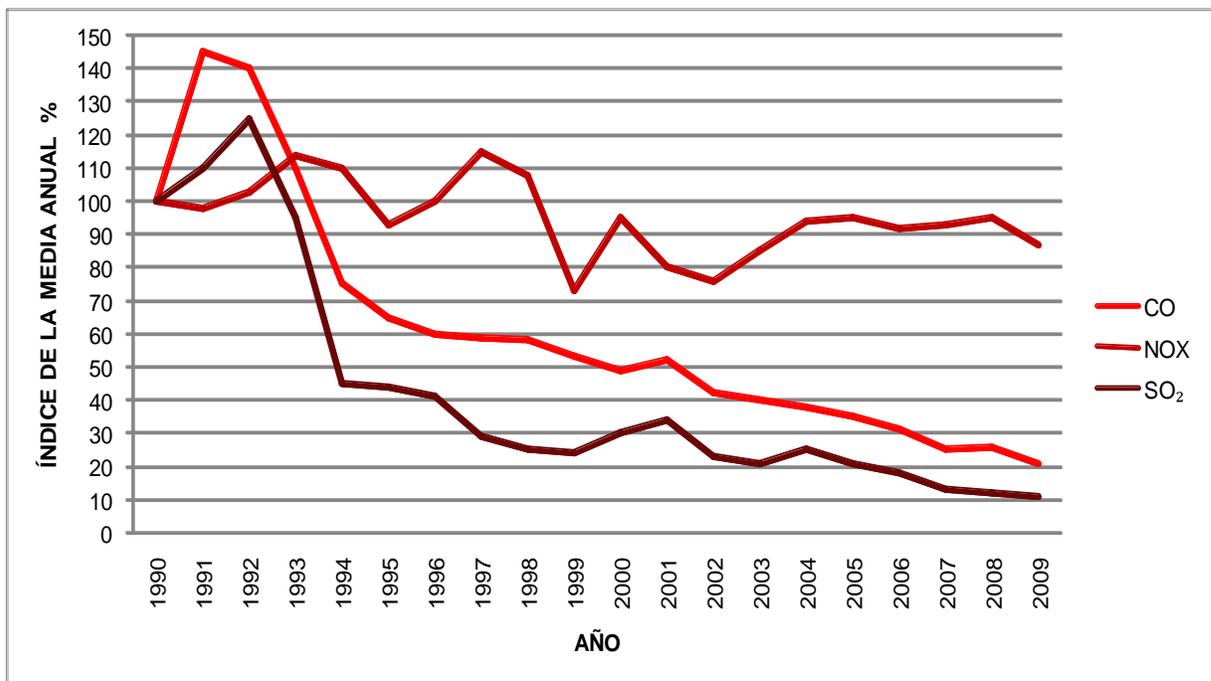
<sup>13</sup> La concentración de contaminantes del aire se da en partes por millón.

<sup>14</sup> Se denomina PM-<sub>10</sub> y PM-<sub>2.5</sub> a las partículas suspendidas dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 µm. o en µg/m<sup>3</sup>. 1 micrómetro (µg) corresponde la milésima parte de 1 milímetro.

lluvias registra una importante disminución en la concentración de prácticamente todos los contaminantes por un efecto de lavado y de ventilación atmosféricos

La tendencia de reducción de la contaminación en la Ciudad de México se puede analizar y evaluar de manera cuantitativa a través de las siguientes tablas desde el año 1990 hasta el año 2009. La línea de tendencia representa la tasa de cambio porcentual del contaminante evaluado anualmente con respecto a la concentración del promedio anual de 1990. La concentración promedio anual de 1990 representa el punto de partida y se le asignó un valor de índice de 100%.

La Figura 7 presenta la tendencia de los contaminantes primarios monóxido de



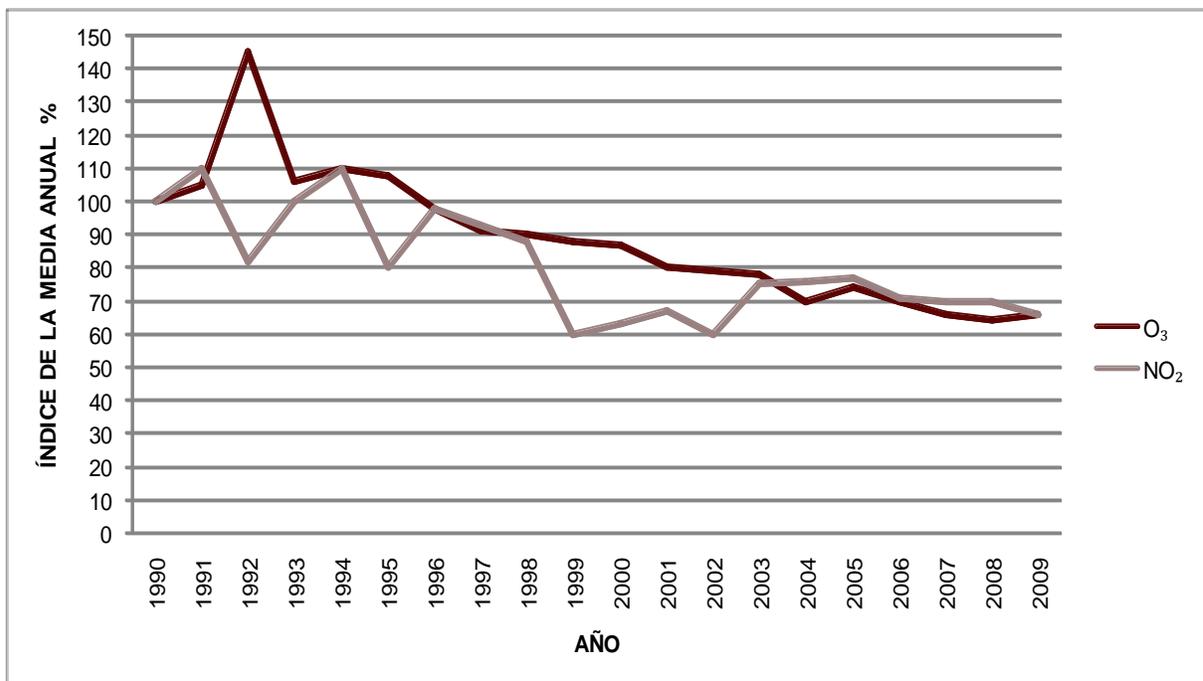
carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

Para monóxido de carbono y dióxido de azufre en los primeros años de la década de 1990, se observa un incremento importante en sus concentraciones de 45% y 25% respectivamente sobre el 100% inicial. A partir de 1993 descienden ambos contaminantes. En un periodo menor a 2 años la concentración de dióxido de azufre se redujo en más de la mitad, mientras que la concentración de monóxido disminuyó en una cuarta parte que representa una mejora importante en la calidad del aire. Durante 2009 el dióxido de azufre mantiene su tendencia descendente teniendo como valor índice un 11%. De 2008 a 2009 la concentración de dióxido de

azufre se redujo un 1%, mientras que en el caso de monóxido de carbono disminuye un 2.8% con un valor índice de 21%. Entre 1995 y 2009, la concentración de los óxidos de nitrógeno sólo se ha reducido en un 23%, pero de 2008 a 2009 la disminución fue de 7%.

Los óxidos de nitrógeno, entre 1990 y 2003, tienen una variabilidad importante a través de los años, pero, a partir de 2004 su concentración se mantiene relativamente estable sin cambios importantes. Hay que destacar que los niveles de óxidos de nitrógeno en el aire durante los últimos años son muy parecidos a los que se tenían antes de la aplicación de los programas para la reducción de la contaminación, para 2009 la disminución de la concentración de este contaminante es de apenas el 23% con respecto a 1990. 8% menos con respecto a 2008.

La figura 8 muestra la tendencia de los contaminantes ozono y dióxido de

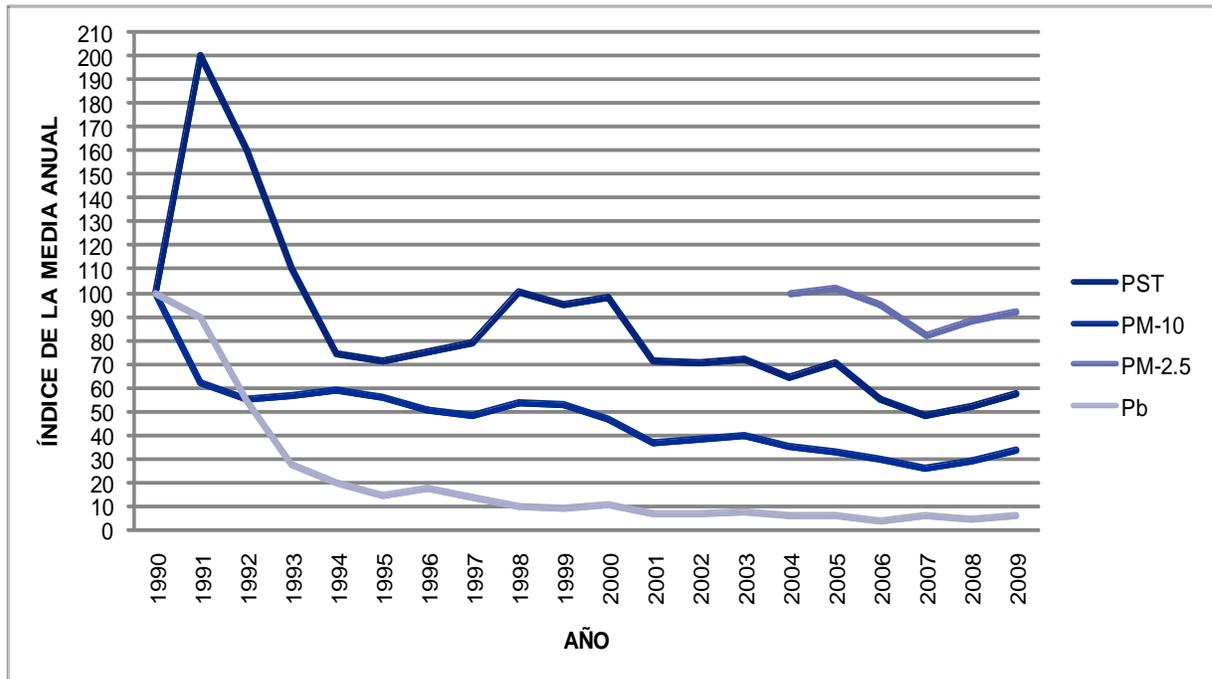


nitrógeno.

A pesar de la dificultad que implica la reducción de los contaminantes de origen secundario, el ozono y el dióxido de nitrógeno mantienen una tendencia descendente en los últimos 15 años. En el caso del ozono la reducción es continua desde 1992. Hasta 2009 la reducción de ozono es del 34%. En el caso del dióxido de nitrógeno a partir de 2004 se nota una estabilización en su comportamiento. Al año

2009 se observa una disminución neta del 34% con respecto al año base. Comparado con 2008, el ozono asciende un 1% mientras que el dióxido de nitrógeno desciende con una tasa de cambio 3.8%.

La figura 9 muestra la tendencia de partículas suspendidas y plomo hasta



2009.

En el caso de las partículas suspendidas totales la tendencia presenta una gran disminución del año 1991 que había incrementado más de un 100% con respecto al año base a 1994 con un descenso de más de 120%: Entre 1996 y 2000 vuelve a incrementar la concentración de partículas suspendidas totales, se empieza la tendencia descendente desde ese año. Al año 2008 la disminución de las partículas suspendidas totales ha sido del 57% con respecto al año de referencia, sin embargo comparando con 2008 los niveles de partículas se incrementaron en un 5.4%.

Las partículas menores a 10 micrómetros, tienen una disminución progresiva en la concentración, en los últimos 19 años se ha logrado una reducción del 66% pero ha incrementado en un 4.6% durante 2009 respecto a 2008.

En el caso de las partículas menores a 2.5 micrómetros la tendencia se analiza

Figura 9. Tendencia de las partículas suspendidas y plomo desde el año 1990 hasta el año 2009. Gráfica obtenida del Informe Calidad Del Aire En La Ciudad De México, 2009.

con el promedio de 2004. Hasta 2009 la reducción neta es de 16%, pues hubo un incremento respecto a 2008 de 3.7%.

El plomo mantiene su tendencia descendente desde 1990. Entre 1990 y 2009 los niveles de plomo en el aire ambiente se han reducido en 94% con respecto al año base. De 2008 a 2009 la concentración de plomo aumento en 0.5%.

Es en el año 1990 el punto de partida para la gestión de la calidad del aire, ese año se publicó el *Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México* (PICCA) en un intento orientado a reducir las emisiones de plomo, dióxido de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno. Desde ese año se ha mantenido una continuidad en los programas de gestión de la calidad del aire. *El Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000* (PROAIRE I) y el *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010* (PROAIRE II), representan la continuidad de la gestión de la calidad del aire iniciada con el PICCA.

(30)

Estos programas y gestiones, evidentemente han resultado en una significativa mejora de la calidad en el aire de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), sin embargo el problema no está resuelto completamente. Existen muchas medidas que aún deben de tomarse con relación a muchas disciplinas, y es que como anteriormente se menciona las principales fuentes contaminantes generadas por el hombre están contenidas en muchas de las actividades cotidianas como los procesos industriales, la construcción, la agricultura y la trasportación para realizarlas, siendo la quema de sus combustibles los responsables de muchos de los contaminantes de la atmósfera.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a pesar de ser un contaminante atmosférico, su presencia en al ambiente se encuentra de forma natural, por lo tanto no se considera como un contaminante indicativo y no es monitoreado de la misma forma que el resto de los descritos anteriormente por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), este gas se monitorea en las sierras y montañas del país pues el interés radica en conocer la contribución de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el Cambio Climático Global, es a través de cálculos realizados por la Secretaría del

Medio Ambiente que se tiene la estimación anual de la reducción de 756,768 toneladas de dióxido de carbono equivalente, lo que representó el 2% de las emisiones totales anuales de gases de efecto invernadero de la Ciudad de México.

En lo que va del año 2010, se tiene una reducción de emisiones de GEI de 1,397,942 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

“Las acciones en energía, al 2010, contribuyeron a reducir 115,540 toneladas de dióxido de carbono equivalente; las acciones de agua contribuyeron con la reducción de 66 toneladas de bióxido de carbono equivalente; las acciones de transporte permitieron la disminución de 1,251,772 toneladas de bióxido de carbono equivalente y las de residuos aportaron una reducción de 30,565 toneladas de bióxido de carbono equivalente”. (31)

La tendencia aunque es al crecimiento cada vez en con menos rapidez, La República Mexicana emite alrededor de 1.5 por ciento de los GEI planetarios.

Es necesario reconocer que la problemática que ha dado origen a estos niveles de contaminación no está resuelta. Tan solo la ZMCM tiene 18,6 millones de habitantes, cerca de 46 mil industrias y una flota vehicular de 3.7 millones de automotores.<sup>15</sup> Del parque automotriz, el 75% son vehículos particulares, que sólo movilizan al 15% de los habitantes. Así mismo el 75% de las emisiones contaminantes provienen de los camiones que no pasan revisión vehicular y que aún así circulan por la ciudad. (32)

En 2012, México tendrá que haber dejado de mandar a la atmósfera 50 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, aunque la estabilización y el comienzo de la reducción neta se darán apenas entre 2015 y 2020. De allí viene una segunda etapa de cambios, más profundos, donde la investigación científica, las nuevas tecnologías, un cambio drástico cultural y el respeto de todas las naciones pueden detener, al menos por otro espacio de tiempo, los desastres anunciados.

Tiene como estrategias principales mejorar el sistema de transporte público y particular, vivienda, aunque sea de interés social medio y bajo, construida conforme

---

<sup>15</sup> La velocidad promedio de los vehículos en 1990 era de 38.5 kilómetros por hora; en 2003 se redujo a 28.1 y para 2004 ya era de 21.7 km/hr que en teoría reduce el consumo de gasolina pero va en relación directa con las revoluciones por segundo.

al clima de cada lugar, impulsar la utilización de energías renovables e impulsar la reforestación.

En transporte se trata de disminuir las emisiones de dióxido de carbono a través de la introducción masiva de sistemas de transporte tipo metrobús. Por otro lado se introducirá la obligación legal de mejorar el rendimiento del combustible en los vehículos, se estima que la reducción sea de tres a cuatro millones por año.

En cuanto a la vivienda se refiere, 800 mil casas proyectadas para hasta el 2012 cambian aspectos en el diseño: se utilizarán para algunos lugares materiales de aislamiento y en caso extremos se implementará el uso de vidrio doble, focos de bajo consumo y calentadores solares de agua para que se pueda llegar a ahorrar alrededor de una y media tonelada de bióxido de carbono por año.

Además de impulsar el desarrollo de las energías renovables, como eólica o solar, para lo cual es indispensable modificar el marco legal y, en general, el país deberá ser apoyado por la comunidad internacional para que los costos en el cambio de fuentes de energía no impacten en el desarrollo social, lo cual forma parte de los acuerdos. (33)

Las concentraciones de contaminantes atmosféricos son similares al interior de un edificio si este es ventilado naturalmente, es cuando un espacio cuenta con poca o nula ventilación que las condiciones se agravan, pues las concentraciones serán mayores al no existir la posibilidad de circulación del aire, este se estanca y contribuye a la acumulación y propagación de antígenos.

## 2.3 CONSUMO DE ENERGÍA

La utilización de la energía es necesaria para desarrollar las actividades cotidianas del ser humano y es fundamental para el desarrollo de las principales actividades económicas en México una fuente importante de ingresos públicos.

El crecimiento de la población y el desarrollo tecnológico de nuestros tiempos han originado novedosas formas de confort para los habitantes, a su vez existe cada vez una mayor variedad de instalaciones y equipos, y en consecuencia, en una demanda creciente de energía difícilmente satisfecha por la oferta convencional. Estudios y aproximaciones recientes<sup>16</sup> han identificado la necesidad de reordenar y repensar el consumo de energía en el mundo, para reducir así las emisiones de contaminantes al ambiente; así mismo se ha concentrado la atención en el tema de las edificaciones, responsables del consumo de alrededor de 40% de energía en la ciudad. En consecuencia, disciplinas como la Arquitectura e Ingeniería se han visto en la necesidad de examinarse en relación a una mayor armonía con el medio ambiente y lograr una reducción del consumo de energía.

La cantidad y origen de la energía que se consume en las viviendas, el comercio y el sector público, contribuye significativamente al impacto ambiental de fenómenos tales como el efecto invernadero y el cambio climático.

La generación de electricidad primaria mostró un incremento importante de 23.5% respecto a 2008. De igual forma, la producción de gas natural creció 12.7%. Sin embargo, la producción de carbón, petróleo crudo, condensados, bagazo de caña y leña registró caídas en 2008. La menor producción de crudo implicó que México cayera una posición dentro de los principales países productores de petróleo, ubicándose en el séptimo lugar.

La producción bruta de energía secundaria en los centros de transformación totalizó 5,584.81 PJ, 1.5% mayor a la de 2007. La participación del gas seco dentro de esta producción fue de 24.0%, un punto porcentual menos que en 2007. La

---

<sup>16</sup> Las conclusiones de la Cumbre de Río en junio de 1992, el Protocolo de Kyoto en diciembre de 1997 y la Cumbre de Johannesburgo en 2002

producción de gasolinas y naftas ocupó la segunda posición y fue equivalente a 19.4%.

A pesar que las exportaciones de energía secundaria crecieron 9.2% respecto a 2007, alcanzando 472.95 PJ, las importaciones totalizaron 1,689.63 PJ y tuvieron un crecimiento de 19.5%, lo que resultó en un incremento del déficit de la balanza comercial de 24.0%.

Aproximadamente el 40% del total de las inversiones públicas se dedica a proyectos energéticos. CFE genera, transmite y distribuye el 100% de la electricidad nacional.

Las fuentes de energía de la que dispone el ser humano para todos los procesos de sus actividades pueden ser de dos tipos, en renovable y no renovable, siendo la energía no renovable la más usada y representa el 90%, mientras que las renovables como energía por biomasa, geotérmica, eólica, hidroeléctrica y solar constituyen el 10% restante.

Dentro del 100% de las energías no renovables y emisoras de dióxido de carbono se encuentra el gas licuado con el 41%, la leña representa el 30%, la electricidad el 23%, gas natural el 4%, los querosenos el 1% y por debajo del 1% el diesel.

La electricidad que ocupa el 3er lugar en el consumo final de energía y es el tipo de energía que más se relaciona con el consumo energético en la vivienda. El 75% de la electricidad se genera a partir de combustibles fósiles, utilizados en plantas o centrales termoeléctricas (que producen calor y vapor para mover los generadores), las cuales consumen gas natural, combustóleo y carbón, que son recursos que pueden agotarse en la naturaleza.

El consumo de energía del sector residencial fue de 750.13 PJ, mientras que en el año anterior éste fue de 743.12 PJ. Los energéticos de mayor consumo en este sector fueron el gas licuado de petróleo y la leña, con participaciones de 40.2% y 32.8%, respectivamente. La electricidad aportó 22.8%, el gas seco 4.1% y los querosenos tuvieron una aportación marginal de 0.1%. A diferencia del sector residencial, el sector comercial disminuyó su consumo de energía, al pasar de 125.44 PJ en 2007 a 125.23 PJ en 2008. El gas licuado de petróleo aportó 50.2% del

consumo, seguido por una participación de 39.2% de la electricidad. El gas seco y el diesel contribuyeron con el 7.1% y 3.5%, respectivamente.

Por su parte, el sector público consumió 25.47 PJ de electricidad en 2008, cifra 3.89% superior a la registrada en 2007. Es importante resaltar que únicamente se considera el alumbrado público y los sistemas de bombeo de agua potable y aguas negras, y que no se incluyen los consumos de edificios, instalaciones, equipos, embarcaciones, vehículos y flota aérea del sector público. (34)

En la Ciudad de México para los sectores sobre todo públicos costear un sistema de aire acondicionado no representa ningún problema y cuando se piensa en un edificio sobre todo de alta densidad (Más de cinco niveles) el uso de refrigeración se vuelve intrínseco al proyecto pues entre otras cosas está asociado a ser la única solución para ventilar ese tipo de construcciones. Pero el costo en el impacto ambiental es alto, pues los microprocesos para las conversiones de las temperaturas expulsan compuestos complejos al exterior.

En el caso de requerirse un sistema de climatización artificial, las energías renovables pueden accionar los sistemas de enfriamiento, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> y contribuyendo a la reducción del efecto invernadero. El calor obtenido de la conversión térmica de la energía solar se utiliza desde hace tiempo para accionar los ciclos de absorción. Las temperaturas de trabajo de los ciclos de absorción mencionados se pueden alcanzar mediante la conversión térmica de la energía solar. Las temperaturas inferiores a 100°C con colectores planos y las superiores mediante colectores de vacío y de concentración. El desarrollo de colectores planos de tecnología avanzada, capaces de alcanzar temperaturas de 180°C tiene interés para aumentar la eficiencia energética de las máquinas de absorción. (35)

El ahorro de energía eléctrica es un elemento fundamental para el cuidado de los recursos energéticos no renovables, para la protección del medio ambiente y finalmente en el aumento de la productividad y competitividad de la economía.

### 3. CASOS DE ESTUDIO

Se eligió la Torre Prisma y la Puerta Alameda por varios aspectos que enriquecen la investigación. El primer aspecto es el contraste en las construcciones, uno de hecho con las fachadas completamente de cristal y cerrado herméticamente, mientras que el otro es un edificio de concreto prefabricado con ventanas pequeñas de cristal.

Ambos edificios están ubicados realmente cerca como lo muestra la figura 10 en el centro de la ciudad en la Delegación Cuauhtémoc, lo que homogeneiza el nivel de temperatura, humedad y contaminación en la ciudad. Además por las características de diseño de cada inmueble se podrán contrastar la calidad de aire que se respira en un lugar cerrado y en un lugar con posibilidad de controlar la ventilación.



Figura 10. Vista aérea de la zona de estudio. © Google Earth, 2009.

Por otro lado el uso de suelo también es diferente, uno siendo edificio de oficinas tiene un horario de 9:00am a 7:00pm en promedio y el otro es un edificio habitacional, donde se toma horario de uso como de 24hrs, aunque en el segundo

caso (posteriormente, en las encuestas aplicadas se verá) la variedad de horarios existe dependiendo principalmente de los datos demográficos (género, edad y ocupación).

A los dos casos se le realizaron varios cálculos térmicos con un método basado en las ecuaciones del software TRNSYS para conocer su comportamiento térmico a lo largo del día en dos épocas de año, Mayo que representa el mes más caluroso del año en la ciudad y Enero por contener las temperaturas más bajas según las normales de temperatura y poder deducir los requerimientos de ventilación para alcanzar el rango de confort de temperatura necesario determinado para esta ciudad entre 21°C y 26°C según la ecuación<sup>17</sup> de temperatura interior (*t.int*) que también determina la temperatura interior inicial para desarrollar el balance, con base en la temperatura media (*t.med*) según el Servicio Meteorológico Nacional. (Ver análisis de temperatura y humedad).

$$t.int = [(0.31 * t.med) + 17.6] \pm 2.5$$

Donde: *t.int* es la temperatura interior base para realizar el cálculo y *t.med* es la temperatura promedio mensual.

Para los cálculos realizados a la Torre Prisma se tomó la planta completa del piso 25 ya que todas las oficinas están divididas por mamparas y el resto de los trabajadores están en un área común, entonces la transferencia de calor se reparte en todo el espacio. En el caso del conjunto Puerta Alameda, todos los espacios habitacionales están divididos por muros de ladrillo, por lo tanto, se hizo el cálculo en un departamento tipo del piso 14 sobre la fachada Sur, ya que en cualquier época del año cuenta con incidencia solar y servirá como base para el resto de los espacios en ese nivel.

De esta forma se pueden contrastar los resultados y conocer los beneficios y perjuicios entre un sistema constructivo y otro.

---

<sup>17</sup> Ecuación de confort térmico desarrollada por Aluciems, A. (1981).

Se utilizaron los resultados dados por las siguientes ecuaciones:

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

$$U= 1/[(1 / he) + (e / K) + (1 / hi)]$$

Donde: *he* es el coeficiente de convección del aire exterior, *hi* es el coeficiente de convección del aire interior, *e* se refiere al espesor del material y *K* al coeficiente de conductividad térmica de los materiales.

Cálculo de la temperatura sol-aire

$$t.s/a= t.amb + [(Ht * \alpha) / ho] - [(DR * \epsilon) / ho]$$

$$t.s/a= t.amb + [(Ht * \alpha) / ho]$$

Donde:  $\alpha$  es el porcentaje de absorción de las superficies, *DR* el valor de la diferencia entre un objeto negro y otro objeto,  $\epsilon$  el porcentaje de la emisividad de las superficies.

Cálculo de la radiación solar en muros y ventanas

$$Ht= (\cos Az * radiación\ global) * \cos h$$

Cálculo de flujo de calor por conducción

$$Q_{cond}= U * A (t.s/a - t.int)$$

*A* es el área de la superficie calculada.

Cálculo de la ganancia de calor por radiación solar directa

$$Q_{shg}= A_v * F_c * Ht$$

*A<sub>v</sub>* es el área de ventana abierta (ventilación controlada), *F<sub>c</sub>* la fracción de radiación solar que pasa por la ventana.

Cálculo del flujo de calor por infiltración

$$Q_{inf.s}= 0.278 * CAMB * VOL * \rho * C_{pa} (t.amb - t.int)$$

$$Q_{inf.l}= 0.278 * CAMB * VOL * \rho * H_{vap} (w.amb - w.int)$$

Donde 0.278 es el factor de conversión de KJ (Kilo joules) a W (Watts), *CAMB* es la cantidad de aire que entra por infiltración según la disposición de las ventanas, *VOL* es el volumen del espacio calculado,  $\rho$  es la densidad del aire (1.18 Kg/m<sup>3</sup>), *C<sub>pa</sub>* es el calor específico del aire (1.0065 KJ/Kg°C) y *H<sub>vap</sub>* es el calor latente de vaporización (2,468 KJ/Kg°C).

Cálculo del flujo de calor por ventilación

$$Q_{vent.s} = 0.278 * \rho * C_{pa} + G (t_{amb} - t_{int})$$

$$Q_{vent.l} = 0.278 * \rho * H_{vap} + G (w_{amb} - w_{int})$$

$$G = C_v * A * V$$

$G$  es el flujo de aire,  $C_v$  es la eficiencia del aire dado en porcentaje dependiendo de ángulo de incidencia del aire sobre la fachada, específicamente sobre la ventana,  $A$  en este caso será el área libre de apertura y  $V$  la velocidad del viento

Cálculo de la ganancia de calor por ocupantes

$$Q_{met.s} = W * No. De personas$$

$$Q_{met.l} = W * No. De personas$$

Dependiendo de las actividades realizadas en el lugar, en este caso el se encontrará ser humano en posición basal, es decir sentado con poco movimiento, la mayor parte del tiempo.

Cálculo de la ganancia de calor por focos o aparatos eléctricos

$$Q_{light} = W * No. De aparatos tipo$$

Cálculo de la ganancia de calor total

$$Q_{load} = \sum Q$$

Cálculo de la temperatura interior del cuarto

$$T_{int} = t_{int} + (\sum Q / capac)$$

La capacitancia (*capac.*) se refiere, como su nombre, lo dice a la capacidad térmica que tiene el volumen analizado, dicho valor es resultado del análisis de materiales: el peso volumétrico, masa térmica y calor específico.

Se tomó la ecuación de la Ley Exponencial de Hellman también conocida como Ley de Potencia para conocer el perfil de viento en un área de ciudad con edificios altos:

$$V/V_o = (H/H_o)^a$$

$V_o$  es la velocidad del viento en la altura por determinar,  $V$  es la velocidad del viento promedio,  $H$  es la distancia del suelo al piso que se está calculando,  $H_o$  es la altura en la que está ubicado el anemómetro, normalmente referido a una altura de 10m y  $a$  es el coeficiente de fricción, variable dependiendo de las condiciones de emplazamiento del caso de estudio. (36)

### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA TORRE PRISMA

La Torre del Prisma es un edificio ubicado en Avenida Juárez No. 101 esquina Paseo de la Reforma, Colonia. Centro, en la Delegación Cuauhtémoc en la Ciudad de México.

Ante la necesidad de la expansión de las oficinas de la Lotería Nacional, en el año de 1965 se empezó a planear el proyecto de un edificio de más de 90 metros, y la construcción comenzó en el año 1968 y tuvo fin en 1970, año en el cual se convierte el edificio más alto de la Avenida Juárez y uno de los más altos de la Ciudad de México, el edificio se convirtió en la segunda sede de las oficinas de la Lotería Nacional, ya que el edificio anterior (de nombre El Moro) de 20 pisos, era un espacio insuficiente y se decidió tener un segundo edificio. Actualmente, en la Torre Prisma se encuentran oficinas del Servicio de Administración Tributaria de la Secretaría de Hacienda (SAT).

Su altura total es de 120 metros, 100 metros hasta la azotea, cuenta con 28 pisos más los niveles subterráneos de estacionamiento y el área total del rascacielos es de 55,000 m<sup>2</sup>. La altura de cada piso a techo es de 3.45 m.

La estructura y diseño del edificio es un volumen de planta triangular principalmente de acero cubierto con cristal polarizado *photobrown* en las tres fachadas de todo el edificio, fue en el primero en México en tener una estructura de este tipo. Está anclado al suelo con 190 pilotes de concreto de 60 metros para superar el relleno pantanoso del antiguo lago de la Ciudad de México.



Figura 11. Vista de la Torre Prisma. Foto de: © Joyce Almeida Winfield 2009.

Dada la sismicidad de la Ciudad de México, el edificio fue equipado con medidas de seguridad que incluyen 32 amortiguadores sísmicos. Se considera como edificio inteligente, debido a que la luz es controlada por un sistema llamado B3. (37)

### 3.2 CÁLCULO TÉRMICO DE LA TORRE PRISMA

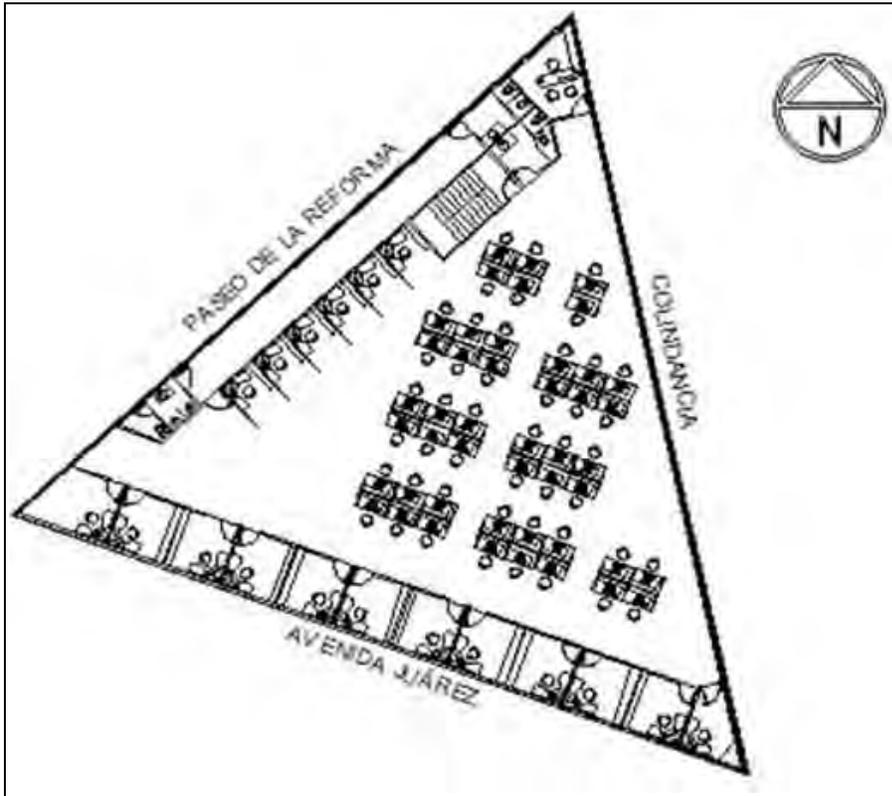


Figura 12. Croquis en planta del piso 25 de la Torre Prisma.

El cálculo se realizó para el piso 25, se escogió este nivel en particular pues es un edificio de alta seguridad y el acceso a las instalaciones está restringido a personas autorizadas que normalmente son los mismos empleados de la Secretaría. Se intentó tener el

acceso mediante un permiso expedido por la universidad pero fue denegado por ser el lugar en el que se hace el 80% de la recaudación tributaria del país. El croquis es un esquema somero de la ubicación de los cubículos, servicios sanitarios, circulaciones y la distribución del mobiliario, sin embargo los datos de las dimensiones y cantidad de los espacios son correctos y se obtuvo por medio de entrevistas a personas con acceso al espacio.

Las dimensiones de las fachadas se obtuvieron a través software © Google Earth que cuenta con el volumen dado de alta en la base de datos de sus edificios en 3D.

El área total de la planta es 593.40m<sup>2</sup>, el perímetro total de las tres fachadas es de 111.10m. La primera fachada orientada al Este tiene una longitud de 38.03m., la segunda Suroeste es de 37.05m. y por último la fachada Noroeste mide 36.05m. de largo. La altura de piso a techo es de 3.45m.

Datos Climáticos:

Latitud: 19°25'

Longitud: 99°07'

Altitud: 2320 msnm

Velocidad del Viento: 5.03m/seg.

Perfil de Viento para el Piso 25: 11.89m/seg.

Días de Diseño: 11 de Mayo de 09 y 11 de Enero de 09

Datos de Materiales:

Absortancia:

Muros y techos: 0.80

Vidrio: 0.15

Ermitancia:

Muros y techos: 0.99

Vidrio: 0.94

MATERIALES	ESPESOR	CONDICIÓN TÉRMICA
Vidrio	0.01	0.72
Losa		
Impermeabilizante	0.001	0.60
Concreto	0.1	0.63

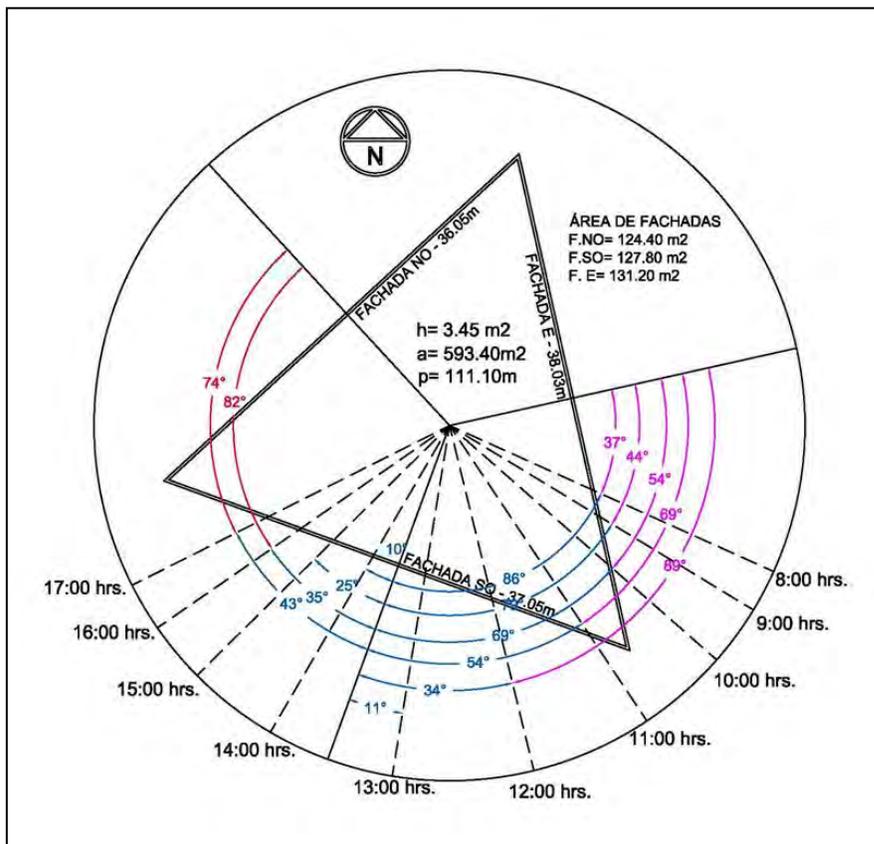
Cálculo de la capacitancia

MATERIAL	VOL.	PESO VOL.	MASA	CALOR	CAPACITANCIA
Ventanas de Vidrio: 0.010m x 3.45m x 111.1m=	.83	2,500.00	9,575.00	0.67	6,415.25
Losa de azotea: Armado 0.10m x 593.40m <sup>2</sup> =	9.34	2,400.00	142,416.00	1.01	143,612.29

		$\Sigma$	150,027.54 Kj/°C
CAPACITANCIA	150,027.54	/3.6=	41,674.31789 W/°C

### GEOMETRÍA SOLAR

En la figura 13 se muestra en planta la geometría solar para el mes de Enero, donde las líneas punteadas negras simulan los rayos del sol que inciden en los vanos. El mes de Enero está dentro de la estación de invierno, por lo tanto, el Sol se mueve de Sureste a Noreste en el plano cartesiano. En este mes la luz del día dura menos, contando únicamente, con nueve horas de luz solar efectiva desde las 8:00a.m. hasta las 5:00p.m. Aunque el día empieza a aclarar antes de la hora indicada y oscurece por completo después de las 6:00p.m. Los ángulos de incidencia en cada cara del edificio están diferenciados por colores, las horas que reciben los rayos solares en la fachada Este están marcados en color morado, en color azul se indican los grados de Sol que inciden directamente la fachada Suroeste, las referencias con color rojo son para la fachada Noroeste. El estudio de la geometría



solar es parte medular para comenzar a realizar el cálculo térmico.

El movimiento del sol está sobre la fachada sur, por lo tanto es la misma fachada la que se beneficia más con la radiación directa del sol, sin embargo las aperturas de ventanas será en la fachada Este por

Figura 13. Ángulos de incidencia solar sobre las fachadas del edificio en planta para el mes de Enero.

razones de confort acústico.

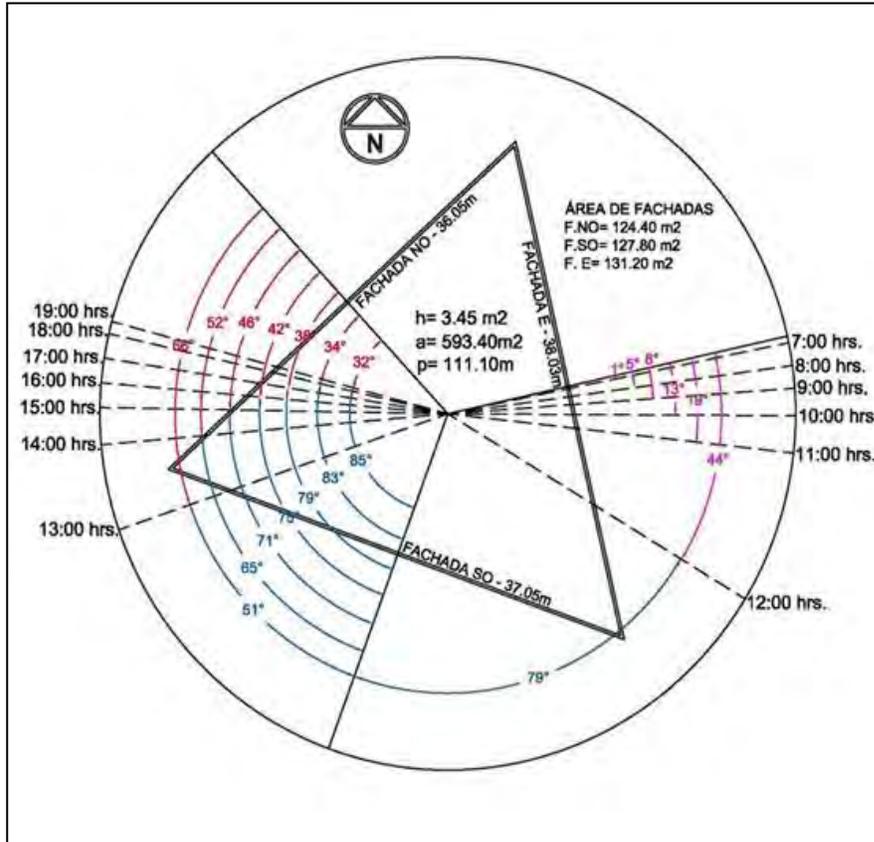


Figura 14. Ángulos de incidencia solar sobre las fachadas del edificio en planta para el mes de Mayo.

En la figura 14 muestra la geometría solar para el mes de Mayo, donde las líneas responden al mismo código de color y forma explicada para la figura 13.

Este mes está dentro de la estación anual de primavera, el sol en el hemisferio Norte se mueve inclinado con respecto a la línea del horizonte de Este a Oeste quedando

casi en espejo los rayos que inciden por la mañana con las horas de la tarde. El día es más largo por ser la estación en donde el sol está más cerca de la Tierra, contando con 12 horas de luz solar efectiva

Con estos datos se realizaron dos cálculos para la Torre Prisma, para el mes de Enero y para Mayo, cada uno en estado actual, cerrado herméticamente se tomó el valor de la infiltración más bajo que es 0.3 según lo indica el ASHRAE. (6)

Síntesis De Resultados Del Cálculo Térmico Para La Torre Prisma En Enero.<sup>18</sup>

HORA	TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. INTERIOR °C	HUMEDAD RELATIVA %
08:00 a.m.	8.3	15.1	71
09:00 a.m.	12.3	13.9	61
10:00 a.m.	16.5	13.6	50
11:00 a.m.	19.9	13.8	41
12:00 p.m.	22.2	14.0	35
01:00 p.m.	23.3	14.9	32
02:00 p.m.	23.5	17.2	31
03:00 p.m.	22.9	19.2	33
04:00 p.m.	21.7	20.5	36
05:00 p.m.	20.3	20.2	40
06:00 p.m.	18.6	19.3	44
07:00 p.m.	17.0	18.2	48
08:00 p.m.	15.4	17.0	53
09:00 p.m.	13.9	15.6	57
10:00 p.m.	12.5	14.2	60
11:00 p.m.	11.3	12.8	63
12:00 a.m.	10.3	11.3	66
01:00 a.m.	9.4	10.0	68
02:00 a.m.	8.7	8.6	70
03:00 a.m.	8.1	7.3	72
04:00 a.m.	7.6	7.0	73
05:00 a.m.	7.2	6.4	74
06:00 a.m.	6.9	6.1	75
07:00 a.m.	5.8	6.0	78

SIMBOLOGÍA

Temperatura

-  Temperatura extremadamente fría  
Menor de 9°
-  Temperatura fría  
Entre 9° y 12°
-  Temperatura semifría  
Entre 13° y 16°
-  Temperatura agradable  
Entre 17° y 20°
-  Temperatura rango de confort  
Entre 21° y 26°
-  Temperatura cálida  
Entre 27° y 30°

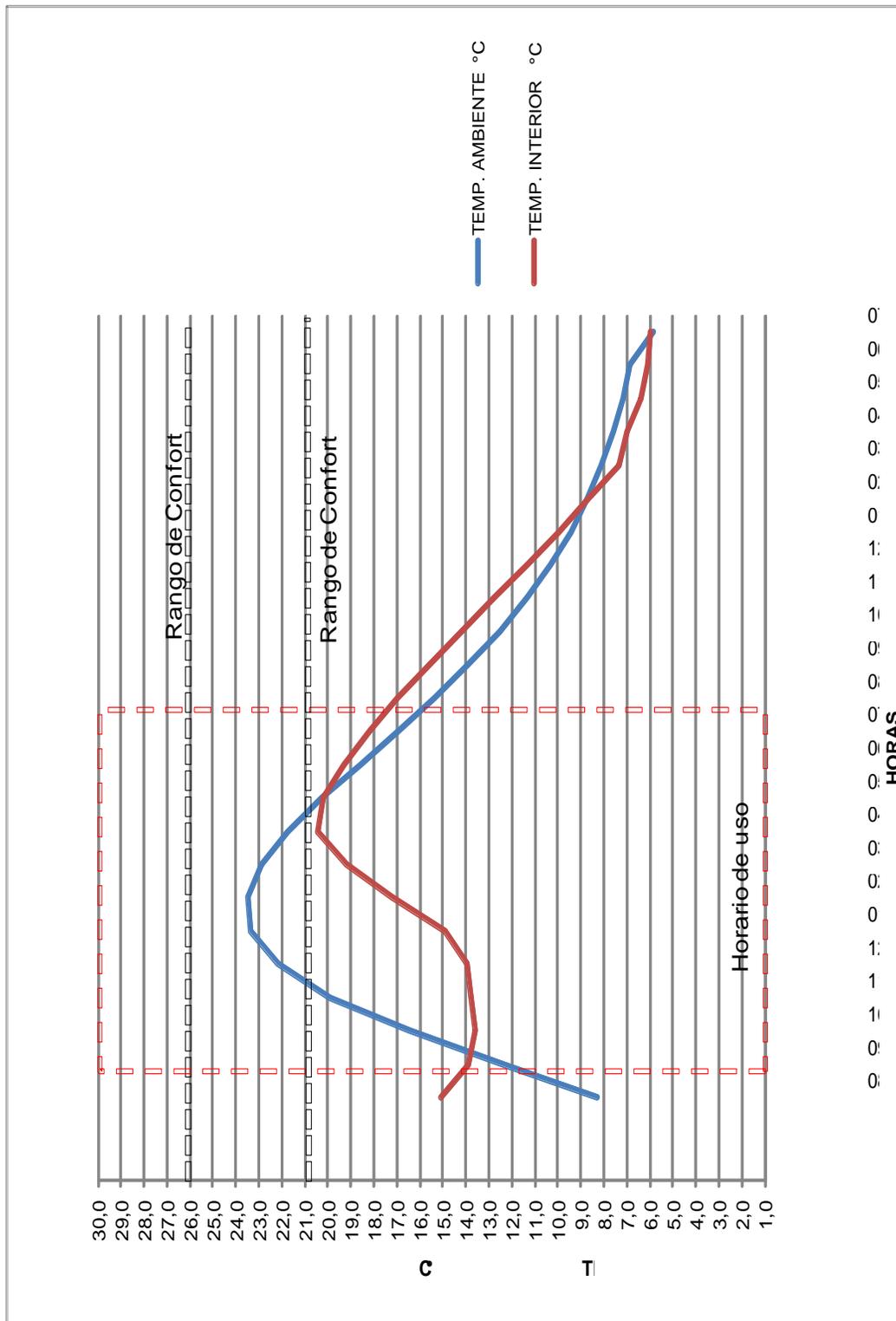
Humedad

-  Ambiente Seco  
Entre 0% y 29%
-  Ambiente en rango de confort  
Entre 30% y 70%
-  Ambiente húmedo  
Entre 71% y 100%

 Horario de uso

<sup>18</sup> Los resultados de las ecuaciones de los cálculos a cada hora se encuentran en los anexos.

Síntesis de Resultados del Cálculo Térmico para la Torre Prisma en Enero.



Síntesis de Resultados del Cálculo Térmico para la Torre Prisma en Mayo.

HORA	TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. INTERIOR °C	HUMEDAD RELATIVA %
08:00 a.m.	18.3	20.7	67
09:00 a.m.	21.8	21.5	56
10:00 a.m.	24.7	23.0	48
11:00 a.m.	26.7	24.7	42
12:00 p.m.	27.7	26.1	39
01:00 p.m.	27.8	27.0	39
02:00 p.m.	27.3	28.1	40
03:00 p.m.	26.4	29.0	43
04:00 p.m.	25.1	29.7	47
05:00 p.m.	23.8	30.3	51
06:00 p.m.	22.4	30.5	55
07:00 p.m.	21.0	30.2	59
08:00 p.m.	19.8	29.8	63
09:00 p.m.	18.6	29.1	66
10:00 p.m.	17.6	28.3	69
11:00 p.m.	16.8	27.4	72
12:00 a.m.	16.0	26.5	74
01:00 a.m.	15.4	25.5	76
02:00 a.m.	14.9	24.6	77
03:00 a.m.	14.5	23.8	78
04:00 a.m.	14.1	23.0	79
05:00 a.m.	13.9	22.2	80
06:00 a.m.	13.0	21.5	83
07:00 a.m.	15.0	20.7	77

SIMBOLOGÍA

Temperatura

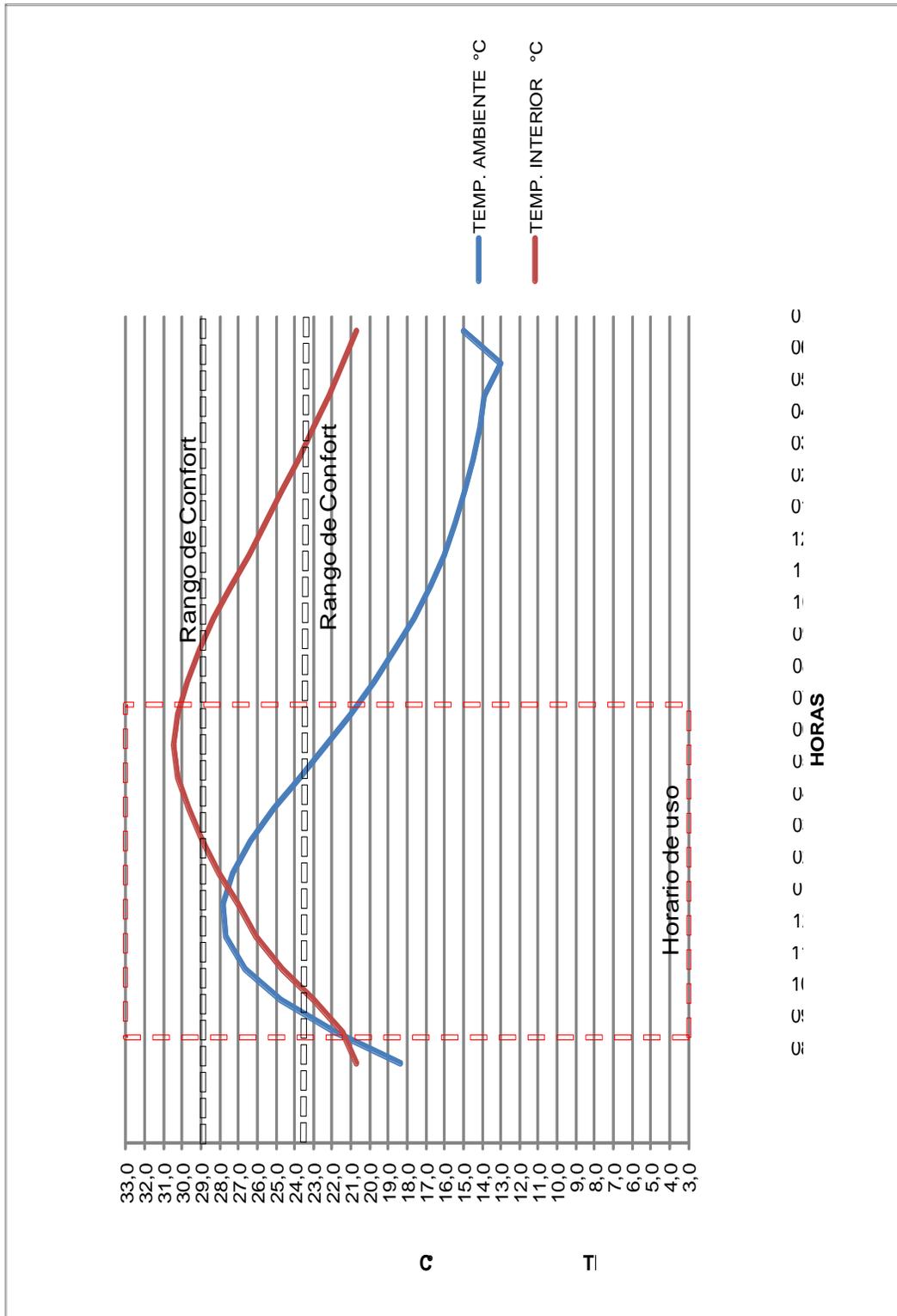
-  Temperatura extremadamente fría  
Menor de 9°
-  Temperatura fría  
Entre 9° y 12°
-  Temperatura semifría  
Entre 13° y 16°
-  Temperatura agradable  
Entre 17° y 20°
-  Temperatura rango de confort  
Entre 21° y 26°
-  Temperatura cálida  
Entre 27° y 30°

Humedad

-  Ambiente Seco  
Entre 0% y 29%
-  Ambiente en rango de confort  
Entre 30% y 70%
-  Ambiente húmedo  
Entre 71% y 100%

 Horario de uso

Gráfica de Resultados de la Torre Prisma en Mayo.



### 3.3 ANÁLISIS DE LAS TEMPERATURAS DE LA TORRE PRISMA

En las tablas y sus respectivas gráficas se pueden observar las temperaturas interiores y exteriores a los largo de un día natural tipo de los meses de Mayo y Enero, se expone el comportamiento de las temperaturas interiores durante las 24 horas del día independientemente de si estará en uso o no, con radiación solar y sin ella.

En el caso de Enero la situación térmica es complicada, pues además de tener temperaturas exteriores muy bajas, el cristalamiento de las tres fachadas agrava estas condiciones por ser un material de baja inercia térmica, dando como resultado temperaturas aún más bajas y no se mantiene en ninguna hora del día dentro del rango de confort determinado para esta ciudad entre los 21°C y 26°C. Incluso de las 12:00p.m. a las 04:00p.m. que al exterior si se encuentra dentro de esta esfera, adentro del edificio está por debajo de la línea por varios grados centígrados. En el horario de uso (marcado con un recuadro de línea punteada roja) se puede ver como en las primeras horas de trabajo la temperatura se encuentra dos rangos debajo de la temperatura de confort. Ya para las horas de la madrugada las temperaturas se consideran extremadamente frías y aunque no son horas laborables repercuten en el comportamiento térmico de las primeras horas del que si son laborables.

El cálculo realizado para el mes de Mayo en las condiciones actuales del edificio reflejó que las temperaturas al interior están por arriba de los 26°C, llegando hasta los 30°C en horas laborables. Al ser el cristal el material de todas las fachadas cuando hace calor se origina una especie de efecto invernadero, acumulando todo el calor del exterior en el interior. El edificio cuenta con aire acondicionado que en estas condiciones el consumo de energía eléctrica se eleva al realizar mayor esfuerzo para mantener condiciones confort en el ambiente interior.

Las temperaturas resultantes en ambos cálculo están fuera del rango de confort térmico. Las condiciones inadecuadas de temperatura inciden directamente en la salud física y psicológica de los usuarios, disminuyen la producción, genera mayor consumo de energía y subsecuentemente un mayor impacto ambiental.

### 3.4 DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO PUERTA ALAMEDA

El conjunto Puerta Alameda está ubicado en la dirección Calle Revillagigedo No. 6, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, construido en la cuadra ubicada entre las calles de Revillagigedo, Luis Moya y las Avenidas Juárez e Independencia. Inicia su construcción en el año 2005 y puesto en funcionamiento al 90% en el año 2008. Es un inmueble de uso habitacional con 15 pisos más 3 pisos subterráneos para estacionamiento de 2 cajones por departamento.

La construcción fue realizada por el Arquitecto Juan Pablo Serrano y el Ingeniero Enrique Martínez Romero, quien se encargó de diseñar la estructura de las torres para adecuarlas al alto riesgo sísmico de la zona centro de la ciudad de México, la ejecución y administración está a cargo de la Desarrolladora Del Parque. (38)

El conjunto cuenta con áreas comunes que albergan un gimnasio, salones de usos múltiples, área de juegos infantiles, una alberca, centros de negocios, sala de proyecciones, estancias y comedores. La planta baja está destinada para oficinas y espacios para el comercio.

El conjunto está compuesto por tres partes construidas en fases, siéndola Torre Sur de la tercera fase el objeto de estudio.

La Torre Sur cuenta con un total de 100 departamentos, donde en cada nivel va variando el número de habitaciones según las dimensiones, en los nivel 1 al 11 hay 7 departamentos haciendo un total de 615m<sup>2</sup> aproximadamente, los niveles 12, 13 y 14 cuentan con 6 departamentos en un área de alrededor de 400m<sup>2</sup> y el último nivel tiene sólo 5 departamentos equivalentes a 360m<sup>2</sup>, todos con los espacios de circulación incluidos. Cada nivel en promedio tiene una altura de 2.70 m. de altura por nivel (piso a lecho bajo del plafón) y tienen un área que va desde los 50m<sup>2</sup> hasta los 100m<sup>2</sup>.



Figura 15. Perspectiva del conjunto Puerta Alameda. © Desarrolladora Del Parque, 2007.

Todo el edificio cuenta con ventilación natural y por razones evidentes el horario de uso es durante las 24 horas del día.

### 3.5 CÁLCULO TÉRMICO DE PUERTA ALAMEDA

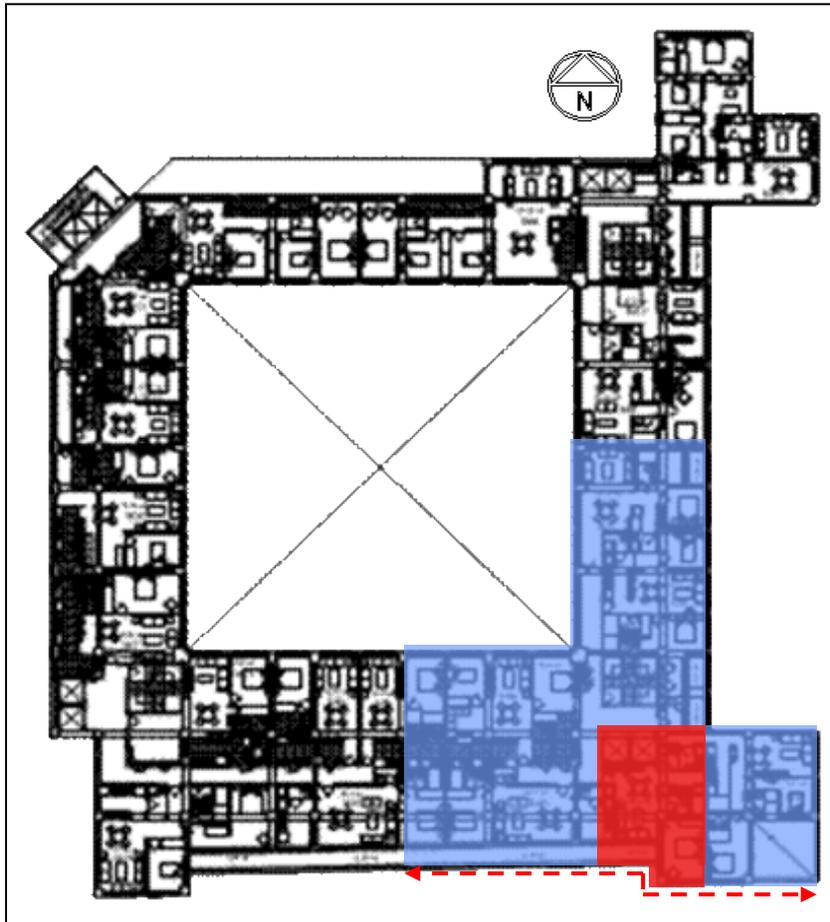


Figura 16. Croquis en planta del piso 14 de la fase tres del conjunto Puerta Alameda. © Desarrolladora Del Parque, 2007.

El análisis de las características físicas y condiciones térmicas fueron realizados sobre el piso 14 de la Fase tres-Torre Sur, el área total de la planta es 382m<sup>2</sup>. El edificio está orientado sobre el eje Norte-Sur con respecto a la rosa de los vientos.

El croquis fue tomado del sitio web de la Desarrolladora del Parque, pues las dimensiones de la planta general no son necesarias para realizar los cálculos, únicamente se hizo el

levantamiento del espacio en el que se hizo el estudio del comportamiento térmico.

Se eligió este caso porque al ser fachada orientada al Sur, goza de incidencia solar incluso en la estación fría que es el invierno.

El color azul corresponde a la torre sur y el departamento tipo es de 50m<sup>2</sup>, orientado en la fachada Sur indicado con color rojo. Inicialmente, se pretendía estudiar el departamento ubicado en la esquina inferior derecha, pues recibe los rayos del sol en dos fachadas, pero no se pudo localizar al propietario al momento de realizar el estudio.

Las flechas rojas con línea punteada indica la fachada que recibe luz natural para el caso de estudio.

Datos Climáticos:

Latitud: 19°25'

Longitud: 99°07'

Altitud: 2320 msnm

Velocidad Promedio del Viento: 5.03m/seg.

Perfil de Viento para el Piso 25: 7.6m/seg.

Días de Diseño: 11 de Mayo de 09 y 11 de Enero de 09

Datos de Materiales:

Absortancia:

Muros y techos: 0.80

Vidrio: 0.15

Ermitancia:

Muros y techos: 0.99

Vidrio: 0.94

MATERIALES	ESPESOR	CONDICIÓN. TÉRMICA
Vidrio	0.02	0.72
Tabique de Barro Rojo	0.14	1.07
Losa		
Impermeabilizante	0.001	0.60
Concreto	0.1	0.63

Cálculo de la capacitancia

MATERIAL	VOL.	PESO VOL.	MASA	CALOR	CAPAC.
Muros de tabique rojo: 0.15 x 2.60 x 2.70m	1.05	2,147.00	2,260.79	0.84	1,899.06
Ventanas de vidrio: 0.005m x 6.35m x 2.70m	0.09	2,500.00	214.31	0.67	143.59

Losa de azotea 0.10m x 48.00m <sup>2</sup>	4.80	2,400.00	11,520.00	1.01	11,616.77
				Σ	13,659.42
CAPACITANCIA		13,659.42	/	3.6	3794.28
					Kj/°C
					W/°C

### GEOMETRÍA SOLAR

En este caso, los cálculos se realizaron en un solo departamento pues son espacios confinados, con su ventilación propia y resultaría ocioso realizar cálculos por cada departamento, cuando únicamente se quiere revisar el comportamiento térmico para tenerlo como punto de referencia con respecto a la Torre Prisma, pues este edificio ya cuenta con ventilación natural por lo tanto modificaciones de ese orden no se van a proponer. Misma razón por la cual para este caso Para este caso, ya que el departamento cuenta con ventilación natural sólo se hizo un cálculo por mes.

En la figura 17 y 18 se muestra la geometría solar para los meses de Enero y Mayo respectivamente. El código de color es similar al explicado para la geometría solar de la Torre Prisma sólo que para este caso los ángulos dados para la fachada Sur indicados con color rojo y para la fachada Oeste los grados del los rayos del sol en planta se marcan en color azul.

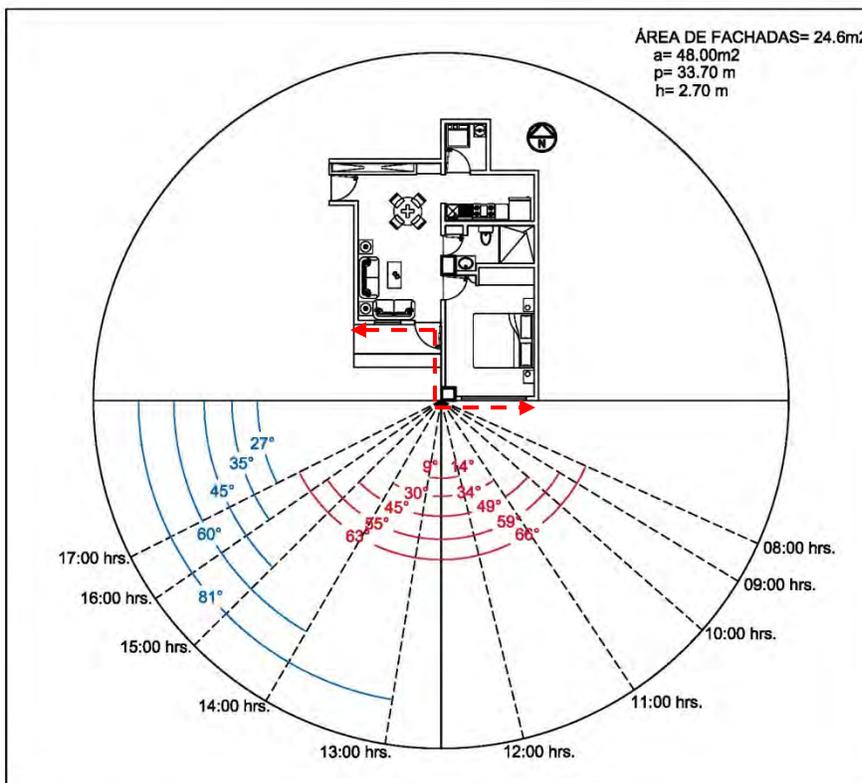


Figura 17. Ángulos de incidencia solar sobre la fachada del departamento tipo planta para el mes de Enero.

La flecha punteada roja indica la radiación solar directa.

Para calcular el flujo de calor por infiltración se utilizó el valor 0.7, que como antes se menciona es para la ventilación en una sola fachada. (6)

La apertura de ventanas es muy limitada, a pesar de que los vanos significan más

del 50% de la fachada Sur.

En Enero, debido a la posición del planeta respecto al Sol, la trayectoria de este, se mueve en el punto cardinal Sur en posición bastante inclinada de Sureste a Noreste.

La geometría solar para el mes de Mayo, al estar dentro de la estación de Primavera, el Sol se mueve de Este a Oeste casi perpendicular respecto a la línea del horizonte de la Tierra, donde la trayectoria solar es muy similares en la primera mitad del día con respecto a la segunda, es decir, si se observa la figura 18, se puede ver que los rayos del sol entre las 07:00a.m. y las 12:00p.m. están casi en espejo a las horas entre la 1:00p.m. y las 07:00p.m.

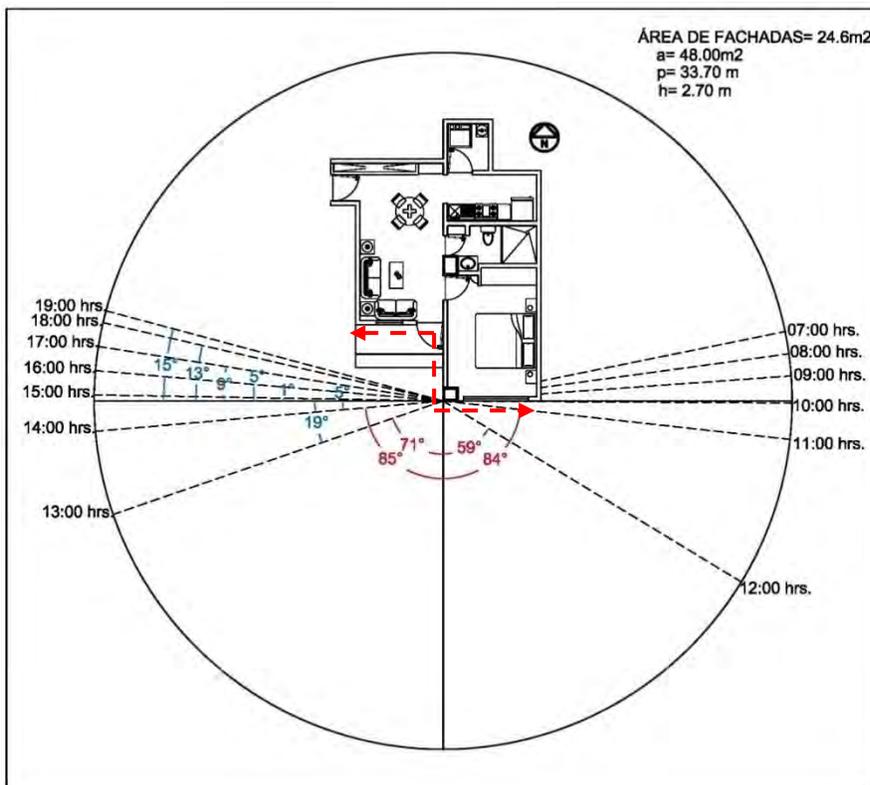


Figura 18. Ángulos de incidencia solar sobre la fachada del departamento tipo planta para el mes de Mayo.

De la misma forma, se puede apreciar cómo en las primeras tres horas de la mañana, los rayos solares no inciden en el departamento, en este sentido, el ángulo de los rayos del Sol recibidos a las 10:00 horas es mínimo por lo tanto, despreciable. Hay que recordar que el departamento tiene más departamentos a los costados Norte, Este y al Oeste.

Es sólo durante cuatro horas que la fachada Sur recibe ganancia solar directa, marcados con color rojo sobre la planta. Por otro lado, la Fachada Oeste recibe radiación directa en todas las horas de la tarde indicados en color azul.

Síntesis de Resultados del Conjunto Puerta Alameda en Enero<sup>19</sup>

HORA	TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. INTERIOR °C	HUMEDAD RELATIVA %
08:00 a.m.	8.3	15.1	71
09:00 a.m.	12.3	14.8	61
10:00 a.m.	16.5	22.9	50
11:00 a.m.	19.9	24.2	41
12:00 p.m.	22.2	26.5	35
01:00 p.m.	23.3	26.8	32
02:00 p.m.	23.5	27.5	31
03:00 p.m.	22.9	28.3	33
04:00 p.m.	21.7	28.1	36
05:00 p.m.	20.3	26.8	40
06:00 p.m.	18.6	26.8	44
07:00 p.m.	17.0	23.7	48
08:00 p.m.	15.4	23.3	53
09:00 p.m.	13.9	20.7	57
10:00 p.m.	12.5	20.1	60
11:00 p.m.	11.3	18.1	63
12:00 a.m.	10.3	17.6	66
01:00 a.m.	9.4	16.1	68
02:00 a.m.	8.7	15.7	70
03:00 a.m.	8.1	14.7	72
04:00 a.m.	7.6	14.4	73
05:00 a.m.	7.2	13.8	74
06:00 a.m.	6.9	13.5	75
07:00 a.m.	5.8	13.1	78

SIMBOLOGÍA

Temperatura

-  Temperatura extremadamente fría  
Menor de 9°
-  Temperatura fría  
Entre 9° y 12°
-  Temperatura semifría  
Entre 13° y 16°
-  Temperatura agradable  
Entre 17° y 20°
-  Temperatura rango de confort  
Entre 21° y 26°
-  Temperatura cálida  
Entre 27° y 30°

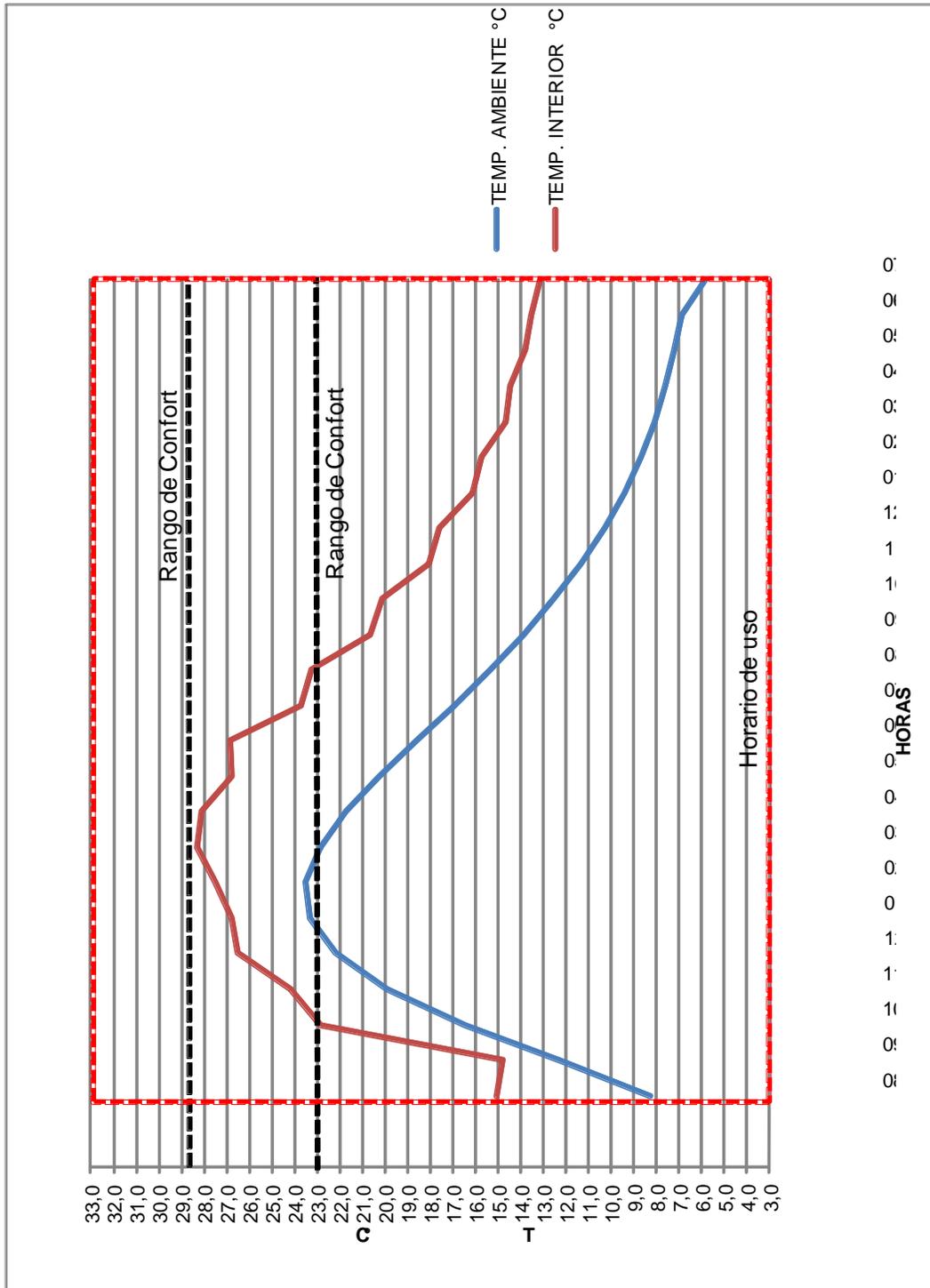
Humedad

-  Ambiente Seco  
Entre 0% y 29%
-  Ambiente en rango de confort  
Entre 30% y 70%
-  Ambiente húmedo  
Entre 71% y 100%

 Horario de uso

<sup>19</sup> Los resultados del proceso de cálculo a cada hora se encuentran en los anexos.

Gráfica de Resultados del Conjunto Puerta Alameda en Enero.



Síntesis de Resultados del Conjunto Puerta Alameda en Mayo.<sup>20</sup>

HORA	TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. INTERIOR °C	HUMEDAD RELATIVA %
08:00 a.m.	18.3	17.0	67
09:00 a.m.	21.8	19.9	56
10:00 a.m.	24.7	23.5	48
11:00 a.m.	26.7	23.9	42
12:00 p.m.	27.7	24.1	39
01:00 p.m.	27.8	24.3	39
02:00 p.m.	27.3	24.5	40
03:00 p.m.	26.4	24.7	43
04:00 p.m.	25.1	25.0	47
05:00 p.m.	23.8	25.3	51
06:00 p.m.	22.4	24.0	55
07:00 p.m.	21.0	22.5	59
08:00 p.m.	19.8	21.2	63
09:00 p.m.	18.6	19.9	66
10:00 p.m.	17.6	18.8	69
11:00 p.m.	16.8	17.8	72
12:00 a.m.	16.0	18.0	74
01:00 a.m.	15.4	18.2	76
02:00 a.m.	14.9	18.4	77
03:00 a.m.	14.5	18.5	78
04:00 a.m.	14.1	18.7	79
05:00 a.m.	13.9	18.9	80
06:00 a.m.	13.0	19.1	83
07:00 a.m.	15.0	19.3	77

**SIMBOLOGÍA**

**Temperatura**

-  Temperatura extremadamente fría  
Menor de 9°
-  Temperatura fría  
Entre 9° y 12°
-  Temperatura semifría  
Entre 13° y 16°
-  Temperatura agradable  
Entre 17° y 20°
-  Temperatura rango de confort  
Entre 21° y 26°
-  Temperatura cálida  
Entre 27° y 30°

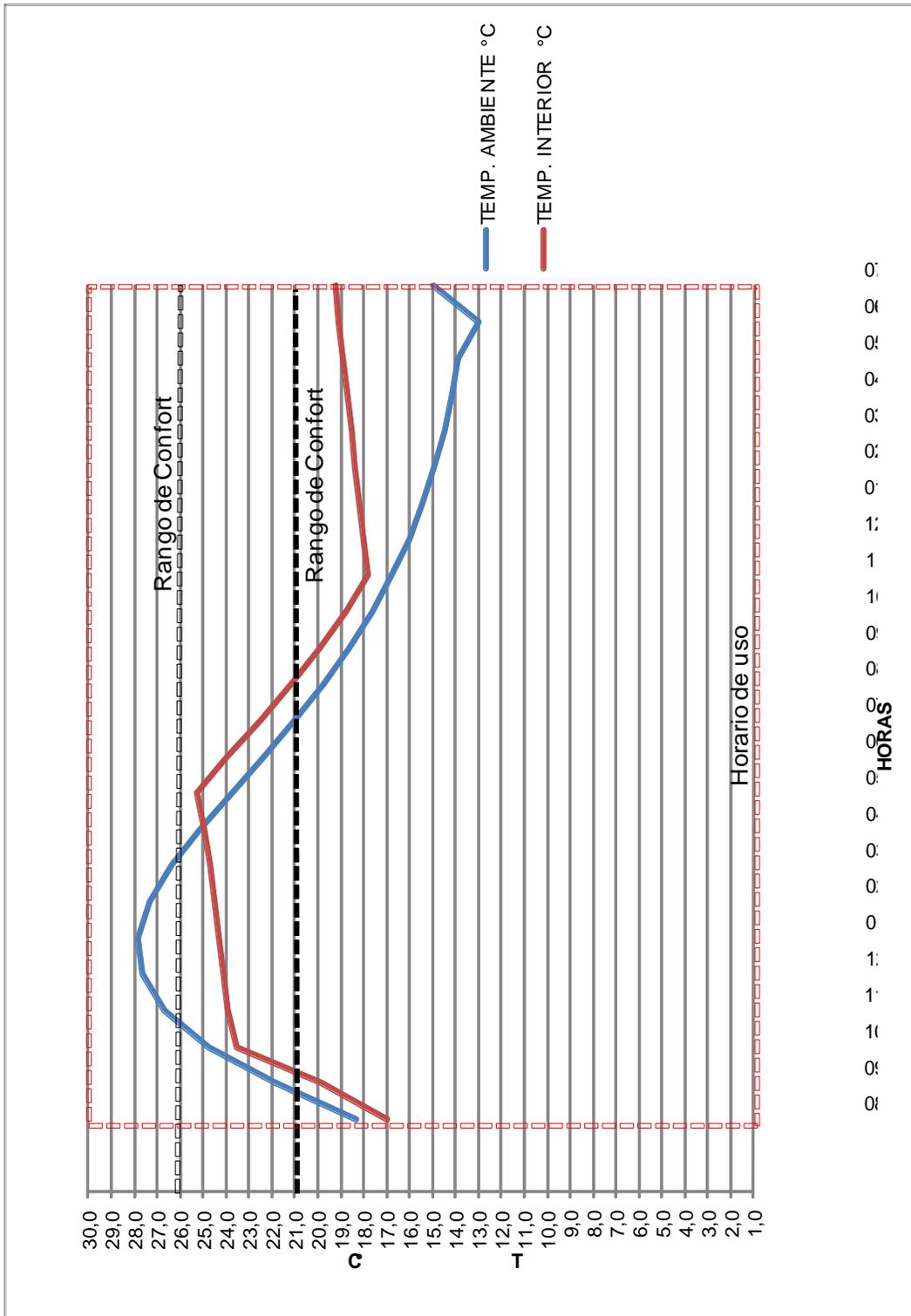
**Humedad**

-  Ambiente Seco  
Entre 0% y 29%
-  Ambiente en rango de confort  
Entre 30% y 70%
-  Ambiente húmedo  
Entre 71% y 100%

 Horario de uso

<sup>20</sup> Los resultados de las ecuaciones de los cálculos a cada hora se encuentran en los anexos.

Gráfica de Resultados del Conjunto Puerta Alameda en Mayo.



### **3.6 ANÁLISIS DE LAS TEMPERATURAS DEL CONJUNTO PUERTA ALAMEDA**

A pesar de Enero ser el mes con temperaturas frías la temperatura al interior sobrepasa a la exterior por más de 10°C en algunas horas del día. Teniendo algunas horas de la tarde está por arriba del rango de confort, esto es porque la ganancia total de calor es mayor a la capacitancia del volumen. Incluso abriendo las ventanas al máximo durante las 24 horas del día, no se logran bajar las temperaturas puesto que la posibilidad de ventilación es muy reducida, por ejemplo, la ventana ubicada en el dormitorio tiene de 2.66m<sup>2</sup>, pero el área de apertura efectiva es de 0.84m<sup>2</sup> y es una habitación que recibe radiación directa todo el día ya sea por la fachada Sur o por la fachada Oeste. De la misma forma la ventilación que recibe el espacio público del departamento es únicamente de la puerta que da salida al balcón, donde la puerta tiene la dimensión estándar de 0.90 por 1.20mts. Sin embargo, al ser un espacio de uso habitacional, puede traer beneficios esta temperatura ya que el usuario normalmente no requiere realizar trabajos y al estar en posición basal<sup>21</sup> no produce tanto calor.

Para lograr que la temperatura en el mes de Mayo se mantenga la mayor cantidad de horas en rango de confort térmico, en general, se mantendrán cerradas las ventanas durante las horas de la mañana excepto a de 08:00a.m. a 9:00a.m. donde la apertura será todas las ventanas es un total de 2.73m<sup>2</sup> para permitir el calor de los primeros rayos del sol y posteriormente cerrar logrando conservar la temperatura adecuada al interior ya en la tarde y noche se reabrirán todas las ventanas por un periodo de seis horas para permitir el paso del calor del exterior, a partir de las 5:00p.m.

En este caso se mantuvieron las temperaturas de confort por 11 horas desde las 8:00a.m. y en el resto de las horas en las que no estuvo en dentro del rango de confort estuvo debajo de este por muy pocos grados centígrados, esto debido a que la humedad es mayor en este mes con relación al mes de Enero.

Los materiales de construcción favorecen el confort térmico ya que son de alta inercia térmica absorbiendo el calor del día para irlo desprendiendo durante la noche.

---

<sup>21</sup> Cuando el ser humano está sentado o acostado.

## **4. PERCEPCIÓN AMBIENTAL**

### **4.1 PERCEPCIÓN AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

El deterioro ambiental que sufre la Ciudad de México también lleva consigo factores culturales, sociales, económicos y políticos reflejados directamente en el comportamiento de las personas por el reto que representa de supervivencia en un lugar que con poca o nula presencia de vegetación, acumulación masiva de basura, altos niveles de ruido que en conjunto resultan en contaminación del agua, suelo y aire, siendo esta última de gran importancia para los habitantes de esta ciudad por el estrés psicológico y orgánico que les produce.

Un estudio realizado en el año 2000 sobre la percepción de la contaminación del aire en la Ciudad de México, en dónde se compararon las mediciones objetivas que los índices IMECA reportan contra mediciones subjetivas por medio de encuestas, dicho estudio reveló que los habitantes de la ciudad creen que el nivel de contaminación atmosférica es mayor al real registrado en los promedios IMECA. Cuando se les preguntó cómo se daban cuenta de que hay contaminación, la respuesta con mayor frecuencia fue –por las molestias en los ojos-, cuando se les hizo la pregunta contraria, no así “espejo”, la respuesta más popular fue –porque existe visibilidad- En ambas respuestas se nota claramente la relación estrecha que existe entre los aspectos físicos y psicológicos y que este último puede regir sobre el primero. (39)

En la zona centro de la Ciudad, los encuestados tienen a percibir una mayor cantidad de contaminación en el ambiente y aunque efectivamente los índices IMECA registran un incremento en comparación al resto de la ciudad, la apreciación de esta es causada por el escenario que los rodea, es decir, el flujo vehicular es significativamente mayor al que transita en la periferia, por lo tanto los niveles de ruido también, incluso la aglomeración de la misma población en esta zona influye de manera importante en su percepción. La falta de contacto con la vegetación generado por los grandes bloques de edificaciones hace que los habitantes perciban un ambiente más nocivo para su salud de lo que realmente es.

## 4.2 PERCEPCIÓN AMBIENTAL EN LOS CASOS DE ESTUDIO

El medio ambiente se convierte en problema de investigación a consecuencia del deterioro de los recursos naturales y al afectar la vida humana en cualquier escala, el problema de la degradación ambiental requiere una búsqueda de soluciones interdisciplinarias pues es un problema que pone en crisis las condiciones de vida en el planeta y la perpetuación de la misma.

Fundamentalmente la atención se ha centrado en dos cuestiones esenciales: la influencia del ambiente y las modificaciones que ha sufrido este sobre las personas, sus conductas y actitudes; y la influencia de estas sobre el medio, las sociedades, las grandes potencialidades de impacto del humano sobre el entorno, las conductas degradantes, las concepciones y modos de vida en general.

Los problemas ambientales, surgen de las incompatibilidades existentes entre las cualidades biofísicas del entorno y las relaciones socioculturales actuantes sobre él.

La psicología ambiental, estudia también, la conciencia ambiental del ser humano incluyendo los diferentes procesos que conforman la misma que les permita convivir con el entorno, preservarlo, y transformarlo en función de sus necesidades, sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, de preservar y desarrollar la riqueza cultural y material de la humanidad, de incrementar el potencial productivo, asegurando oportunidades equitativas para todos, sin que ello implique poner en peligro el ambiente y sus ecosistemas. (40)

Al hablar de percepción humana es necesario hablar de todos los elementos del ambiente que rodean al hombre, aún cuando la atención de una investigación se centre en un solo aspecto como es el caso de este documento donde el tema es ventilación y calidad en el aire, en este sentido, se tienen que explorar todos los campos que intervienen en la percepción que el ser humano tiene con respecto al ambiente que lo contiene, sea este ambiente transitorio como lo es un espacio de trabajo y permanente como lo es un espacio habitacional.

Existen varios aspectos de los cinco ambientes anteriormente estudiados en el tema de Psicología Ambiental que deben ser tomados en cuenta en el área de estudio.

## TORRE PRISMA

Dentro de las características físicas que hay que resaltar del edificio es la imposibilidad de ventilación natural, pues es el factor que genera la mayoría de los problemas de calidad ambiental. Al estar cerrado herméticamente trae consigo sentimiento de aislamiento, insuficiencia de aire, menoscabo de renovación y estancamiento del aire, y falta de regulación de la temperatura al interior; todos ellos necesarios para el ser humano tanto a nivel físico y psicológico, repercutiendo en este caso en el desempeño productivo de los usuarios.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, al no haber flujo de aire puro puede llegar a generar padecimientos de enfermedades físicas y psicológicas en el humano, pues como todo ser vivo requiere tener contacto directo con el medio ambiente. Respirar aire puro es de vital importancia para el hombre.

El medio ambiente natural es prácticamente inexistente, pues es un edificio que no cuenta con áreas verdes, quedando únicamente pocas macetas con vegetación localizadas en algunas partes del edificio.

El medio ambiente artificial, está definido por tres fachadas de cristal, cerradas herméticamente impidiendo la posibilidad de ventilar naturalmente, que independientemente de ya haberse estudiado el comportamiento térmico, trae consigo en este caso particular que los usuarios tengan la sensación de encierro.

Del medio físico social, para este caso, es un ambiente difícil para los usuarios pues no cuentan con la suficiente privacidad para realizar sus tareas, muchos de las personas que ahí trabajan requieren realizar trabajos de precisión, el ruido producido por el equipo y las conversaciones del resto puede ser un productor de estrés importante para el que requiere concentrarse.

El medio físico psicológico, en un ambiente laboral siempre es un factor que genera conflicto pues es un espacio que reúne a personas con diferentes valores y creencias pues la cultura depende de los aspectos vivenciales de cada persona. Una empresa contrata, normalmente todo tipo de personalidades siempre y cuando estén calificados para desarrollar el trabajo que les sea solicitado.

En cuanto al medio fisiológico se refiere, ya se ha hablado mucho del tema, en el análisis de los casos de estudio se pudo observar como las condiciones de temperatura

no se encuentran ni cerca del rango de confort. Hay que recordar que cuando el medio fisiológico presenta problemas automáticamente repercute en los siguientes medios, el bienestar físico es la base para el bienestar psicológico. Si no existe confort térmico los usuarios pierden capacidades como la de asimilación y comprensión de lo que está ocurriendo a su alrededor.

El realizar una actividad laboral trae consigo, normalmente la elevación del nivel de estrés, pero las condiciones ambientales de este espacio favorecen la elevación de este, pues es un espacio que no permite el control del ambiente individual de cada empleado.

En cuanto a la iluminación se refiere, la luz natural se aprovecha todas las horas de día, pues las fachadas son de cristal y estas al tener una pantalla que los polariza, impide deslumbramientos por la intensidad de los rayos del sol. La iluminación artificial en cambio tiene cosas favorables y desfavorables al ambiente. Por un lado, la luz artificial está controlada desde un punto externo a cada espacio impidiéndole a cada usuario controlar el nivel de iluminación que requiere para realizar su trabajo, por otro lado la iluminancia en general, es el adecuado para ejecutar las actividades que normalmente se realizan ahí, pero habrá que comprobarlo con los resultados arrojados en las encuestas ya que habrá que ver los casos particulares en los que esta premisa no se cumpla debido pues depende como ya se mencionó de la particularidad de cada actividad.

En cuanto a confort acústico, un espacio laboral tiene problemas de privacidad al ser espacios divididos por mamparas o por cubículos que no están cerrados de piso a techo, el equipo para trabajar y las conversaciones son ruidos que difíciles de controlar o mitigar por los mismos trabajadores, incluso tratar de hacerlo puede generar otro tipo de problemas como conflictos entre ellos o al ceder a las peticiones de cesar estas actividades puede resultar en improductividad para la empresa.

Las condiciones de ventilación de este caso ayudan a responder a la hipótesis, más adelante, todo lo anteriormente dicho se complementa y se comprende a través de de las encuestas realizadas a los empleados de este edificio.

## CONJUNTO PUERTA ALAMEDA

El conjunto tiene muchas cualidades que fomentan el confort de una persona pero a nivel macro, pues como se describió en el caso de estudio cuenta con varios espacios dedicados al entretenimiento y a la relajación, sin embargo, el proyecto no obstante ganador del Premio Nacional de Vivienda, 2006, otorgado por Comisión Nacional de Vivienda de México (CONAVI), tiene espacios muy reducidos en las circulaciones entre los departamentos al tener una disposición como la que tiene un hotel, al interior de los departamentos también las circulaciones son de medidas mínimas independientemente de ser un conjunto habitacional de interés alto.

Los acabados de todo el edificio en general son de lujo, lo que favorece la percepción de los usuarios, creando un ambiente agradable a pesar de muchas veces tener temperaturas fuera del rango de confort.

Cada departamento al tener ventilación natural permite al usuario controlar su ambiente, puede regular de alguna forma la temperatura aunque en algunos casos será insuficiente, ya que las ventilaciones sobre todo en los departamentos pequeños no abastecerá el requerimiento necesario, pues las dimensiones de las ventanas que si se pueden abatir son pequeñas y resultan poco adecuadas para un espacio hecho de materiales de alta inercia térmica como lo es el concreto aparente, generando almacenamiento de calor e impidiendo la salida pues no existe la posibilidad de ventilación cruzada.

El requerimiento de la cantidad de luz para una vivienda es mucho menor al de un espacio laboral, pero es igual de importante que el usuario tenga la posibilidad de obtener iluminancia, en este sentido, cada departamento por partido arquitectónico cuenta con grandes ventanas, condiciones sumamente importantes pues el usuario decide la cantidad de luz que permite entrar al interior: tiene la opción que ofrece el tener ventanales al permitir la entrada de la luz solar y tiene la opción de reducirla por medio algún difusor de luz (louvers, cortinas y persianas).

El sistema constructivo al interior es ligero, los muros que dividen cada departamento son delgados por lo tanto, genera que la acústica para las viviendas no sea correcta al permitir que se escuchen las conversaciones y ruidos generados entre los departamentos o los pasillos.

Del medio ambiente natural también se puede decir que está inexistente como en el caso anterior, con la diferencia de que en el proyecto introdujeron espacios de áreas verdes, sin embargo, son áreas implantadas por el hombre, lo que compone al medio ambiente artificial.

Existen dos aspectos que componen el medio físico social de este caso, la relación entre las personas que habitan este conjunto y la relación entre las que viven al interior de cada departamento, en esta investigación se deja afuera la interacción familiar por las complejidades que trae consigo. La relación entre las personas que habitan este conjunto es limitada pues cada persona tiene sus actividades, además de estar condicionada a la interacción en los pasillos comúnmente y en menor constancia en los espacios dedicados a la recreación. El conjunto al tener espacios que requieren cierto poder adquisitivo, las personas, dueñas estos departamentos tienen un nivel socio-cultural parecido, esto representa en mismo *paquete* de valores y creencias mayor armonía entre los vecinos. Aún así es secundario, pues la interacción se termina al momento de cerrar la puerta del departamento.

El medio psicológico, en un conjunto habitacional no representa grandes problemas pues es un lugar para la restauración, una persona llega a su vivienda y se trata de dejar atrás lo acontecido en el exterior. Hay que recordar que esta premisa es cierta dejando afuera la relación intrafamiliar.

Sobre el medio fisiológico y las condiciones térmicas que existen en este lugar ya se ha hablado igual que en la Torre Prisma en el capítulo tres cuando se analizaron los resultados arrojados por los cálculos. Únicamente habrá que contrastar estos resultados con los arrojados por las encuestas sobre la percepción de los usuarios.

### 4.3 ENCUESTAS AL USUARIO EN LOS CASOS DE ESTUDIO

Para evaluar la percepción que el usuario tiene sobre su espacio de trabajo y vivienda se aplicaron dos encuestas, una en el piso veinticinco de la Torre Prisma y la segunda en los catorce pisos de la Torre Sur de la fase tres en el Conjunto Puerta Alameda. Ambas cuestionan siete aspectos divididos en dos secciones:

1.1. Generalidades del encuestado en relación con el edificio. Género, edad, ocupación, periodo de antigüedad habitando o trabajando según sea el caso, periodo de horas que permanece en el edificio, condiciones físicas del espacio y en el caso del edificio de Puerta Alameda, periodos de tiempo para ventilar su vivienda.

2.1. Percepción sobre el espacio. En cuanto a circulaciones y espacialidad para realizar sus actividades, incluso espacio para almacenar cosas.

2.2. Percepción en cuanto a la iluminación. Tipo de iluminación, iluminancia, intensidad luminosa, molestias producidas por la misma y apreciación en cuanto a la misma en general.<sup>22</sup>

2.3. Percepción en cuanto a la ventilación. Tipo de ventilación, características físicas, confort térmico y apreciación en cuanto a la misma en general.

2.4. Percepción en cuanto al ruido. Escalas y niveles percibidos de ruido, molestias y reacciones producidas por el mismo.

2.5. Alteraciones físicas y psicológicas. Enfermedades oculares, respiratorias, auditivas y dermatológicas, así como todas las producidas por el estrés ambiental.

2.6. Percepción de la calidad del ambiente. Evaluación general de todos los aspectos que son parte del espacio: aciertos, fallas y efectos sobre los encuestados.

Respecto a la aplicación de las encuestas, como se previó que las muestras serían pequeñas en ambos casos de estudio, no mayores al 50% del total de los empleados y habitantes de cada edificio respectivamente, en el caso de la Torre Prisma debido a la seguridad y dificultad para ingresar y en el Conjunto Puerta Alameda por la disparidad de horarios de cada familia, se establecieron varios candados en las encuestas para validar la confiabilidad de las respuestas, es decir, preguntas cruzadas

---

<sup>22</sup> La diferencia de los términos están definidos en el glosario.

a lo largo de la misma que al ser contestadas de forma similar, declaran a un encuestado como fuente confiable y por el contrario eliminar los cuestionarios que tengan respuestas opuestas en esos candados<sup>23</sup>. Cabe mencionar que no fue necesario eliminar ninguna de las encuestas aplicadas pues desde el pilotaje y posteriormente en la aplicación a los casos de estudio todas las respuestas coincidieron.

Al final de cada encuesta se les solicitó su opinión acerca de la misma, además de ser una manera de retroalimentación, también sirvieron como herramienta para establecer la validez y confiabilidad de las mismas, pues al conocer las opiniones de los encuestados se puede establecer una línea de buena voluntad e imparcialidad hacia este estudio, otro factor que se cuidó en la redacción de la encuestas y que se evaluó sobre todo en el pilotaje fue el nivel técnico de la encuesta pues se sabía que las encuestas sería contestadas por personas de distintos géneros, diferentes edades a partir de los dieciocho años y con diferentes niveles económicos, educativos, sociales y culturales y debía ser comprendida por todos sin importar ninguno de estos aspectos demográficos.

El pilotaje se realizó en dos edificios ubicados en la Col. Pedregal de Carrasco, de la Delegación Coyoacán, uno de uso comercial y otro de uso habitacional, con una muestra de apenas diez encuestados por edificio, suficiente para revisar el modelo de las encuestas para eliminar precisamente las preguntas que estaban muy elevadas en nivel técnico y que sólo confundían al sujeto. Este problema se solucionó, en su mayoría, pasando de un lenguaje técnico a un lenguaje coloquial y únicamente se eliminó alguna pregunta muy específica sobre la construcción del lugar que se confirmó confundía al encuestado y provocaba que adivinaran o inventaran las respuestas pues pocos conocen a fondo el sistema constructivo y el tipo de acabados en lámparas y ventanas.

Los resultados arrojados en los dos casos estudio son algunos esperados y otro no tanto, al ver las gráficas se podrán contrastar las respuestas entre ambos y se logra validar todas la premisas desarrolladas a lo largo del documento, desde calidad en el

---

<sup>23</sup> Los candados son preguntas que contienen respuestas similares, redactadas de forma diferente.

ambiente interior, confort y psicología ambiental hasta eficiencia energética y ventilación natural.

En la sección A de la encuesta se les preguntan datos de carácter demográfico y datos sobre las características de su empleo.

En la sección B se abordan todos los aspectos que componen a la percepción ambiental, con diferentes modelos de preguntas, todas cerradas: una parte con respuestas dicotómicas<sup>24</sup>, otras de valoración<sup>25</sup> y de respuesta sugerida<sup>26</sup>, finalmente se dejaron dos preguntas de tipo abierto para saber su punto de vista sobre los que consideran acierto y desaciertos sobre el ambiente.

En el caso de la Torre prisma se aplicaron dieciocho encuestas de un total de treinta y seis empleados en el piso veinticinco. Las condiciones de seguridad en este edificio dificultaron la toma de muestra, sin embargo, aunque representa el 50%, es una muestra confiable pues además de las condiciones de validez establecidas en la *Descripción De La Encuesta*, es un cuestionario que apunta a la mejora de su espacio laboral, incluso al preguntarles su punto de vista sobre la encuesta realizada, los sujetos se mostraron muy complacidos por haberles tomado en cuenta su opinión, ya que en esta encontraron una salida a los acuerdos y desacuerdos sobre su entorno de trabajo, nunca tomados en cuenta anteriormente.

Coincidentemente para el Conjunto Puerta Alameda, la muestra también equivale al 50% del total de departamentos, se aplicaron cincuenta encuestas de cien posibles en la Torre Sur. Las personas a las que se les aplicó la encuesta fueron tomadas al azar bajo el criterio de que *deberían de ser contestadas por la primera persona que abriera la puerta*, siempre y cuando esta fuera mayor de dieciocho años, poca relevancia tiene, pero cabe mencionar que todas las personas de primera intención cumplieron con este parámetro y de esta forma también se rectifica la validez de la muestra pues al ser de diferentes edades y con distinta formación académica no genera sesgo hacia cierta tendencia pues en cada persona existe una percepción diferente y ningún interés particular en los resultados arrojados.

---

<sup>24</sup> Son preguntas que tienen sólo dos opciones como respuesta y son excluyentes. Ej. Si/No

<sup>25</sup> Son las respuestas que valúan una condición. Ej. Del 1 al 5 ó bueno, regular y malo.

<sup>26</sup> Son aquellas en las que se limitan las circunstancias en las que se puede dar una condición.

#### 4.4 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

De las dieciocho personas encuestadas en la Torre Prisma once corresponden al género masculino y siete al género femenino que representa el 61% y 39% respectivamente, donde el rango de edades va desde los veintiuno hasta los cuarenta y nueve años de edad, la mayoría licenciados en derecho, contabilidad y administración por el tipo de labor que se realiza en ese piso.

Los encuestados indicaron el tiempo que llevan trabajando en el mismo puesto alrededor de dos años y medio solamente dos de ellos que son pasantes de derecho llevan apenas un poco más de un mes trabajando para esas oficinas.

Para establecer el parámetro y comprender más adelante sobre los posibles trastornos fisiológicos y psicológicos se les cuestionó acerca de las horas diarias que pasaban en el espacio de trabajo y sobre las características físicas del mismo, esta segunda pregunta fue tomada únicamente en consideración y no como parámetro pues existe duda razonable para creer que las respuestas<sup>27</sup> confundieron a los encuestados debido a que hay gran parecido entre las opciones *a* y *b*, y al conocer físicamente el espacio de trabajo por el aplicador de las encuestas.

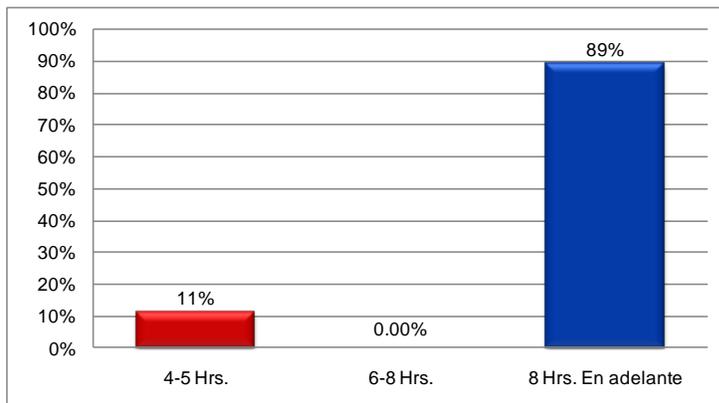


Figura 19. Gráfica de horas al día que permanecen en el espacio de trabajo.

En relación con la pregunta sobre las horas de permanencia en el espacio de trabajo, la mayoría de los empleados laboran más de ocho horas y el resto, entre ellos los pasantes están en el lugar de trabajo entre cuatro y cinco horas, equivalentes al 89% y

11% respectivamente, se aprecia en la grafica de la figura 19 que nadie se ubica entre estos dos rangos que contiene al valor entre 6 y 8 horas. El 36% respondió que realizaban trabajos de precisión en su jornada laboral así como el 91% de los

<sup>27</sup> Respuestas posibles: a) Oficina cerrada, b) en un cubículo separado por mamparas y c) en un área abierta con otras personas

encuestados utilizan la computadora por más de cuatro horas diarias como herramienta de trabajo, estas dos últimos porcentajes son importantes conocerlos para estudiar las condiciones de trabajo y las herramientas empleadas ya que tienen relación directa con la iluminación, ventilación y ruido principalmente para el bienestar y desempeño de los encuestados.

Subsecuentemente se encuentran el análisis de resultados referente a la sección B, que recapitulando son las preguntas que conciernen a las condiciones de trabajo en relación directamente con la percepción ambiental, los aspectos que engloban a esta parte de la encuesta se encuentran expuestos al inicio de la descripción de la encuesta en los puntos 2.1 al 2.6.

Se les cuestionó si su zona de trabajo se encontraba bien delimitada y libre de obstáculos para acceder a ella, el 82% asegura que no, al respecto para el 28% hay falta de intimidad, el mismo porcentaje de encuestados se siente encerrado, el 17% expresa molestia ante las perturbaciones que no se pueden evitar debido a la distribución de los espacios. Dichas perturbaciones tienen relación directa con el ruido que más adelante se explica con detalle.

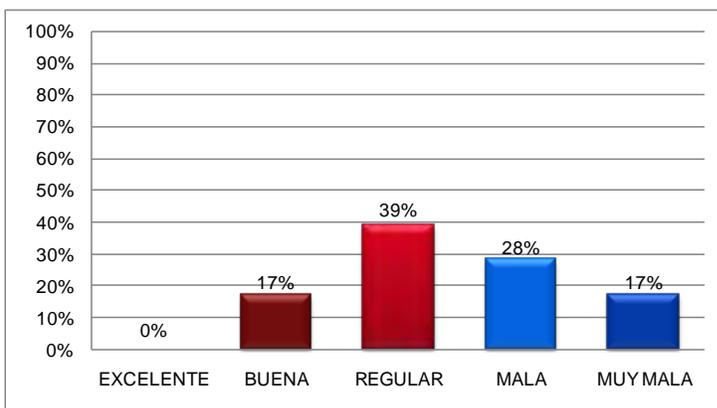


Figura 20. Gráfica sobre evaluación general de la espacialidad en el lugar de trabajo.

Se les solicitó que calificaran la espacialidad en el lugar de trabajo, la respuesta con mayor porcentaje calificaba su espacio como *regular* que representa al 39% de los encuestados se puede apreciar en la figura 20 que nadie evalúa como excelente la cantidad y

calidad de las dimensiones en las que desarrolla su trabajo, sin embargo, resalta cómo es el mismo porcentaje de personas que opinan que es bueno y muy mala, el indicador que realmente hace el panorama claro es el 28% que califica las condiciones espaciales de su lugar de trabajo como malo.

En cuanto a la iluminación, todas las respuestas se tornan favorables para el lugar de trabajo. Al preguntarles si cuentan con iluminación natural, sólo una persona

confirma que no cuenta con ella, quien representa el 6% del total, por otro lado se les cuestionó acerca la iluminación artificial: el 56% tiene control sobre los aparatos y sistemas de iluminación.

Se pidió que evaluaran los dos tipos de iluminación por separado y finalmente que hicieran una evaluación de la iluminación en general contemplando ambos tipos, es decir, natural y artificial. Como se observa en la figura 21, el 50% la considera excelente, además de representar la mitad de la muestra, cantidad importante; hay que resaltar que excelente quiere decir que el usuario no reconoce alguna falla, característica que en el caso de la iluminación natural, corresponde lógicamente con las cualidades físicas del edificio al contar con las tres fachadas cubiertas con cristal polarizado. Siendo este el caso, se planteó el cuestionamiento de al ser tan extensa la

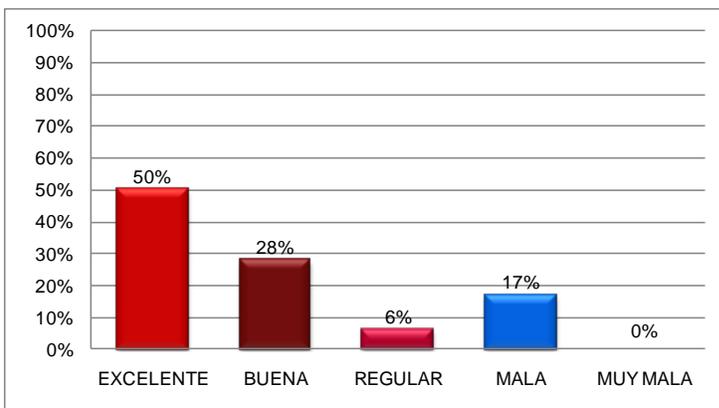


Figura 21. Gráfica sobre evaluación general del nivel de iluminación en el lugar de trabajo.

entrada de luz y contando adicionalmente con iluminación artificial, pudiera ser demasiado intensa para generar afectaciones; al respecto el 84% respondió que es correcta, el 6% la encuentra escasa y el 11% dice que no es uniforme y produce deslumbramientos.

Efectivamente, la situación en cuanto a la iluminación para el espacio de trabajo es adecuada, la iluminación natural es necesaria para el ser humano, la luz de día suprime la hormona Melatonina que trabaja respecto al ciclo circadiano y su respuesta precisa a cambios en la iluminación ambiental, hace que el cuerpo esté despierto y la producción sea mejor.

Por el contrario, el tema de la ventilación tanto natural como la mecánica resultó con tendencia negativa dentro de la percepción de los usuarios, principalmente por ser un espacio que no cuenta con ventilación natural.

Se les preguntó si pueden regular la temperatura e intensidad del aire acondicionado, el 78% respondió que no, sin embargo existe una contradicción pues en otro reactivo el 89% alega que la temperatura no se encuentra dentro del rango de

confort, en relación con lo anterior, de la temperatura y humedad el 78% normalmente siente calor, el 11% siente frío, 6% percibe la humedad en el ambiente y con otro mismo porcentaje piensa lo contrario, que está seco.

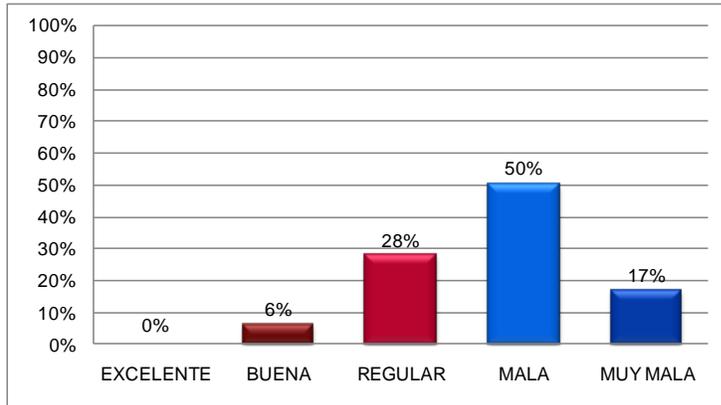


Figura 22. Gráfica sobre evaluación general de la ventilación en el lugar de trabajo.

Estos valores se complementan cuando se les pidió que hicieran la evaluación general de la ventilación en su lugar de trabajo, se observa en la figura 22 que el 50% de la muestra considera que la ventilación es mala y con apreciaciones positivas únicamente representa el 6% (1

persona). Congruentemente, el 100% consideró que existe falta de ventilación y estancamiento de aire y cómo resultado que el aire no está limpio y no oxigena su cuerpo. Finalmente, estos resultados se esperaban pues es evidente que al ser un espacio hermético el aire al no renovarse no puede oxigenar de manera correcta a cualquier ser vivo. Los ambientes laborales han cambiado en el transcurso del tiempo con la mecanización y, los adelantos científicos y tecnológicos. En general, estos recursos reducen el trabajo biofísico que requiere del esfuerzo del cuerpo, pero dan origen a algunas enfermedades relacionadas con el lugar del trabajo como se explica en el tema *Calidad Del Aire Interior De Los Edificios*.

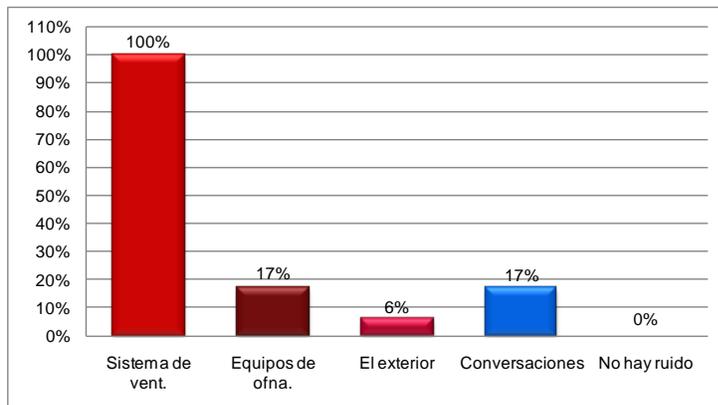


Figura 23. Gráfica sobre las fuentes productoras de ruido.

Por otro lado, sobre el tema del ruido se les preguntó si el ruido que existe en el edificio les produce molestias, el 50% respondió que nunca, el 33% dice ocasionalmente y el 17% restante dice que habitualmente les produce molestias.

Al respecto se les preguntó acerca de las fuentes que producen el ruido y resultó que el 100% percibe generado por el sistema de ventilación. En la figura 23 se muestran los porcentajes sobre las fuentes de ruido, además del sistema de ventilación, el ruido proviene de los equipos de oficinas, del exterior y de la conversaciones, esta última tiene relación directa con la distribución de los espacios de trabajo, pues más de la mitad de los encuestados afirma que trabaja en un área común por lo tanto no cuenta con privacidad ni forma de aislar los sonidos. Se observa que únicamente una persona percibe ruido del exterior, es lógico cuando el edificio no cuenta con ventilación natural.

Recapitulando, la iluminación, la ventilación y el ruido tiene relación directa con el bienestar físico y psicológico de las personas, sin embargo, en un espacio de trabajo es difícil precisar en qué medida estos aspectos generan trastornos en el cuerpo y mente, ya que las tareas asignadas dependiendo del puesto que desarrollen puede causar por si solas estas afectaciones. Entonces el origen de los trastornos no fue cuestionado pues hubiera requerido de estudios más especializados dentro del campo de la psicología, pero si se cuestionó si existían dichos trastornos.

En cuanto a la parte fisiológica se refiere se les preguntó sobre los problemas más comunes causados por la falta o exceso de luz, ventilación y calidad del aire, y ruido y que contribuyen al síndrome del edificio enfermo que son dolores de cabeza por la iluminación, ventilación y ruido; fatiga visual, por el tipo y cantidad de iluminación cansancio principalmente por la falta de oxigenación del cuerpo y el estrés implica una relación cambiante entre condiciones ambientales, de vida, salud física y psicológica.

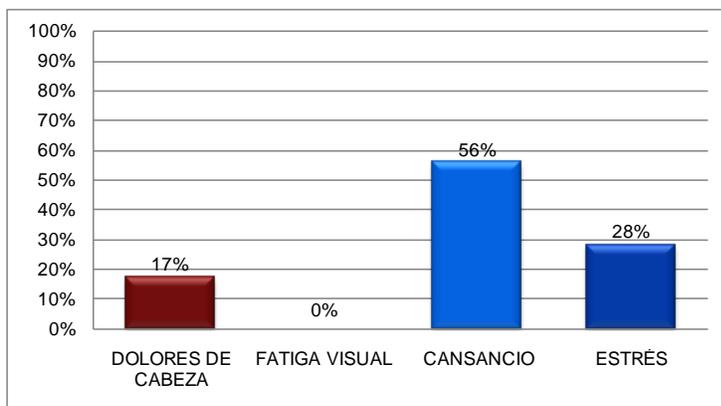


Figura 24. Gráfica sobre los trastornos fisiológicos sufridos por el sujeto en el espacio de trabajo.

Se observa en la figura 24 como nadie experimenta fatiga visual, coherente con lo anteriormente expuesto acerca de la iluminación tanto artificial como natural, por lo tanto, es válido pensar que los el resto de los trastornos tampoco tienen correlación con este aspecto del

ambiente. En cambio, el 56% dice sentirse cansado, congruente con las condiciones de ventilación mecánica y falta de renovación del aire, se reitera que no es el factor decisivo para producirlo pero lo pueden acentuar estas condiciones. El 28% de la muestra padece de estrés, se considera el deterioro del ambiente pero también las condiciones inciertas de vida, la competitividad laboral, el miedo al desempleo y la pobreza, entre otras cosas, preocupan seriamente al individuo y lo mantienen bajo una constante tensión.

El impacto que un ambiente provoca en el humor de un sujeto varía en la intensidad y el periodo de tiempo que permanece en el carácter, es diferente en cada persona, situación y condiciones. Pueden ser uno o varios aspectos al mismo tiempo los que le producen molestia al usuario en el ambiente de trabajo, si se hace la suma de porcentajes en la figura 25, se verá que el resultado es 123%, en esta parte de la encuesta cada sujeto pudo escoger más de una posibilidad pues normalmente no sólo es un aspecto el que causa molestia. El 28% de los encuestados siente falta de intimidad, la misma cantidad de personas se sienten encerradas, al 6% le desagrada lo que ve en relación a sus compañeros, el 17% se queja de las interrupciones que

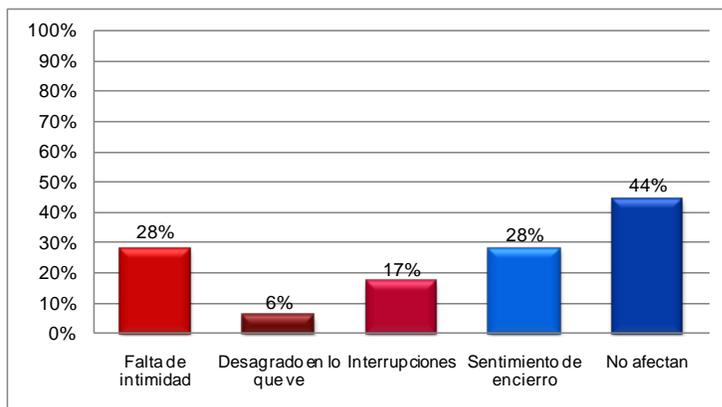


Figura 25. Gráfica sobre los aspectos del ambiente en el lugar de trabajo que le afectan al encuestado.

generan los compañeros con asuntos laborales y no laborales, pero al 44% no le afecta ningún aspecto, cabe recordar en cualquier reactivo se dio la oportunidad de añadir alguna otra opción, no fue el caso, pues no escribieron algún otro aspecto.

Finalmente con todos estos elementos ya estudiados y analizados generan los resultados para conocer la evaluación final de la calidad en el ambiente y hacer un balance de los aciertos y las fallas en el espacio de la Torre Prisma.

La ventilación e iluminación tiene efectos fisiológicos y psicológicos en el ser humano, la buena ventilación estimula la actividad cerebral y el cuerpo reacciona mejor ante las situaciones que se presenten a lo largo del día.

Los usuarios reconocen que la ventilación y la iluminación contribuyen en el ánimo del sujeto, que los sistemas artificiales generan incomodidad en el cuerpo al sentir, por ejemplo, que el ambiente es caliente y el aire se encuentra estancado, dificultando la concentración para realizar las labores.

La calidad del ambiente ha deteriorado la eficiencia laboral sobre todo cuando los sujetos sienten más calor; cuando el aire está prendido y se logra la regulación de la velocidad y temperatura dentro del rango de confort, la producción y clima laboral en este edificio se favorece.

Al no tener la posibilidad de ventilación natural, en este caso de estudio no se toma en cuenta la contaminación en la atmósfera como factor de molestia para los sujetos al interior.

Así como en la Torre Prisma, los resultados arrojados de la muestra tomada en el Conjunto Puerta Alameda también eran esperados, coherentes con el tipo de materiales y sistema constructivo.

De las cincuenta personas que respondieron la encuesta veintiocho son hombre y veintidós son mujeres, representando el 56% y 44% respectivamente. Los encuestados tienen desde diecinueve hasta sesenta años de edad, donde el promedio está alrededor de los treinta años.

En este caso, se esperaba que existiera variedad de profesiones al ser un edificio de uso habitacional, dentro de la moda se encuentran funcionarios públicos y privados, y profesiones dentro de las artes, diseño y medios.

La media del tiempo que llevan viviendo es de seis meses aunque el rango va desde un mes hasta dos años de habitar su departamento en el Conjunto Puerta Alameda.

De las preguntas que sobre las generalidades que establecerían los parámetros para posteriormente comprender e interpretar las respuestas se les preguntó sobre la parte del día que ventila el hogar, en este caso ellos podían marcar más de una opción, se observa en la figura 26 que el periodo de ventilación más usual es durante la

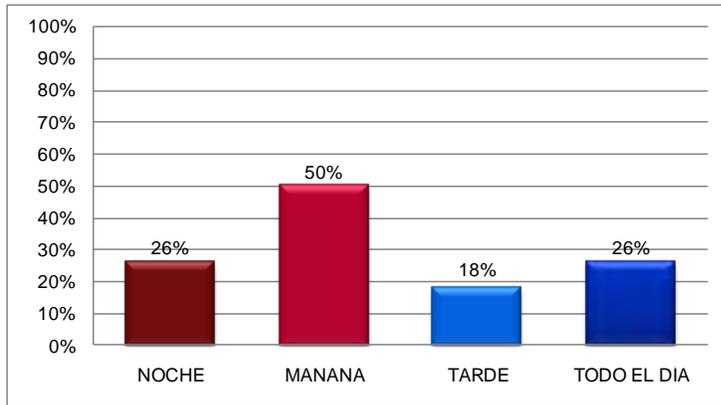


Figura 26. Gráfica del periodo de ventilación de los departamentos.

mañana y representa el 50%. Durante la noche ventilan el 26%, contrario a lo que se pudiera pensar, en la tarde es cuando menos gente ventila su hogar siendo el 18% de la muestra, esto se explica con las condiciones de temperatura que existen al interior y que más

adelante se desarrolla con mayor detenimiento. El 26% contestó que durante todo el día ventilaban su hogar; aquellos que indicaron esta opción fueron los que no marcaron más de una opción, se hace esta acotación para evitar confusión pues al observarse la gráfica la suma de los porcentajes es de 120%. A pesar de tener mayor porcentaje la mañana como periodo para ventilar los departamentos, el 82% de los sujetos se encuentran en su vivienda durante la noche, el 18% restante se divide entre las horas de la mañana y la tarde.

En cuanto a la espacialidad se refiere se les preguntó si las zonas estaban bien delimitadas y proporcionadas al interior de su departamento, el 88% dice si, también se les pidió que hicieran la evaluación general en cuanto al espacio en una escala del uno al cinco siendo uno muy malo y cinco excelente, como se muestra en la figura 27, el 56% califica su espacio como regular, pero la tendencia es positiva pues el resto la evalúa como buena y excelente con el 26% y 18% respectivamente, únicamente 3

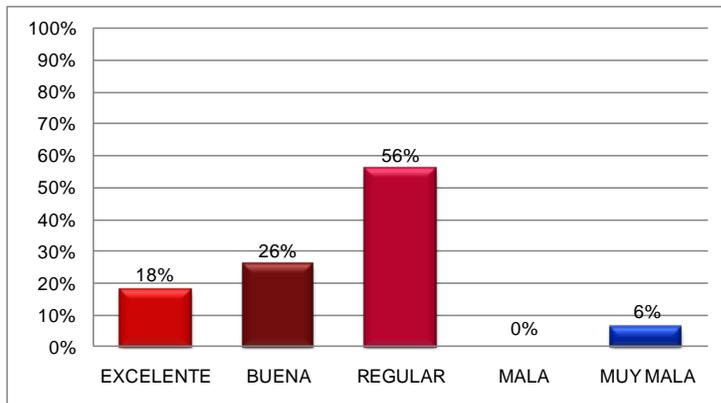


Figura 27. Gráfica de la evaluación general en cuanto a espacialidad.

personas consideran con es muy mala, dos de ellos son arquitectos y uno catedrático pero no especifica cuál es su profesión, estas tres personas, cabe mencionar que fueron muy críticas sobre todos los aspectos de su vivienda.

Sobre la iluminación, se les cuestionó si contaban con suficiente iluminación natural para realizar sus actividades cotidianas en su hogar, el 90% responde que *SI*. El 74% dice que *SI* cuando se les preguntó si la luz artificial es suficiente para realizar las labores dentro de su departamento. Aunque en una menor cantidad la luz artificial también muestra una tendencia positiva, en este sentido, les pidió que hicieran la

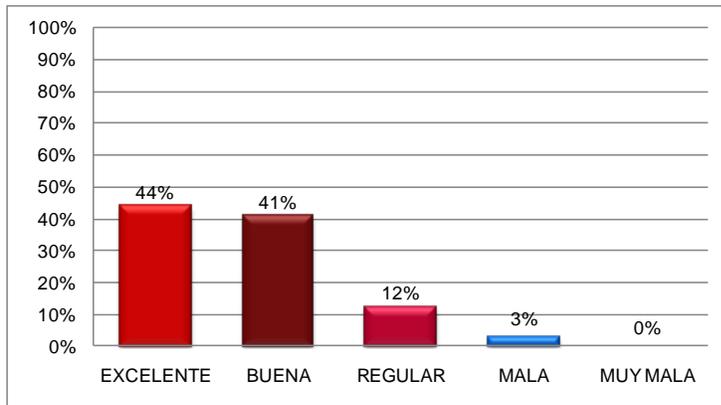


Figura 28. Gráfica del promedio es las evaluaciones de la iluminación natural y artificial.

evaluación general de cada una y se promediaron los resultados para hacer el balance global de este aspecto del ambiente interior, así lo muestra la figura 28, ya que el 44% y el 41% afirman que es excelente y buena respectivamente, nótese que el 0% consideró que era muy mala.

De acuerdo con lo descrito sobre la encuesta, otro aspecto que se evaluó en este edificio también fue la ventilación y calidad del aire, pero en este caso adicionalmente se tomó en cuenta la percepción sobre la contaminación atmosférica, ninguno de los departamentos cuenta con aire acondicionado pero la ventilación de los sanitarios es a través de extractores ya que no tienen ventanas al exterior.

Como punto de partida se les cuestionó si consideraban que la ventilación era suficiente para sentirse en comodidad mientras permanecían en su departamento, el 84% respondió que *SI*, asimismo, el 82% piensa que las condiciones de temperatura y humedad se mantienen dentro del rango de confort durante el año. Aunque el 56% llega a sentir calor dentro del hogar a lo largo del año y el 38% tiene frío sobre todo en los meses de Enero y Febrero contrario al caso de la Torre Prisma, en el Conjunto Alameda si hay un 26% que considera que la temperatura no crea problemas, esto resulta lógico pues en este caso el usuario tiene la posibilidad de ejercer control sobre su espacio.

En la evaluación general de la ventilación el 50% y 26% la considera excelente y buena respectivamente, el 12% regular y mala pero nadie considera que sea muy mala. Estos resultados son totalmente opuestos a los arrojados para la Torre Prisma.

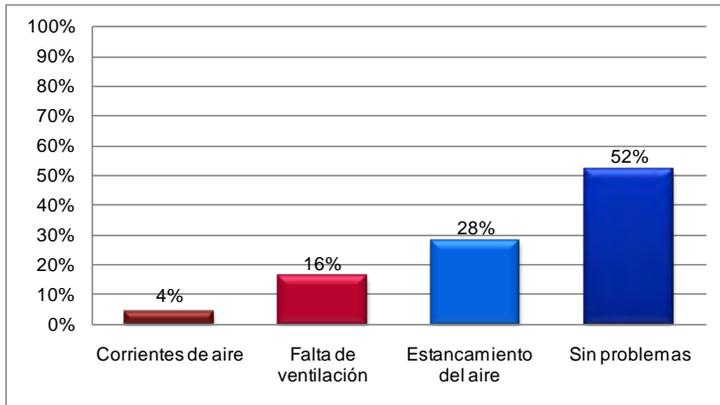


Figura 28. Gráfica de las fallas detectadas en cuanto a la ventilación.

No obstante, veintitrés de cincuenta usuarios detectan fallas en las ventilación, ya antes se había mencionado que en este edificio muy pocos departamentos cuentan con la posibilidad de ventilación cruzada debido a que la mayoría cuenta con una sola fachada, entonces, (ver figura 28) es comprensible que el 28% sienta

que el aire no se renueva correctamente y que el 16% considere que hay falta de ventilación, dos personas afirman que existen corrientes de aire, corresponden a dos departamentos de lo últimos pisos que cuentan con dos fachadas, pues son más grandes.

Acercas de la calidad del aire que respiran el 38% opina que el aire no está limpio, es atribuible al emplazamiento de este edificio en la zona centro de la Ciudad, el mismo porcentaje considera que el aire no oxigena su cuerpo correctamente, hay que recordar que cada 10 metros disminuye la capacidad pulmonar en un 1% y puede ser la razón sobre todo en los departamentos de los pisos superiores. El 23% restante afirma que la calidad del aire es correcta.

En la evaluación de la calidad del aire que respiran la tendencia es positiva, pues el 12% y 50% opina que es excelente y buena respectivamente, el 28% la considera regular y el 4% muy mala.

El tema del ruido muestra, contrario a los tres aspectos antes estudiados, una tendencia negativa. La disposición, dimensiones y materiales constructivos de los departamentos favorecen en conjunto la propagación de la acústica.

Primeramente se les cuestionó si les molestaba el ruido proveniente del exterior y en segundo lugar si les molestaba el ruido de los departamentos contiguos, el 44% y 68% respectivamente dijeron que *SI*.

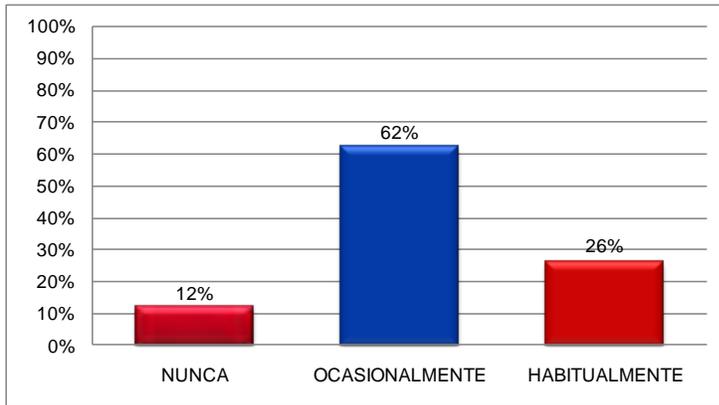


Figura 29. Gráfica de la frecuencia de las molestias producto del ruido.

Al respecto se les preguntó la frecuencia de estas molestias, en la figura 29 se observa que una mayor cantidad de personas representando el 62% opina que estas se escuchan ocasionalmente, el ruido aleatorio, de acuerdo a lo estudiado anteriormente, es el mayor productor de estrés

ambiental, pues al no ser tan frecuente impide al sujeto acostumbrarse y dejar de percibirlo rutinariamente. Un menor porcentaje afirma que el ruido es habitual y el resto no lo percibe.

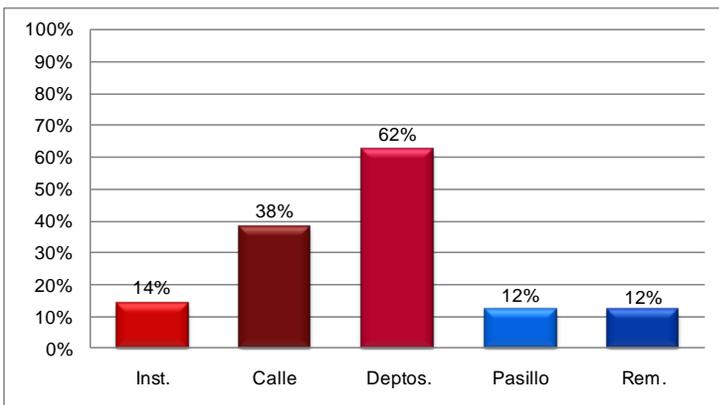


Figura 30. Gráfica de las fuentes de ruido.

El ruido procede de cinco fuentes, la primera son las instalaciones (Inst.) contemplan los elevadores, bombas, generadores y extractores; la calle que incluye todos los ruidos provenientes del exterior; de los departamentos (deptos.) que pueden ser las conversaciones o

ruidos generado por las actividades de los vecinos; del pasillo y el ruido producto de las remodelaciones (rem.) pues la Torre Sur todavía no está al 100% de la ocupación. Se observa en la figura 30 como la principal fuente de ruido es el que viene desde los departamentos vecinos con el 62%, el ruido es más intenso desde el pasillo, pero genera menor problema pues la frecuencia es baja.

Los trastornos fisiológicos y psicológicos que presentan los usuarios en un edificio destinado a la vivienda son más difíciles de atribuir al ambiente debido a que es un espacio destinado a la restauración del cuerpo, es un espacio que cuenta con un fuerte sentido de pertenencia, entonces se les cuestionó sobre los mismos trastornos

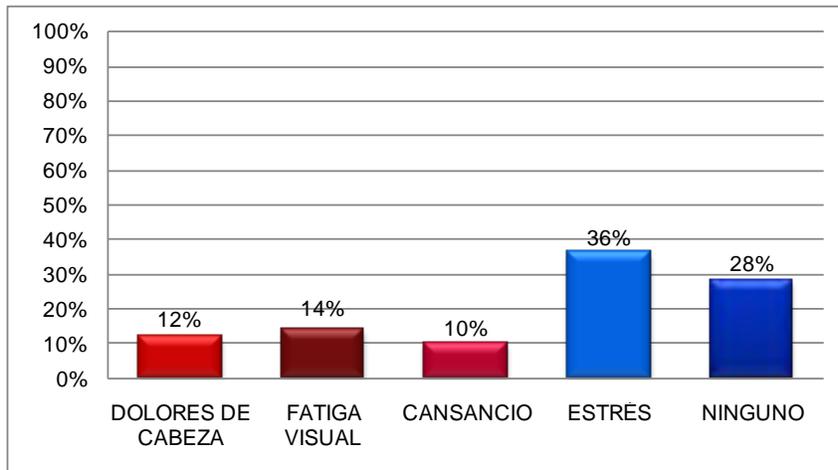


Figura 31. Gráfica de los trastornos fisiológicos.

que en la Torre Prisma pero hay que tomar en cuenta que pueden presentarlos al llegar a su hogar pero desaparecer una vez que ya permanecieron cierto tiempo en el. En este caso el 28% no presenta ninguno de ellos. El

mayor trastorno es el estrés que representa al 36%, el resto con menos del 15% tal como se ve en la figura 31.

Ya se ha explicado en el capítulo tres que la distribución del Conjunto, es un edificio con disposición espacial tipo hotel, donde los departamentos se van ajustando a la forma resultando en circulaciones angostas y los espacios interiores de medidas mínimas en su mayoría. En este sentido, los efectos psicológicos eran esperados; el 50% se siente encerrado, dice que los espacios son muy pequeños e incluso al habilitar sus departamentos fue difícil meter muebles como refrigeradores, salas y camas. El 32% se siente invadido en su intimidad pues así como ellos oyen las conversaciones del los departamentos contiguos entienden que sus pláticas también pueden ser escuchadas, el 18% está a disgusto con las vistas hacia el exterior, situación que no es grave si se toma en cuenta que están en pleno centro de la ciudad.

En la evaluación general de la calidad del aire, los encuestados mencionan que al estar en un lugar pequeño con falta de iluminación y ventilación dan la sensación de estar en una “cueva”. Reconocen que cuando un espacio tiene una buena distribución, iluminación y ventilación, el ambiente mejora la calidad de vida.

Los usuarios de ambos casos están de acuerdo en que el ambiente interviene en la potencialización o mitigación de las temperaturas y tiene relación indirecta en su bienestar físico y psicológico. Tomar en cuenta la percepción del usuario sobre cada espacio es primordial en la práctica arquitectónica pues es para el mismo que sea habitable.

## **5. MONITOREO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD INTERIOR**

### **5.1 TOMA DE LA MUESTRA EN LOS CASOS DE ESTUDIO**

Se tomaron muestras de temperatura y humedad durante dos periodos diferentes de tiempo, en los dos casos de estudio. Únicamente se contaba con un equipo de medición, razón por la cual se realizó de esta manera.

La primera muestra tomada fue el Conjunto Puerta Alameda pues en ese edificio el ingreso está permitido, entonces se hizo una especie de pilotaje para probar el proceso de medición, de haber algún problema con la toma se hubiera podido repetir, de esa forma, evitar el menor riesgo posible al hacer el muestreo en la Torre Prisma en donde, como ya se ha mencionado anteriormente, el acceso es sumamente restringido.

Ambas muestras fueron tomadas en el horario de uso según fuera el caso, es decir, en el de uso habitacional se monitorearon las 24 horas, todos los días de la semana y en el de oficinas solamente en las horas laborales, en este sentido, si bien es cierto que es preferible monitorear todo el día, el equipo de medición no podía permanecer todo el periodo de tiempo. Los registros fueron tomados cada 15 minutos y posteriormente se sacaron los promedios por día.

Por las razones expuestas, el estudio no será comparativo entre los dos edificios si no que se describirán las condiciones de temperatura y humedad para después analizar los índices de confort de cada uno y se contrastarán con la percepción del ambiente que los usuarios tuvieron sobre su vivienda o espacio de trabajo, ya que ellos tienen una mejor estimación sobre las condiciones que generan una problemática en los espacios en los que habitan o laboran y una opinión de primera mano sobre cuales pudieran ser las mejoras que les generarían un acercamiento al estado de confort o, de ser posible, estar en el.

De esta forma, finalmente se podrá realizar una estrategia de diseño para cada edificio, que sirva como punto de partida para edificios similares en todo el centro de la Ciudad de México.

#### MONITOREO EN EL CONJUNTO PUERTA ALAMEDA

La toma de muestra en este edificio se realizó del 19 de Mayo al 03 de Junio del presente año durante todas las horas del día sin interrupción, se colocó en el muro opuesto a la fachada Sur, es decir, en el fondo del departamento cerca del comedor (ver figura 17, pág. 77), de esta manera se puede contrastar con la temperatura exterior. Aunque las mediciones se hicieron con las ventanas cerradas, siempre existe una tasa de aire que entra por infiltración.

En la figura 32 se graficaron las temperaturas ambiente e interior registradas por la REDMET en la estación *Merced* y el HOB0 U12 respectivamente. Se observa que al interior las temperaturas son más elevadas entre 3 y 7°C con respecto al exterior, sin embargo tanto el interior como el exterior se encuentran relativamente dentro del rango de confort, siendo el 23 de Mayo el día de mayor temperatura que registró en promedio 27°C. Mientras que al exterior, los días que registran mayor temperatura fueron los días 21 y 22 del mismo mes con 23.8°C. En el 28 de Mayo el índice medio es de 18.6°C en el ambiente, y el 19, 29 y 30 del mismo mes de 25.3°C, siendo las temperaturas más bajas respectivamente.

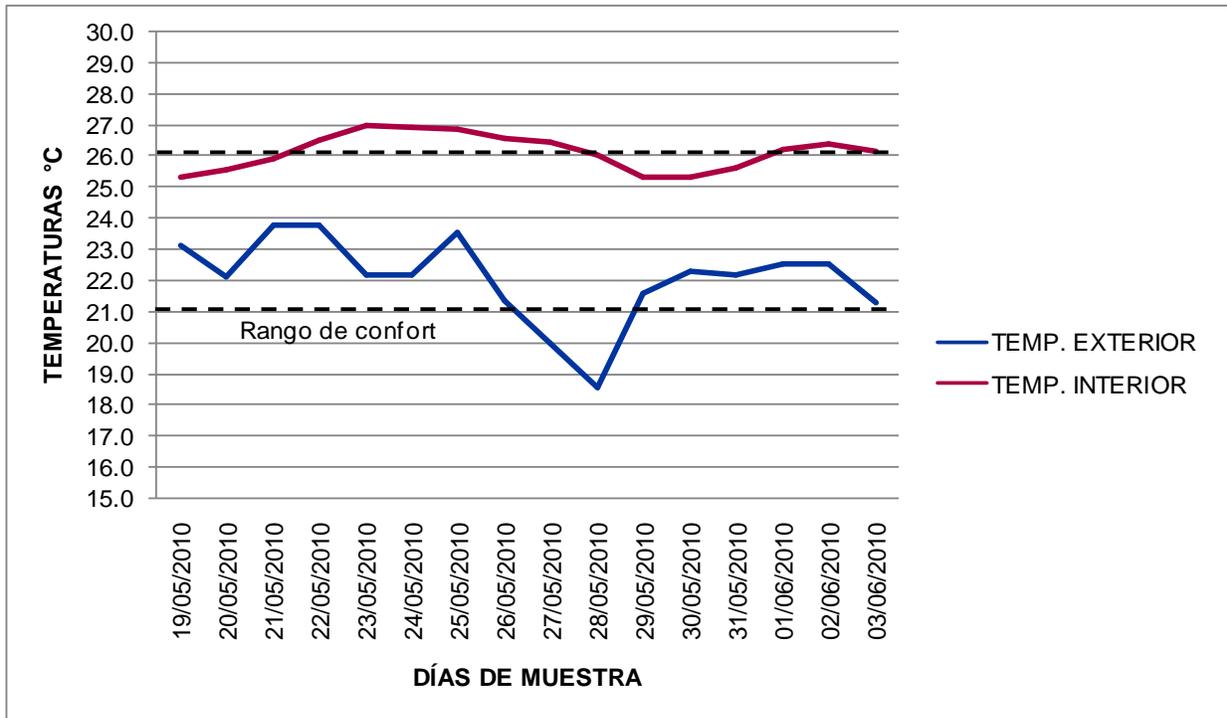


Figura 32. Gráfica de temperatura exterior e interior para el conjunto Puerta Alameda del 19 de Mayo al 03 de Junio de 2010.

Los días monitoreados se encuentran ubicados dentro de los meses más cálidos en la ciudad. La humedad en el ambiente va en relación inversa a las temperatura, es decir, a mayor temperatura menor será la humedad. Al interior de un edificio la humedad se mantiene un poco más en control pues los factores ambientales no intervienen tan directamente en un espacio cerrado.

En la figura 33 se puede apreciar con más claridad este fenómeno. En el exterior incluso algunos días estuvieron fuera del rango de confort con falta de humedad; si se comparan las temperaturas bajas con los días de mayor humedad se encuentra una congruencia con lo mencionado, en el lado opuesto los días más calurosos son los días con un ambiente seco como es el 22 de mayo con 20% de humedad relativa y el día 28 de Mayo tuvo mayor humedad que alcanzó el 63%.

Al interior, en todos los días medidos se encontraron dentro del 30% y 70% de humedad, siendo el 22 de Mayo el único día que estuvo por debajo del rango de confort con 28%.

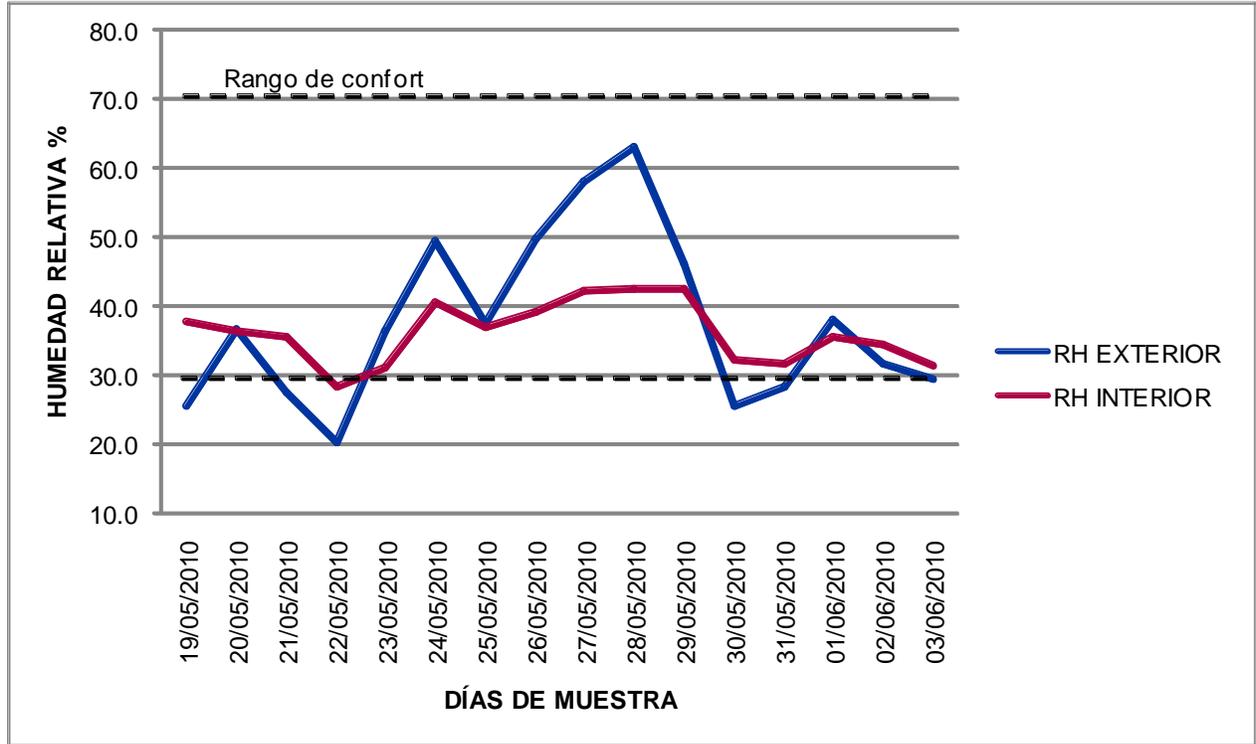


Figura 33. Gráfica de humedad en el exterior e interior para el conjunto Puerta Alameda del 19 de Mayo al 03 de Junio de 2010.

### MONITOREO EN LA TORRE PRISMA

Para este edificio el periodo de medición fue del 12 de Agosto al 06 de Septiembre de 2010 durante las horas laborales, por lo tanto, sólo se midió de lunes a viernes a partir de las 10: 00 am a las 7:00 pm. Se colocó cerca de la fachada Suroeste, en el cubículo de la esquina derecha (ver figura 12, pág. 65).

En la figura 34, de la misma forma que en el caso anterior se obtuvieron y se graficaron las temperaturas ambiente e interior registradas. Se observa que al interior las temperaturas se elevan entre 4 y 8°C con respecto al exterior.

En este edificio algunas de las temperaturas del exterior se encuentran por debajo del rango de confort, siendo el 31 de Agosto el día de temperatura que más baja se registró en promedio 17.7°C, mientras que al interior fue el día 06 de Septiembre con

23.7°C. El día de mayor temperatura en el exterior fue el día 3 de septiembre con 23.9°C y en el interior, el 13 de agosto y 02 de septiembre registraron 26.2°C.

La temperatura exterior se comporta de manera un poco irregular como se espera en esta época del año, mientras que en el edificio al estar climatizado.

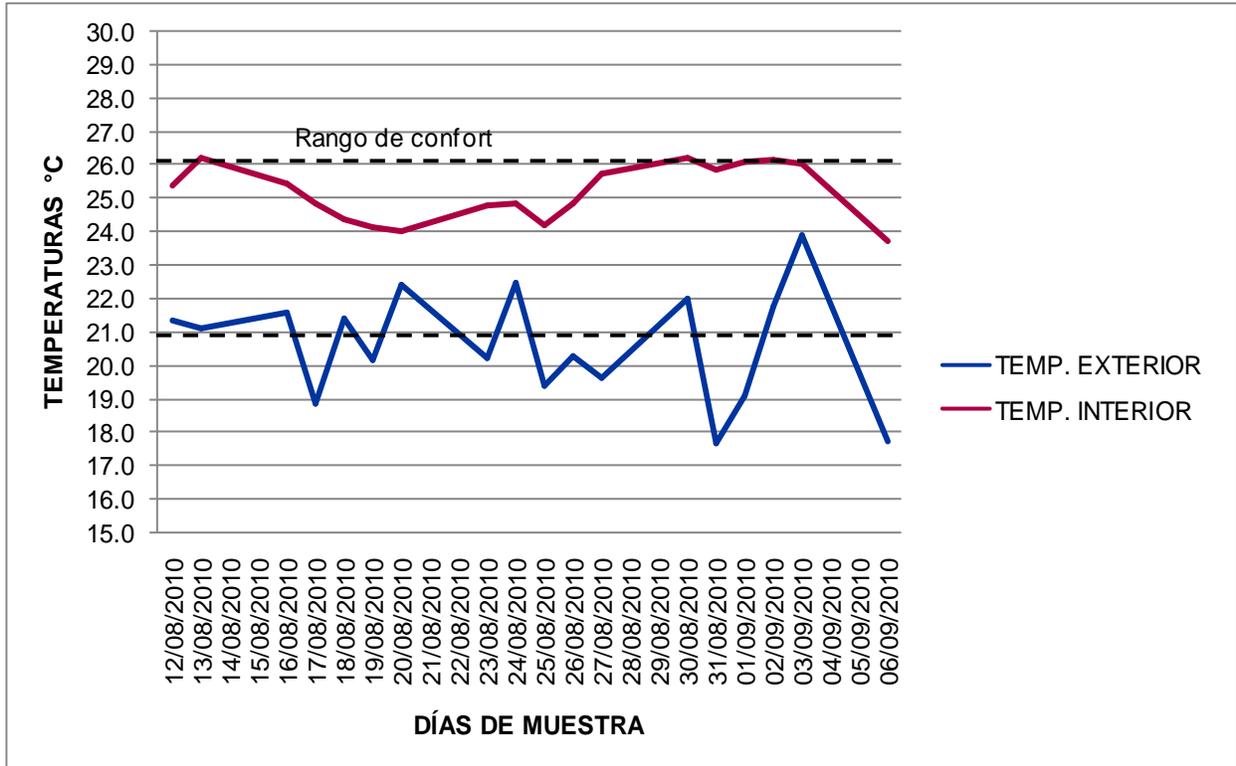


Figura 34. Gráfica de temperaturas exterior e interior para la Torre Prisma del 12 de Agosto al 06 de Septiembre de 2010.

Los meses en los que se tomó la muestra para la Torre Prisma tienen días muy variables de temperatura, pues son días en los que el factor climático de precipitación pluvial se pudo presentar y en otros no. Algunos saltos marcados en las temperaturas se atribuyen a que las mediciones no fueron continuas, ya que hubo tres fines de semana intermedios, en los que no se pudo colocar el registrador.

Es la precipitación pluvial que existe en Agosto y Septiembre en la Ciudad de México que hace, en consecuencia que los porcentajes de humedad sean muy altos, tal como se observa en la figura 35. Por lo tanto, la humedad en el exterior es muy variable pero a excepción de los días 31 de Agosto y 6 de Septiembre con un índice de 71% y 73% al exterior, el resto de los días se encuentra dentro del rango de confort y en el interior al ser un espacio cerrado controlado por el sistema de climatización artificial, la

humedad en el edificio no presenta mayor variabilidad, estando todos los días alrededor del 50%, excepto el último día de muestra.

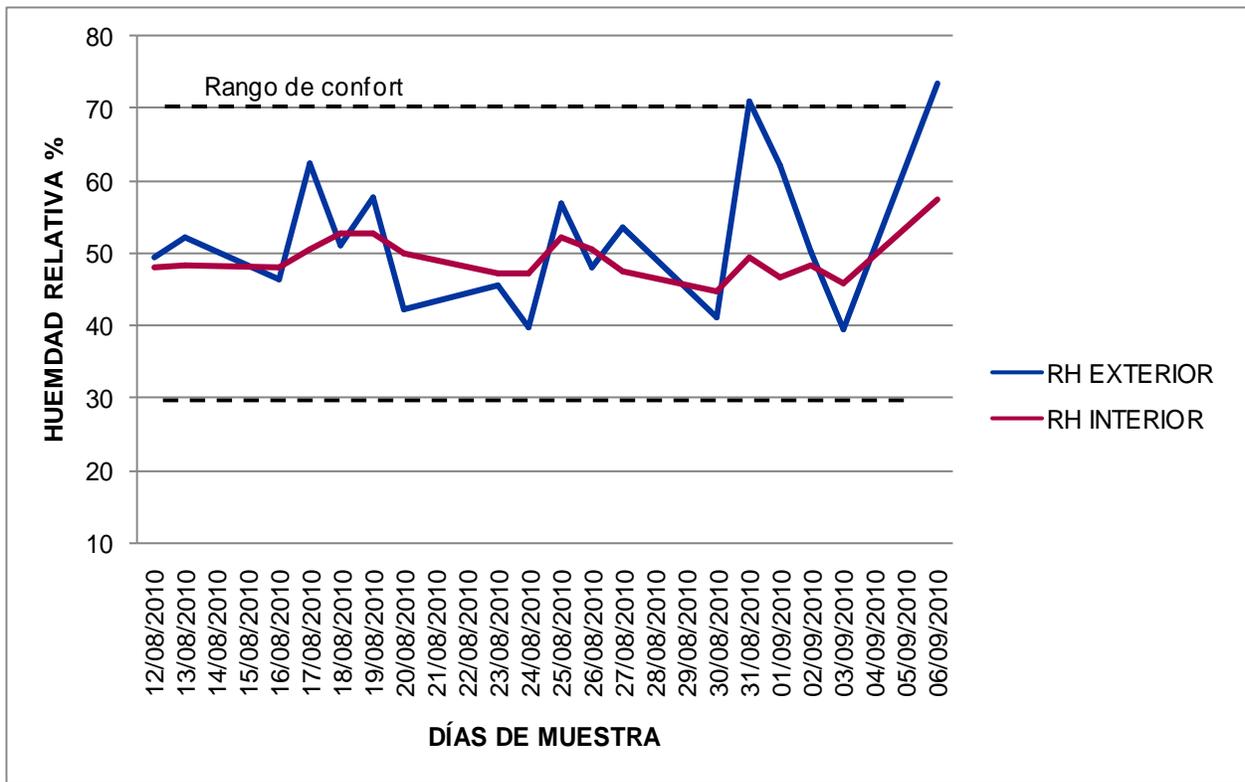


Figura 35. Gráfica de humedad en el exterior e interior para la Torre Prisma del 12 de Agosto al 06 de Septiembre de 2010.

## 5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Recapitulando, la sensación térmica se da en la relación de la temperatura en el ambiente exterior o interior y el calor que produce el metabolismo del cuerpo. Si es mayor el primero, la sensación es de frío; si es mayor el segundo, la sensación es de calor. Todo mecanismo que aumente las pérdidas de calor del cuerpo, dará sensación de frío y al contrario. La sensación térmica también puede ser de mayor temperatura cuando al calor se le añade una alta humedad relativa, ya que la evaporación del sudor es el principal medio para disipar el calor corporal y, la humedad ambiental alta dificulta esta evaporación, por lo que se tiene sensación de más calor.

Esta sensación que se da en las personas, la tiene en función de los parámetros que determinan la temperatura que posee el ambiente en el que se encuentran, depende de varios factores como la humedad relativa, la radiación directa y también la velocidad del aire, es por eso que el ser humano tiende a sentir 2 ó 3°C más cuando hay calor y por el contrario 2 ó 3°C cuando hay frío de la temperatura medida.

De ahí la importancia de contrastar los datos obtenidos con la percepción del ambiente que los usuarios tienen, pues el índice de confort se ve modificado de los llamados datos duros a la sensación térmica que un usuario puede tener.

Al interior de la Torre Prisma los valores registraron estar en el límite superior del rango de confort, al estar climatizado artificialmente las temperaturas tendrían que ser más bajas pero en un edificio donde los materiales son de alta inercia térmica como el cristal que es más difícil mantenerlo a bajas temperaturas además de que el sistema de aire acondicionado tiene 40 años de

DÍAS DE MUESTRA	TORRE PRISMA			
	EXTERIOR		INTERIOR	
	TEMP. °C	RH %	TEMP. °C	RH %
12/08/2010	21.3	49	25.4	48
13/08/2010	21.1	52	26.2	48
16/08/2010	21.6	46	25.4	48
17/08/2010	18.8	62	24.9	51
18/08/2010	21.4	51	24.4	53
19/08/2010	20.2	58	24.1	53
20/08/2010	22.4	42	24.0	50
23/08/2010	20.2	46	24.8	47
24/08/2010	22.5	40	24.8	47
25/08/2010	19.4	57	24.2	52
26/08/2010	20.3	48	24.8	51
27/08/2010	19.6	53	25.7	48
30/08/2010	22.0	41	26.2	45
31/08/2010	17.7	71	25.8	49
01/09/2010	19.1	62	26.1	47
02/09/2010	21.8	50	26.2	48
03/09/2010	23.9	40	26.1	46
06/09/2010	17.7	73	23.7	58

Figura 36. Datos obtenidos para la Torre Prisma.

haber sido instalado. Hay que recordar que las horas en las que se midió fueron desde las 10:00 de la mañana hasta las 7:00 de la tarde, horas en las que hay radiación solar directa, es decir, al interior se va acumulando el calor y el sistema de aire acondicionado requiere de más energía para mantener las temperaturas.

En los datos obtenidos por medio de las encuestas, el 78% de los empleados sienten calor no importando la estación del año y paralelamente el 100% de los encuestados respondió que existe falta de ventilación y el lugar da la sensación de encierro.

La Torre Prisma al ser un edificio cerrado herméticamente, con climatización artificial, las temperaturas están dentro del límite superior del rango de confort, según los datos duros, pero si a todo esto, se suma el calor proveniente de los equipos de oficina y el hacinamiento de las personas (que los mismos empleados reportaron en las encuestas) la sensación térmica se eleva y resultan estar por encima del rango de confort. La humedad no es un factor a tomar en cuenta pues está en la media dentro del rango de confort, coherente con lo expresado por los encuestados, sin embargo una mayor cantidad de agua en el ambiente pudiera mejorar la percepción que se tiene sobre la falta de aire.

Uno de los factores que puede mitigar la sensación térmica es la posibilidad de control del ambiente. Cuando hace calor, pero la humedad es poca, la sensación es de menos calor ya que, el cuerpo humano hace la transferencia de calor hacia afuera de su cuerpo por medio del sudor, cuando hay agua en el ambiente (humedad) la transferencia se dificulta más, de la misma forma, con el viento, el calor en el cuerpo humano se puede disipar con mayor facilidad. Es de tomarse en cuenta que la humedad es difícil de controlar, ya que como se menciona en el capítulo 1, existen procesos de humidificación pero no de deshumidificación.

En cuestión del conjunto Puerta Alameda, es evidente la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, pero al contrario del caso anterior, el usuario tiene cierto control sobre su ambiente ya que cuenta con la posibilidad de abrir y cerrar ventanas, en este sentido, la presencia del viento proveniente del exterior ayuda a renovar el aire y por lo tanto a disipar el calor acumulado al interior. Una vez más la percepción ambiental interviene en el éxito o fracaso de la ocupación de un espacio,

PUERTA ALAMEDA				
DÍAS DE MUESTRA	EXTERIOR		INTERIOR	
	TEMP. °C	RH %	TEMP. °C	RH %
19/05/2010	23.1	26	25.3	38
20/05/2010	22.1	37	25.5	36
21/05/2010	23.8	28	25.9	35
22/05/2010	23.8	20	26.5	28
23/05/2010	22.2	36	27.0	31
24/05/2010	22.2	49	26.9	41
25/05/2010	23.5	37	26.8	37
26/05/2010	21.3	50	26.6	39
27/05/2010	20.0	58	26.5	42
28/05/2010	18.6	63	26.1	43
29/05/2010	21.6	46	25.3	43
30/05/2010	22.3	26	25.3	32
31/05/2010	22.1	28	25.6	32
01/06/2010	22.5	38	26.2	36
02/06/2010	22.5	32	26.4	34
03/06/2010	21.3	30	26.1	31

Figura 37. Datos obtenidos para Puerta Alameda

pues a pesar de que los espacios cuentan con temperaturas elevadas, como lo muestran los datos duros, pues el 82% considera que las condiciones de temperatura y humedad en general se mantienen dentro del rango de confort durante todo el año, a pesar de que el 56% llega a sentir calor en algún momento del día, atribuible a la insuficiencia de ventanas movibles.

Las temperaturas al interior durante todo el día se mantienen

estables, sin pérdidas o ganancias dramáticas de calor, esto se puede explicar con los materiales de baja inercia térmica con los que está construido el conjunto.

En suma, la temperatura del Conjunto Puerta Alameda está por encima del rango de confort pero los usuarios sienten estar en estado de bienestar. La Torre Prisma está dentro del rango de confort pero los usuarios sienten lo contrario.

Es importante recordar que todos los elementos de un ambiente interior mitigan o incrementan la sensación de confort en el ser humano, si bien es cierto que no son cuantificables, tomarlos en cuenta establece parámetros para la habitabilidad de un espacio.

Los cálculos térmicos realizados son otra manera de establecer otros parámetros, sobre cómo responden ciertos materiales a la inercia de la radiación cuando existe y cuando no la hay. Los resultados de temperatura que arrojó el cálculo para el mes de Mayo en Puerta Alameda son muy similares a los promedios horarios obtenidos a través del monitoreo no así con la humedad pues los valor de índice para cada hora está por debajo hasta en un 50% del que se dio en el cálculo.

Se puede comparar la similitud en la figura 38 realizada para el mes de Mayo, donde las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la noche están ligeramente por debajo del límite inferior de confort, ya en las horas de la media

mañana y la tarde se encuentran de dentro del rango en ambos casos. En todas las horas la diferencia no es mayor de 3°C.

Se aprecia como la humedad tiene gran porcentaje de diferencia entre el cálculo y las mediciones capturadas por el HOBO U12, cuando en el primero, la humedad está sobre el límite superior, el segundo está dentro del límite inferior del rango de confort.

El cálculo está diseñado para establecer las temperaturas estimadas al interior de un espacio y ver como se comportaría en dado momento abriendo y cerrando ventanas, no así, para la humedad

COMPARATIVA DE MAYO				
HORA	CÁLCULO		HOBO U12	
	TEMP. INTERIOR	HUMEDAD RELATIVA	TEMP. INTERIOR	HUMEDAD RELATIVA
01:00 a.m.	18.2	76	20.2	37
02:00 a.m.	18.4	77	19.5	37
03:00 a.m.	18.5	78	18.8	37
04:00 a.m.	18.7	79	18.2	37
05:00 a.m.	18.9	80	17.8	37
06:00 a.m.	19.1	83	17.4	37
07:00 a.m.	19.3	77	17.4	38
08:00 a.m.	17.0	67	18.6	38
09:00 a.m.	19.9	56	20.4	39
10:00 a.m.	23.5	48	22.5	39
11:00 a.m.	23.9	42	24.7	39
12:00 p.m.	24.1	39	25.6	39
01:00 p.m.	24.3	39	25.7	38
02:00 p.m.	24.5	40	26.0	37
03:00 p.m.	24.7	43	26.1	36
04:00 p.m.	25.0	47	26.3	36
05:00 p.m.	25.3	51	26.4	35
06:00 p.m.	24.0	55	26.6	33
07:00 p.m.	22.5	59	24.9	34
08:00 p.m.	21.2	63	23.2	34
09:00 p.m.	19.9	66	21.6	34
10:00 p.m.	18.8	69	21.1	35
11:00 p.m.	17.8	72	20.3	36
12:00 a.m.	18.0	74	19.7	37

**RANGO DE TEMPERATURAS**

- 13°C-16°C Semifría
- 17°C-20°C Agradable
- 21°C-26°C Confort
- 27°C-30°C Desagradable
- 31°C-34°C Semicálida

**RANGO DE HUMEDAD**

- 0%-29% Seco
- 30%-70% Confort
- 71%-100% Húmedo

Figura 38. Tabla comparativa de los datos obtenidos por el cálculo térmico y por la muestra tomada en el sitio.

## 6. ESTRATEGIA DE DISEÑO TÉRMICO

El objetivo de este capítulo es proponer tácticas para lograr mantener el confort térmico interior en todo el día y en los distintos ciclos anuales, con respecto al sol, humedad, viento y temperatura exterior y reducir el uso de sistemas mecánicos de calefacción y refrigeración, los cuales son las principales fuentes del consumo de energías.

El sol ingresa por superficies vidriadas: ventanas, aberturas en el techo y tragaluces. La energía calórica es directamente absorbida por estas superficies transformando el clima interior, esta ganancia directa de calor puede ser una ventaja o una desventaja, en el caso de la Torre Prima todas las fachadas están completamente acristaladas y adicionalmente tiene estructura de acero que crea puentes térmicos.

El caso de la Torre Prisma arrojó temperaturas altas dentro del rango de confort que a pesar del Conjunto estar en condiciones similares son mayores los problemas térmicos del primer edificio, pues no cuenta con ventilación natural y por lo tanto mayores repercusiones físicas y psicológicas en los usuarios.

En el Conjunto Puerta Alameda las condiciones de sensación térmica son más favorables pues los materiales permiten crear sombra al interior y las ventanas son movibles, el hecho de que los materiales sean de baja inercia térmica permiten que la ganancia directa de calor se vaya deprendiendo poco a poco hacia el interior y mantener temperaturas en confort durante la noche.

Ventilar naturalmente los espacios es necesario para mejorar la oxigenación de los seres vivos e incluso evitar la propagación de enfermedades e infecciones; disminuye el estrés y trastornos psicológicos; el aire se renueva y evita el estancamiento que produce la sensación de encierro, coadyuva a crear un ambiente más armónico y mejora la realización de las actividades laborales y cotidianas.

La apertura de ventanas le da control al usuario sobre su ambiente, pues le permite la posibilidad de regular la temperatura según lo requiera el usuario.

EL consumo de energía eléctrica se puede disminuir hasta en un 60% si los edificios dejaran de utilizar sistemas de aire acondicionado según lo han demostrado

numerosos estudios realizados por el posgrado de ingeniería y arquitectura de la UNAM. Para lograrlo es necesario primero la concientización a los edificadores sobre lo dañino que puede llegar a ser un sistema de climatización artificial sobre todo cuando este es viejo y carece de mantenimiento, por otro lado, la participación por parte de gobiernos estatales y federal es importante, pudieran poner en marcha planes y estímulos económicos como lo hacen otros países de Europa y Estados Unidos. Principalmente se requiere que exista un cambio de cultura en la sociedad en general y a todos los niveles para tomar conciencia de lo que afecta la vida del ser humano y del resto de los seres vivos.

Esto se puede lograr con la participación de los gobiernos estatales y federal, las industrias, los servicios y especialmente de la sociedad. Existe una amplia gama de acciones sencillas que permiten ahorrar energía en la casa, en la vía pública, en el trabajo. Estas medidas nos ayudarán a: combatir el cambio climático, la mayor amenaza que enfrenta el planeta, y conformar una nueva cultura de eficiencia energética.

Aún cuando en condiciones particulares sea insuficiente el uso de climatización pasiva, como en inmuebles ubicados en sectores urbanos muy densos de climas cálidos o porque el uso y las actividades generen mucho calor al interior y se requiere de aire acondicionado, un edificio cerrado herméticamente impide que por la noche cuando las actividades ya han cesado se pueda ventilar naturalmente. El sistema sigue operando y el consumo de recursos no tiene forma de justificarse.

Entonces, la forma más fácil de ahorrar energía es la de buscar todas aquellas soluciones que limiten en forma temporal o permanente los consumos energéticos por sistemas de climatización artificial. Es indispensable como primer medida en la fase inicial del proyecto, la adopción de soluciones arquitectónicas que tiendan a la reducción del consumo energético mediante un correcto uso del aislamiento térmico, teniendo en cuenta la radiación solar y una adecuada especificación de aperturas para reducir ganancias de calor e infiltraciones, ya que ello implica equipos de aire acondicionado y calefacción más pequeños, con un consumo menor. Con esto se colaborará en reducir el calentamiento global y el ozono en la atmósfera.

## 6.1 MEDIDAS DE VENTILACIÓN

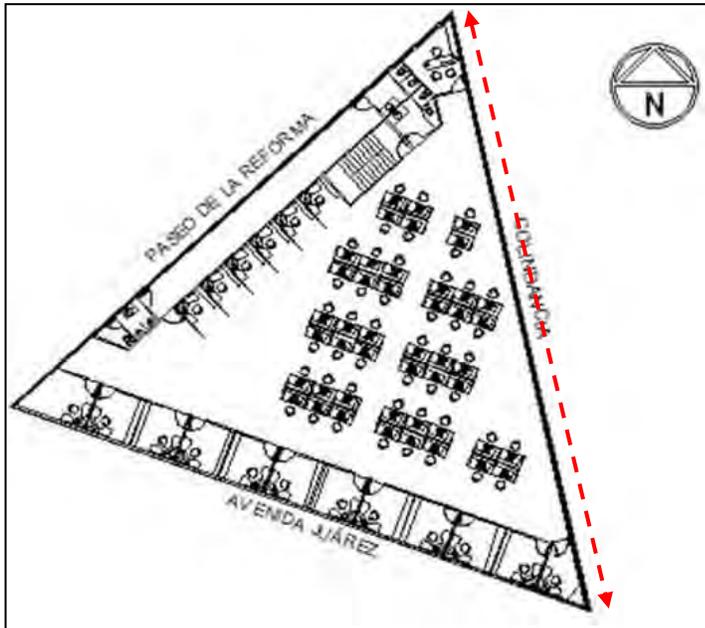


Figura 39. Planta del piso 25 de la Torre Prisma donde se indica la apertura de ventanas en la fachada Este.

Para la Torre Prisma se propone la apertura de ventanas en una sola fachada ya que se cree que si se abre una segunda o tercera fachada se pudieran generar fuertes corrientes de aire sobre todo en los niveles más elevados haciendo las labores de oficina más complicadas e incómodas. La implementación de ventilación natural se plantea en la fachada *Este*, como se indica en la figura 32 con la flecha punteada de color rojo,

para disminuir el impacto por el ruido proveniente del exterior ya que es la única que no da directamente a las avenidas de gran afluente vehicular.

Para los cálculos realizados con la propuesta de ventilación controlada, se considera la infiltración con el valor de 0.7 correspondiente a la ventilación para una sola fachada según lo indica el ASHRAE. (6)

Los resultados fueron favorables en ambos casos sobre todo en el mes de Enero que en el cálculo con realizado en estado actual muestra temperaturas muy por debajo del rango de confort.

Cada época del año necesito diferentes horarios en el control de la ventilación pues el comportamiento del sol es notablemente diferente para las dos estaciones, la geometría solar aplicada es la misma que la expuesta en los cálculos realizados en estado actual. (Ver figura 13, página 57 y figura 14, página 58).

Se pueden contrastar los resultados del caso en estado actual en ambos meses de estudio con el de la propuesta para corroborar lo expuesto (Ver tablas y gráficas, páginas 59 -62).

En la propuesta en el mes de Enero, si bien no se consigue estar dentro de la temperatura de confort al interior en las primeras horas laborables, si se elevan hasta  $6^{\circ}\text{C}$  en algunos casos, dejando las temperaturas semifrías, ligeramente abajo del rango de comodidad. Como se tiene que evitar el efecto de transferencia del material de las fachadas, se mantienen abiertas las ventanas prácticamente todo el día. De 9:00a.m. a 11:00a.m. el área de apertura se plantea de  $70\text{m}^2$ , siendo esta la más grande y el parámetro para la propuesta de diseño, a las 12:00 p.m. se vuelve a abrir un área de  $5\text{m}^2$  hasta las 3:00pm, posteriormente a las 5:00p.m. la ventilación volverá a ser de  $70\text{m}^2$  para mantener la temperatura durante las horas siguientes donde el edificio estará cerrado hasta las 9:00p.m. cuando se reabrirán ventanas equivalentes a  $10\text{m}^2$  para procurar la igualdad de la temperatura exterior al interior todas las horas de la madrugada y parte de la mañana hasta las 7:00a.m. donde otra vez se cerrará toda ventilación.

En Mayo, con la propuesta de ventilación controlada, por más de 14 horas la temperatura está en el rango de confort excepto a las 4:00p.m. donde no se bajó la temperatura de  $27.3^{\circ}\text{C}$  para lograr que se mantuviera el bienestar térmico en las siguientes horas. En general, se mantendrán cerradas las ventanas durante las horas de la mañana excepto a las 08:00a.m. donde la apertura será de  $10\text{m}^2$  en la fachada indicada anteriormente, para permitir el calor de los primeros rayos del sol y posteriormente cerrar y así conservar la temperatura adecuada al interior y en la tarde se abrirán por un periodo de cuatro horas para permitir el paso del viento, a las 3:00p.m. y 4:00p.m. el área abierta será de  $15\text{m}^2$  y a las 5:00p.m. y 6:00p.m. se reducirá a  $5\text{m}^2$ .

Los vidrios de las ventanas actúan como una trampa de calor que dejan pasar la luz solar y calientan los elementos del ambiente, pero la radiación calórica invisible que estos emiten a su vez no pasa a través del vidrio, por lo cual el calor almacenado no puede escapar denominándose efecto invernadero. Si bien en invierno, este efecto es sumamente beneficioso, no lo es en verano, debiéndose dotar de una buena protección solar a las ventanas. Al ser un edificio ya construido, plantear hacer modificaciones a las fachadas siendo todas de cristal y de las dimensiones que son, puede ser una solución poco realista, sin embargo se plantea el comportamiento posible dado el caso.

Síntesis de Resultados del Cálculo Térmico para la Torre Prisma en Enero. Propuesta de Ventilación Controlada.<sup>28</sup>

HORA	TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. INTERIOR °C	HUMEDAD RELATIVA %
08:00 a.m.	8.3	15.1	71
09:00 a.m.	12.3	12.0	61
10:00 a.m.	16.5	16.2	50
11:00 a.m.	19.9	20.6	41
12:00 p.m.	22.2	18.4	35
01:00 p.m.	23.3	20.9	32
02:00 p.m.	23.5	23.4	31
03:00 p.m.	22.9	23.3	33
04:00 p.m.	21.7	22.2	36
05:00 p.m.	20.3	20.0	40
06:00 p.m.	18.6	22.6	44
07:00 p.m.	17.0	19.3	48
08:00 p.m.	15.4	16.2	53
09:00 p.m.	13.9	13.1	57
10:00 p.m.	12.5	11.8	60
11:00 p.m.	11.3	10.4	63
12:00 a.m.	10.3	9.4	66
01:00 a.m.	9.4	8.3	68
02:00 a.m.	8.7	7.7	70
03:00 a.m.	8.1	7.3	72
04:00 a.m.	7.6	6.9	73
05:00 a.m.	7.2	6.5	74
06:00 a.m.	6.9	6.0	75
07:00 a.m.	5.8	6.0	78

SIMBOLOGÍA

Temperatura

-  Temperatura extremadamente fría  
Menor de 9°
-  Temperatura fría  
Entre 9° y 12°
-  Temperatura semifría  
Entre 13° y 16°
-  Temperatura agradable  
Entre 17° y 20°
-  Temperatura rango de confort  
Entre 21° y 26°
-  Temperatura cálida  
Entre 27° y 30°

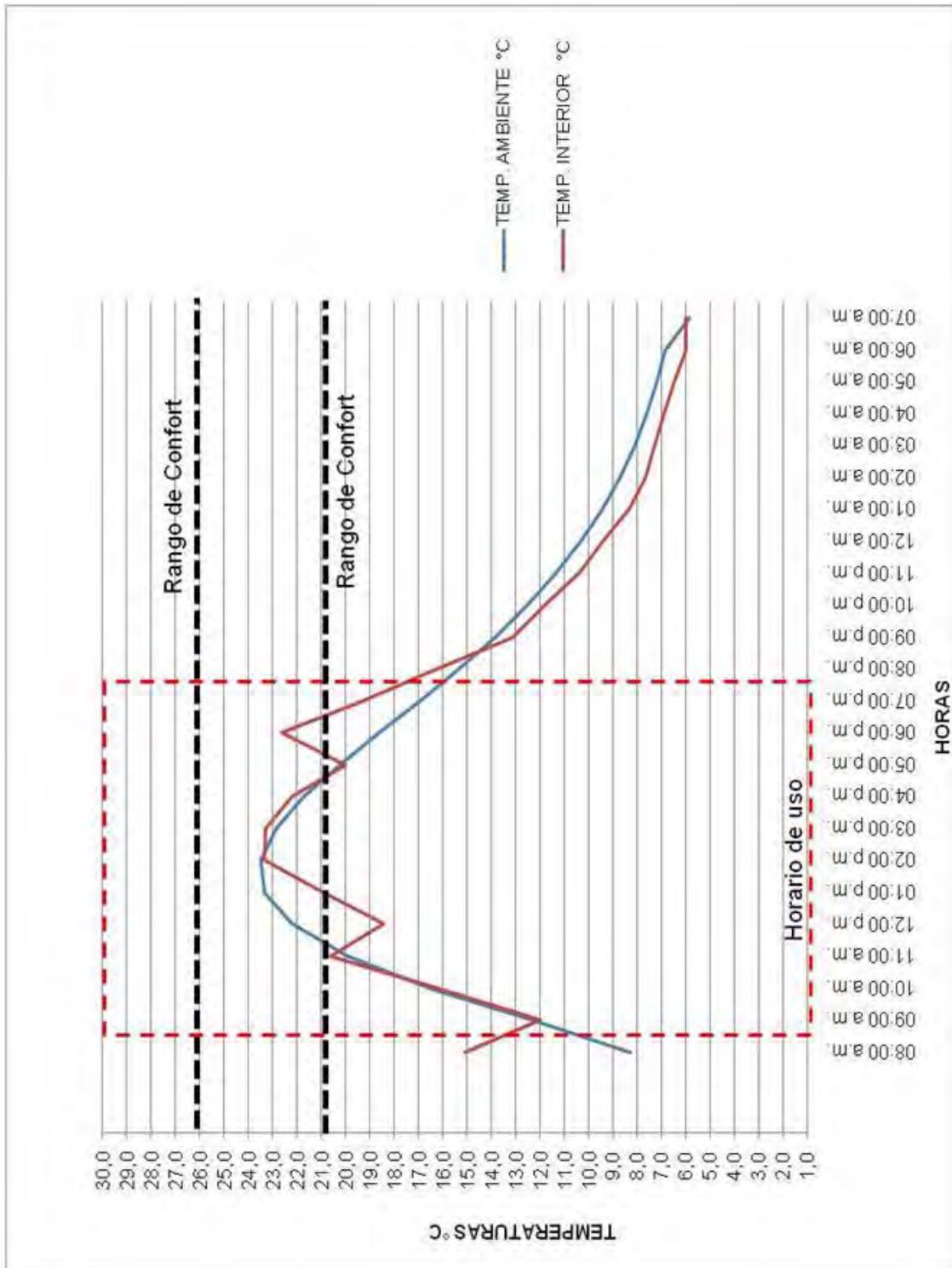
Humedad

-  Ambiente Seco  
Entre 0% y 29%
-  Ambiente en rango de confort  
Entre 30% y 70%
-  Ambiente húmedo  
Entre 71% y 100%

 Horario de uso

<sup>28</sup> Los resultados de las ecuaciones de los cálculos a cada hora se encuentran en los anexos.

Gráfica de Resultados de la Torre Prisma en Enero. Ventilación Controlada



Síntesis de Resultados de la Torre Prisma en Mayo.

Propuesta de Ventilación Controlada.

HORA	TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. INTERIOR °C	HUMEDAD RELATIVA %
08:00 a.m.	18.3	20.7	67
09:00 a.m.	21.8	17.7	56
10:00 a.m.	24.7	19.5	48
11:00 a.m.	26.7	21.5	42
12:00 p.m.	27.7	23.2	39
01:00 p.m.	27.8	24.4	39
02:00 p.m.	27.3	25.7	40
03:00 p.m.	26.4	26.8	43
04:00 p.m.	25.1	27.3	47
05:00 p.m.	23.8	25.5	51
06:00 p.m.	22.4	24.8	55
07:00 p.m.	21.0	23.1	59
08:00 p.m.	19.8	23.3	63
09:00 p.m.	18.6	23.2	66
10:00 p.m.	17.6	22.9	69
11:00 p.m.	16.8	22.5	72
12:00 a.m.	16.0	22.0	74
01:00 a.m.	15.4	21.5	76
02:00 a.m.	14.9	20.9	77
03:00 a.m.	14.5	20.4	78
04:00 a.m.	14.1	19.9	79
05:00 a.m.	13.9	19.4	80
06:00 a.m.	13.0	18.9	83
07:00 a.m.	15.0	18.4	77

SIMBOLOGÍA

Temperatura

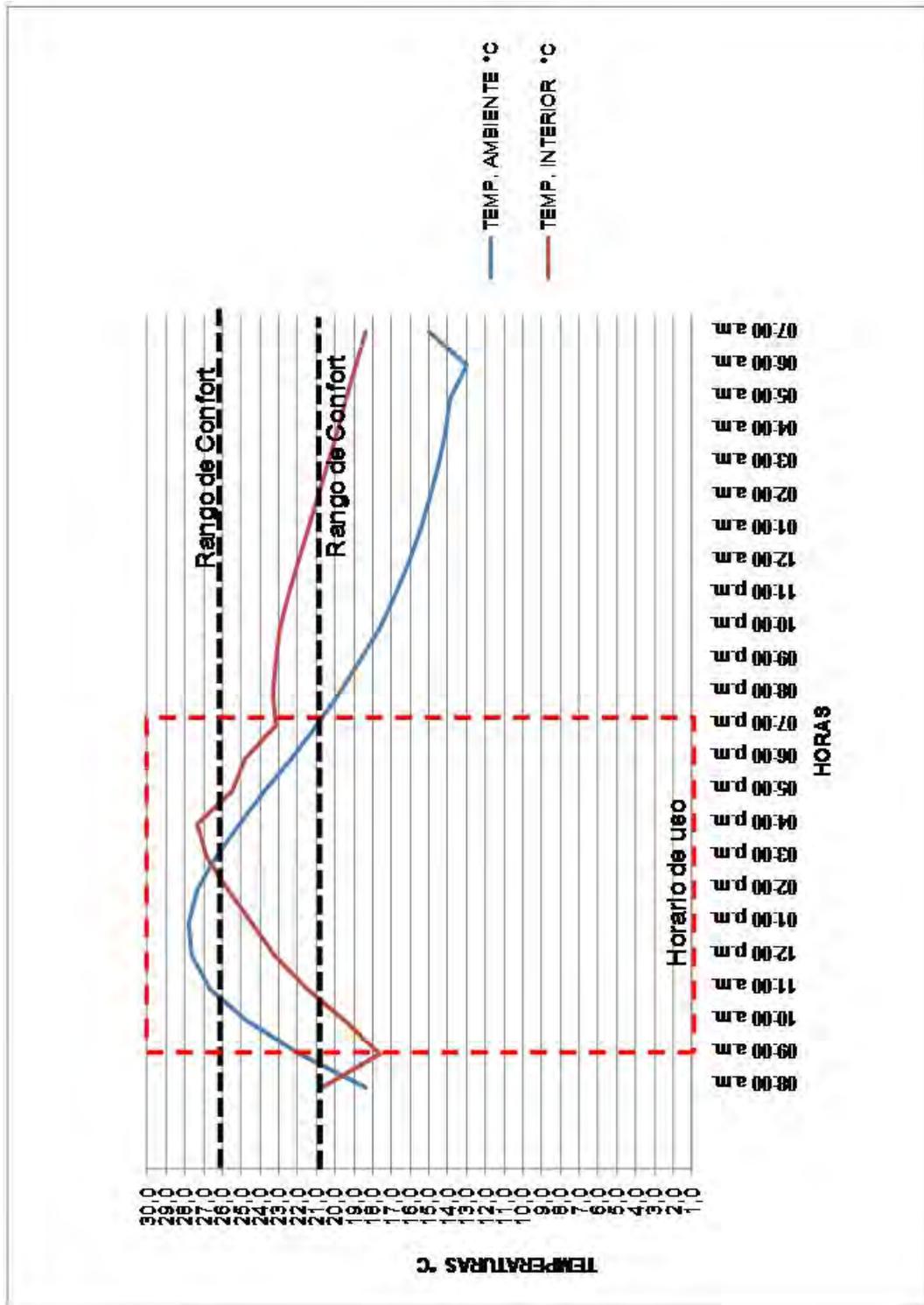
-  Temperatura extremadamente fría  
Menor de 9°
-  Temperatura fría  
Entre 9° y 12°
-  Temperatura semifría  
Entre 13° y 16°
-  Temperatura agradable  
Entre 17° y 20°
-  Temperatura rango de confort  
Entre 21° y 26°
-  Temperatura cálida  
Entre 27° y 30°

Humedad

-  Ambiente Seco  
Entre 0% y 29%
-  Ambiente en rango de confort  
Entre 30% y 70%
-  Ambiente húmedo  
Entre 71% y 100%

 Horario de uso

Gráfica de Resultados de la Torre Prisma en Mayo. Ventilación Controlada



## 6.2 MEDIDAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE

La calidad en el ambiente depende varios aspectos, entre ellos la ventilación, la calidad del aire, el ruido, la iluminación y las condiciones de espacialidad. El único aspecto que no se pudo estudiar empíricamente fue la calidad del aire al interior de los edificios pues requiere aparatos especializados con los que no se contó. Sin embargo es de suma importancia que se tome en cuenta a la hora de construir y de operar un edificio por las afecciones que como ya se han estudiado, pueden generar.

Existen lineamientos simples que ayudan a mejorar la calidad del aire en el interior de los edificios ventilados naturalmente o artificialmente por medio del control de las fuentes que se sabe lo generan. Las principales fuentes de contaminación en el interior de un edificio son los materiales utilizados en la construcción, la decoración, las actividades dentro del edificio y los propios ocupantes.

En cuanto a los materiales de construcción la mejor forma de mejorar la calidad en el aire interior la constituye el mantenimiento del edificio. El control puede establecerse en forma de reglamentos sobre la realización de las tareas y con supervisión periódica para obtener una evaluación y recomendaciones para la mejora del edificio. Durante el mantenimiento, en el uso de ciertos productos sobre todo de limpieza se debe verificar los componentes de cada sustancia no estén prohibidos por sus efectos declarados nocivos sobre la salud. El problema es que no se dispone de suficiente información o conocimiento acerca de las propiedades de los productos que pueden utilizarse.

Hay ciertas fuentes de contaminación que no se pueden evitar, como es el caso de las emisiones generadas por los ocupantes del edificio, entre ellas el dióxido de carbono y los efluvios biológicos, en estos casos, una forma de reducir los niveles de contaminación es a través del flujo de aire. La ventilación es una de las opciones en las que más se confía para reducir la concentración de contaminantes en espacios interiores debido a la renovación del volumen de aire interior por hora con aire del exterior.

En los casos en los que la fuente de contaminación sea interior o exterior no sea fácil de controlar, se debe utilizar un equipo especial para eliminarlo del ambiente. (41)

## CONCLUSIONES

A través del diseño adecuado de los espacios es posible, evitar o disminuir el uso de la climatización artificial; así como aprovechar ampliamente la iluminación natural durante el día. Adicionalmente existen varios equipos de tecnología solar que pueden ser utilizados en las construcciones tales como equipos fotovoltaicos y aerogeneradores, lámparas y luminarias eficientes, calentadores solares de agua que pueden reducir considerablemente el consumo de los recursos no renovables. Sin mencionar que todas estas acciones energéticas acarrearán beneficios de tipo económico para los usuarios

Los edificios ventilados naturalmente son sólo buenos para el medio ambiente, son lugares más productivos para trabajar y más sanos para vivir, además utilizan de mejor manera los recursos y reducen significativamente la contaminación.

El confort para el ser humano es la sensación de bienestar en el aspecto tanto fisiológico como psicológico, y son dos aspectos que nos se pueden segregar ya que los ambos son parte de un todo que es la persona.

Una persona se encuentra en situación de confort físico cuando no nota las condiciones a su alrededor, es decir que no reconoce si un lugar está frío o caliente, si hay ruido o no, si hay viento o si su cuerpo no denota cambio alguno, como sudoración, escalofríos y algunos otros síntomas que manifiestan la falta de confort.

Las condiciones de calor y frío, por ejemplo, muchas veces se ven mitigadas por el factor psicológico, el hombre tiene la capacidad de “convencer” al cuerpo de que la sensación que recibe sobre determinada condición es equivocada. El cerebro es la parte del cuerpo que comanda al resto, es fuerte y en situaciones no extremas puede determinar que lo que siente es falso.

La percepción sensorial es parte importante en este sentido, si a un lugar con gran porcentaje de humedad se le insertan masas de vegetación, esta humedad se eleva aún más, pero la impresión del ser humano será agradable.

En general, las condiciones climáticas de México permiten construir edificaciones térmicamente confortables en forma sin la necesidad de implementar sistemas artificiales de climatización. Sin embargo, en ciertos casos, sólo en ciertos casos que requieren sistemas mecánicos, dependiendo de las actividades que ahí se desarrollen, del número de ocupantes simultáneos, de los horarios de uso y de las dimensiones del inmueble. Por supuesto no hay fórmula bioclimática que sirva como modelo para cada región aunque sean de condiciones climáticas similares, es necesario diseñar y construir cada edificación particularmente, como un objeto arquitectónico que será único e irrepetible.

Se requiere que exista un cambio de cultura en la sociedad en general y a todos los niveles para tomar conciencia de lo que afecta la vida del ser humano y del resto de los seres vivos. Esto se puede lograr con la participación de los gobiernos estatales y federal, las industrias, los servicios para repensar la forma de edificar.

Una interacción adecuada entre la arquitectura y el medio ambiente debe extraer beneficios de las condiciones climáticas particulares y de los recursos naturales para elaborar soluciones propias, en función de un mayor ahorro de energía sin menoscabo de la calidad de vida. Los criterios de diseño para concebir edificaciones con alta eficiencia energética deben estar dirigidos a privilegiar el acondicionamiento pasivo y la iluminación natural, así como usar racionalmente el acondicionamiento mecánico cuando las necesidades de uso así lo requieran.

La calidad en el ambiente interior tiene relación directa en la eficiencia del trabajo son fundamentales. La mala calidad del ambiente disminuye la productividad laboral pues la iluminación, ventilación y acústica son aspectos que afectan el carácter al no haber sensación de bienestar, por otro lado la salud también se puede ver afectada si la ventilación principalmente, no es la adecuada.

Los usuarios reconocen que la ventilación artificial e incluso la iluminación artificial producen sensación de encierro y puede producir cansancio, caso contrario con la ventilación e iluminación natural que refresca y hace el trabajo placentero.

El ambiente interior tiene la capacidad mejorar o menoscabar la calidad de vida al impactar los sentidos y el humor de las personas, todos los factores climáticos intervienen al interior de un edificio, en la práctica arquitectónica es primordial tomarlos

en cuenta y trabajar con ellos, para que la estrategia de materiales, procesos y sistemas constructivos generen condiciones de habitabilidad en los espacios.

## GLOSARIO

### A

Actividad electrodérmica: Los cambios en la actividad electrodérmica se deben a las glándulas sudoríparas. Las glándulas sudoríparas están inervadas por el sistema nervioso autónomo, y es reflejo de la activación simpática. La piel es una barrera selectiva que facilita o impide la entrada y salida de materiales. Las funciones principales son las de mantener el equilibrio de agua en el cuerpo y la de mantener la temperatura constante.

Aislamiento térmico: material que presenta una resistencia térmica relativamente alta al paso del calor.

Almacenamiento de calor: proceso mediante el cual un material almacena calor aumentando su temperatura. Para una cantidad de calor suministrada, el grado de calentamiento de un material depende de su calor específico y su densidad.

Ambiente: el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Antígenos: (CAI) son usualmente proteínas o polisacáridos. Esto incluye partes de bacterias (cápsula, pared celular, flagelos, fimbrias, y toxinas), de virus y otros microorganismos. Los lípidos y ácidos nucleicos son antigénicos únicamente cuando se combinan con proteínas y polisacáridos.

### B

Bienestar térmico: rango de condiciones bioclimáticas consideradas aceptables en el interior de una edificación. Implica una ausencia de cualquier sensación de incomodidad o malestar térmico producido por exceso de frío o calor.

Broncoconstricción: es el estrechamiento de las vías aéreas lo cual disminuye o bloquea el flujo de aire y es uno de los mecanismos que regula la ventilación pulmonar.

### C

Calentamiento: transferencia de energía calórica hacia un cuerpo o hacia el aire, producto de un gradiente térmico entre la fuente de calor y el cuerpo o el aire. La transferencia se lleva a cabo mediante conducción y/o convección y/o radiación.

Calidad ambiental: capacidad relativa de un medio ambiente para satisfacer las necesidades o los deseos de un individuo o sociedad.

Calor: forma de energía que aparece como movimiento molecular en las sustancias o como calor radiante, una banda de longitudes de onda de radiación electromagnética en el espacio, se mide en unidades de energía julios (J).

Clima: condiciones meteorológicas prevalecientes y hasta cierto punto predecible de un área geográfica. Los principales elementos que lo identifican son la temperatura del aire, la humedad, la radiación solar, el viento, la nubosidad y las precipitaciones.

Climatización: proceso fisiológico mediante el cual un organismo se adapta a su nuevo ambiente.

Climatización pasiva: procedimiento de diseño o de técnica suplementaria que da como resultado edificaciones en las que el consumo de electricidad o de carburantes o de cualquier otro tipo de energía no renovable a los efectos de climatizar los espacios

sea nulo (o casi) y cuya finalidad es que las edificaciones cumplan con los requerimientos de confort térmico.

Climatización activa: procedimiento de diseño o técnica que utiliza equipamiento electro-mecánico para climatizar los espacios.

Conducción: transferencia de calor desde una molécula a otra a modo de impacto inelástico en el caso de los fluidos, a modo de oscilaciones en el caso de los sólidos no conductores de electricidad y a modo de movimiento de electrones en el caso de los sólidos conductores de electricidad (caso de los metales).

Contaminantes primarios: Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión.

Contaminantes secundarios: Aquellos originados en el aire por interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los constituyentes normales de la atmósfera

## D

Deflectores: son planos, generalmente metálicos, situados dentro de la luminaria, con acabados absorbentes de la luz. Se utilizan para reducir o eliminar el deslumbramiento directo o para recortar la porción del haz luminoso.

Diseminadores: (CAI) Cuando se dispersan los agentes para la reproducción o multiplicación y pasar al aire en estado infectivo.

## E

Efecto invernadero: se origina porque la energía que llega del sol, al proceder de un cuerpo de muy elevada temperatura, está formada por ondas de frecuencias altas que traspasan la atmósfera con gran facilidad. La energía remitida hacia el exterior, desde la Tierra, al proceder de un cuerpo mucho más frío, está en forma de ondas de frecuencias más bajas, y es absorbida por los gases, resultando en una elevación de la temperatura del aire.

Eficiencia energética: obtener el mayor rendimiento con el menor consumo de energía. Por ejemplo, bombillos que producen el mismo nivel de iluminación con menor consumo de electricidad.

Enfriamiento: transferencia de energía desde un sólido, líquido o gas, generada por un gradiente de temperatura que va desde ese sólido, líquido o gas hacia su entorno o hacia un sumidero de calor, el cual se encuentra a menor temperatura.

Enfriamiento de aire: reducción de la temperatura del aire causada por la extracción del calor, como resultado de su contacto con un medio que se mantiene a una temperatura menor que el aire. El enfriamiento puede estar acompañado por adicción de humedad (evaporación) o reducción de la misma (deshumidificación), o bien puede realizarse sin cambio de humedad.

Enfriamiento evaporativo: proceso que involucra el intercambio adiabático entre el aire y una superficie húmeda o agua esperada. El agua adquiere la temperatura de bulbo húmedo del aire, la cual permanece constante a lo largo del intercambiador.

Energía: capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.

Energía renovable: energía obtenida de fuentes naturales inagotables como el sol, el viento, etc.

Energía solar: energía producida por el sol y captada por un dispositivo receptor que concentra los rayos solares, convirtiéndolos en flujo constante de electricidad.

Epitelio: es el tejido formado por una o varias capas de células unidas entre sí que puestas recubren todas las superficies libres del organismo, y constituyen el revestimiento interno de las cavidades, órganos, huecos, conductos del cuerpo y la piel y forman las mucosas y las glándulas

Evaporación: proceso a presión y temperatura constante mediante el cual una sustancia pasa de la fase líquida a la fase gaseosa.

## F

Flocado: es un polvo de fibras sintéticas durante un proceso electrostático a través un de adhesivo especial para fibras.

Flujo de calor: cantidad de calor que pasa por un determinado perímetro en una unidad de tiempo ( $J/s=W$ ).

## H

Hipertermia: es el golpe de calor o (en caso de ser originado por radiación solar) la insolación, es un trastorno grave que se presenta cuando un organismo homeotérmico no alcanza a disipar más calor del que genera o absorbe, generalmente ocurre por estar expuesto a una fuente de calor.

Hipotermia: es el descenso involuntario de la temperatura corporal por debajo de 35° C medida con termómetro en el interior del cuerpo.

Homeotérmico: es el proceso mediante el cual un organismo mantiene su temperatura corporal dentro de unos límites, independientemente de la temperatura ambiental, consumiendo energía química procedente de los alimentos gracias a que tiene mecanismos para producir calor en ambientes fríos o para ceder calor en ambientes fríos.

Humedad: medida del grado de vapor de agua contenido en el aire.

Humedad absoluta: cantidad de agua presente en la unidad de masa o de volumen de aire expresada en gramos por kilogramo (g/kg) o gramos por metro cúbico (g/m<sup>3</sup>).

Humedad relativa: relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y la cantidad máxima que es capaz de contener a la misma temperatura y a la misma presión atmosférica. Se expresa en porcentaje.

## I

Iluminancia: Cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el lux.

Impacto ambiental: modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Índices de confort: parámetros que valoran la conjunción de las variables que intervienen en los intercambios térmicos entre el cuerpo humano y el ambiente ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas. Se determinan generalmente por medio de encuestas basadas en una escala de valores que las personas deben contestar mientras se someten a diversas combinaciones de dichas variables.

Infiltración: flujo de aire no controlado a través de grietas, intersticios y otras aberturas no intencionales. Filtración y flujo de ventilación natural son causados por diferencias de presión debido al viento, diferencia de temperatura interior-exterior y operaciones de aplicaciones o dispositivos.

## L

Luminancia: intensidad luminosa emitida en una dirección determinada por una superficie luminosa (fuente primaria de luz) o reflejada por una superficie iluminada (fuente secundaria)

## **M**

Materiales aislantes: materiales que poseen baja conductividad, por lo que son malos conductores de calor.

## **P**

PPM: Una parte por millón denota una partícula de una cierta sustancia por cada 999,999 de otra sustancia. En términos de masa, 1 miligramo en 1 kilogramo es 1 ppm en masa (1 mg es una milésima de gramo, 1 gramo una milésima de kg; por tanto 1 mg representa una millonésima de kg). En términos de volumen, un mililitro en un metro cúbico representa 1 ppm en volumen (1 ml (o un centímetro cúbico) es una milésima de litro, y 1 litro una milésima de metro cúbico).

Psicosomático: Se define como el trastorno que presenta síntomas fisiológicos que no son producidos por una enfermedad orgánica sino como consecuencia de problemas psicológicos que deriva en un dolor físico.

Precesión: Movimiento cónico en relación a la inclinación de 23½ cada 25,800 años.

Precipitación: término colectivo que se utiliza para lluvia, nieve, rocío y escarcha, o sea para todo tipo de agua que se deposita (precipita) de la atmósfera.

Puente térmico: elemento o parte de la pared que por su naturaleza o su aplicación se revela como punto débil del aislamiento y no ofrece el mismo coeficiente de resistencia térmica.

## **R**

Reflexión: fenómeno físico en el cual una onda electromagnética que incide sobre una superficie que separa dos medios es devuelta total o parcialmente hacia el medio de dónde provino.

Reservorio: (CAI) natural o nido se refiere al hospedador de largo plazo de un patógeno que causa una enfermedad infecciosa zoonótica. A menudo ocurre que el hospedador no es afectado por la enfermedad que lleva el patógeno, o permanece asintomático y no está en riesgo su vida. Una vez descubierto el reservorio natural de un organismo patógeno, se elucida su ciclo de vida, lo cual hace más sencillo el desarrollar programas de prevención y control.

Rotación: El movimiento de rotación lo realiza de Oeste a Este y da una vuelta completa sobre su eje en 23 hs. 56' y 41". La consecuencia de este movimiento es la sucesión de días y noches. El movimiento de rotación afecta también a todos los vientos, excepto aquellos de las proximidades del Ecuador. A este efecto se lo denomina Efecto Coriolis.

## **S**

Sistema de enfriamiento pasivo: son aquellos en los cuales la edificación en sí misma funciona como moderadoras del clima exterior, así como las técnicas destinadas a evacuar por medios pasivos el sobrante de calor que pudiera presentarse al interior de una edificación. La evacuación del calor se realiza hacia sumideros de calor como el aire exterior, la bóveda celeste, el suelo, etc.

Soleamiento: cantidad de luz y calor que percibe una edificación determinada o un elemento configurativo de la misma (paredes, techos y ventanas) en un espacio de

tiempo dado, teniendo en cuenta la sombra eventual proyectada por obstáculos naturales y/o construidos.

## T

Temperatura: propiedad de los cuerpos que determina la cantidad de calor que tienen y la dirección de los flujos de calor.

Termogénesis: es la capacidad de generar calor en el organismo debido a las reacciones metabólicas. La disipación de calor equilibra esta generación interna dando lugar a una homeostasis térmica (equilibrio térmico) en las células que en los mamíferos como el hombre alcanza un valor estático de aproximadamente 37°C.

Traslación: es el movimiento que hace la Tierra alrededor del Sol a una velocidad media de 29,76 km./seg., en 365 días, 5 horas, 48' y 46". En este recorrido describe una elipse en uno de cuyos focos se encuentra el Sol.

Transferencia de calor: cantidad de calor que se transfiere de un cuerpo a otro siguiendo las siguientes modalidades: conducción, convección o radiación. El calor sólo puede transferirse si existe una diferencia de temperatura de caliente a frío.

Tropósfera: es la capa de la atmósfera que está en contacto con la superficie de la Tierra. Tiene alrededor de 17 km de espesor en el ecuador, se encuentra alrededor de 6°C a 0°C y en ella ocurren todos los fenómenos meteorológicos que influyen en los seres vivos, como los vientos, la lluvia y los huracanes. Además, concentra la mayor parte del oxígeno y del vapor de agua. En particular este último actúa como un regulador térmico del planeta; sin él, las diferencias térmicas entre el día y la noche serían tan grandes que no podríamos sobrevivir.

## V

Vasoconstricción: es el estrechamiento de un vaso sanguíneo (arterias y venas) manifestándose como una disminución de su volumen. Hace que la piel adquiera un tono pálido o blanquecino.

Vasodilatación: Es la capacidad de los vasos sanguíneos de dilatarse frente a estímulos químicos esto genera una disminución de la presión arterial cuando ocurre en el territorio arterial y ocurre para liberar calor de un organismo.

## Z

Zona de confort: rango de condiciones ambientales y (eventualmente) condiciones relativas al individuo definidas por determinados parámetros y con respecto al cual la mayoría de las personas manifiesta agrado o conveniencia en concordancia con la actividad que llevan a cabo.

Zona Conurbada. Es la continuidad física y demográfica formada por la Ciudad de México y los centros de población situados en los territorios municipales de las entidades federativas circunvecinas.

Zona Metropolitana. Ámbito inmediato de influencia socioeconómica y físico-espacial de la zona integrada por las 16 demarcaciones territoriales del Distrito Federal y 18 municipios correspondientes al Estado de México.

Zoonosis: es una enfermedad que puede transmitirse de otros animales invertebrados a seres humanos. La palabra se deriva del griego zoon (animal) y nosos (enfermedad). Estrictamente hablando, se tiende a definir como zoonosis solo a las patologías infectocontagiosas que se transmiten desde otros vertebrados a los seres humanos, en la práctica el concepto amplio de zoonosis es el de toda enfermedad que

se transmite entre diversas especies animales, atravesando una barrera específica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. *¿Qué es eficiencia energética?* Chile : Programa País de Eficiencia Energética PPEE, 2008. pág. p.p. 20, Informe. 1.
2. **FUENTES F., Víctor.** "Nuevas Tecnologías en la Arquitectura Bioclimática". *Tecnología y Diseño en la Edificaciones*. México, DF. : UAM Azcapotzalco, 1998, págs. p.p 135-162.
3. "Ventilación Natural". *Agenda de la Construcción Sostenible*. [En línea] España, 2007. [Citado el: 26 de Noviembre de 2008.] <http://es.csostenible.net/temas-clave/energia/sistemas-pasivos-de-ahorro-energetico/ventilacion-natural/>.
4. **MORILLÓN G., David.** "Introducción a los Sistemas Pasivos". UNAM. Guadalajara, México : Vol. 3, 2002. Ponencia.
5. **NEILA, Javier.** *Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible*. [En línea] España, Octubre de 2000. [Citado el: 25 de Noviembre de 2008.] [http://habitat.aq.upm.es/select\\_sost/ab3.html](http://habitat.aq.upm.es/select_sost/ab3.html).
6. **ASHRAE.** *Handbook Fundamentals*. EUA : CD-ROM, 2001.
7. **ECHARRI P., Luís.** Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. *Teide*. [En línea] España, 1998. [Citado el: 26 de Octubre de 2008.] <http://www.tecnun.es/ASIGNATURAS/ECOLOGIA/HIPERTEXTO/00General/Principal.html>.
8. **GUARDINO S., Xavier.** "Calidad del Aire Interior". *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. [En línea] España. [Citado el: 01 de Noviembre de 2009.] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/44.pdf>.
9. **HERNÁNDEZ C., Ana.** *Calidad del Aire Interior: Riesgos Microbiológicos en los Sistemas de Ventilación/Climatización*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España : Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
10. **Camfil Farr.** "Fuentes Contaminantes Interiores". *Clean Air Solutions*. [En línea] España, 2009. [Citado el: 02 de Noviembre de 2009.] [http://www.camfilfarr.com/cou\\_espana/filtertechnology/iaq/sources.cfm](http://www.camfilfarr.com/cou_espana/filtertechnology/iaq/sources.cfm).
11. **BOLDÚ, Joan y PASCAL, I.** "Enfermedades Relacionadas con los Edificios". [En línea] *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, supl.1, Vol. 28, Pamplona, España, 2005. [Citado el: 21 de Agosto de 2008.] [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272005000200015&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272005000200015&lng=es&nrm=iso).
12. Riesgos del Síndrome del Edificio Enfermo. [En línea] Fundación universal. [Citado el: 26 de Julio de 2010.] <http://www.foment.com/prevencion/documentos/prl/oficinas/archivos%5Cedificio.pdf>.
13. El Clima. *Barrameda*. [En línea] Argentina. [Citado el: 23 de Agosto de 2010.] <http://www.barrameda.com.ar/universo/el-clima.htm>.
14. "Atmósfera". *Ciencias de la Tierra*. [En línea] Argentina, 2000. [Citado el: 04 de Marzo de 2009.]

<http://www.practiciencia.com.ar/ctierrayesp/tierra/atmosfera/atmosfera/troposfera/fenom clim/index.html#estudio..>

15. "Confort y Clima". *Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico*. [En línea] Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. [Citado el: 29 de Noviembre de 2008.] <http://fau.ucv.ve/idec/racionalidad/Paginas/Manualconfort.html>.

16. **PALAIÁ P., Liliana**. *Aprendiendo a Construir la Arquitectura*. s.l. : Publicaciones de la Univesidad de Valencia, 2005. Vol. 2a. Ed.

17. **Malca O., Guillermo**. "Crítica del Confort en Arquitectura". *Conferencia Latinoamericana de Escuelas y Facultades de Arquitectura*. [En línea] Chile, 2003. [Citado el: 26 de Noviembre de 2008.] <http://www.geocities.com/guillermomalca/PonenciasXXCLEFA2003.pdf>.

18. **WORLD HEALTH ORGANIZATION**. "Climate and Health". [En línea] WHO, EUA, Agosto de 2007. [Citado el: 27 de Noviembre de 2008.] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en/>. No. 226.

19. **AULICIEMS, A y SZOKOLAY, S.V.** "*Thermal Comfort*" *Passive and Low Energy Architecture*. DEpartament of Architecture, University of Queensland. Australia : s.n., 1997. PLEA Notes.

20. *Interacción Térmica Ser Vivo-Ambiente. Sistemas de Climatización Pasivos*. Posgrado de Arquitectura, UNAM. México : s.n., 2009. Apuntes.

21. **ROSET C., Jaume**. "Cálculos en Confort Térmico". [En línea] 24 de Marzo de 2004. [Citado el: 22 de Noviembre de 2008.] [http://dfa.upc.es/docencia/arquitectura/fmaa/Explica\\_Confort.pdf](http://dfa.upc.es/docencia/arquitectura/fmaa/Explica_Confort.pdf).

22. **EHU**. "Acondicionamiento Acústico". [En línea] España, 2003. [Citado el: 29 de Noviembre de 2008.] <http://www.ehu.es/acustica/espanol/ruido/acaces/acaces.html>.

23. **IMCYC**. "La Iluminación Natural y el Ahorro de Energía". [En línea] México, Junio de 2000. [Citado el: 29 de Noviembre de 2008.] <http://www.imcyc.com/revista/2000/junio2000/iluminacion4.htm>.

24. *Psicología Ambiental*. Posgrado de Arquitectura, UNAM. México : s.n., 2009. Apuntes.

25. **HOLAHAN, C. J.** *Psicología Ambiental*. México : Limusa, 2000.

26. **FIDALGO V., Manuel**. *Síndrome de estar quemado por el trabajo o "burnout"*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales . España : s.n.

27. **SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL**. "Temperatura Media Anual Periodo 1980-2004". [En línea] CONAGUA, México, 2004. [Citado el: 26 de Octubre de 2008.] <http://smn.cna.gob.mx/productos/map-lluv/hmproduc.html>.

28. **JAUREGUI O., Ernesto**. *El Clima Urbano y su Relación con los Contaminantes*. México : UNAM. págs. 50-52.

29. **CORREA G., Armando y GARCÍA C. Gustavo**. "Análisis del Comportamiento Histórico de la Temperatura en la Cuenca de México". *Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación*. [En línea] México. [Citado el: 26 de Octubre de 2008.] <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/caliaire/mexicona/R-0187.pdf>.

30. **SMA-DF**. *Calidad del Aire en la Ciudad de México*. Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México. México : s.n., 2010. Informe 2009.

31. —. *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012*. México : Secretaría del Medio Ambiente, 2010. Informe.
32. "Contaminación del Aire Eleva Mortalidad en el DF". *Ciudadanos en Red*. [En línea] México, 23 de Octubre de 2009. [Citado el: 15 de Septiembre de 2009.] <http://ciudadanosenred.com.mx/node/17427>.
33. **DEL CASTILLO, Adrián**. "México Pone Freno a las Emisiones Contaminates". *Milenio*. 04 de Junio de 2009.
34. **CONAFOVI**. *Guía para el Uso Eficiente de la Energía en la Vivienda*. México : Arroyo+ Cerda Editorial, 2006. ISBN 968-7729-34-1.
35. **IZQUIERDO M., Marcelo**. *Refrigeración Solar en la Edificación: Presente y Futuro*. Departamento de Edificación y Habitabilidad, Instituto de Ciencias de la Construcción, Universidad Internacional de Andalucía. España : s.n.
36. **BAÑUELOS, F. Et. Al.** *Análisis y Validación de Metodología Usada para la Obtención de Perfiles de Velocidad de Viento*. Instituto de Ingeniería, UNAM. México : s.n., Julio de 2008.
37. Torre Prisma. *Enciclopedia Wikipedia*. [En línea] 01 de Febrero de 2009. [Citado el: 13 de Marzo de 2009.] [http://es.wikipedia.org/wiki/Torre\\_Prisma](http://es.wikipedia.org/wiki/Torre_Prisma).
38. **T-MY, Iván**. "Residencial Puerta Alameda". *Edificios de México*. [En línea] México, Septiembre de 2008. [Citado el: 10 de Marzo de 2010.] <http://www.edemx.com/citymex/edificios/CompRPA.html>.
39. **REYES B., Diego**. *La percepción de la Contaminación del Aire en la Ciudad de México*. Posgrado de Psicología, UNAM. Maestría : s.n., 2000. Tesis de Maestría.
40. **FEBLES, María**. *Sobre la Necesidad de la Formación de una Conciencia Ambiental*. Facultad de Psicología, Universidad de La Habana. Cuba : s.n., 2004.
41. **BERENQUER, María José, Et. Al.** Reglamentos, Recomendaciones, Normas y Patrones. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. España : Ministerio de Salud.
42. **IMECA**. Sistema de Monitoreo Atmosférico. [En línea] SMA, 22 de Agosto de 2009. [Citado el: 22 de Agosto de 2009.] <http://www.sma.df.gob.mx/simat2/>.
43. **SE**. *Balance Nacional de Energía 2008*. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. México : s.n., 2009. Informe.
44. **JAUREGI O., Ernesto**. "Efectos del Clima Urbano en los Niveles de Contaminación Atmosférica". México : UNAM, 1980. págs. 37-46.
45. —. *El Clima Urbano y su Relación con los Contaminates*. México : UNAM. pág. 50.

## ANEXOS

### ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Parámetros y características a considerar por el arquitecto antes de comenzar a proyectar.
- Figura 2. Diagrama de ventilación cruzada.
- Figura 3. Diagrama de ventilación convectiva.
- Figura 4. Componentes del aire puro.
- Figura 5. Productores de contaminación en un espacio con poca o nula ventilación.
- Figura 6. Temperaturas del cuerpo humano y efectos en el ser humano fuera de los rangos de temperatura.
- Figura 7. Tendencia del monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno desde el año 1990 hasta el año 2009.
- Figura 8. Tendencia del ozono y el dióxido de nitrógeno desde el año 1990 hasta el año 2009.
- Figura 9. Tendencia de las partículas suspendidas y plomo desde el año 1990 hasta el año 2009.
- Figura 10. Vista aérea de la zona de estudio.
- Figura 11. Vista de la Torre Prisma.
- Figura 12. Croquis en planta del piso 25 de la Torre Prisma.
- Figura 13. Ángulos de incidencia solar sobre las fachadas del edificio en planta para el mes de Enero.
- Figura 14. Ángulos de incidencia solar sobre las fachadas del edificio en planta para el mes de Mayo.
- Figura 15. Perspectiva del conjunto Puerta Alameda.
- Figura 16. Croquis en planta del piso 14 del conjunto Puerta Alameda.
- Figura 17. Ángulos de incidencia solar sobre la fachada del departamento tipo planta para el mes de Enero.
- Figura 18. Ángulos de incidencia solar sobre la fachada del departamento tipo planta para el mes de Mayo.
- Figura 19. Gráfica de horas al día que permanecen en su lugar de trabajo.
- Figura 20. Gráfica sobre evaluación general de la espacialidad en el lugar de trabajo.
- Figura 21. Gráfica sobre evaluación general del nivel de iluminación en el lugar de trabajo.
- Figura 22. Gráfica sobre evaluación general de la ventilación en el lugar de trabajo.
- Figura 23. Gráfica sobre las fuentes productoras de ruido.

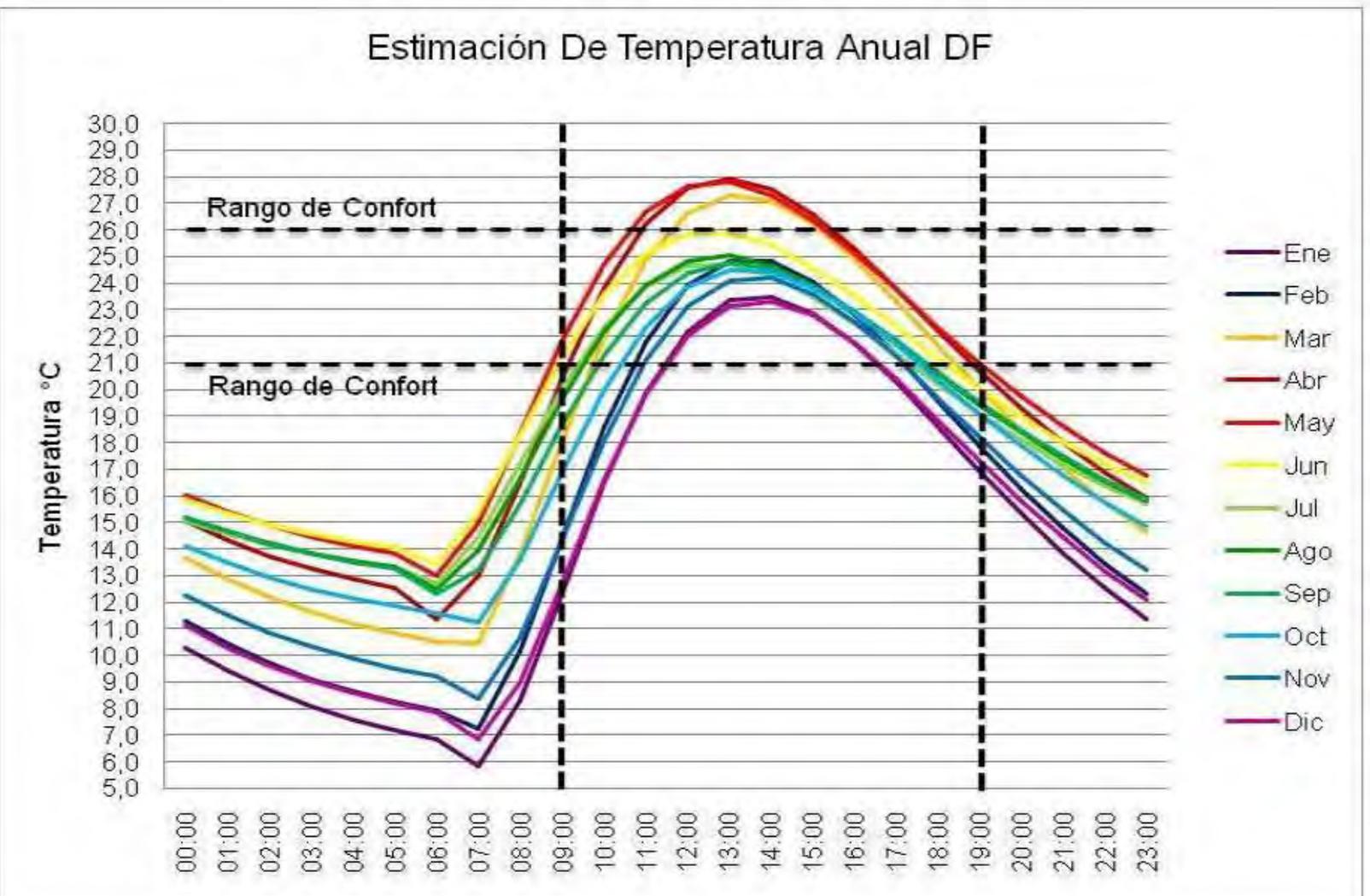
- Figura 24. Gráfica sobre los trastornos fisiológicos sufridos por el sujeto en el espacio de trabajo.
- Figura 25. Gráfica sobre los aspectos del ambiente en el lugar de trabajo que le afectan al encuestado.
- Figura 26. Gráfica del periodo de ventilación de los departamentos.
- Figura 27. Gráfica de la evaluación general en cuanto a espacialidad.
- Figura 28. Gráfica del promedio es las evaluaciones de la iluminación natural y artificial.
- Figura 28. Gráfica de las fallas detectadas en cuanto a la ventilación.
- Figura 29. Gráfica de la frecuencia de las molestias producto del ruido.
- Figura 30. Gráfica de las fuentes de ruido.
- Figura 31. Gráfica de los trastornos fisiológicos.
- Figura 32. Gráfica de temperatura exterior e interior para el conjunto Puerta Alameda del 19 de Mayo al 03 de Junio de 2010.
- Figura 33. Gráfica de humedad exterior e interior para el conjunto Puerta Alameda del 19 de Mayo al 03 de Junio de 2010.
- Figura 34. Gráfica de temperatura exterior e interior para la Torre Prisma del 12 de Agosto al 06 de Septiembre de 2010.
- Figura 35. Gráfica de humedad exterior e interior para la Torre Prisma del 12 de Agosto al 06 de Septiembre de 2010.
- Figura 36. Datos obtenidos para la Torre Prisma.
- Figura 37. Datos obtenidos para Puerta Alameda.
- Figura 38. Planta del piso 25 de la Torre Prisma donde se indica la apertura de ventanas en la fachada Este.

## ANÁLISIS DE TEMPERATURAS

Estimación de temperaturas horarias medias anuales a partir de las normales de temperatura dadas por el Servicio Meteorológico Nacional. 1988-2009

ESTIMACION DE TEMPERATURAS HORARIAS MEDIAS ANUALES A PARTIR DE MEDIA EXTREMAS												
Localidad	DF	Lat. (xx.x)	19.25	Long. (xxx.x)	99.07	Altitud	2230	menn				
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temp max	23.6	25.0	27.4	28.0	27.9	26.0	24.8	25.1	24.8	24.6	24.3	23.4
Temp mIn	5.6	6.7	9.4	11.3	12.8	13.2	12.5	12.4	12.3	10.7	8.1	6.7
Temp med	14.6	15.9	18.4	19.7	20.3	19.6	18.6	18.8	18.6	17.6	16.2	15.1
Hora (TSV)												
00:00	10.3	11.3	13.7	15.1	16.0	15.9	15.1	15.2	15.2	14.1	12.3	11.1
01:00	9.4	10.4	12.9	14.4	15.4	15.4	14.6	14.7	14.7	13.5	11.5	10.3
02:00	8.7	9.7	12.2	13.8	14.9	14.9	14.2	14.2	14.2	13.0	10.9	9.6
03:00	8.1	9.1	11.7	13.3	14.5	14.6	13.9	13.9	13.8	12.5	10.3	9.1
04:00	7.6	8.6	11.2	12.9	14.1	14.3	13.6	13.6	13.5	12.1	9.9	8.6
05:00	7.2	8.2	10.8	12.5	13.9	14.1	13.4	13.3	13.3	11.8	9.5	8.2
06:00	6.9	7.9	10.5	11.3	13.0	13.5	12.7	12.5	12.3	11.6	9.2	7.9
07:00	5.8	7.3	10.5	13.0	15.0	15.4	14.5	13.9	13.3	11.3	8.4	6.9
08:00	8.3	10.2	13.8	16.5	18.3	18.3	17.2	16.7	15.7	13.6	10.7	9.0
09:00	12.3	14.4	18.1	20.4	21.8	21.2	20.1	19.7	18.7	16.9	14.4	12.7
10:00	16.5	18.6	22.0	23.8	24.7	23.6	22.4	22.2	21.3	20.0	18.1	16.6
11:00	19.9	21.8	24.9	26.3	26.7	25.1	23.9	23.9	23.2	22.4	21.1	19.8
12:00	22.2	23.9	26.7	27.6	27.7	25.9	24.6	24.8	24.4	23.9	23.1	22.0
13:00	23.3	24.9	27.3	27.9	27.8	25.9	24.7	25.1	24.8	24.5	24.1	23.1
14:00	23.5	24.8	27.1	27.5	27.3	25.4	24.3	24.7	24.5	24.4	24.2	23.3
15:00	22.9	24.1	26.2	26.6	26.4	24.6	23.5	23.9	23.9	23.8	23.6	22.8
16:00	21.7	22.8	24.9	25.3	25.1	23.5	22.5	22.9	22.9	22.8	22.5	21.7
17:00	20.3	21.3	23.3	23.8	23.8	22.3	21.3	21.8	21.8	21.6	21.2	20.4
18:00	18.6	19.6	21.7	22.2	22.4	21.2	20.2	20.6	20.7	20.4	19.7	18.9
19:00	17.0	17.9	20.0	20.7	21.0	20.0	19.1	19.4	19.5	19.1	18.2	17.3
20:00	15.4	16.3	18.5	19.3	19.8	19.0	18.1	18.4	18.5	17.9	16.8	15.8
21:00	13.9	14.8	17.0	18.0	18.6	18.0	17.2	17.4	17.5	16.8	15.5	14.4
22:00	12.5	13.5	15.8	16.9	17.6	17.2	16.4	16.6	16.6	15.8	14.3	13.2
23:00	11.3	12.3	14.7	15.9	16.8	16.5	15.7	15.8	15.9	14.9	13.2	12.1

### GRÁFICA DE TEMPERATURAS DURANTE EL AÑO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

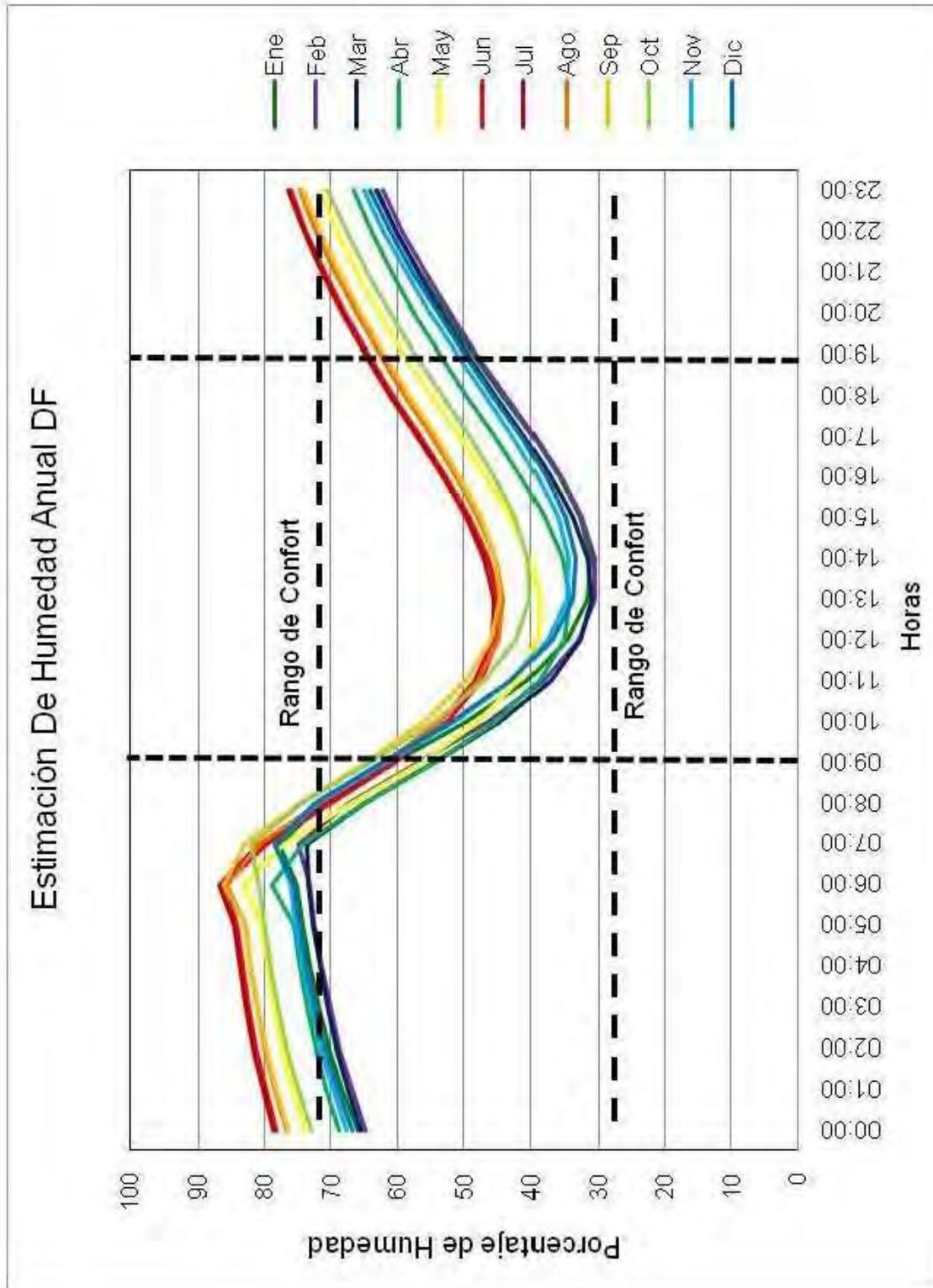


### ANÁLISIS DE HUMEDAD

Estimacion de humedades relativas horarias medias mensuales, a partir de medias extremas. 1988-2009

ESTIMACION DE HUMEDADES RELATIVAS HORARIAS MEDIAS MENSUALES, A PARTIR DE MEDIAS EXTREMAS.												
Localidad	DF	Lat. (xx.x)	19.25	Long. (xxx.x)	99.07	Altitud	2230	msnm	sep	oct	nov	dic
MES	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Temp max	23.6	25.0	27.4	28.0	27.9	26.0	24.8	25.1	24.8	24.6	24.3	23.4
Temp med	14.6	15.9	18.4	19.7	20.3	19.6	18.6	18.8	18.6	17.6	16.2	15.1
Temp min	5.6	6.7	9.4	11.3	12.8	13.2	12.5	12.4	12.3	10.7	8.1	6.7
Hora (TSV)												
00:00	66	65	65	69	74	78	79	77	76	73	68	67
01:00	68	67	67	71	76	80	80	78	78	75	70	69
02:00	70	69	69	72	77	81	82	80	80	76	71	71
03:00	72	70	71	74	78	82	83	81	81	78	73	72
04:00	73	71	72	75	79	83	84	82	82	79	74	74
05:00	74	72	73	76	80	84	85	83	83	80	75	75
06:00	75	73	73	79	83	86	87	86	86	81	76	76
07:00	78	75	74	74	77	80	81	81	83	82	78	78
08:00	71	67	65	65	67	70	71	72	75	74	72	73
09:00	61	57	54	54	56	60	61	62	65	64	62	62
10:00	50	46	45	45	48	52	54	54	56	54	51	52
11:00	41	38	37	39	42	47	48	48	50	47	43	43
12:00	35	33	33	35	39	45	46	45	46	42	37	37
13:00	32	30	31	34	39	45	45	44	45	40	35	34
14:00	31	31	32	35	40	46	47	45	45	40	34	33
15:00	33	32	34	38	43	49	50	48	48	42	36	35
16:00	36	36	37	41	47	53	53	51	51	45	39	38
17:00	40	40	41	45	51	57	57	55	54	49	43	41
18:00	44	44	45	50	55	61	61	59	58	53	47	46
19:00	48	48	49	54	59	64	65	63	62	57	51	50
20:00	53	52	53	57	63	68	68	66	66	61	55	54
21:00	57	56	57	61	66	71	71	69	69	65	59	58
22:00	60	59	60	64	69	74	74	72	72	68	62	61
23:00	63	62	63	66	72	76	76	75	74	70	65	64

### GRÁFICA DE HUMEDAD



## ENCUESTA TORRE PRISMA

Buen día:

Esta es una encuesta para una investigación sobre calidad del aire interior en los edificios del centro de la Ciudad de México; encuesta con fines académicos para el Programa de Maestría y Doctorado de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El tiempo estimado para realizar esta encuesta es de 20 minutos y es totalmente anónima.

Agradezco su tiempo y dedicación para responder esta encuesta.

A. POR FAVOR, INDIQUE SUS DATOS

1. SEXO: M F
2. EDAD:
3. OCUPACIÓN:
4. ¿Hace cuanto tiempo que trabaja en el mismo edificio / local?  
AÑOS: MESES:
5. ¿Cuántas horas al día permanece en su lugar de trabajo?
  - a) De 4 a 5 HRS
  - b) De 6 a 8 HRS
  - c) De 8 HRS en adelante

6. Trabaja usted en:

- a) Oficina cerrada
- b) En un cubículo separado por mamparas
- c) En un área abierta con otras personas

B. LAS SIGUIENTES PREGUNTAS CONCERNEN A ALGUNAS CONDICIONES DE SU LUGAR DE TRABAJO

PRIMERA PARTE: RESPONDA SI O NO A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS, SEGÚN SEA SU

PERCEPCIÓN:

1. ¿Realiza algún trabajo de precisión en su jornada laboral?  
SI NO
2. ¿Utiliza una computadora como herramienta para el desempeño de su trabajo más de 4 horas?  
SI NO
3. ¿Cuenta con iluminación natural en su lugar de trabajo?  
SI NO
4. ¿Cuenta con algún sistema de control de iluminación?  
SI NO
5. ¿Dispone de ventilación natural en su lugar de trabajo?  
SI NO
6. ¿Puede regular la temperatura y velocidad del aire acondicionado?  
SI NO
7. ¿Considera que las condiciones de temperatura se mantienen dentro de los niveles de confort incluso en invierno y verano?  
SI NO
8. ¿Están delimitadas y libres de obstáculos las zonas de paso?  
SI NO

SEGUNDA PARTE: ELIJA UN VALOR ENTRE 1 Y 5; SIENDO 1 EL MENOS ADECUADO Y 5 LO ÓPTIMO

9. Nivel de iluminación natural para el trabajo que Ud. realiza  
1 2 3 4 5
10. Nivel de iluminación artificial para el trabajo que Ud. realiza  
1 2 3 4 5
11. Evaluación general del nivel de iluminación en el lugar de trabajo  
1 2 3 4 5
12. Evaluación general de la ventilación en el lugar de trabajo  
1 2 3 4 5
13. Evaluación general del espacio del lugar de trabajo  
1 2 3 4 5

TERCERA PARTE: ELIJA UNA OPCIÓN

14. ¿Con frecuencia padece alguno de estos trastornos fisiológicos?
  - a) Dolores de Cabeza
  - b) Fatiga Visual

- c) Cansancio  
d) Estrés
15. ¿Qué aspecto considera de mayor importancia en la iluminación de su lugar de trabajo?  
a) Que cuente con iluminación natural  
b) Que cuente con los niveles necesarios para el desempeño de la actividad que realiza  
c) Las características del color de la luz  
d) Que la iluminación haga el ambiente más confortable y agradable
16. ¿Con qué tipo de iluminación ARTIFICIAL cuenta en su lugar de trabajo?  
a) Gabinetes de Luz Fluorescente con Acrílico  
b) Gabinetes de Luz Fluorescente con Louvers  
c) Luz incandescente
17. ¿En general el ruido existente en el edificio le produce molestias?  
a) Nunca  
b) Ocasionalmente  
c) Habitualmente
- CUARTA PARTE: ELIJA UNA O MÁS OPCIONES. SI UD. MARCA LA OPCIÓN OTROS, POR FAVOR ESPECIFIQUE CUALES.
18. Hay ruido que procede de:  
a) Sistema de ventilación  
b) Los equipos de oficina  
c) La calle, el exterior  
d) Conversaciones  
e) Otros:  
f) No hay ruido
19. En relación a la ventilación:  
a) Hay corrientes de aire  
b) Falta de ventilación  
c) Estancamiento del aire  
d) Otros:  
e) No hay problemas
20. La temperatura / humedad produce:  
a) Calor  
b) Frío  
c) Humedad  
d) Sequedad  
e) Otros:  
f) No crea problemas
21. Se perciben olores de:  
a) Comida  
b) Humo del tabaco  
c) Corporales  
d) Otros:  
e) No se perciben olores
22. Con respecto a la calidad del aire que respira siente que:  
a) El aire no circula  
b) El aire es escaso  
c) El aire no está limpio  
d) El aire no oxigena su cuerpo  
e) Otros
23. La iluminación:  
a) Es demasiado intensa  
b) Es escasa  
c) Produce deslumbramientos  
d) Se producen parpadeos de la luz  
e) Otros  
f) Es correcta
24. Considera que la ventilación y la iluminación de su lugar de trabajo  
a) Estimula la participación  
b) Favorecer la concentración  
c) Mejora la actividad y producción  
d) Hace el ambiente más confortable y agradable  
e) Mejora la actividad
25. En el área de trabajo le molesta:  
a) La decoración  
b) La distribución  
c) La falta de limpieza  
d) La falta de espacio  
e) Otros:  
f) No le molestan estos aspectos
26. Otros aspectos que le afectan:  
a) Aislamiento  
b) Falta de intimidad  
c) Vistas  
d) Perturbaciones/distracciones  
e) Sentimiento de encierro  
f) Otros:  
e) No me afectan estos aspectos
- QUINTA PARTE: RESPONDA DE MANERA BREVE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:
26. ¿Considera que la ventilación e iluminación tiene efectos fisiológicos y psicológicos en el ser humano? ¿Por qué? y ¿Cuáles?
27. Tomando en cuenta estos efectos ¿Considera que la ventilación e iluminación contribuye la productividad laboral? ¿Por qué?
- ¡Muchas gracias por su tiempo!

## ENCUESTA PUERTA ALAMEDA

Buen día:

Esta es una encuesta para una investigación sobre la percepción ambiental en los edificios del centro de la Ciudad de México; encuesta con fines académicos para el Programa de Maestría y Doctorado de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El tiempo estimado para realizar esta encuesta es de 20 minutos y es totalmente anónima.

Agradezco su tiempo y dedicación para responder esta encuesta.

A. POR FAVOR, INDIQUE SUS DATOS GENERALES

1. SEXO: M F

2. EDAD:

3. OCUPACIÓN:

4. ¿Hace cuanto tiempo que habita este mismo edificio?

AÑOS:

MESES:

5. ¿Usted se encuentra normalmente durante qué parte del día en su casa? (Marque las necesarias)

a) Durante la noche

b) Durante la mañana

c) Durante la tarde

d) Todo el día

6. ¿Usted ventila normalmente su casa durante qué parte del día? (Marque las necesarias)

a) Durante la noche

b) Durante la mañana

c) Durante la tarde

d) Todo el día

7. LAS SIGUIENTES PREGUNTAS CONCERNEN A ALGUNAS CONDICIONES AMBIENTALES DE SU VIVIENDA

PRIMERA PARTE: RESPONDA SI O NO A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS, SEGÚN SEA SU

PERCEPCIÓN:

1. ¿Cuenta con suficiente iluminación natural en su hogar?

SI NO

2. ¿Dispone de suficiente ventilación natural en su hogar?

SI NO

3. ¿Cuenta con un sistema de aire acondicionado?

SI NO

4. ¿Considera que las condiciones de temperatura se mantienen dentro de los niveles de confort en su casa sin necesidad de un sistema mecánico, incluso en invierno y verano?

SI NO

5. ¿Están delimitadas y libres de obstáculos las zonas de paso?

SI NO

6. ¿En general, le molesta el ruido que proviene del exterior?

SI NO

7. ¿Normalmente escucha ruido que proviene de los departamentos contiguos?

SI NO

SEGUNDA PARTE: ELIJA UN VALOR ENTRE 1 Y 5; SIENDO 1 EL MENOS ADECUADO Y 5 LO ÓPTIMO

8. Nivel de iluminación natural para realizar sus actividades cotidianas

1 2 3 4 5

9. Nivel de iluminación artificial para realizar sus actividades cotidianas

1 2 3 4 5

10. Evaluación general del nivel de iluminación en el hogar

1 2 3 4 5

11. Evaluación general de la ventilación natural en su hogar

1 2 3 4 5

12. Evaluación de la calidad del aire que respira

1 2 3 4 5

13. Evaluación general de la espacialidad de su hogar (Distribución de los espacios)

1 2 3 4 5

TERCERA PARTE: ELIJA UNA OPCIÓN

14. ¿Con frecuencia padece alguno de estos trastornos fisiológicos?
- a) Dolores de Cabeza
  - b) Fatiga Visual
  - c) Cansancio
  - d) Estrés
15. ¿Qué aspecto considera de mayor importancia en su hogar?
- a) Que cuente con iluminación natural
  - b) Que cuente con buena ventilación
  - c) Que no haya ruido
  - d) Que haya espacio
  - e) Que el ambiente sea confortable y agradable
16. ¿En general el ruido existente en el edificio le produce molestias?
- a) Nunca
  - b) Ocasionalmente
  - c) Habitualmente

CUARTA PARTE: ELIJA UNA O MÁS OPCIONES. SI UD. MARCA LA OPCIÓN OTROS, POR FAVOR

ESPECIFIQUE CUALES.

17. Hay ruido que procede de:
- a) Sistema de ventilación
  - b) La calle, el exterior
  - c) Actividades de los vecinos
  - d) Conversaciones en el edificio
  - e) Otros:
  - f) No hay ruido
18. En relación a la ventilación:
- a) Hay corrientes de aire
  - b) Falta de ventilación
  - c) Estancamiento del aire
  - d) Otros:
  - e) No hay problemas
19. La temperatura / humedad produce:
- a) Calor
  - b) Frío
  - c) Humedad
  - d) Sequedad
  - e) Otros:
  - f) No crea problemas
20. Se perciben olores del exterior:
- a) Comida
  - b) Humo del tabaco
  - c) Gasolinas quemadas
  - d) Otros:
  - e) No se perciben olores
21. Con respecto a la calidad del aire que respira siente que:
- a) El aire no circula
  - b) El aire es escaso
  - c) El aire no está limpio
  - d) El aire no oxigena su cuerpo
  - e) Otros
  - f) Es correcta
22. La iluminación:
- a) Es demasiado intensa
  - b) Es escasa
  - c) Produce deslumbramientos
  - d) Se producen parpadeos en la luz
  - e) Otros
  - f) Es correcta
23. Considera que la ventilación y la iluminación de su hogar:
- a) Estimula la armonía
  - b) Favorece la concentración
  - c) Mejora la actividad
  - d) Hace el ambiente más confortable y agradable
  - e) Otros:
24. Otros aspectos que le afecten:
- a) Aislamiento
  - b) Falta de intimidad
  - c) Vistas
  - d) Perturbaciones/distracciones
  - e) Sentimiento de encierro
  - f) Otros:
  - e) No me afectan estos aspectos

QUINTA PARTE: RESPONDA DE MANERA BREVE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

25. ¿Considera que la ventilación e iluminación tiene efectos fisiológicos y psicológicos en el ser humano? ¿Por qué? y ¿Cuáles?

¡Muchas gracias por su tiempo!

Arq. Joyce Almeida Winfield