



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS**

MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO

**ESTUDIO DEL CONFORT TÉRMICO LOCAL EN TRABAJADORES DE
AMBIENTES DE OFICINA DE UNA EMPRESA DE LA CIUDAD DE QUITO
DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2014**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al
Grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo**

Autor

Diego J. Merchán C.

Director

Ing. Gonzalo Albuja Calvache MSc.

Quito, Mayo 2015

© Universidad Tecnológica Equinoccial

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Diego J. Merchán C., declaro ser autor del trabajo aquí descrito y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial está en la facultad de hacer uso de los derechos referentes a este Trabajo de Grado, según lo establecido por el reglamento de la Ley de Propiedad Intelectual y por la Normativa Institucional vigente.

Diego J. Merchán C.

C.C. 171467803-2

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el Sr. Diego Jacobo Merchán Cueva, con el tema **“ESTUDIO DEL CONFORT TÉRMICO LOCAL EN TRABAJADORES DE AMBIENTES DE OFICINA DE UNA EMPRESA DE LA CIUDAD DE QUITO DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2014”**, previo a la obtención del Grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo, considero que una vez revisado el mencionado trabajo, reúne los requisitos y disposiciones emitidas por el Comité de Proyectos de la Dirección General de Posgrados de la Universidad Tecnológica Equinoccial, por medio de la Dirección General de Posgrados para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ing. Gonzalo F. Albuja C. MSc.

C.C. 170826264-5

Director del Trabajo de Grado

AGRADECIMIENTO

A mi familia y a mi querida Jenny, quienes han aportado con su cariño para que siga adelante.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, por permitir mi superación personal y profesional.

Al Ing. Gonzalo Albuja, y a los profesores de la Universidad Tecnológica Equinoccial, por ayudarme a materializar un sueño.

DEDICATORIA

A mi Sarita, quien me ha dado una nueva razón para superarme.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN DEL TRABAJO DE GRADO.....	xiii
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Formulación del Problema.....	2
1.3. Sistematización del Problema.....	2
1.4. Objetivos de la Investigación	2
1.4.1. Objetivo General	2
1.4.2. Objetivos Específicos.....	2
1.5. Justificación de la investigación.....	2
1.6. Alcance de la investigación.....	3
CAPÍTULO II	
MARCOS DE REFERENCIA	
2.1. Marco de Referencia.....	4
2.2. Marco Teórico.....	4
2.2.1. Confort térmico.....	4
2.2.2. Balance térmico	5
2.2.3. Voto medio estimado (PMV o IMV)	5
2.2.4. Porcentaje de insatisfechos (PPD).....	10
2.2.5. Control de la temperatura corporal.....	12
2.2.6. Metabolismo basal	12
2.2.7. Metabolismo de reposo.....	12
2.2.8. Necesidades hídricas del puesto de trabajo	13
2.2.9. Inconfort térmico local	13

2.2.10. Corrientes de aire.....	13
2.2.11. Porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire.....	13
2.2.12. Asimetría de planos radiantes.....	15
2.2.13. Diferencia vertical de temperaturas.....	15
2.2.14. Suelos calientes o fríos	15
2.2.15. Temperatura operativa.....	15
2.2.16. Valores de referencia	16
2.2.17. Categorías de ambiente térmico	16
2.3. Marco legal	17
2.4. Marco temporal, espacial.....	17
2.5. Sistema de variables.....	18

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación	19
3.2. Tipo de la investigación	19
3.3. Métodos de la investigación.....	19
3.4. Población y muestra	19
3.5. Operacionalización de variables	20
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos	21
3.7.1. Consideraciones para la aplicación del método Fanger.....	22
3.8. Confiabilidad de validez de los instrumentos	22
3.8.1. Confiabilidad	22
3.8.2. Validez	23

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de los resultados.....	24
4.1.1. Distribución de los trabajadores de la empresa	24
4.1.2. Recopilación de datos.....	25
4.1.3. Evaluación del confort térmico	26
Cálculo del voto medio estimado PMV o IMV	27
Cálculo del porcentaje de personas insatisfechas PPD	28
4.1.4. Evaluación del confort térmico por microclimas	29

	Cálculo del PMV o IMV en el microclima A	29
	Cálculo de PPD en el Microclima A.....	30
	Cálculo del PMV o IMV en el microclima B	30
	Cálculo de PPD en el Microclima B.....	31
	Cálculo del PMV o IMV en el microclima C	31
	Cálculo de PPD en el Microclima C	32
	Cálculo del PMV o IMV en el microclima D	32
	Cálculo de PPD en el Microclima D	33
	Cálculo del PMV o IMV en el microclima E	33
	Cálculo de PPD en el Microclima E.....	34
	Cálculo del PMV o IMV en el microclima F	34
	Cálculo de PPD en el Microclima F.....	35
	Cálculo del PMV o IMV en el microclima G.....	35
	Cálculo de PPD en el Microclima G	36
	Cálculo del PMV o IMV en el microclima H.....	36
	Cálculo de PPD en el Microclima H	37
	Cálculo del PMV o IMV en el microclima I	37
	Cálculo de PPD en el Microclima I.....	38
	Cálculo del PMV o IMV en el microclima O.....	38
	Cálculo de PPD en el Microclima O	39
4.1.5.	Evaluación del disconfort térmico local	40
	Corrientes de aire.....	40
	Diferencia vertical de temperatura	40
	Temperatura operativa para los microclimas	41
4.1.6.	Análisis de la percepción de los trabajadores	41
	Sensación térmica.....	41
	Percepción de la temperatura	42
	Cambios en la temperatura en el lugar de trabajo	43
	Influencia de la temperatura en las actividades laborales.....	44
	Percepción de corrientes de aire.....	45
4.2.	Discusión de los resultados	46
4.2.1.	Confort térmico.....	46
	Voto medio estimado	46

Porcentaje de personas insatisfechas.....	47
4.2.2. Discomfort térmico local.....	47
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Conclusiones.....	48
5.2. Recomendaciones.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

2.1.	Valores de aislamiento de la ropa.....	5
2.2.	Relación entre tasa metabólica y carga física de la tarea.....	6
2.3.	Valores medios de las tasas metabólicas por actividad.....	6
2.4.	Escala de sensación térmica por PMV	8
2.5.	Valor de A	16
3.1.	Operacionalización de variables	20
3.2.	Matriz de técnicas e instrumentos	21
4.1.	Distribución de los trabajadores en el ambiente de oficina	24
4.2.	Interpolación de la tabla IMV	27
4.3.	Interpolación de la tabla IMV Microclima A	29
4.4.	Interpolación de la tabla IMV microclima B	30
4.5.	Interpolación de la Tabla IMV Microclima C.....	31
4.6.	Interpolación de la Tabla IMV Microclima D.....	32
4.7.	Interpolación de la Tabla IMV Microclima E.....	33
4.8.	Interpolación de la Tabla IMV Microclima F	34
4.9.	Interpolación de la Tabla IMV Microclima G	35
4.10.	Interpolación de la Tabla IMV Microclima H.....	36
4.11.	Interpolación de la Tabla IMV Microclima	37
4.12.	Interpolación de la Tabla IMV Microclima O	38
4.13.	Voto medio estimado por microclimas	39
4.14.	Porcentaje de insatisfechos por microclimas	39
4.15.	Porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire	40
4.16.	Diferencia vertical de temperatura por microclimas	41
4.17.	Temperatura operativa para cada microclima.....	41
4.18.	Valoración de la sensación térmica por microclimas	42
4.19.	Percepción de la temperatura por microclimas	43
4.20.	Cambios en la temperatura en el lugar de trabajo	44
4.21.	Influencia de la temperatura en las actividades laborales	45
4.22.	Percepción de corrientes de aire	46

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1.	Factor de corrección del IMV en función de la humedad.....	9
2.2.	Factor de corrección del IMV en función de la temperatura radiante media	9
2.3.	PPD en función del IMV.....	10
2.4.	Intensidad de turbulencia en función de la velocidad media del aire y la temperatura del aire.....	14
2.5.	Sistema de variables.....	18
4.1.	Distribución de trabajadores por género.....	25
4.2.	Distribución de los trabajadores por grupo de edad.....	25
4.3.	Factor de corrección por humedad.....	27
4.4.	Factor de corrección de temperatura radiante.....	28
4.6.	Porcentaje de personas insatisfechas para un IMV de 0,429.....	29
4.7.	Porcentaje de personas insatisfechas Microclima A.....	30
4.8.	Porcentaje de personas insatisfechas Microclima B.....	31
4.9.	Porcentaje de personas insatisfechas Microclima C.....	32
4.10.	Porcentaje de personas insatisfechas Microclima D.....	33
4.11.	Porcentaje de personas insatisfechas Microclima E.....	34
4.12.	Porcentaje de personas insatisfechas Microclima F.....	35
4.13.	Porcentaje de personas insatisfechas Microclima G.....	36
4.14.	Porcentaje de personas insatisfechas Microclima H.....	37
4.16.	Porcentaje de personas insatisfechas Microclima O.....	39
4.17.	Valoración de la sensación térmica por los trabajadores.....	42
4.18.	Percepción de la temperatura.....	43
4.19.	Cambios en la temperatura en el lugar de trabajo.....	44
4.20.	Influencia de la temperatura en actividades laborales.....	45
4.21.	Percepción de corrientes de aire.....	46

RESUMEN DEL TRABAJO DE GRADO

Las condiciones del ambiente térmico inciden en la salud y seguridad de los trabajadores, a este hecho se debe la aparición de técnicas de acondicionamiento de aire, sin embargo, la medición de la percepción y el confort ha sido un reto para los avances de la ciencia, ya que es necesario evaluar si se cumple el objetivo de confort térmico. Lo expuesto justifica una evaluación del porcentaje de trabajadores que presentan disconfort térmico.

El presente estudio evaluó el confort térmico en trabajadores de ambientes de oficina de una empresa de la ciudad de Quito durante el segundo semestre del 2014 mediante la metodología planteada por Fanger recopilada en la NTP 74 por Castejón, E. (1998), el método se complementa con el estudio del disconfort térmico local para determinar el porcentaje de personas insatisfechas por corrientes de aire (DR) e identificar los posibles frentes de trabajo que presenten disconfort térmico local.

Mediante un método descriptivo, cuantitativo de diseño transversal se obtuvo una descripción del fenómeno observado en el universo de 86 trabajadores divididos en 11 microclimas, se obtuvo un voto medio estimado global (PMV) de 0,429 que corresponde a un porcentaje global de personas insatisfechas (PPD) del 8,3%, considerando una percepción de neutralidad térmica. Al analizar cada microclima, se obtuvo un PMV de 0,739 equivalente a un PPD de 16% para los microclimas A, E, y G, que evidencia un porcentaje de insatisfechos >10%, superando la meta del bienestar por confort térmico, datos que guardan relación directa con la percepción de una temperatura inaceptable obtenida mediante la encuesta aplicada.

Al complementar el método propuesto por Fanger, se observó que existe un DR del 1% en los microclimas G y O, lo que presume un disconfort térmico local en estos microclimas.

De forma global se demostró que en cuanto al confort térmico, las condiciones actuales del ambiente de oficina proporcionan una sensación térmica confortable para la mayoría de trabajadores, con una media de temperatura operativa de 20,6°C que difiere en 1,4°C con la temperatura mínima medida y 1,2°C de la temperatura máxima medida.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

En los lugares de trabajo las condiciones ambientales no deberían constituir una fuente de discomfort para los trabajadores, por ello en la medida de lo posible, se debe evitar cambios de temperatura, corrientes de aire, radiación solar a través de las ventanas, entre otras variables. (Hernández, 1998)

Las condiciones termo higrométricas incidirán en la salud y seguridad de los trabajadores, la intensidad de la actividad, tipo de vestido y características individuales del trabajador, originan diferentes grados de aceptabilidad del ambiente térmico, pudiendo originar reducción del rendimiento físico y mental, disminución de la productividad, e incremento de las distracciones, debido a las molestias ocasionadas.(Vásquez, 2008)

La aparición de las técnicas de acondicionamiento de aire fueron desarrolladas para lograr un alto grado de confort térmico, sin embargo el cuantificar esta circunstancia requería métodos que permitieran evaluar en qué medida se lograba este objetivo, en este campo Yaglou y sus colaboradores hacia 1923 desarrolla un índice que permitía evaluar la “temperatura efectiva”, desde entonces se ha estudiado el tema arduamente con el surgimiento de varios métodos e índices, sin embargo, la mayoría no engloban variables que en un ambiente industrial son de gran importancia, por lo que sus resultados son limitados y no podemos universalizarlos. (Castejón, 1983)

El cuantificar la relación entre la calidad del ambiente y la percepción humana de forma precisa ha sido un reto para los avances de la ciencia, en la actualidad se busca brindar confort a los ocupantes de los edificios y en ese ánimo de brindar confort se utiliza un importante consumo de recursos, por lo que el encontrar el equilibrio de esta relación se torna indispensable. (Godoy, 2012)

Hacia 1970, Fanger publica “Thermal Comfort”, en cuyo método de valoración se involucran todas las variables que influyen en los intercambios

térmicos y que intervienen en la sensación de confort, representando un gran avance en la valoración del confort térmico. (Castejón, 1983)

1.2. Formulación del Problema

¿Existe confort térmico local en trabajadores de ambientes de oficina en una empresa administrativa de la ciudad de Quito?

1.3. Sistematización del Problema

¿Es necesario evaluar la temperatura de confort en los ambientes de oficina de la empresa de la ciudad de Quito?

¿Cuál es el nivel térmico ambiental genera confort en el trabajo en los ambientes de oficina de la empresa de la ciudad de Quito?

¿Existen lugares de trabajo que presentan condiciones de disconfort térmico local en los ambientes de oficina de la empresa de la ciudad de Quito?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el confort térmico local en trabajadores de ambientes de oficina de una empresa de la ciudad de Quito durante el segundo semestre del 2014.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el confort térmico en el ambiente de oficina de la empresa de la ciudad de Quito.
- Determinar el nivel térmico ambiental que genere confort en el frente de trabajo de los ambientes de oficina de la empresa en la ciudad de Quito.
- Identificar los lugares de trabajo, que presenten condiciones de disconfort térmico local.

1.5. Justificación de la investigación

El confort térmico incide en la salud de los trabajadores, por lo cual, conocer el porcentaje de trabajadores que presentan disconfort térmico en un ambiente de trabajo resulta de gran interés cuando se trata de preservar la

salud física, psicológica y social del trabajador en ambientes de oficina. (Castejón, 1983)

El presente estudio permitirá evaluar las variables de confort térmico que se presentan en ambientes de oficina de la empresa en la ciudad de Quito, y ofrecer un punto de vista técnico del confort térmico local, que se traducirá en recomendaciones para mejorar las condiciones actuales de los trabajadores de la empresa. Debido a que se dispone de un considerable número de ambientes de oficinas con diversas características, el evaluar mediante un método reconocido, permitirá plantear sugerencias, en caso de ser requeridas, a fin de mejorar el ambiente de oficina y lograr un alto grado de bienestar en los trabajadores.

Se cuenta con pocos estudios del confort térmico realizados en Ecuador, (Vásquez, 2008) generando un vacío en el conocimiento de las condiciones de confort en estos frentes de trabajo, lo que ocasiona pérdidas en la productividad de la empresa e impactos en la salud física, mental y social de los trabajadores que se desempeñan en este tipo de ambientes, circunstancia que eleva la pertinencia y relevancia del presente estudio.

1.6. Alcance de la investigación

El estudio propuesto será realizado en 86 trabajadores de ambientes de oficina cuyas actividades son de carácter administrativo de una empresa de localizada en la ciudad de Quito. Se trabajará con el universo de los trabajadores de la matriz de la empresa con el fin de evaluar si existe confort térmico durante las actividades que se desempeñan en el ambiente de oficina.

CAPÍTULO II

MARCOS DE REFERENCIA

2.1. Marco de Referencia

En Alemania se llevó a cabo un estudio en 280 espacios de 30 edificios de oficina que permitió correlacionar el voto medio estimado, la percepción por la encuesta y la temperatura operativa mediante la utilización de la metodología propuesta por Fanger. (Kuchen, 2010)

A través de un estudio de casos prácticos llevado a cabo en España se demostró que existe diferencias entre los estándares de confort actuales. Se establecieron diferencias de hasta 70% en el rango de confort cuando se cambiaba el estándar de cálculo. (Godoy, 2012)

En un estudio llevado a cabo en Madrid, se utilizó una metodología que permitió medir el PMV en un edificio con techo frío y cerramiento acristalado, se encontró que independientemente de las condiciones externas al sistema de refrigeración la temperatura de confort se hallaba a 27,5°C. (Sánchez, 2012)

2.2. Marco Teórico

La utilización de la metodología propuesta por Fanger permite calcular la sensación térmica global de un ambiente térmico mediante el cálculo del voto medio estimado (PMV), y en base a este índice nos permite predecir el porcentaje de personas que consideran ese ambiente como no confortable mediante el cálculo del porcentaje de personas insatisfechas (PPD). (Castejón, 1983)

2.2.1. Confort térmico

Para que un ambiente de trabajo sea considerado confortable se debe satisfacer la ecuación del balance térmico, es decir, se debe lograr un equilibrio térmico, sin embargo, el contar con este equilibrio no significa que se logra el confort térmico, se ha demostrado que para que este exista, a más del equilibrio térmico, se debe mantener ciertos límites entre la temperatura de la piel y el sudor secretado. (Castejón, 1983)

El método de Fanger cita que cuando se cumplen estas dos condiciones un individuo suele manifestar satisfacción térmica en todo su cuerpo. (Hernández, 1998)

El relacionar la temperatura de la piel y el sudor secretado en la ecuación del balance térmico origina la “ecuación del confort”, estableciendo que en situaciones de confort se deben cumplir con tres variables: características del vestido, características del tipo de trabajo y características del ambiente. (Castejón, 1983)

No obstante, para lograr el confort térmico, se debe tomar en cuenta una tercera condición, que se suma a las analizadas por Fanger, que no exista inconfort térmico local. (Hernández, 1998)

2.2.2. Balance térmico

Se considera al conjunto de varios factores presentes en los puestos de trabajo, al combinar temperatura, humedad, actividad de trabajo, entre otros factores se obtienen distintos grados de aceptabilidad. (Falagan, 2000)

2.2.3. Voto medio estimado (PMV o IMV)

Para el cálculo del voto medio estimado se requiere el valor del **aislamiento de la ropa** en m^2K/W , convirtiendo los valores de clo a m^2K/W aplicando la conversión: $1\text{ clo} = 0,155\text{ m}^2K/W$. Adicional a lo expuesto se debe considerar que si la tarea se desarrolla sentado se añade el valor de aislamiento que proporciona el asiento. Se puede estimar este valor mediante la consulta de las tablas ISO que nos permiten el cálculo a partir de combinaciones habituales de ropa. (ISO, 1994)

Tabla 2.1. Valores de aislamiento de la ropa

Tipo de ropa	Clo
Desnudo	0
Ropa ligera (ropa de verano)	0,5
Ropa media (traje completo)	1
Ropa pesada (uniforme militar de invierno)	1,5

Fuente: Castejón, E. (1983)
Elaborado por: Merchán, D.

Es necesario calcular la **tasa metabólica** como variable para la estimación del bienestar térmico mediante el voto medio estimado, la tasa metabólica nos permite medir el gasto energético muscular durante una tarea, donde la energía se transforma en calor, mediante el cálculo de la tasa metabólica se evaluará la carga física asociada a la tarea mediante la observación del nivel de actividad y el valor de la tasa metabólica. (Chavaria, 1998)

Tabla 2.2. Relación entre tasa metabólica y carga física de la tarea

Nivel de actividad	Metabolismo de trabajo Kcal/jornada 8h
Trabajo ligero	<1600
Trabajo medio	1600 a 2000
Trabajo pesado	>2000

Fuente: Chavaria, C. (1998)
Elaborado por: Merchán, D.

Se puede estimar el valor de la tasa metabólica mediante la aplicación del método de acuerdo al tipo de actividad. (Nogareda, 1991)

Tabla 2.3. Valores medios de las tasas metabólicas por actividad

Clase de tasa metabólica	Tasa metabólica W/m ²	Ejemplo de actividad
Descanso	65	Sentado cómodamente
Baja	100	Escribir, teclear, dibujar, coser, manejo de herramientas pequeñas, caminata de hasta 2,5 Km/h.
Moderada	165	Clavar clavos, conducir camiones o maquinaria pesada, caminata de hasta 5,5 Km/h.
Alta	230	Transporte de carga pesada, pedalear, caminata de hasta 7 Km/h.
Muy alta	260	Trabajo con hacha, actividad muy intensa a ritmo muy elevado.

Fuente: ISO (2004)
Elaborado por: Merchán, D.

La variable tasa metabólica deberá estar medida en W/m², convirtiendo los valores met según la fórmula: 1 met. = 58,15 W/m². Por último, para el cálculo del voto medio estimado, es necesario contar con las **características del ambiente**, esto se logra con la medición de las siguientes variables: (Castejón, 1983)

Temperatura del ambiente: se mide en grados Celsius, o en grados Kelvin, cuya conversión se da mediante la siguiente fórmula: $^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273$. (Castejón, 1983)

Temperatura radiante media: se expresa en grados Celsius, corresponde al intercambio de radiación entre el cuerpo y las superficies que lo rodean, “se puede calcular a partir de los valores medidos de la temperatura seca, la temperatura de globo y la velocidad relativa del aire mediante la siguiente ecuación.” (Castejón, 1983)

$$t_{rm} \text{ } ^{\circ}\text{C} = T_{\text{Globo}} \text{ } (^{\circ}\text{C}) + 1,9\sqrt{\text{velocidad del aire (m/s)}(T_{\text{Globo}} \text{ } (^{\circ}\text{C}) - T_{\text{Seca}} \text{ } (^{\circ}\text{C}))}$$

Humedad relativa: medida en porcentaje.

Velocidad relativa del aire: medida en m/s.

Cálculo del PMV

Una vez recopilado los datos anteriormente mencionados se procede al cálculo del valor del voto medio estimado PMV mediante la “ecuación del confort” (ISO, 1994):

$$PMV = [0.303 e^{-0.036M} + 0.028] \left\{ \begin{array}{l} (M - W) - 3,05 \times 10^{-3} \\ [5733 - 6.99(M - W) - p_a] \\ -0.42[(M - W) - 58.15] \\ -1,7 \times 10^{-5}M(5867 - p_a) \\ -0.0014M(34 - t_a) \\ -3,96 \times 10^{-8} \\ f_{cl}[(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] \\ -f_{cl}h_c(t_{cl} - t_a) \end{array} \right\}$$

Dónde:

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028(M - W) - I_{cl} \left\{ \begin{array}{l} 3,96 \times 10^{-8} f_{cl} \\ [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] \\ -f_{cl}h_c(t_{cl} - t_a) \end{array} \right\}$$

$$h_{cl} = \left\{ \begin{array}{l} 2.38(t_{cl} - t_a)^{0.25} \text{ para } 2.38(t_{cl} - t_a)^{0.25} > 12.1\sqrt{v_{ar}} \\ 12.1\sqrt{v_{ar}} \text{ para } 2.38(t_{cl} - t_a)^{0.25} < 12.1\sqrt{v_{ar}} \end{array} \right\}$$

$$f_{cl} = \left\{ \begin{array}{l} 1.00 + 1.290I_{cl} \text{ para } I_{cl} \leq 0.078\text{m}^2\text{k/w} \\ 1.05 + 0.645I_{cl} \text{ para } I_{cl} > 0.078\text{m}^2\text{k/w} \end{array} \right\}$$

M = tasa metabólica en W/m^2

W = potencia mecánica efectiva en W/m^2 (puede estimarse en 0).

I_{cl} = aislamiento de la ropa en m^2K/W .

f_{cl} = factor de superficie de la ropa.

t_a = temperatura del aire en C° .

t_r = temperatura radiante media en C° .

v_{ar} = velocidad relativa del aire en m/s .

p_a = presión parcial del vapor de agua en Pa .

$$p_a = RH/100e^{(16.6536-4030/(t_a+235))}$$

RH = % humedad relativa del aire

h_c = coeficiente de transmisión del calor por convección en $W/(m^2K)$

t_{cl} = temperatura de la superficie de la ropa en C°

Tabla 2.4. Escala de sensación térmica por PMV

Valor	Sensación térmica
+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frío

Fuente: Castejón, E. (1983)
Elaborado por: Merchán, D.

Todos estos cálculos nos llevan a un resultado exacto, sin embargo, el método se debe aplicar, por recomendaciones de la norma con la ayuda de un software cuya base de programación se encuentra en Basic. De igual manera se propone una metodología aproximada cuyos valores ayudan a la estimación del índice PMV o IMV mediante el uso de tablas. (ISO, 1996)

Castejón, E. (1983) recopila una metodología simple en la cual se debe recopilar los datos de las variables: temperatura seca, temperatura de globo, velocidad relativa del aire, humedad relativa, aislamiento de la ropa y nivel de actividad. Con estas variables se procede al cálculo de la temperatura radiante media y se procede al análisis de los datos por tablas que provienen de la norma ISO 7730:1994. Estos valores han sido considerados para los casos en que la humedad relativa se encuentra al 50%, en caso de que este valor no sea igual al 50% se debe calcular el factor de corrección por

humedad (F_H), cuya apreciación se realiza mediante el uso de gráficos que relacionan el nivel de actividad, el tipo de vestido y la velocidad relativa del aire. (Castejón, 1983)

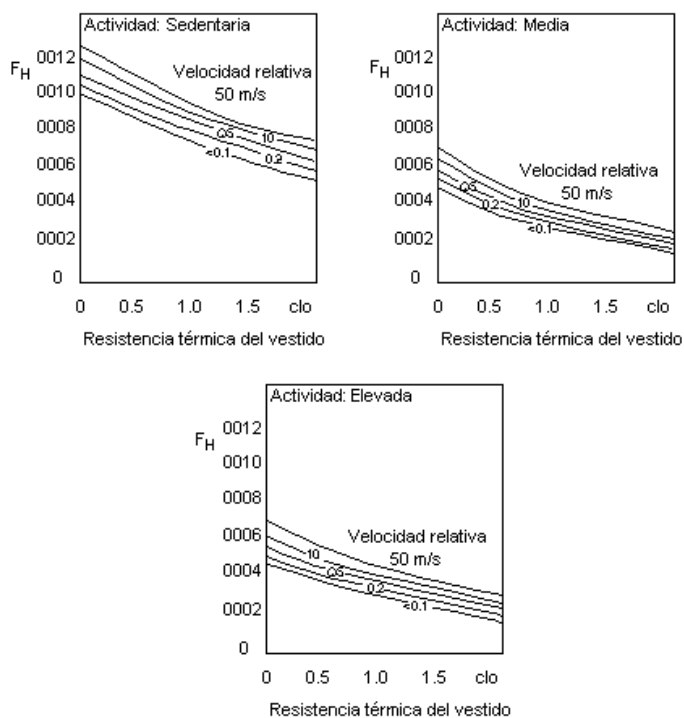


Figura 2.1. Factor de corrección del IMV en función de la humedad

Fuente: Castejón, E. (1983)

Elaborado por: Merchán, D.

Adicional a lo expuesto, si la temperatura radiante media difiere de la temperatura seca, es necesario calcular el factor de corrección de la temperatura radiante media (F_R), esto se logra mediante la apreciación gráfica que relaciona, el nivel de actividad, la resistencia térmica de la ropa y la velocidad relativa del aire. (Castejón, 1983)

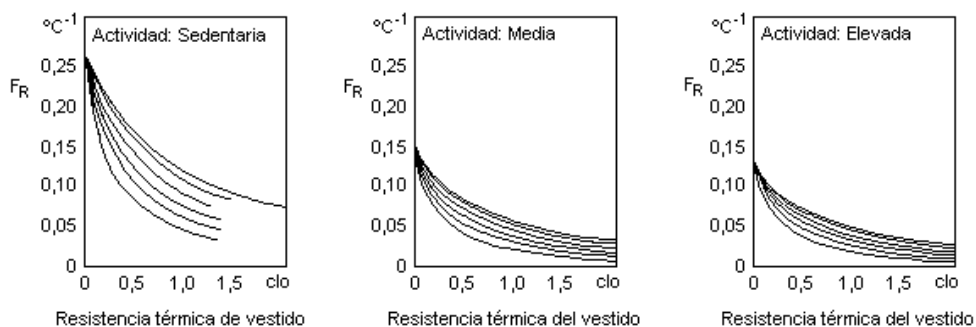


Figura 2.2. Factor de corrección del IMV en función de la temperatura radiante media

Fuente: Castejón, E. (1983)

Elaborado por: Merchán, D.

Con la obtención de los factores de corrección F_H y F_R , se aplica la siguiente fórmula:

$$IMV = IMV_{tabla} + F_H + F_R$$

2.2.4. Porcentaje de insatisfechos (PPD)

La evaluación del confort térmico propuesta por Fanger completa su análisis mediante la estimación del porcentaje de insatisfechos a partir del voto medio estimado, este valor representa a las personas que considerarían la sensación térmica como no confortable o desagradable. (ISO, 1994)

El cálculo del porcentaje de insatisfechos se calcula aplicando la siguiente fórmula: (ISO, 1994)

$$PPD = 100 - 95 e^{(-0.03353 PMV^4 - 0.2179 PMV^2)}$$

Los resultados de Fanger, expresados como “el porcentaje de personas que se sienten insatisfechas para cada valor del índice IMV”; es observado en ambientes neutros, $IMV = 0$, donde existe un 5% de insatisfechos, aunque exista un sistema de acondicionamiento térmico. (Castejón, 1983)

Se puede estimar el porcentaje de personas insatisfechas mediante el uso del gráfico que relaciona en función del IMV una proporción de insatisfechos.

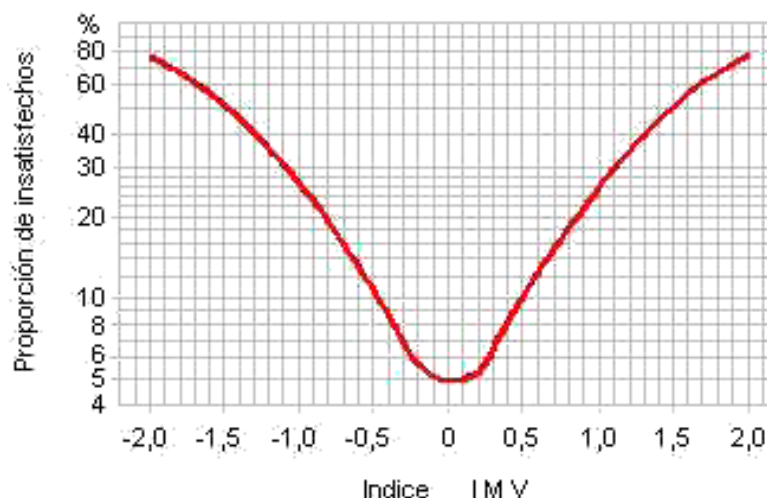


Figura 2.3. PPD en función del IMV

Fuente: Castejón, E. (1983)

Elaborado por: Merchán, D.

Respecto al PMV y PPD Hernández (2011) manifiesta lo siguiente:

El índice PMV refleja el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala psicofísica de siete niveles al ser sometidos a diferentes ambientes térmicos. El índice se obtiene de la ecuación del balance térmico y de los datos estadísticos de pruebas experimentales.

El índice PMV se puede obtener mediante la utilización de un equipo de medida directa, utilizando el programa informático proporcionado en la norma UNE o bien de las tablas, incluidas en la norma, que proporcionan valores de PMV para diferentes combinaciones de actividad, vestimenta, temperatura operativa y velocidad relativa del aire.

Como se ha mencionado anteriormente, el índice PMV permite predecir el valor promedio de la sensación térmica que produciría un determinado ambiente en un grupo numeroso de personas. El análisis del voto individual permitiría comprobar la dispersión de los votos emitidos alrededor del valor medio. El número de votos más alejados del valor medio serían una indicación del grado de insatisfacción frente al ambiente térmico, es decir, indicarían cuantas personas estarían insatisfechas por sentir demasiado calor o demasiado frío.

El índice PPD permite predecir de forma cuantitativa el porcentaje de insatisfechos.

Los índices PMV y PPD expresan la sensación térmica y el grado de insatisfacción para el conjunto del cuerpo. Sin embargo, la insatisfacción puede, asimismo, ser debida al calentamiento o enfriamiento no deseado de una zona del cuerpo. Este tipo de incomodidad suele ser debida a la existencia de corrientes de aire, sobre

todo aquellas que inciden en nuca y tobillos, a suelos demasiado calientes o fríos, a asimetrías de temperatura radiante elevadas entre planos opuestos o a diferencias de temperatura entre tobillos y cabeza excesivas. El grado de incomodidad que producen estas situaciones se expresa como porcentaje de insatisfechos (PD, del inglés Percentage of Dissatisfied).

Se considera como aceptable que el PPD (Porcentaje Estimado de Insatisfechos, del inglés Predicted Percentage of Dissatisfied) sea inferior al 10%. Esto corresponde a un PMV (Voto Medio Estimado, del inglés Predicted Mean Vote) que oscile entre los valores -0,5 y 0,5. Es conveniente recordar que un PMV igual a 0, es decir, neutralidad térmica, supone un PPD del 5%.

2.2.5. Control de la temperatura corporal

Para describir las respuestas fisiológicas al frío y al calor, el organismo puede dividirse en dos componentes: el “núcleo” y la “periferia”. (Vogt, 1998)

2.2.6. Metabolismo basal

Considerado como el “consumo mínimo de energía necesario para mantener en funcionamiento los órganos del cuerpo” (Chavaria, 1998), los cálculos realizados por Scherrer demostraron que en condiciones ideales el consumo para un hombre es de 1700 Kcal/d y para una mujer 1400 Kcal/d. (citado por Chavaria, 1998).

2.2.7. Metabolismo de reposo

“Dentro del metabolismo basal se incluye el metabolismo llamado de reposo que se refiere al consumo energético necesario para facilitar la digestión y la termorregulación”. (Chavaria, 1998)

2.2.8. Necesidades hídricas del puesto de trabajo

“Los gastos normales de un sujeto en reposo, en un ambiente térmico confortable y mantenido en equilibrio hídrico son del orden de 1.750 ml/día.” (Nogareda, 1991)

2.2.9. Inconfort térmico local

El inconfort térmico local ocurre cuando una persona que expresa confort, puede sentir disconfort si alguna parte de su cuerpo está fría o caliente. (Hernández, 1998)

2.2.10. Corrientes de aire

Una corriente de aire se puede definir como un enfriamiento no deseado de una parte del cuerpo debido al movimiento del aire y a la temperatura. (Hernández, 2011)

2.2.11. Porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire

De las experiencias del trabajo de Fanger y otros autores se derivó el “Draught Risk” que manifiesta un análisis porcentual de los insatisfechos por corrientes de aire. (Hernández, 1998)

Para estimar el porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire es necesario calcular el índice DR, que evalúa el porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire en función de la temperatura y movimiento del aire, definido por la velocidad media del aire y la intensidad de turbulencia. (Hernández, 1998)

Para el cálculo del DR es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$DR = (34 - t_a) \cdot (v_m - 0.05)^{0.62} \cdot (0,37 v_m \cdot Tu \cdot 3,14)$$

Dónde:

DR = porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire

t_a = temperatura del aire

v_m = velocidad media local del aire

La velocidad media del aire se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$v_m = \frac{1}{n} \times \sum_1^{\mu} v_i$$

Dónde:

n = número de registros

v_i = velocidad inicial del aire

T_u = intensidad de turbulencia

$$T_u = \frac{S_v}{v_m} \times 100$$

Dónde:

S_v = desviación estándar de la velocidad del aire

$$S_v = \sqrt{\left(\frac{1}{(n-1)} \cdot \sum_1^n (v_i - v_m)^2 \right)}$$

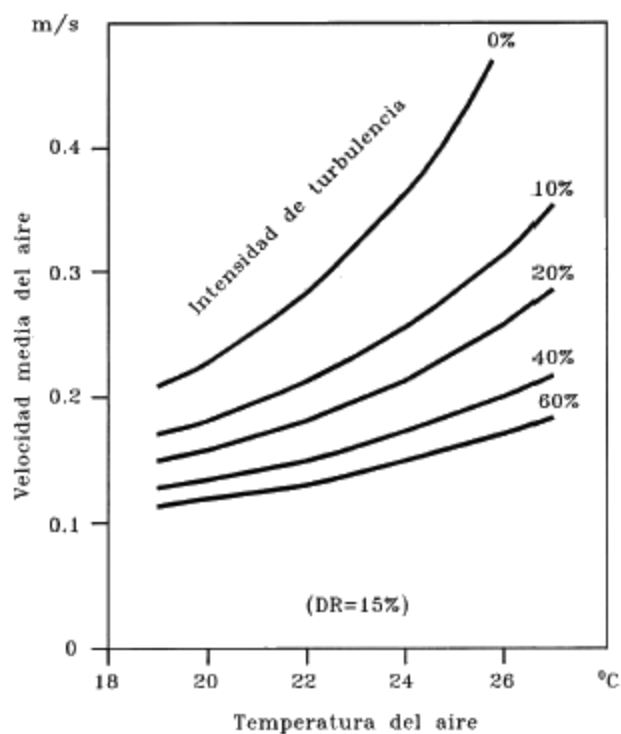


Figura 2.4. Intensidad de turbulencia en función de la velocidad media del aire y la temperatura del aire

Fuente: Hernández, A. (1998)

Elaborado por: Merchán, D.

Vale la pena recalcar que un flujo de aire con una intensidad de turbulencia alta es percibido por más personas que un flujo con una intensidad de turbulencia baja, considerando que las variables

temperatura y velocidad media del aire sean las mismas. Se ha demostrado que existe mayor sensibilidad por parte de las personas a corrientes de aire que llegan por la parte de atrás del cuerpo en cabeza, cuello y tobillos. De igual manera, es necesario recalcar que cuando se realizan actividades de tipo sedentario las personas son más sensibles a corrientes de aire. (Hernández, 1998)

2.2.12. Asimetría de planos radiantes

Describe la diferencia de temperatura entre dos planos, una distribución no uniforme de la transferencia de calor por radiación, puede estar causada por la existencia de grandes superficies frías o calientes. En ambientes de oficina, las causas más frecuentes de este fenómeno son la existencia de ventanas frías o techos calientes. “La temperatura radiante media describe el intercambio de calor por radiación entre el cuerpo y las superficies que lo rodean”. (Hernández, 1998)

2.2.13. Diferencia vertical de temperaturas

En ciertos ambientes la temperatura del aire no es uniforme, normalmente aumenta con la altura. Si ese gradiente es suficientemente grande ($3^{\circ}\text{C} = 5\%$ de insatisfechos) se registra un incomfort localizado. (Hernández, 1998)

2.2.14. Suelos calientes o fríos

“Debido al contacto directo de los pies con el suelo, el incomfort local puede estar causado por suelos que se encuentran a temperaturas muy bajas o muy altas”. (Hernández, 1998).

La temperatura del suelo tiene una influencia significativa en la temperatura radiante media y, por tanto, en el confort térmico del conjunto del cuerpo y está influenciada por el tipo de construcción. (Hernández, 1998)

2.2.15. Temperatura operativa

Se considera como un PPD aceptable aquel cuyos valores sean $<10\%$ que representarían un PMV entre $-0,5$ a $+0,5$ lo que se

traduciría en una sensación de neutralidad térmica. “La temperatura operativa (t_o) es la temperatura uniforme de un recinto radiante negro en el cual un ocupante intercambiaría la misma cantidad de calor por radiación y convección que en el ambiente no uniforme real.” (Hernández, 1998)

En la práctica, si la velocidad relativa del aire es baja, la temperatura operativa puede calcularse como el valor medio de la t_a y la t_r . Sin embargo para obtener mayor precisión, se puede adoptar la siguiente fórmula: (Hernández, 1998)

$$t_o = A \cdot t_a + (1 - A) \cdot t_r$$

Donde el valor de A es función de la velocidad relativa del aire:

Tabla 2.5. Valor de A

v_r	<0,2 m/s	0,2 y 0,6 m/s	0,6 y 1 m/s
A	0,5	0,6	0,7

Fuente: Hernández, A (1998)

Elaborado por: Merchán, D.

2.2.16. Valores de referencia

En el anexo informativo D de la norma UNE-EN-ISO 7730:1996, se incluyen los requisitos recomendados para el bienestar térmico, tanto los relativos al bienestar general como al inconfort térmico local. (citado por Hernández, 1998)

2.2.17. Categorías de ambiente térmico

Según Hernández (2011):

El establecimiento de categorías de calidad de ambiente térmico pretende dar respuesta a las distintas necesidades que pueden tener los países en cuanto a desarrollo técnico, prioridades nacionales o, incluso, a diferencias climáticas, de forma que los índices PMV, PPD y PD permitan establecer diferentes rangos de parámetros ambientales que faciliten el diseño de las instalaciones, así como la evaluación del bienestar térmico.

Se considera como aceptable que el PPD (Porcentaje Estimado de Insatisfechos, del inglés Predicted Percentage of Dissatisfied) sea inferior al 10%. Esto corresponde a un PMV (Voto Medio Estimado, del inglés Predicted Mean Vote) que oscile entre los valores -0,5 y 0,5. Es conveniente recordar que un PMV igual a 0, es decir, neutralidad térmica, supone un PPD del 5%.

2.3. Marco legal

En marcos legales de otros países se establecen requisitos que deben cumplirse en cuanto a ambiente térmico y ventilación en frentes de trabajo donde se realizan trabajos de oficina que incluyen una temperatura entre 17°C y 27°C y una humedad relativa entre 30% y 70%, excepto en locales donde existan riesgos por electricidad estática, cuyo límite será del 50%, se han definido de igual manera recomendaciones referentes al confort intentando que las condiciones ambientales no sean una fuente de inconformidad para los trabajadores, estas recomendaciones incluyen, evitar cambios bruscos de temperatura, humedad extrema, corrientes de aire molestas, irradiación excesiva, entre otras. (Hernández, 1998)

2.4. Marco temporal, espacial

El presente estudio se desarrollará en un ambiente de oficina de una empresa ubicada en la zona norte de la ciudad de Quito, donde desempeñan sus actividades 86 trabajadores en dos horarios, desde las 08:30 a 18:00 y desde las 14:00 a 22:00, de lunes a viernes. Se evaluará el confort térmico en el segundo semestre del año 2014.

2.5. Sistema de variables

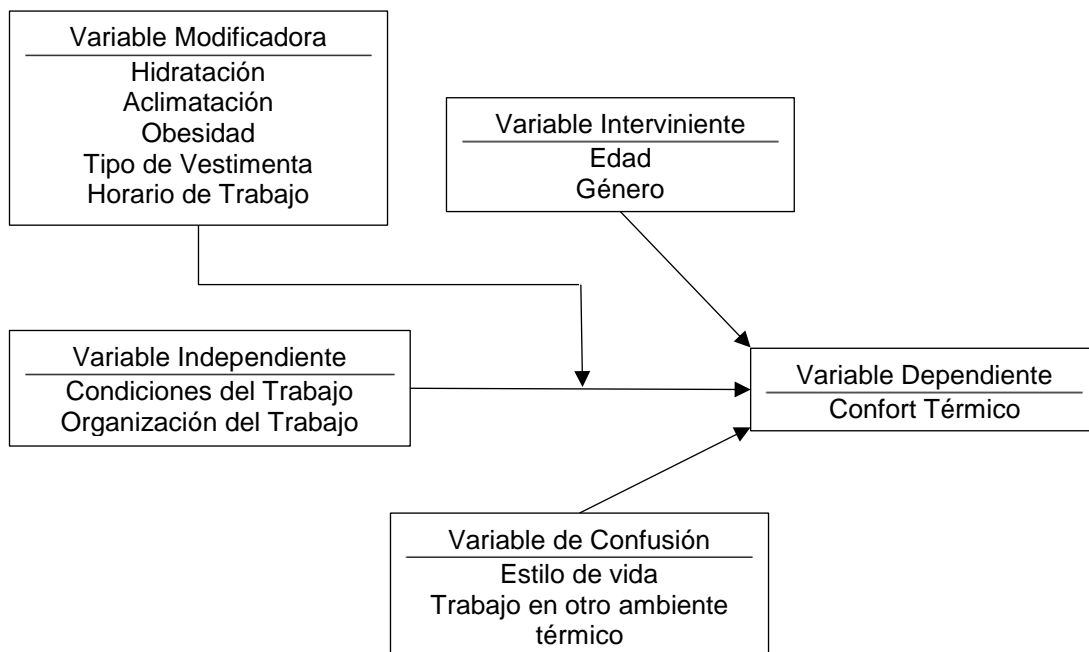


Figura 2.5. Sistema de variables
Realizado por: Merchán, D.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El presente estudio se desarrollará mediante un método descriptivo de tipo cuantitativo de diseño transversal que permite obtener una descripción exacta del fenómeno que se está estudiando, se trabaja con el universo, por lo que permite establecer conclusiones del fenómeno que se está estudiando e inferirlas a la población.

3.2. Tipo de la investigación

Mediante un diseño descriptivo, transversal, observacional, enriquecido con mediciones cuantitativas, se realizará el presente estudio durante el segundo semestre del 2014.

3.3. Métodos de la investigación

Mediante un método empírico, observacional de medición se percibirá ciertos rasgos existentes en el objeto de estudio, mediante un método de medición se describirá el fenómeno de forma numérica expresando datos estadísticos.

3.4. Población y muestra

Se evaluará el confort térmico de 86 trabajadores distribuidos en ambientes de oficina en 13 áreas: 8 trabajadores del Área Financiera, 7 trabajadores del Área de Contabilidad, 4 trabajadores del Área Inventarios, 4 trabajadores del Área de Compras, 6 trabajadores del Área de Sistemas, 4 trabajadores del Área de Administración, 18 trabajadores del Área Call Center, 1 trabajador del Área de Marketing y Ventas, 9 trabajadores del Área Comercial, 12 trabajadores del Área de Recursos Humanos, 2 trabajadores del Área de Desarrollo Organizacional, 10 trabajadores del Área Medicina Empresarial, y 1 trabajador del Área de Proyectos.

3.5. Operacionalización de variables

Tabla 3.1. Operacionalización de variables

Variable Conceptual	Variable Real Dimensiones	Variable Operacional Indicadores	Escala
Carga de trabajo	Conjunto de requerimientos psico-físicos a los que el trabajador se ve sometido a lo largo de la jornada laboral	Leve Moderado Intenso	Si No
Horario de trabajo	Tiempo durante el cual el trabajador realiza actividades laborales	Jornada	Diurna Nocturna
Ambiente interior	Comprende el ambiente térmico, la calidad del aire y el ambiente acústico	Malo Bueno Excelente	Si No
Edad	Tiempo cronológico de una persona desde su nacimiento hasta el momento actual	Años	≤ 19 20 – 35 36 – 49 ≥ 50
Género	Condición biológica que distingue en una especie dos tipos de individuos que desempeñan distinto papel en la reproducción	Masculino Femenino	Si No
Aclimatación	Adaptación a condiciones microclimáticas	Aclimatado	Si No

Fuente: Plan de trabajo
Realizado por: Merchán, D.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El origen de los datos para el desarrollo del presente estudio fue obtenido de la fuente primaria mediante una técnica de observación directa empleando para la recolección de los datos dos equipos de medición, el WBGT SD Card Datalogger Model 800037 y el Anemómetro portátil, de los cuales se extraerán los datos digitales en una hoja de cálculo para su análisis.

Se obtuvo datos sobre la percepción de los trabajadores mediante la aplicación de una encuesta enfocada al confort térmico.

Tabla 3.2. Matriz de técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumento de recolección de Datos	Instrumento de Registro
Observación	Matriz de registro	Formato digital de registro Cámara fotográfica Notas de observación
Medición	WBGT SD Card Datalogger Model 800037 Anemómetro portátil	Archivo digital extraído de la SD Micro Formato digital de registro
Encuesta	Cuestionario	File de registro de datos de Google Form Impresión de Google App

Fuente: Plan de trabajo
Realizado por: Merchán, D.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

Utilizando la metodología de Fanger para la evaluación del confort térmico se recopilará información que incluye: el aislamiento de la ropa, la tasa metabólica, las características del ambiente, voto medio estimado, sensación térmica global a partir del voto medio estimado, porcentaje estimado de insatisfechos. Con la recopilación de esta información se analizará los resultados, valorando la situación como satisfactoria o insatisfactoria en relación al cálculo del voto medio estimado y porcentaje estimado de insatisfechos. (Castejón, 1983)

Se realizará un análisis del balance térmico correspondiente a las condiciones evaluadas, si la situación térmica es insatisfactoria se propondrá correcciones para mejorar la condición térmica, en caso de que estas correcciones ya hayan sido propuestas o implementadas, se volverá a ejecutar el método para comprobar si las correcciones son eficaces. Una vez evaluada las condiciones globales del ambiente térmico se complementará la evaluación con un estudio del ambiente térmico por cada microclima. Los microclimas fueron considerados en función de la presencia de difusores del sistema de acondicionamiento del aire y si existen separaciones físicas entre los puestos de trabajo. La metodología a seguir será igual a la evaluación global del ambiente térmico. Luego de obtener los resultados de la evaluación por microclimas se complementará la evaluación con el estudio del inconfort térmico local. (Hernández, 1998)

Para recopilar datos referentes a la percepción de los trabajadores se aplicó una encuesta de 16 ítems enfocados al confort térmico y confort térmico local a los 86 trabajadores.

3.7.1. Consideraciones para la aplicación del método Fanger

Para la evaluación del ambiente térmico el índice del Voto Medio Estimado solo se debe utilizar en ambientes que cumplan las variables que equivalen a ambientes térmicos entre frescos y calurosos: (ISO, 1994)

- Tasa metabólica comprendida entre 46 y 232 W/m² (0,8 met. a 4 met)
- Aislamiento de la ropa entre 0 y 0,31 m² K/W (0 clo y 2 clo)
- Temperatura del aire entre 10 C^o y 30 C^o
- Temperatura radiante media entre 10 C^o y 40 C^o
- Velocidad del aire entre 0m/s y 1 m/s
- Presión del vapor de agua entre 0 y 2700 Pa

3.8. Confiabilidad de validez de los instrumentos

3.8.1. Confiabilidad

Para las mediciones se utilizará la metodología contenida en las Notas Técnicas de Prevención 74, 323, 177 y 501, publicadas por el INSHT de España, las mismas que se basan en la norma UNE-EN ISO 7730:2006 y UNE-EN ISO 8996:2004 para una adecuada evaluación del ambiente térmico, elevando la confiabilidad del presente estudio.

Para establecer las condiciones mínimas de calidad para garantizar los resultados de la encuesta se aplicó el instrumento a un grupo de 10 trabajadores de la empresa por tres ocasiones, depurando el instrumento en función de las dudas y resultados obtenidos de cada ítem. Antes de la aplicación de la encuesta se realizó una charla de socialización a cada grupo de trabajadores en la cual se explicó cada ítem de la encuesta solicitando se emitan criterios para en caso de existir dudas aclararlas o cambiar el sentido lógico de preguntas o respuestas.

3.8.2. Validez

Se realizó la medición de la temperatura del aire, temperatura radiante y humedad relativa con el instrumento WBGT SD Card Datalogger Model 800037, el mismo que se estabiliza en 15 segundos y ofrece una apreciación de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Para la medición de la velocidad relativa del aire se utilizará un anemómetro portátil. Los dos instrumentos de medición se encuentran calibrados lo que ofrece validez en la obtención de los datos de medición.

Se validó la encuesta mediante el juicio del tutor.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de los resultados

4.1.1. Distribución de los trabajadores de la empresa

El presente estudio se realizó mediante la recopilación de datos en los ambientes de oficina de la matriz de una empresa de la ciudad de Quito que brinda servicios técnicos especializados, donde se encuentran distribuidos 86 empleados ubicados en oficinas cerradas y en ambientes compartidos por cubículos, se cuenta con un sistema de distribución y acondicionamiento de aire que es individualizado para cada oficina y compartido en los ambientes de cubículos.

Tabla 4.1. Distribución de los trabajadores en el ambiente de oficina

Área de estudio	Tipo de ambiente	No. Trabajadores
Financiera	Cubículo	8
Contabilidad	Cubículo	6
	Oficina individual	1
Inventarios	Cubículo	4
Compras	Cubículo	3
	Oficina individual	1
Sistemas	Cubículo	5
	Oficina individual	1
Administración	Cubículo	4
Call center	Cubículo	17
	Oficina individual	1
Marketing & Ventas	Oficina individual	1
Comercial	Cubículo	7
	Oficina individual	2
Recursos humanos	Cubículo	10
	Oficina individual	2
Desarrollo organizacional	Cubículo	1
	Oficina individual	1
Medicina empresarial	Cubículo	8
	Oficina individual	2
Proyectos	Oficina individual	1

Fuente: Nómina empresa
Realizado por: Merchán, D.

En el ambiente de oficina de la empresa, 52 trabajadores pertenecen al género femenino, representando aproximadamente el 60% y 34 trabajadores pertenecen al género masculino que representa aproximadamente el 40%.

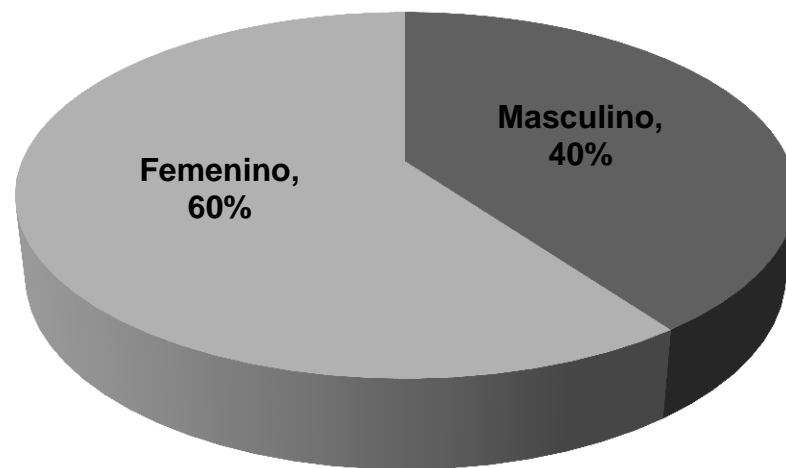


Figura 4.1. Distribución de trabajadores por género

Fuente: Análisis de datos de nómina de la empresa

Realizado por: Merchán, D.

De los 86 trabajadores, 2 pertenecen al grupo de edad ≤ 19 años, 58 pertenecen al grupo de edad de 20 a 35 años, 23 pertenecen al grupo de edad de 36 a 49 años y 3 pertenecen al grupo de ≥ 50 años.

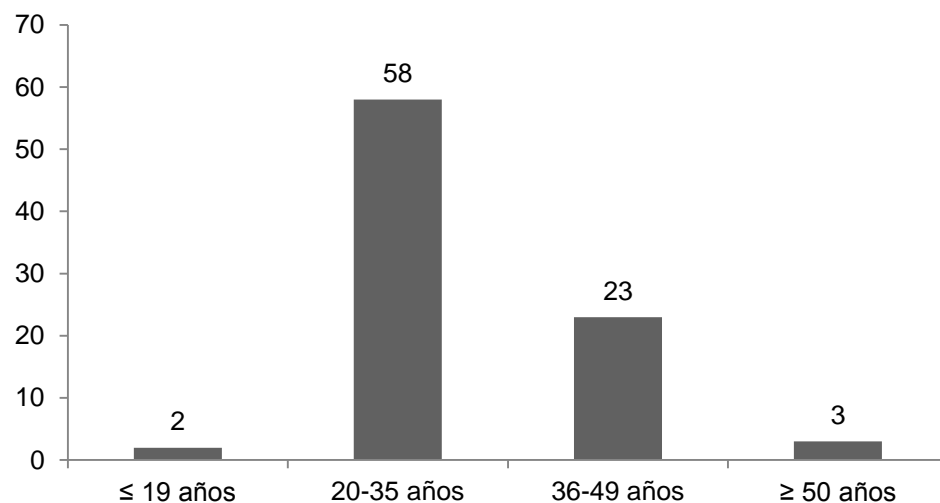


Figura 4.2. Distribución de los trabajadores por grupo de edad

Fuente: Análisis de datos de nómina de la empresa

Realizado por: Merchán, D.

4.1.2. Recopilación de datos

Aislamiento de la ropa: el vestuario de los trabajadores de oficina se puede considerar como medio, es decir el equivalente a un traje completo, por lo tanto ofrece el valor de **1 clo** que transformado es equivalente a **0,155 m²K/W**.

Tasa metabólica: Las actividades de los trabajadores de los ambientes de oficina de la empresa donde se realizó el presente estudio realizan actividades de trabajo en posición sentado considerado como ligero de tipo sedentario que demanda <200 Kcal/h (escribir, teclear, caminata de hasta 2,5 Km/h), por lo cual, para el presente estudio se estimó la tasa metabólica en **100 W/m²**, equivalente a **155,3 Kcal/h**. (Nogareda, 1991)

Características del ambiente: En el ambiente de oficina se registró mediante la medición las siguientes variables:

Temperatura del aire: mediante los equipos de medición se estableció una temperatura de **20,8°C**.

Temperatura de globo: se registró **20,5°C** durante la medición con los equipos.

Velocidad del aire: por anemometría se estableció una velocidad del aire de **0,1m/s**.

Temperatura radiante media: a partir de la temperatura de globo y la velocidad del aire se calculó **20.5°C**:

$$t_{rm} = \left| \begin{array}{c} 20.5 + 1.9\sqrt{0.1}(20.5 - 20.8) \\ 20.5 + 1.9(0.316)(-0,3) \\ 20.5 + (-0,00114) \\ 20.499 \end{array} \right|$$

Humedad relativa: se midió una humedad relativa de **58,42%**

4.1.3. Evaluación del confort térmico

Mediante el análisis de los datos recopilados y la aplicación de la metodología propuesta por Castejón, E. (1983) se estimará el confort térmico del ambiente de oficina mediante el uso de los índices PMV o IMV y PPD que reflejan el voto medio estimado y el porcentaje de insatisfechos con el ambiente térmico.

Cálculo del voto medio estimado PMV o IMV

Con los datos recopilados se procedió al cálculo del IMV mediante el uso de tablas para una actividad tipo sedentaria, considerando que la humedad relativa difiere del valor de 50% se realizó el cálculo del factor de corrección por humedad o F_H , de igual manera se realizó el cálculo del factor de corrección de temperatura radiante, debido a que la temperatura radiante media difiere de la temperatura seca:

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $T_S = 20,8 \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{Clo} = 1,0$ y $V = 0,1 \text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100 \text{ W/m}^2 = 155,3 \text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,29 - 0,47 cuya media es 0,38:

Tabla 4.2. Interpolación de la tabla IMV

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca ($^\circ\text{C}$)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	20,8	0,1	0,27
160	1,0	20,8	0,1	0,48
155,3	1,0	20,8	0,1	0,38

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

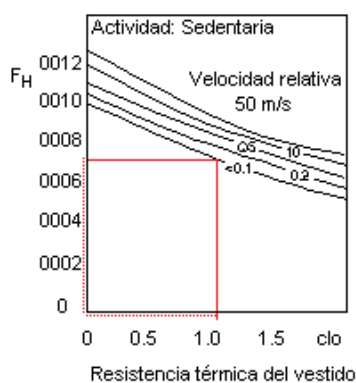


Figura 4.3. Factor de corrección por humedad

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

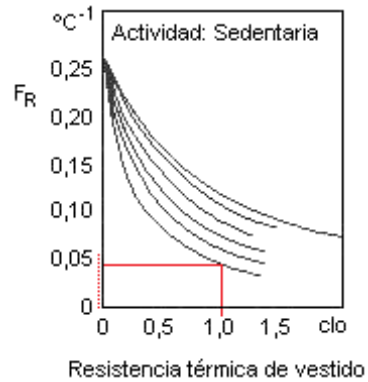


Figura 4.4. Factor de corrección de temperatura radiante

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$IMV = \left| \frac{0,38 + 0,007 + 0,042}{0,429} \right|$$

Cálculo del porcentaje de personas insatisfechas PPD

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan disconfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas en 8,3%.

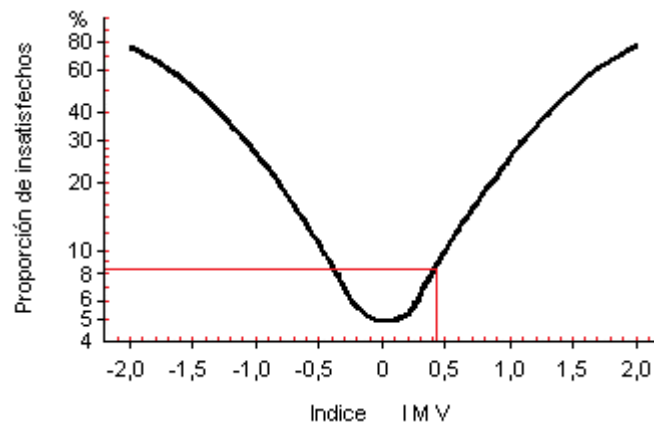


Figura 4.5. Porcentaje de personas insatisfechas

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

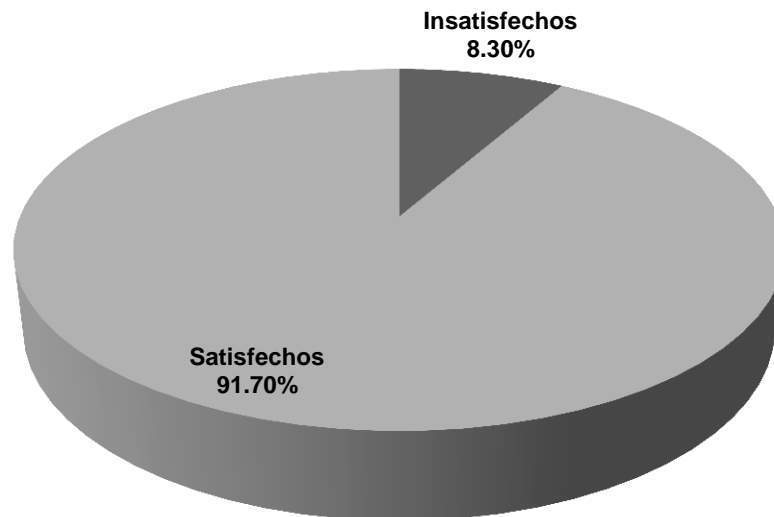


Figura 4.6. Porcentaje de personas insatisfechas para un IMV de 0,429

Fuente: Análisis de datos
Realizado por: Merchán, D.

Según la escala de sensación térmica por cálculo del PMV el ambiente de oficina se ubicaría en un valor entre 0 - 0,5 por lo cual se ubicaría dentro de una sensación térmica considerada como neutra, que genera según el cálculo del PPD un porcentaje de insatisfechos del 8,3%.

4.1.4. Evaluación del confort térmico por microclimas

Cálculo del PMV o IMV en el microclima A

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $TS = 22,1$ °C, $Clo = 1,0$ y $V = 0,1$ m/s, Tasa metabólica de $= 100$ W/m² = 155,3 Kcal/h, interpolando se obtiene un IMV entre 0,63 - 0,76 cuya media es 0,69:

Tabla 4.3. Interpolación de la tabla IMV Microclima A

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca (°C)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	22,1	0,1	0,59
160	1,0	22,1	0,1	0,78
155,3	1,0	22,1	0,1	0,69

Fuente: Castejón, E. (1983)
Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMV = \left| \frac{0,69 + 0,007 + 0,042}{0,739} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima A

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan disconfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 16%.

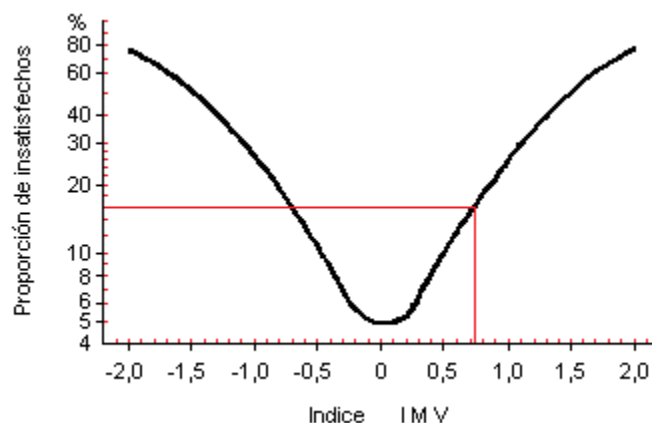


Figura 4.7. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima A

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Cálculo del PMV o IMV en el microclima B

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $TS = 20,8 \text{ }^\circ\text{C}$, $Clo = 1,0$ y $V = 0,0 \text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100 \text{ W/m}^2 = 155,3 \text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,28 - 0,50 cuya media es 0,39:

Tabla 4.4. Interpolación de la tabla IMV microclima B

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca ($^\circ\text{C}$)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	20,8	0,0	0,28
160	1,0	20,8	0,0	0,50
155,3	1,0	20,8	0,0	0,39

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMV = \left| \frac{0,39 + 0.007 + 0.042}{0.439} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima B

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan discomfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 8,6%.

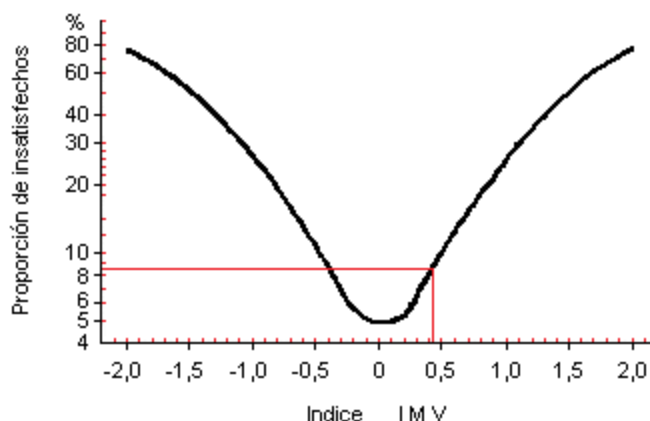


Figura 4.8. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima B

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Cálculo del PMV o IMV en el microclima C

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $TS = 20,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $Clo = 1,0$ y $V = 0,0 \text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100 \text{ W/m}^2 = 155,3 \text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,28 - 0,50 cuya media es 0,39:

Tabla 4.5. Interpolación de la Tabla IMV Microclima C

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca ($^{\circ}\text{C}$)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	20,5	0,0	0,28
160	1,0	20,5	0,0	0,50
155,3	1,0	20,5	0,0	0,39

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMV = \left| \frac{0,39 + 0.007 + 0.042}{0.439} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima C

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan disconfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 8,6%.

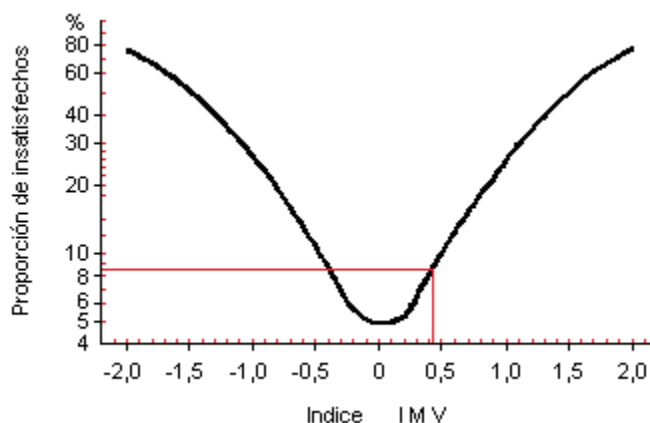


Figura 4.9. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima C

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Cálculo del PMV o IMV en el microclima D

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $T_S = 20,6 \text{ }^\circ\text{C}$, $Clo = 1,0$ y $V = 0,0 \text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100 \text{ W/m}^2 = 155,3 \text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,28 - 0,50 cuya media es 0,39:

Tabla 4.6. Interpolación de la Tabla IMV Microclima D

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca ($^\circ\text{C}$)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	20,6	0,0	0,28
160	1,0	20,6	0,0	0,50
155,3	1,0	20,6	0,0	0,39

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMV = \left| \frac{0,39 + 0,007 + 0,042}{0,439} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima D

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan disconfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 8,6%.

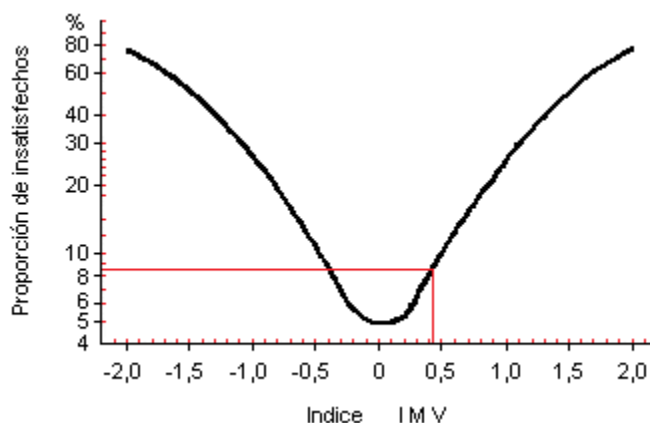


Figura 4.10. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima D

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Cálculo del PMV o IMV en el microclima E

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $T_S = 22,0\text{ °C}$, $Clo = 1,0$ y $V = 0,1\text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100\text{ W/m}^2 = 155,3\text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,63 - 0,76 cuya media es 0,69:

Tabla 4.7. Interpolación de la Tabla IMV Microclima E

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca (°C)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	22,0	0,1	0,59
160	1,0	22,0	0,1	0,78
155,3	1,0	22,0	0,1	0,69

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMV = \left| \frac{0,69 + 0,007 + 0,042}{0,739} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima E

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan discomfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 16%.

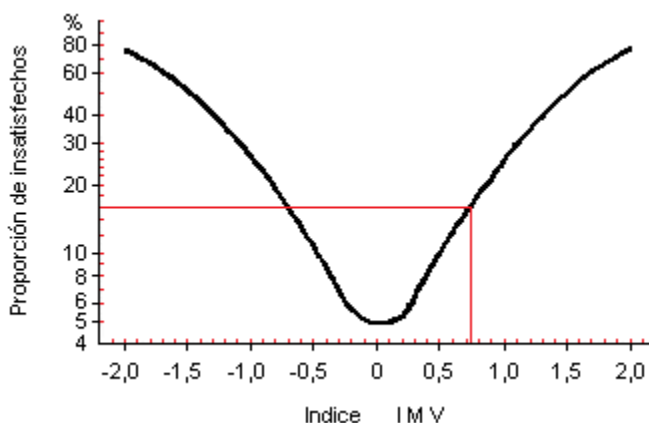


Gráfico 4.11. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima E
Fuente: Castejón, E. (1983)
Realizado por: Merchán, D.

Cálculo del PMV o IMV en el microclima F

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $T_S = 20,1 \text{ }^\circ\text{C}$, $Clo = 1,0$ y $V = 0,1 \text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100 \text{ W/m}^2 = 155,3 \text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,63 - 0,76 cuya media es 0,69:

Tabla 4.8. Interpolación de la Tabla IMV Microclima F

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca ($^\circ\text{C}$)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	20,0	0,1	0,27
160	1,0	20,0	0,1	0,48
155,3	1,0	20,0	0,1	0,38

Fuente: Castejón, E. (1983)
Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMV = \left| \frac{0,38 + 0,007 + 0,042}{0,429} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima F

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan discomfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 8,6%.

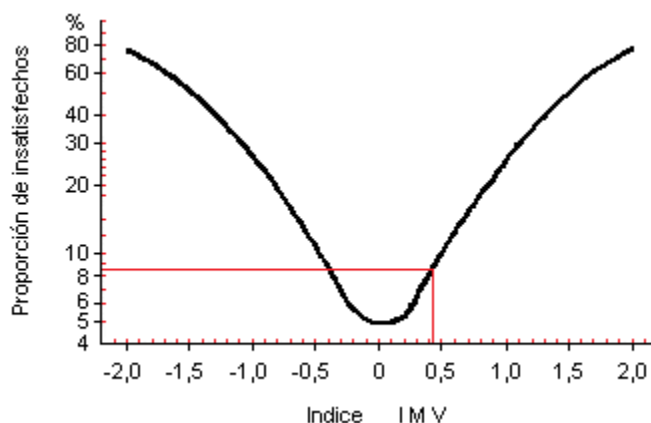


Figura 4.12. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima F

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Cálculo del PMV o IMV en el microclima G

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $T_S = 21,9 \text{ }^\circ\text{C}$, $Clo = 1,0$ y $V = 0,1 \text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100 \text{ W/m}^2 = 155,3 \text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,63 - 0,76 cuya media es 0,69:

Tabla 4.9. Interpolación de la Tabla IMV Microclima G

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca ($^\circ\text{C}$)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	21,9	0,1	0,59
160	1,0	21,9	0,1	0,78
155,3	1,0	21,9	0,1	0,69

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMV = \left| \frac{0,69 + 0,007 + 0,042}{0,739} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima G

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan disconfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 16%.

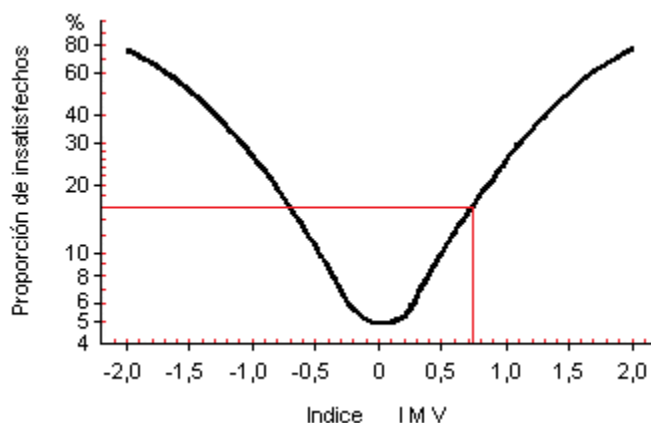


Figura 4.13. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima G

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Cálculo del PMV o IMV en el microclima H

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $T_S = 19,2\text{ °C}$, $Clo = 1,0$ y $V = 0,1\text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100\text{ W/m}^2 = 155,3\text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,63 - 0,76 cuya media es 0,69:

Tabla 4.10. Interpolación de la Tabla IMV Microclima H

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca (°C)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	19,2	0,1	0,27
160	1,0	19,2	0,1	0,48
155,3	1,0	19,2	0,1	0,38

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMV = \left| \frac{0,38 + 0,007 + 0,042}{0,429} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima H

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan discomfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 8,6%.

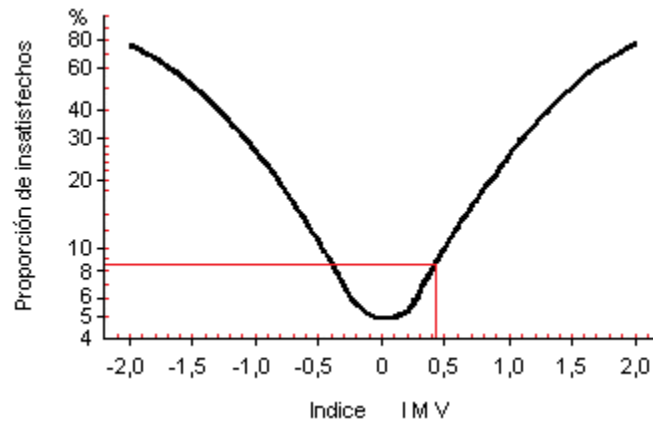


Figura 4.14. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima H

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Cálculo del PMV o IMV en el microclima I

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $TS = 20,1 \text{ }^\circ\text{C}$, $Clo = 1,0$ y $V = 0,1 \text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100 \text{ W/m}^2 = 155,3 \text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,63 - 0,76 cuya media es 0,69:

Tabla 4.11. Interpolación de la Tabla IMV Microclima I

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca ($^\circ\text{C}$)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	19,8	0,1	0,27
160	1,0	19,8	0,1	0,48
155,3	1,0	19,8	0,1	0,38

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMV = \left| \frac{0,38 + 0,007 + 0,042}{0,429} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima I

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan disconfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 8,6%.

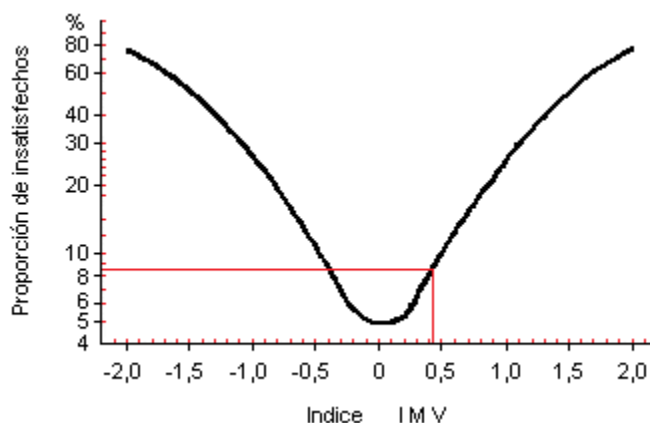


Figura 4.15. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima I

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Cálculo del PMV o IMV en el microclima O

Con la tabla del IMV (índice de valoración medio), tomando en consideración la $T_S = 20,4 \text{ }^\circ\text{C}$, $Clo = 1,0$ y $V = 0,1 \text{ m/s}$, Tasa metabólica de $= 100 \text{ W/m}^2 = 155,3 \text{ Kcal/h}$, interpolando se obtiene un IMV entre 0,63 - 0,76 cuya media es 0,69:

Tabla 4.12. Interpolación de la Tabla IMV Microclima O

Tasa metabólica Kcal/h	Aislamiento de la ropa (clo)	Temperatura seca ($^\circ\text{C}$)	Velocidad relativa (m/s)	IMV
145	1,0	20,4	0,1	0,27
160	1,0	20,4	0,1	0,48
155,3	1,0	20,4	0,1	0,38

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Con los valores obtenidos del IMV_{tabla} , el F_H y el F_R se calculó el índice IMV mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$IMV = \left| \frac{0,38 + 0,007 + 0,042}{0,429} \right|$$

Cálculo de PPD en el Microclima O

Para correlacionar los valores del voto medio estimado con el porcentaje de personas que expresan disconfort, se calculó el porcentaje de personas insatisfechas es del 8,6%.

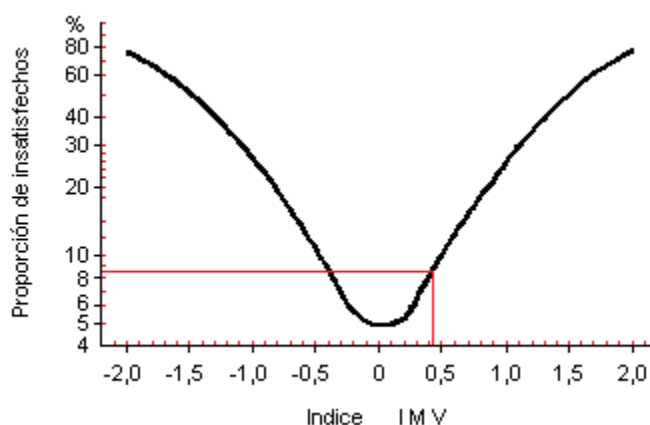


Figura 4.16. Porcentaje de personas insatisfechas Microclima O

Fuente: Castejón, E. (1983)

Realizado por: Merchán, D.

Tabla 4.13. Voto medio estimado por microclimas

Microclima	Temperatura seca (°C)	Velocidad del aire (m/s)	IMV
A	22,1	0,10	0,739
B	20,8	0,00	0,439
C	20,5	0,00	0,439
D	20,6	0,00	0,439
E	22,0	0,10	0,739
F	20,1	0,10	0,429
G	21,9	0,10	0,739
H	19,2	0,10	0,429
I	19,8	0,10	0,429
O	20,4	0,10	0,429

Fuente: Análisis de datos

Realizado por: Merchán, D.

Tabla 4.14. Porcentaje de insatisfechos por microclimas

Microclima	Índice IMV	PPD
A	0,739	16%
B	0,439	8,6%
C	0,439	8,6%
D	0,439	8,6%
E	0,739	16%
F	0,429	8,6%
G	0,739	16%
H	0,429	8,6%
I	0,429	8,6%
O	0,429	8,6%

Fuente: Análisis de datos

Realizado por: Merchán, D.

4.1.5. Evaluación del desconfort térmico local

Corrientes de aire

Para estimar el porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire se realizó la recopilación de datos de los puestos de trabajo mediante anemometría obteniendo la velocidad del aire y la temperatura del aire en cada puesto de trabajo, obteniendo como resultado que en el microclima G y en el microclima O, existe un 1% de insatisfechos por corrientes de aire:

$$DR_G = \left| \begin{array}{c} (34 - 21,9) \cdot (0,08 - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot 0,08 \cdot 0,19 \cdot 3,14) \\ 12,1 \cdot (0,03)^{0,62} \cdot 0,02 \\ (12,1) \cdot (0,05) \cdot (0,02) \\ 0,01 \end{array} \right|$$

$$DR_O = \left| \begin{array}{c} (34 - 20,4) \cdot (0,08 - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot 0,08 \cdot 0,09 \cdot 3,14) \\ (13,6) \cdot (0,03)^{0,62} \cdot (0,01) \\ (13,6) \cdot (0,05) \cdot (0,01) \\ 0,01 \end{array} \right|$$

Tabla 4.15. Porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire

Microclima	n Número de registros	t _a Temperatura del aire	v _m Velocidad media del aire	T _u Intensidad de la turbulencia	DR
A	2	22,1	0,10	0%	0%
B	6	20,8	0,00	0%	0%
C	16	20,5	0,03	26%	0%
D	17	20,6	0,04	25%	0%
E	14	22,0	0,05	28%	0%
F	2	20,1	0,10	0%	0%
G	4	21,9	0,08	19%	1%
H	4	19,2	0,10	0%	0%
I	5	19,8	0,10	0%	0%
O	13	20,4	0,08	9%	1%

Fuente: Análisis de recopilación de datos
Realizado por: Merchán, D.

Diferencia vertical de temperatura

Luego de realizar las diferentes mediciones a nivel de los tobillos (10cm) y a nivel de la cabeza en posición sentado (110cm) no se observa una diferencial de temperatura superior a 3°C en ninguno de los ambientes de la oficina, lo que se traduce en que el porcentaje de insatisfechos por diferencia vertical de temperatura es inferior al 5%.

Tabla 4.16. Diferencia vertical de temperatura por microclimas

Microclima	T ₁ (10cm) °C	T ₂ (110cm) °C	Diferencial vertical de temperatura °C
A	22,1	22,1	0
B	20,8	20,8	0
C	20,5	20,5	0
D	20,6	20,6	0
E	22,0	22,0	0
F	20,1	20,1	0
G	21,9	21,7	0,2
H	19,2	19,2	0
I	19,8	19,8	0
O	20,4	20,3	0,1

Fuente: Recopilación y análisis de datos
Realizado por: Merchán, D.

Temperatura operativa para los microclimas

En función de la actividad y el tipo de ropa se ha establecido la temperatura operativa para cada microclima obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4.17. Temperatura operativa para cada microclima

Microclima	Valor de A	t _a	t _{rm}	t _o
A	0,5	22,1	20,0	21,1
B	0,5	20,8	20,6	20,7
C	0,5	20,5	20,8	20,7
D	0,5	20,6	20,6	20,6
E	0,5	22,0	21,5	21,8
F	0,5	20,1	20,1	20,1
G	0,5	21,9	21,6	21,7
H	0,5	19,2	19,2	19,2
I	0,5	19,8	19,6	19,7
O	0,5	20,4	20,4	20,4

Fuente: Análisis de datos
Realizado por: Merchán, D.

4.1.6. Análisis de la percepción de los trabajadores

Se aplicó la encuesta a los 86 trabajadores obteniéndose los siguientes resultados:

Sensación térmica

El 26% de los trabajadores valoró la sensación térmica como neutra, el 30% valoró la sensación térmica como ligeramente fría, el 7% valoró la sensación térmica como fría y el 37% valoró la sensación térmica como cálida.

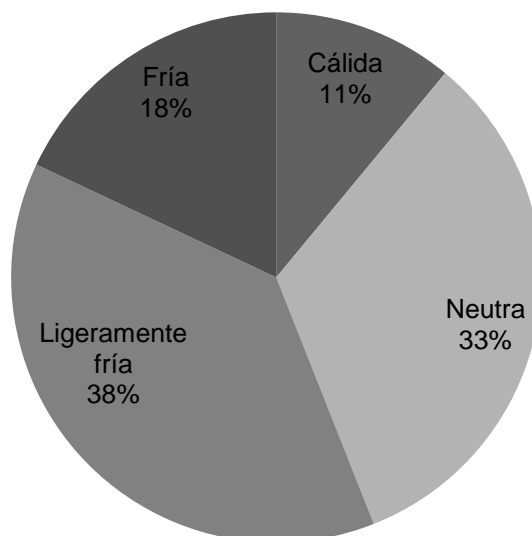


Figura 4.17. Valoración de la sensación térmica por los trabajadores

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

Tabla 4.18. Valoración de la sensación térmica por microclimas

Microclima	Fría	Ligeramente fría	Neutra	Cálida
A	50%	50%		
B		34%		66%
C			62%	38%
D	6%	94%		
E		7%	86%	7%
F	50%	50%		
G	75%	25%		
H		100%		
I			100%	
O		15%	85%	

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

Percepción de la temperatura

El 92% de los trabajadores consideró que la temperatura del ambiente es aceptable y el 8% como inaceptable.

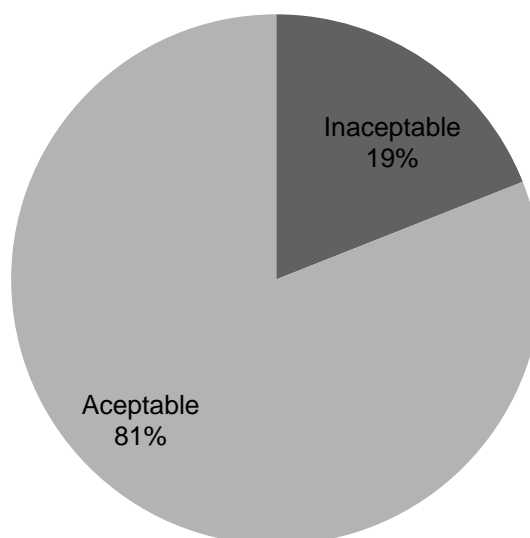


Figura 4.18. Percepción de la temperatura

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

Tabla 4.19. Percepción de la temperatura por microclimas

Microclima	Aceptable	Inaceptable
A	50%	50%
B	100%	
C	100%	
D	88%	12%
E	100%	
F	50%	50%
G	25%	75%
H	100%	
I	100%	
O	100%	

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

Cambios en la temperatura en el lugar de trabajo

El 81% de los trabajadores consideró que la temperatura debe mantenerse sin cambios y el 13% requiere que sea más alta.

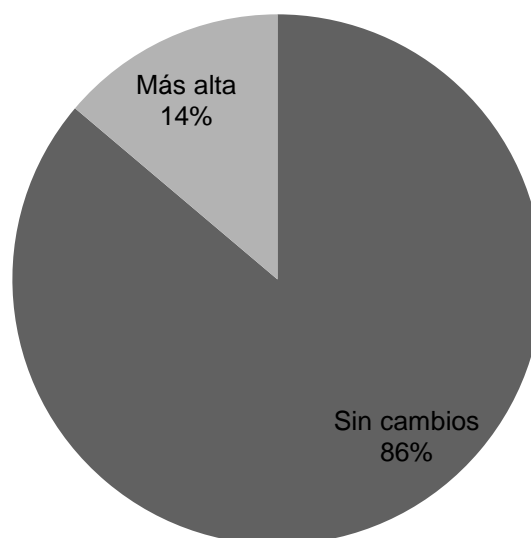


Figura 4.19. Cambios en la temperatura en el lugar de trabajo

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

Tabla 4.20. Cambios en la temperatura en el lugar de trabajo

Microclima	Sin cambios	Más alta
A	50%	50%
B	100%	
C	100%	
D	88%	12%
E	100%	
F	50%	50%
G	25%	75%
H	100%	
I	100%	
O	100%	

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

Influencia de la temperatura en las actividades laborales

El 81% de los trabajadores refirió que durante su jornada de trabajo la temperatura no influye en sus actividades laborales, el 10% mencionó que la temperatura le relaja y el 9% considera que la temperatura le estresa durante las actividades laborales.

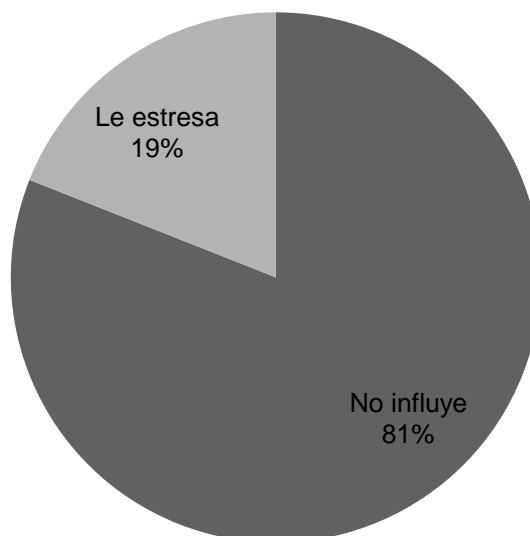


Figura 4.20. Influencia de la temperatura en actividades laborales

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

Tabla 4.21. Influencia de la temperatura en las actividades laborales

Microclima	Le estresa	No influye
A	50%	50%
B		100%
C		100%
D	12%	88%
E		100%
F	50%	50%
G	75%	25%
H		100%
I		100%
O		100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

Percepción de corrientes de aire

El 8% de los trabajadores refirió percibir corrientes de aire a nivel de la cabeza y el 92% refirió no percibir corrientes de aire durante sus actividades laborales.

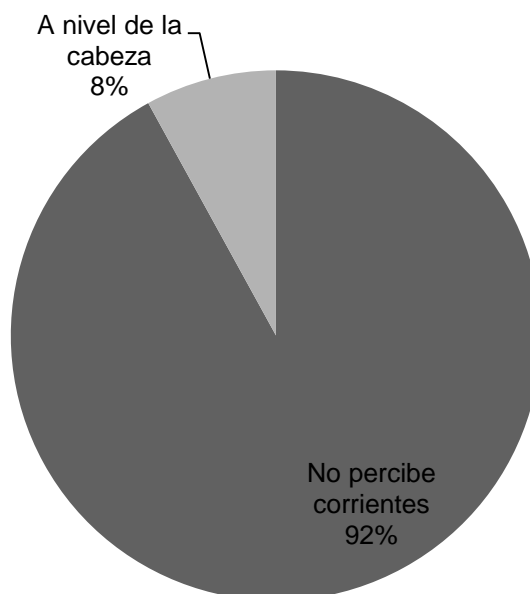


Figura 4.21. Percepción de corrientes de aire

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

Tabla 4.22. Percepción de corrientes de aire

Microclima	A nivel de la cabeza	No percibe corrientes
A		100%
B		100%
C		100%
D	12%	88%
E		100%
F		100%
G	50%	50%
H		100%
I		100%
O	15%	85%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Merchán, D.

4.2. Discusión de los resultados

4.2.1. Confort térmico

Voto medio estimado

El análisis del voto medio estimado revela que en microclima A, E y G, la sensación térmica se encuentra entre neutra y ligeramente calurosa, considerando que la velocidad del aire medida fue de 0,1 m/s en estos microclimas, y la valoración de la sensación térmica fue de fría y ligeramente fría en un 50% respectivamente para el microclima A, de ligeramente fría, neutra y cálida en un 7%, 86% y

7% respectivamente para el microclima E y de fría y ligeramente fría en un 75% y 25% respectivamente para el microclima G.

Porcentaje de personas insatisfechas

El método propuesto por Fanger complementa la evaluación del voto medio estimado con un análisis del porcentaje de personas insatisfechas, cuyo resultado para el caso del presente estudio se ubica en 8,3% en un análisis global de los datos, lo que se traduce en que existe una situación satisfactoria para la mayoría de los trabajadores del ambiente de oficina de la ciudad de Quito, sin embargo, si se analiza el PPD por microclimas se obtiene un promedio del 11% de insatisfechos, superando el 10% en los microclimas A, E y G donde se alcanza un porcentaje de insatisfechos del 16%. En los datos obtenidos de la encuesta se revela que para el microclima A el 50% refiere que la temperatura es inaceptable, para el microclima E el 100% refiere que la temperatura es aceptable, y para el microclima G el 75% refiere que la temperatura es inaceptable.

4.2.2. Disconfort térmico local

El estudio se complementa con la valoración del disconfort térmico local, donde para el microclima G y O se establece un DR del 1%. En los datos de la encuesta el 50% de los trabajadores manifestaron percibir corrientes de aire a nivel de la cabeza en el microclima G y el 15% manifestaron percibir corrientes de aire a nivel de la cabeza en el microclima O. Se resalta un 12% de trabajadores que manifiestan percibir corrientes de aire a nivel de la cabeza en el microclima D.

Según los resultados obtenidos la temperatura operativa para el microclima G es de 21,7°C y de 20,4°C para el microclima O.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Mediante el Método Fanger se logró evaluar el confort térmico del ambiente en que los trabajadores de oficina de la empresa localizada en la ciudad de Quito desarrollan sus tareas, obteniéndose como resultado que, en cuanto al confort térmico, las condiciones del ambiente de oficina proporcionan una sensación térmica confortable para la mayoría de las personas.
- El nivel térmico ambiental que genera confort en los trabajadores del ambiente de oficina de la empresa de la ciudad de Quito se encuentra en una media de IMV +0,53 considerando el análisis de los microclimas, que refleja una sensación de neutralidad térmica con un PPD del 5% si se mantiene una temperatura homogénea en los microclimas.
- La media de la temperatura operativa de los microclimas se encuentra en un valor de 20,6°C, que comparado al valor promedio medido de 20,7°C difiere en 0,1°C.
- Se ha identificado que pese al alto grado de confort existente en los ambientes de oficina de la empresa de la ciudad de Quito, en los microclimas G y O existe un 1% de insatisfechos por corrientes de aire lo que genera un discomfort térmico local, resultado al que se suma la percepción de que la temperatura estresa al menos al 75% de los trabajadores del microclima G según la encuesta aplicada.

5.2. Recomendaciones

- El presente estudio abre la posibilidad para mejorar los sistemas de acondicionamiento de aire del ambiente de oficina de la empresa ubicada en la ciudad de Quito, centrando las acciones de mejora del confort térmico en el sistema de acondicionamiento de aire en los microclimas A, E y G, en suma a minimizar los efectos de las corrientes de aire en el microclima G.

- Pese a que se evidencia un adecuado bienestar térmico global, se debe minimizar los efectos de las corrientes de aire en los microclimas O para evitar el discomfort térmico local.
- En el estudio realizado se evidencia que es necesario el estudio de la asimetría de planos radiantes y la influencia de pisos calientes o fríos para descartar que estas variables influyan sobre el discomfort térmico local.
- Se sugiere incorporar un sistema de ventilación para renovación de aire, el mismo que es importante para el desarrollo del trabajo intelectual, este es un sistema adicional al aire acondicionado actual.

BIBLIOGRAFÍA

- ISO. (1994). Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. (ISO 7730, Second Edition). Geneva: International Organization for Standardization.
- Castejón, E. (1983). NTP 74: Confort Térmico – Método de Fanger para su evaluación. Barcelona: INSHT.
- Hernández, A. (1998). NTP 501: Ambiente Térmico: inconfort térmico local. Barcelona: INSHT.
- Chávez, F. (2002). Zona Variable de confort térmico. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Vásquez, C. (2008). Estudio de confort térmico e iluminación para una empresa de telecomunicaciones con de oficinas Gsm implantadas en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha, Napo y Sucumbíos. Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Máster Internacional en Seguridad, Salud y Ambiente. Universidad San Francisco de Quito.
- Chavaria, C. (1998). NTP 177: La carga física del trabajo: definición y evaluación. Barcelona: INSHT.
- Nogareda, S. (1991). NTP 323: Determinación del metabolismo energético. Barcelona: INSHT.
- Hernández, A. (2011). NTP 779: Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables. Barcelona: INSHT.
- Nogareda, S. (1991). NTP 279: Ambiente térmico y deshidratación. Barcelona: INSHT.
- Vogt, J. (1998). Enciclopedia de la seguridad y salud en el trabajo. Capítulo 42. Calor y frío. (Volumen II, Parte VI). Barcelona: Chantal Dufresne BA.
- Laurig, W. (1998). Enciclopedia de la seguridad y salud en el trabajo. Capítulo 29. Ergonomía. (Volumen I, Parte IV). Barcelona: Chantal Dufresne BA.
- Mondelo, P. (2001). TEP: Ergonomía 2. Confort y estrés térmico. España: Ediciones UPC.
- ESPRL. (2009). Ambiente Termohigrométrico. Barcelona: Escola Superior de Previsió de Riscos Laborals.

- Falagán M. (2000). Manual básico de prevención de riesgos laborales. Higiene industrial, seguridad y ergonomía. Asturias Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.
- Herrick, R. (1998). Enciclopedia de la seguridad y salud en el trabajo. Capítulo 30. Higiene Industrial. (Volumen I, Parte IV). Barcelona: Chantal Dufresne BA.
- Galindez, I. (2004). Aproximación al riesgo y confort térmico en el trabajo. España: Ergo K Prevención.
- Berenguer, J. (2008). NTP 243: Ambientes cerrados: Calidad del aire. Barcelona: INSHT
- ICONTEC. (2013). GTC 244: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con video terminales (VDT). Guía para el ambiente de trabajo. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Sánchez, A. (2011). Determinación de las condiciones de operación para el bienestar térmico en una oficina con techo frío y cerramiento acristalado. Trabajo Fin de Master. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Kuchen, E. (2010). Modelo de confort. Rangos de aceptación térmica. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 14, 01.89 - 01.96.
- Armendariz, P. (2012). Evaluación del bienestar térmico en locales de trabajo cerrados mediante los índices térmicos PMV y PPD. Barcelona: INSHT.
- Lazo, F. (2010). Estimación del confort térmico en locales de la empresa gráfica Cienfuegos. Revista Cubana de Salud y Trabajo, 11, 3, 28 - 32.
- Romo, S. (2010). Estrés térmico. Sociedad Argentina de Evaluadores de Salud. Recuperado de: <http://www.saes.org.ar/revista/2010/art3.htm>
- ASEPEYO. (2005). Confort Térmico. España: ASEPEYO. Dirección de Seguridad e Higiene.
- ASEPEYO. (2004). Seguridad y salud en trabajos de oficina. España: ASEPEYO.
- Godoy, A. (2012). El confort térmico adaptativo. Aplicación en la edificación en España. Trabajo Final de Master. Universidad Politécnica de Cataluña.