MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

ANALISIS DE SENSACION TERMICA EN AMBIENTE TERMONEUTRAL: ACTIVIDADES SEDENTARIAS

José Tranquilino Bermeo Reyes

Orientador: Professora Doutora Joana Cristina Cardoso Guedes……(Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)
Arguente: Professor Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia ……(Universidade do Aveiro)
Presidente do Júri:
Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista …….(Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Porto, Julio de 2016

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt **ISN:** 3599*654

Telefone: +351 22 508 14 00 **Fax:** +351 22 508 14 40

URL: http://www.fe.up.pt **Correio Electrónico:** feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por la vida y la energía que proporciono para aquellas personas que compartieron sus conocimientos conmigo para hacer posible esta tesis.

A mi esposa Lcda. Génesis Mishelle Párraga Bravo, por el apoyo intelectual, emocional y confianza depositada que motivo mis días de ardua labor conjunta en este propósito. Es especial e importante el permitirme ser padre del fruto de nuestro amor Krysthel Mariangel Bermeo Párraga mi ángel en la tierra y la niña de mis ojos.

A mis padres Sr. Vicente Bermeo y Sra. Edita Reyes; quienes me dieron vida, educación, apoyo en todo momento desde el inicio de mis estudios de maestría.

A mis hermanos: Cristhian y Kelvin Bermeo quienes siempre me han apoyado en las buenas y en las malas a los cuales aprecio y admiro mucho.

De una manera especial a la profesora Dra. Joana Cristina Cardoso Guedes, orientadora de mi tesis quien con sus ideas y recomendaciones técnicas, científicas pude culminar esta investigación con éxito.

Al profesor Dr. João Manuel Abreu dos Santos Baptista, por el apoyo y colaboración en todas las fases de mi ciclo de estudio en la FEUP, por esclarecer con su experiencia datos importantes en el aspecto técnico, científico de mi estudio previo la obtención de este objetivo personal.

A mis compañeros de FEUP, UP, Ana Sofía Ferreira y el equipo de relaciones internacionales en conjunto con el proyecto BABEL, por la oportunidad de estudiar, por la ayuda y tiempo prestado para la investigación realizada.

A la ULEAM que me formo como profesional en Ecuador ciudad de Manta enviándome como embajador representando a nuestra ilustre universidad.

A mis amigos, familiares en general que a pesar del terremoto en Ecuador, manifestaron esa energía positiva y no dejaron que perdiera la fé, entusiasmo y ganas de lograr mi objetivo.

RESUMEN

El análisis de sensación térmica en un ambiente termoneutral es un asunto que forma parte de diversos estudios, pero pocos detallan la variación de confort a que los trabajadores son expuestos en ambientes *open space.* Las actividades sedentarias, como el trabajo de oficina que es común y habitual en nuestro vivir, el principal objetivo es analizar la variación de sensación térmica en un ambiente termoneutral y relacionar con disconfort local, durante la realización una actividad sedentaria en *open space*. Treinta y dos jóvenes voluntarios sanos, 20 mujeres y 12 hombres, participaron del estudio, acudieron al ensayo en un horario que rondaba desde (08:00am-06:00pm). El tiempo las pruebas eran de 90 minutos dentro de cámara climática.

A través de los ensayos realizados siendo un ambiente termoneutral, con el pasar de los minutos existió una variación en la sensación térmica de los participantes para este ambiente citado como neutral no satisfacerlos como indican estudios anteriores. El estudio experimental de 32 participantes en una cámara climática, con registros de variables termohigrométricas y alteraciones de zonas expuestas por medio de imágenes térmicas indicando el disconfort local.

Hay diferencias de sensación térmica al cabo de 60 minutos, mismo intervalo que la temperatura en el área de las mejillas también mostro diferencias. El área arrefecida aumento y la temperatura de la zona expuesta disminuyo entre los participantes, es el primer estudio de actividades sedentarias con registros de termografía.

Palabras-clave: thermal comfort, thermal sensation, open concept office, open floor plan office, open plan office, open space office.

ABSTRACT

The analysis of thermal sensation in a thermoneutral environment is an issue that is part of several studies, but few details of the variation of comfort that workers are exposed in open space environments. Sedentary activities such as office work is common and usual in our life, the main objective is to analyze the variation of thermal sensation in a thermoneutral environment and related to the local discomfort, while performing a sedentary activity in open space. Thirty-two young healthy volunteers, 20 women and 12 men, participated in the study, went to trial on a schedule that was around from (08:00 am-06:00pm). The time trials were 90 minutes in a climatic chamber.

Through tests conducted still a thermoneutral environment, with the passing of the minutes there was a change in the thermal sensation of participants for this environment not satisfy cited as neutral as indicated by previous studies. The experimental study of 32 participants in a climatic chamber with temperature and humidity records variables and changes in exposed areas by thermal images indicating the local discomfort.

There are differences in thermal sensation after 60 minutes, same range as the temperature in the area of the cheeks also showed differences. The cooled area increased and the temperature of the exposed area decreased among participants, is the first study of sedentary activities with records of thermography.

Keywords: thermal comfort, thermal sensation, open concept office, open floor plan office, open plan office, open space office.

INDICE

PARTE 1 1
1 INTRODUCCIÓN 3
1.1 Explicación del problema 4
2 ESTADO DE ARTE 5
2.1 Marco Legal e Normativo 5
2.2 Conocimiento Científico 8
2.2.1 Termoneutralidad vs. Sensación térmica preferida 8
2.3 Modelos Teóricos 9
2.3.1 PMV (voto medio previsible)-PPI (porcentaje de personas insatisfechas) 9
2.3.2 ET-DISC 11
2.3.3 SET 11
2.4 Modelos Empíricos 11
2.4.1 PD 11
2.4.2 PS 12
2.4.3 TS 12
2.5 Modelos Adaptativos 12
2.5.1 Humphreys 12
2.5.2 Auliciems 12
2.5.3 Griffiths 13
2.5.4 Nicol 13
2.5.5 ITS 13
2.6 Zona de Confort 13
2.7 Revisión Sistemática 13
3 OBJETIVOS, MATERIALES Y MÉTODOS 23
3.1 Objetivos de la Tesis 23
3.2 Materiales y Métodos 23
3.2.1 Campaña Experimental 23
3.2.2 Participantes 24
3.2.3 Procedimiento Experimental 24

3.2.4 Cámara climática 25
3.2.5 Cámara FLIR Serie SC7000 infrarrojos 25
3.2.6 Thermal Microclimate 26
3.2.7 Software PEBL 26
3.2.8 Software Altair by FLIR Systems 26
3.2.9 Software IBM SPSS Statistics 27
PARTE 2 29
4 TRATAMIENTO, ANALISIS DE RESULTADOS 31
4.1 Tratamiento y análisis Microclimático en laboratorio 31
4.1.1 PMV y PPD 31
4.1.2 Humedad Relativa 34
4.1.3 Velocidad de Aire 35
4.1.4 Temperatura Ambiente 36
4.1.5 Temperatura radiante Media 37
4.2 Tratamiento y análisis de TSV 38
4.2.1 Test para análisis de normalidad de datos TSV 39
4.2.2 Test de T para TSV 41
4.3 Tratamiento y análisis de Imagen de cámara térmica 43
4.3.1 Temperatura media de imágenes con enfoque frontal 43
4.3.2 Área media de imágenes con enfoque frontal 44
4.3.3 Test para análisis de normalidad de imágenes frontales 47
4.3.4 Test de T para imágenes frontales 51
5 DISCUSIÓN 58
6 CONCLUSIONES E PERSPECTIVAS FUTURAS 59
6.1 Conclusiones 59
6.2 Perspectivas Futuras 59
7 BIBLIOGRAFIA 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Criterios de Confort 4
Figura 2 Esquema Cuerpo Frío 8
Figura 3 Esquema Cuerpo Caliente 8
Figura 4 Revisión Sistemática referenciada en prisma 14
Figura 5 Estudio experimental de la influencia del control anticipado en la sensación térmica humana y el confort térmico (Brode et al., 2013) 15
Figura 6 Cámara Climática PROA 25
Figura 7 Variación de PMV 31
Figura 8 Media de PMV 32
Figura 9 Variación de PPD 33
Figura 10 Media de PPD 34
Figura 11 Variación de Humedad Relativa 35
Figura 12 Media de Húmedad Relativa 35
Figura 13 Variación de Velocidad del aire 35
Figura 14 Media de Velocidad del aire 36
Figura 15 Variación de Temperatura Ambiente 36
Figura 16 Media de Temperatura Ambiente 36
Figura 17 Variación de Temperatura Radiante Media 37
Figura 18 Media De Temperatura Radiante Media 37
Figura 19 Graficos Q-Q de normalidad de cuestionarios TSV 40
Figura 20 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Temperatura en la mejilla Derecha Frontal 48
Figura 21 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Temperatura en la mejilla Izquierda Frontal 49
Figura 22 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Temperatura en la mejilla Derecha Frontal 49
Figura 23 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Área en la Nariz Frontal 50
Figura 24 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Área en la Mejilla Izquierda Frontal 50
Figura 25 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Área en la Nariz Frontal 51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Los índices de confort más importantes que han aparecido históricamente (Mondelo, Torada, Úriz, Vilella, & Lacambra, 2004) 3

Tabla 2 Selección de los estudios que muestran que el confort térmico no sólo se produce alrededor de la neutralidad térmica 9

Tabla 3 Escala de sensación térmica en función del valor del voto medio estimado 10

Tabla 4 Variables de PMV 10

Tabla 5 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación) 18

Tabla 6 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación) 19

Tabla 7 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación) 20

Tabla 8 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación) 21

Tabla 9 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación) 22

Tabla 10 Datos antropométricos de los participantes 24

Tabla 11 Variación de PMV 31

Tabla 12 Base de datos de medias de PMV en ensayos 32

Tabla 13 Media de PMV 32

Tabla 14 Base de datos de medias de PPD en ensayos 33

Tabla 15 Variación de PPD 33

Tabla 16 Media de PPD 34

Tabla 17 Base de datos de medias de Humedad Relativa en ensayos 34

Tabla 18 Valores de Cuestionario de TSV en Cámara Climática 38

Tabla 19 Test de Normalidad de TSV Confort o disconfort 39

Tabla 20 Estadística de muestras dependientes 41

Tabla 21 Correlación de muestras dependientes 41

Tabla 22 Test de muestras dependientes 42

Tabla 23 Temperatura media de imágenes con enfoque frontal 43

Tabla 24 Área media de imágenes con enfoque frontal 44

Tabla 25 Test de Normalidad Mejilla Derecha Frontal 47

Tabla 26 Test de Normalidad Mejilla Izquierda Frontal 47

Tabla 27 Test de Normalidad Nariz Frontal 47

Tabla 28 Estadística de muestras dependientes MeDerFront 51

Tabla 29 Correlación de muestras dependientes MeDerFront 52

Tabla 30 Test de muestras dependientes MeDerFront 52
Tabla 31 Estadística de muestras dependientes MeIzqFront 54
Tabla 32 Correlación de muestras dependientes MeIzqFront 54
Tabla 33 Test de muestras dependientes MeIzqFront 54
Tabla 34 Estadística de muestras dependientes NarFront 56
Tabla 35 Correlación de muestras dependientes NarFront 56
Tabla 36 Test de muestras dependientes NarFront 56
Tabla 37 Variación de sensación térmica con respecto a imágenes térmicas 58

GLOSSÁRIO/SIGLAS/ABREVIATURAS/…

M Tasa metabólica por unidad de área ($W.m^{-2}$)

W Potencia mecánica efectiva ($W.m^{-2}$)

I_{cl} Aislamiento de la ropa ($m^2.ºC.W^{-1}$)

h_c Coeficiente de transmisión de calor por convección ($W/(m^2.ºC)$)

C_{res} Cambio de calor por la respiración por convección ($W.m^{-2}$)

E_{res} Cambio de calor pela respiração por evaporação ($W.m^{-2}$)

K Cambio de calor por la piel por conducción ($W.m^{-2}$)

C Cambio de calor por la piel por convección ($W.m^{-2}$)

R Cambio de calor por radiación ($W.m^{-2}$)

Er_{eq} Evaporación necesaria para mantener el equilibrio térmico ($W.m^{-2}$)

r_{req} Eficiencia de evaporación y tasa de sudoración requerida

PMV Voto Médio Previsible

PPD Porcentaje Previsible de Insatisfechos (%)

DR Circulación de aire (%)

PD Porcentaje previsible de insatisfechos por la circulación de aire (%)

CLO Vestuário (clo)

MET Metabolismo de actividad (met)

ta Temperatura ambiente de aire (ºC)

tw Temperatura de vulvo humedo (ºC)

tg Temperatura de globo (ºC)

va Velocidad del aire ($m.s^{-1}$)

Pa Presión parcial de vapor de agua en aire (Pa)

HR Humedad relativa (%)

tr Temperatura radiante (ºC)

var Velocidade do ar relativa ($m.s^{-1}$)

WBGT Índice de temperatura humedad de globo (ºC)

SWreq_W Tasa de Sudoración Requerida ($W.m^{-2}$)

To Temperatura Operativa en Celsius (ºC)

TSV Voto de sensación térmica

T_MD_FR Temperatura mejilla derecha

T_MI_FR Temperatura mejilla izquierda

T_NA_FR Temperatura nariz

A_MD_FR Área mejilla derecha

A_MI_FR Área mejilla izquierda

A_NA_FR Área nariz

P1 Participante número 1 en estudio experimental

30P10 Participante numero 10 registros de media de variables al minuto 30

60P10 Participante numero 10 registros de media de variables al minuto 60

90P10 Participante numero 10 registros de media de variables al minuto 90

TC10 Pregunta número 1 de cuestionario de voto de sensación térmica

TC20 Pregunta número 2 de cuestionario de voto de sensación térmica

TC30 Pregunta número 3 de cuestionario de voto de sensación térmica

TC40 Pregunta número 4 de cuestionario de voto de sensación térmica

0_MDF_TM Temperatura media mejilla derecha registro al minuto cero

30_MDF_TM Temperatura media mejilla derecha registro a los 30 minutos

60_MIF_TM Temperatura media mejilla izquierda registro a los 60 minutos

90_NF_TM Temperatura media nariz registro a los 90 minutos

0_MDF_AM Área media mejilla derecha registro al minuto cero

30_MDF_AM Área media mejilla derecha registro a los 30 minutos

60_MIF_AM Área media mejilla izquierda registro a los 60 minutos

90_NF_AM Área media nariz registro a los 90 minutos

30TMeDerFront Temperatura mejilla derecha test estadístico a los 30 minutos

30AMeDerFront Área mejilla derecha test estadístico a los 30 minutos

60TMeDerFront Temperatura mejilla izquierda test estadístico a los 60 minutos

60AMeDerFront Área mejilla izquierda test estadístico a los 60 minutos

90TNarFront Temperatura nariz test estadístico a los 90 minutos

90ANarFront Área nariz test estadístico a los 90 minutos

PARTE 1

1 INTRODUCCIÓN

El hombre busca siempre el estado que mejor se ajuste a los criterios de confort para cada una de las circunstancias en las que este se desenvuelva en *open space*. La historia nos deja los tipos de refugios en búsqueda de un lugar que respondiera a protegerlos del tiempo, clima, después en la normativa ISO 7730 (Standardization, 2005) con un método Fanger para la valoración del confort térmico (Fanger, 1970) donde lo primordial es que debe cumplirse la práctica ecuación de balance térmico entre la persona y el medio.

$$M \pm R \pm C - E = S$$

En donde: M=Metabolismo, W/m_2; R=Radiación, W/m_2; C= Convección, W/m_2; E= Evaporación, W/m_2; S sería el saldo final, es decir, el calor acumulado (si S>0), o perdido (si S<0), en el organismo como consecuencia de un desequilibrio; y si S = 0, significa que existe equilibrio térmico. Por lo tanto, la ecuación de balance térmico puede adoptar una de estas cuatro formas que, según la situación, significan:

1) $M \pm R \pm C = 0$, $(E = 0)$ equilibrio en condiciones necesarias pero no suficientes para el confort térmico, 2) $M \pm R \pm C - E = 0$, equilibrio en condiciones de calor permisibles, 3) $M \pm R \pm C - E > 0$, desequilibrio por condiciones críticas por calor, 4) $M \pm R \pm C < 0$, desequilibrio por condiciones críticas por frío.

Tabla 1 Los índices de confort más importantes que han aparecido históricamente (Mondelo, Torada, Úriz, Vilella, & Lacambra, 2004)

Año	Método	Autor
1923	Temperatura Efectiva, TE	Houghton & Yaglogou
1929/36	Temperatura Equivalente	Dufton
1931/48	Temperatura Resultante	Missenard
1967	Temperatura Media de la piel	Gagge
1970	Índice Valoración Media, IVM	Fanger
1972	Temperatura Efectiva Estándar, SET	Gagge
1973	Humedad de la Piel	González & Gagge

El confort térmico se define como la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico (A. S. ASHRAE, 2013). El confort térmico de una persona depende de las condiciones ambientales, aislamiento térmico de la ropa usada, la actividad de la persona y la duración de la exposición.

Es muy habitual tener ambientes laborales no confortables, pues dentro del mismo hay frio o hace calor, más humedad o es relativamente seco. Existen zonas en el cuerpo humano que experimentan una insatisfacción de confort, si alguna parte de su cuerpo esta fría y otra caliente influyen ciertos escenarios como corrientes de aire, contacto con superficies frías o calientes, luz y nivel de ruido

cuando evaluamos nuestro trabajo en *open space* puesto que el mismo de no ser satisfactorio, reducirá nuestra eficiencia laboral.

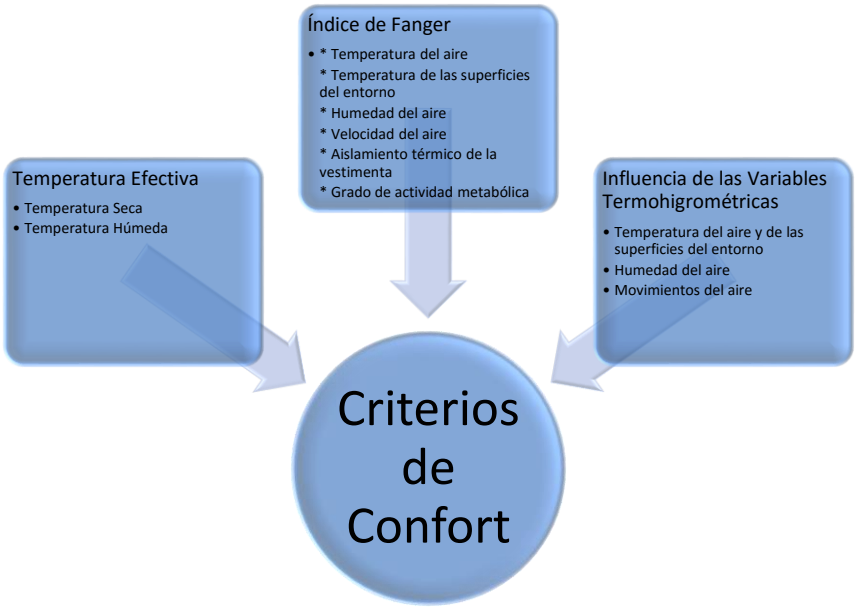


Figura 1 Criterios de Confort

Los trabajos realizados en laboratorio o cámara climática, donde las personas pueden estar expuestas a temperaturas ambientales altas o bajas a un calentamiento o enfriamiento local, pueden darnos un enfoque en la investigación a respuestas fisiológicas o psicológicas de cada individuo y las ventajas de utilizar un determinado tipo de ropa para el ambiente termoneutral interpretando la variación de confort ya que esto es fundamental en el área de seguridad e higiene en el trabajo.

1.1 Explicación del problema

- El análisis de sensación térmica en un ambiente termoneutral es un asunto que forma parte de diversos estudios, pero pocos detallan la variación de confort a que los trabajadores son expuestos en ambientes *open space.* Las actividades sedentarias, como el trabajo de oficina que es común y habitual en nuestro vivir, en donde se encienden los acondicionadores o calefactores regulan a una temperatura ideal de acuerdo a cada individuo, pero esta no se ajusta a un estándar que todos deban seguir como modelo, por lo que es necesario evaluar la actividad sedentaria en *open space*.
- Se plantea en este estudio demostrar variación de confort que existe en un lapso determinado de tiempo, teniendo en cuenta la sensación térmica de las personas con una simulación de trabajo sedentario en condiciones que respondan a los estándares y normas de confort térmico en la actualidad y registrando disconfort en zonas específicas del cuerpo.

2 ESTADO DE ARTE

2.1 Marco Legal e Normativo

El análisis de esta investigación se fundamenta en normas o estándares que son detalladas de manera breve a continuación.

UNE EN ISO 7726:2002. *Ergonomía del ambiente térmico. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas.*

Esta norma específica las características mínimas de los instrumentos de medida de las magnitudes físicas que definen el ambiente térmico, así como los métodos a emplear para la medida de dichas magnitudes. La norma distingue entre magnitudes físicas básicas y magnitudes físicas derivadas.

UNE EN ISO 8996:2005. *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.*

Esta norma incluye varios métodos para estimar la tasa metabólica, parámetro necesario para evaluar el confort y el estrés térmico. La tasa metabólica es un elemento determinante del confort o la sobrecarga resultantes de la exposición a un ambiente térmico. En particular, en climas cálidos, los altos niveles de producción de calor metabólico, asociados al trabajo muscular, agravan el estrés térmico, ya que es necesario disipar una gran cantidad de calor, principalmente mediante la evaporación del sudor.

Se establecen 4 niveles para determinar la tasa metabólica. El nivel 1 es un método de tanteo simple y fácil de usar y que permite caracterizar rápidamente la carga principal de trabajo asociada a una actividad o tarea determinada. El nivel 2 es un método de observación que requiere de conocimientos sobre las condiciones de trabajo pero no de una formación específica en ergonomía. El nivel 3 es un método de análisis destinado a personas con formación en salud laboral y ergonomía en el cual la tasa metabólica se determina a partir del registro del ritmo cardíaco durante un periodo de tiempo representativo de la actividad. El nivel 4 es una actuación experta con medidas calorimétricas concretas realizadas por especialistas.

UNE EN ISO 9920:2009. *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación del aislamiento de la vestimenta. Estimación del aislamiento térmico y de la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa.*

Establece métodos para la estimación de las características térmicas de un conjunto de ropa (resistencia a la pérdida de calor seco y de calor por evaporación) basándose en los valores correspondientes de prendas, conjuntos de prendas y tejidos conocidos. También considera la influencia del movimiento del cuerpo y de la penetración del aire sobre el aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación.

UNE EN ISO 9886:2004. *Ergonomía. Evaluación de la sobrecarga térmica mediante mediciones fisiológicas.*

Describe métodos para predecir la respuesta fisiológica media de los individuos expuestos a un ambiente térmico. En concreto, contempla métodos para medir e interpretar los siguientes parámetros fisiológicos; temperatura central del cuerpo, temperaturas cutáneas, frecuencia cardíaca y pérdida de masa corporal debida a la sudoración. Recoge también una comparación entre los diferentes métodos de evaluación de la sobrecarga térmica y establece valores límite de los parámetros fisiológicos de la sobrecarga térmica, esto es, valores límite para la temperatura central del cuerpo, temperatura de la piel, frecuencia cardíaca y pérdida de masa corporal.

UNE EN ISO 7730:2006. *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV Y PPD y los criterios de bienestar térmico local.*

Aborda la evaluación de los ambientes térmicos moderados. La sensación térmica experimentada por un ser humano está relacionada, principalmente, con el equilibrio térmico global de su cuerpo. Tal equilibrio depende de la actividad física y de la vestimenta del sujeto, así como de los parámetros ambientales; temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad del aire. Si estos factores han sido estimados o medidos, la sensación térmica global del cuerpo puede ser estimada mediante el cálculo del voto medio estimado (PMV). El índice PMV refleja el valor medio de los votos sobre la sensación térmica general que emitiría un grupo numeroso de personas en caso de que estuviesen expuestas a las mismas condiciones térmicas ambientales, realizasen la misma actividad física y llevasen ropa similar.

El índice PPD (porcentaje estimado de insatisfechos) suministra información acerca de la incomodidad o insatisfacción térmica, mediante la predicción del porcentaje de personas que, probablemente, sentirán demasiado calor o demasiado frío en un ambiente determinado. El PPD puede obtenerse a partir del PMV.

La incomodidad térmica también puede ser motivada por el calentamiento o el enfriamiento local indeseado del cuerpo. Los factores de incomodidad local más comunes son la asimetría de temperatura radiante, las corrientes de aire, la diferencia en vertical de la temperatura del aire.

UNE EN ISO 10551:1995. *Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación de la influencia del ambiente térmico empleando escalas de juicio subjetivo.*

Esta norma internacional incluye la elaboración y utilización de escalas de juicio (escalas de percepción térmica, de confort térmico, de preferencia térmica, expresión de aceptabilidad y escala de tolerancia) que sirven para obtener datos fiables y comparables relativos a los aspectos subjetivos del confort térmico o del estrés térmico.

UNE EN ISO 12894:2001. *Ergonomía del ambiente térmico. Vigilancia médica de las personas expuestas a ambientes cálidos o fríos extremos.*

Esta norma internacional proporciona orientaciones a las personas interesadas en la seguridad de los individuos expuestos a ambientes térmicos extremos, tanto cálidos como fríos. Los ambientes térmicos extremos son aquellos en los que el cuerpo registra ganancias o pérdidas de calor importantes. No es fácil dar una definición de estos ambientes más precisa ya que, aunque el almacenamiento de calor en el cuerpo depende de las condiciones climáticas, también depende de la vestimenta y la actividad. A título informativo, los límites de un ambiente extremo pueden ser los siguientes: para ambientes cálidos, una temperatura húmeda y de globo (WBGT) de 25ºC; para ambiente fríos, una temperatura del aire inferior o igual a 0ªC.

Estas orientaciones son aplicables a las exposiciones a ambientes térmicos extremos, tanto de tipo profesional como de laboratorio. En cualquier caso es conveniente estimar el estrés térmico al que se espera que esté sometido el individuo, aunque el detalle de las disposiciones de la vigilancia médica para diferir encada caso. El control de las exposiciones de carácter profesional debe satisfacer, asimismo, la legislación nacional en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

ASHRAE Standard 55/2004. *Ambientes Térmicos. Condiciones para ocupación humana*

Esta norma específica condiciones ambientales aceptables para la salud de las personas sujetas a presiones atmosféricas equivalentes a altitudes superiores a 3,00m, en ambientes internos proyectados para la ocupación humana por períodos no inferiores a 15 minutos.

2.2 Conocimiento Científico

La primera condición de confort es la neutralidad térmica, es decir la combinación instantánea de temperatura de la piel y la temperatura del centro del cuerpo proporcione a una persona sensación térmica de sentir, ni demasiado calor ni demasiado frío. Es necesario que los mecanismos fisiológicos de la termorregulación como segunda condición sean capaces de llevar al organismo a un estado de equilibrio térmico entre la ganancia de calor (de origen ambiental y metabólico) y la eliminación del mismo.





Figura 2 Esquema Cuerpo Frío
Figura 3 Esquema Cuerpo Caliente

En la regulación de la temperatura del cuerpo actúan conjuntamente, la piel enviando impulsos al cerebro si la temperatura es menor a 34ºC al criterio de confort personal y el hipotálamo por lo contrario enviando impulsos cuando la temperatura de la piel es superior a 37ºC.

La valoración de confort tiene mucha importancia en el estudio presente, porque las personas involucradas realizando actividades variables en open space tienen problemas asociados por la falta de confort térmico en el trabajo diario, por eso es necesario disponer de un criterio de valoración de acuerdo a los modelos existentes.

2.2.1 Termoneutralidad vs. Sensación térmica preferida

El modelo PMV se basa en el concepto de la termoneutralidad y PMV expresa cómo ocupantes con sensación caliente o fresco perciben el entorno térmico. Esta sensación térmica es una medida de lo ocupantes de percibir una cierta condición térmica. Otras medidas tales como la satisfacción térmica, la aceptabilidad térmica, confort térmico, y la preferencia térmica, también se refieren a la conveniencia de una condición térmica dada (van Hoof, 2008), se observa en la tabla 2.

Tabla 2 Selección de los estudios que muestran que el confort térmico no sólo se produce alrededor de la neutralidad térmica

Referencia	Ubicación	Ajuste	Época del año	Asignaturas	Resultados
Schiller (1990)	**Bahía de San Francisco, EE.UU.**	**Campo**	**Invierno y verano 1987**	**304 sujetos (187 hembras, 117 hombres) en edificios de oficina (10) 2342 visitas**	**La gente en general se sentían más caliente que predijo más a menudo que se sentían más fresco, en ambas estaciones.22% (invierno) y 15% (verano) de las personas que votan 2 y 3 en una escala de 7 puntos de sensación térmica declararon ser de moderada a muy cómodo en una escala de 6 puntos de confort térmico. Al mismo tiempo, el 17% (invierno) y 34% (verano) de las personas que votan -2 y -3 declararon ser moderadamente a muy cómoda**
Busch (1990, 1992)	**Bangkok, Tailandia**	**Campo**	**temporada de calor y la estación húmeda 1988**	**Más de 1.100 trabajadores de la oficina de Tailandia en edificios de CA* y NV****	**36% de las personas con derecho a voto neutro preferido para sentirse más caliente o fría**
Brager et al. (1994)	**Varios países**	**Revisión de los estudios de campo**	**Los veranos e inviernos**	**Trabajadores de oficina**	**De los ocupantes con derecho a voto en las categorías exteriores de la escala térmica sensación (-3, -2, + 2, + 3), de 0 a 50% prefiere ningún cambio en su entorno térmico. Además, de los ocupantes con derecho a voto en las mismas categorías exteriores (-3, -2, +2, +3, otros estudios revisados), 3-66% eran cómodas**
Paciuk y Becker (2002)	**Haifa, Israel**	**Campo**	**Verano**	**117 viviendas ocupadas CA* y NV****	**De los residentes de hogares NV**, votando entre -1 y +1 (en la escala de 7 puntos de sensación térmica), alrededor del 47% no eran cómodas (como puntuación en una escala de confort térmico de 5 puntos). En las casas de corriente alterna, la mayoría de los habitantes votó para ser cómodo (81%), aunque la califican térmicas oscilaron entre -1 a +3 en la escala de 7 puntos**

* - ***Condicionamiento de aire***
** - ***Naturalmente ventilado***

2.3 Modelos Teóricos

2.3.1 PMV (voto medio previsible)-PPI (porcentaje de personas insatisfechas)

El PMV es un índice que predice el valor medio de los votos de un grupo de personas en la escala de 7 puntos de sensación térmica (ver tabla 3), basada en el equilibrio térmico del cuerpo humano. Se obtiene el equilibrio térmico cuando la producción de calor interno en el cuerpo es igual a la pérdida de calor al ambiente. En un entorno moderado, el sistema termorregulador humano intentará automáticamente para modificar la temperatura de la piel y secreción de sudor para mantener el equilibrio térmico (Standardization, 2005).

Tabla 3 Escala de sensación térmica en función del valor del voto medio estimado

Rango de Valores	Sensación Térmica
+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frío

Calcular el IVM utilizando las ecuaciones (2) a (5)

$$PMV = [0.303 * \exp(-0.036M) + (0.028)]^{*}$$

$$\left\{\begin{matrix}(M-W) - 3.05 * 10^{-3} * [5733 - 6.99 * (M-W) - p_a] - 0.42 * [(M-W) - 58.15] \\ -1.7 * 10^{-5} * M * (5867 - p_a) - 0.0014 * M * (34 - t_a) \\ -3.96 * 10^{-8} * f_{cl} * [(t_{cl}+273)^4 - (\overline{t_r}+273)^4] - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a)\end{matrix}\right\} \quad (2)$$

Donde

$$t_{cl} = 35.7 - 0.028 * (M-W) - I_{cl} * \{3.96 * 10^{-8} * f_{cl} * [(t_{cl}+273)^4 - (\overline{t_r}+273)^4] - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a)\} \quad (3)$$

$$h_{cl} = \left\{\begin{matrix}2.38 * |t_{cl} - t_a|^{0.25} \; para \; 2.38 * |t_{cl} - t_a|^{0.25} > 12.1\sqrt{v_{ar}} \\ 12.1\sqrt{v_{ar}} \qquad\qquad para \; 2.38|t_{cl} - t_a|^{0.25} < 12.1\sqrt{v_{ar}}\end{matrix}\right\}$$

(4)

$$f_{cl} = \left\{\begin{matrix}1.00 * 1.290 * \; l_{cl} \; para \; l_{cl} \leq 0.078 \; m^2k/w \\ 1.05 * 0.645 * \; l_{cl} \; para \; l_{cl} > 0.078 \; m^2k/w\end{matrix}\right\}$$

(5)

Tabla 4 Variables de PMV

M es la tasa metabólica en W/m²
W es la potencia mecánica efectiva en W/m² (puede estimarse en 0).
I_{cl} es el aislamiento de la ropa en m²K/W.
f_{cl} es el factor de superficie de la ropa .
t_a es la temperatura del aire en ºC.
t_r es la temperatura radiante media en ºC.

v_{ar} var es la velocidad relativa del aire en m/s.
p_a pa es la presión parcial del vapor de agua en Pa.
p_a = RH/100*exp(16,6536-4030,183/ (t_a + 235)) ; Donde: RH es la humedad relativa del aire medida en porcentaje
h_c es el coeficiente de transmisión del calor por convección en W/(m²K)
t_{cl} es la temperatura de la superficie de la ropa en ºC.

El PPI es un índice que establece una predicción cuantitativa del porcentaje de personas que se sienten insatisfechos térmicamente demasiado frío o demasiado caliente (Standardization, 2005).

Calcular el PPI a partir del IVM utilizando ecuación (6)

$$PPI = 100 - 95 * \exp(-0.03353 * IVM^4 - 0.2179 * IVM^2) \quad (6)$$

2.3.2 ET-DISC

Este modelo considera para Temperatura Efectiva Nueva "la temperatura efectiva" que es un índice de la temperatura que toma en cuenta la transferencia radiante y latente de calor (A. Ashrae, 2004). El *ET* determina el flujo de calor entre el ambiente, las áreas de piel y núcleo del cuerpo en principio de minuto a minuto.

2.3.3 SET

Representa numéricamente la tensión térmica experimentada por el cilindro relativo a una persona estándar en un ambiente estándar. Permite comparaciones térmicas entre ambientes con cualquier combinación de las variables físicas introducidas, la desventaja es requerir personas "estándar".

2.4 Modelos Empíricos

Algunos modelos empíricos con aplicación para el diseño de edificios y/o ingeniería ambiental se describen a continuación.

2.4.1 PD

El porcentaje de insatisfacción debido al movimiento de aire, esto es un ajuste a los datos de personas que expresan disconfort térmico debido a las corrientes de aire. PD se origina de dos estudios de los cuales 100 personas estuvieron expuestas a varias combinaciones de temperatura

del aire, velocidad del aire, e intensidad de turbulencia. PD representa el porcentaje de sujetos que votaron que ellas sentían una corriente de aire en las condiciones elegidas.

2.4.2 PS

Predice la velocidad del aire que puede ser elegida por la persona expuesta a cierta temperatura del aire cuando la persona tiene el control de la fuente de velocidad de aire.

2.4.3 TS

Predice el voto de sensación térmica usando una función lineal de la temperatura del aire y la presión parcial de vapor.

2.5 Modelos Adaptativos

Los modelos adaptativos incluyen en cierta manera las variaciones en el clima exterior para determinar las preferencias térmicas en el interior. Por lo contrario, los índices de confort térmico anteriores fueron establecidos por medio de estudios en cámaras controladas, con personas jóvenes en reposo y de origen norteamericano o europeo. Así que se estableció con estos valores óptimos que han sido asumidos para aplicarlas a todas las personas.

Fanger afirmó que su ecuación de confort y el índice de PMV son válidos para todos los humanos y que las preferencias térmicas eran iguales a pesar de la ubicación geográfica y el clima. No obstante, investigaciones de campo, usando personas “reales” realizando actividades “reales” en ambientes interiores “reales” han producido observaciones que sugieren que las preferencias térmicas de las personas también tienen una componente geográfica.

2.5.1 Humphreys

Humphreys (valle, Florensa, & I., 2002) hizo una revisión de los datos de estudios de campo en la que encontró una fuerte dependencia estadística de las neutralidades térmicas a temperaturas en las que un mínimo estrés fue reportado en escalas verbales en niveles medios de temperatura del aire o temperatura de globo experimentadas por los encuestados (en interior o exterior) en un periodo de aproximadamente un mes. Se encontró que el valor de la neutralidad térmica varía 13ºC, esto es, entre 17ºC y 30ªC.

2.5.2 Auliciems

Correlaciones muy similares fueron encontradas posteriormente por Auliciems (valle et al., 2002) usando una extensa base de datos , incluyendo ambos tipos de edificios, con sistemas de

acondicionamiento de aire y sin él, se encontró que la neutralidad térmica es válida entre 18ºC y 28ªC.

2.5.3 Griffiths

Basado en el estudio de edificios europeos con sistemas pasivos la regresión fue prácticamente la misma que la de Humphreys.

2.5.4 Nicol

Nicol transforma a regresión lineal en exponencial con una considerable perdida en capacidad de predicción cuando se aplica a edificios con sistemas mecánicos de aclimatación. Las aparentes inconsistencias con predicciones termofisiológicas permiten a Auliciems formular un modelo adaptativo de termorregulación, con el cual la preferencia térmica es vista como el resultado de ambas respuestas fisiológicas a los parámetros interiores inmediatos (los medidos por los índices) y las expectativas basadas en determinantes climáticas y culturales, o sea experiencias pasadas.

2.5.5 ITS

El índice de estrés térmico es un modelo biofísico que describe el mecanismo de intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente, de lo que se puede calcular el estrés total del cuerpo. Este modelo está basado en la asunción de que el rango de las condiciones en las que es posible mantener el equilibrio térmico, el sudor se secreta a una tasa suficiente para obtener el enfriamiento evaporativo requerido para balancear la producción de calor por metabolismo y el intercambio de calor con el ambiente.

2.6 Zona de Confort

Olgay (valle et al., 2002) define la zona de confort entre los 21.1ºC y los 27.5ªC aproximadamente y entre 30% y 65% de humedad relativa que puede ser ampliada para zonas con baja y alta humedad, también tiene una variación para el invierno, la zona de confort de ASHRAE (A. Ashrae, 2004) esta dibujado sobre un diagrama psicométrico convencional. Esta especifica unos límites de temperatura de aire y humedad del clima interior, para personas con actividad sedentaria, que tienen que ser mantenidos por el sistema mecánico de acondicionamiento de aire.

2.7 Revisión Sistemática

La revisión sistemática realizada en base a la metodología prisma con las palabras claves, “thermal comfort”, “thermal sensation”, “open concept office”, “open floor plan oficce”, “open plan office”, “open space office”.

Las revistas más concurrentes en la búsqueda de datos son, Pubmed, Sciencedirect, Scopus, Web of Science con 836 publicaciones en total (Figura 4), con datos en ambientes neutro, prefectamente controlado, en un régimen constante la sensación térmica de las personas varia.

La búsqueda bibliográfica debe tener por base la metodología de revisión sistemática referenciada en PRISMA Statement[1]. Debe ser dada una explicación de los procedimientos metodológicos de la búsqueda bibliográfica, de tal modo que pueda garantizar la reproductibilidad e rastreabilidad de la misma. Las condiciones de ensayo en cámara climática, era importante registrar los valores de variables termohigrométricas, temperatura de cuerpo y piel y análisis para interpretar los resultados.

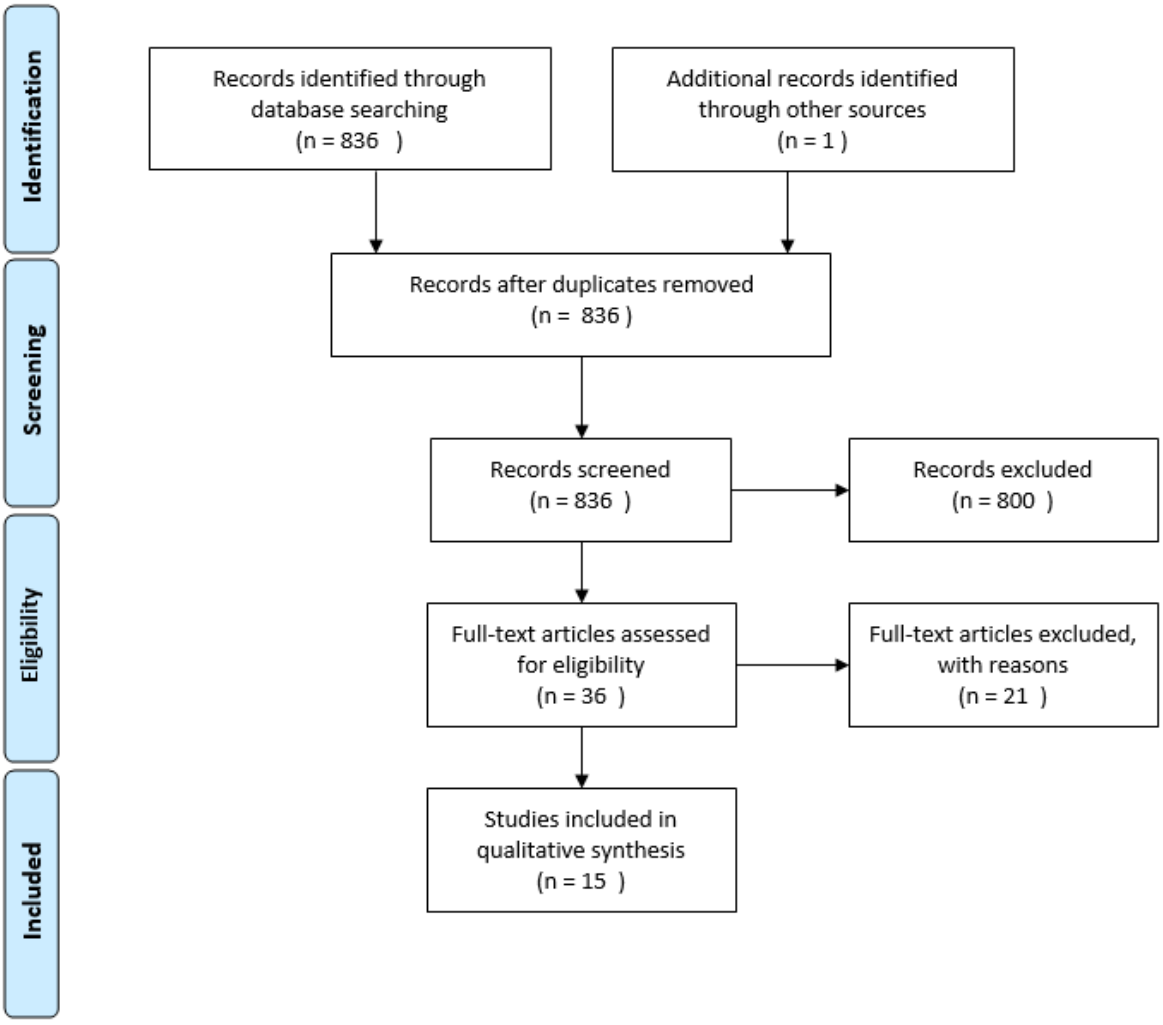


Figura 4 Revisión Sistemática referenciada en prisma

Fueron excluidos artículos por ser antiguos es decir superior a 10 años, falta de normativas no tenían cuestionarios de acuerdo a sensación térmica, entre otros un número de 800 artículos científicos, que no cumplían mi objetivo de estudio.

[1] http://www.prisma-statement.org/ (acedido em 28/08/2014)

Se incluyeron todos los artículos que tenían muestras bien fundamentadas en normativa como ISO 7730, ambientes sedentarios, índice de ropa, periodos de prueba en laboratorio, que incluyeran análisis estadísticos para interpretación de resultados.

La revisión del tema de tesis recabo información de ambiente termoneutral y actividades sedentarias relacionado con el área de confort térmico, parámetros de neutralidad, equipos, métodos aplicados, ambientes sedentarios y transitorios, la fuente nos introduce desde un modelo matemático para predecir respuestas térmicas y reglamentarias humanos en ambientes fríos, fríos, neutros, cálidos y calientes se ha desarrollado y validado. Tras una revisión exhaustiva de la literatura, se seleccionaron 26 experimentos independientes que fueron diseñados para provocar cada una de estas respuestas en diferentes circunstancias (Fiala, Lomas, & Stohrer, 2001).

Otro modelo matemático se desarrolló para predecir la temperatura del aire para confort térmico de personas en ambientes al aire libre. Cuanto menor sea el aislamiento de la ropa, mayor es la predicción de la temperatura. Un alta tasa metabólica resultados en una predicción de baja temperatura. De alta velocidad del aire conduce a alta temperatura de aire para confort térmico. Cuanto más corto sea el tiempo de exposición también causa una predicción temperatura más alta, el metabolismo difiere entre las personas en función de su sexo, edad y nivel de condición física (Huang, 2007).

Neutralidad térmica no es necesariamente la condición térmica ideal como preferencia por sensaciones térmicas no neutrales son comunes. Al mismo tiempo, los valores muy bajos y muy altos PMV no reflejan necesariamente incomodidad para un número sustancial de personas. La evaluación del confort térmico, confort térmico para todos sólo puede lograrse cuando los ocupantes tienen un control efectivo sobre su propio ambiente térmico (van Hoof, 2008).

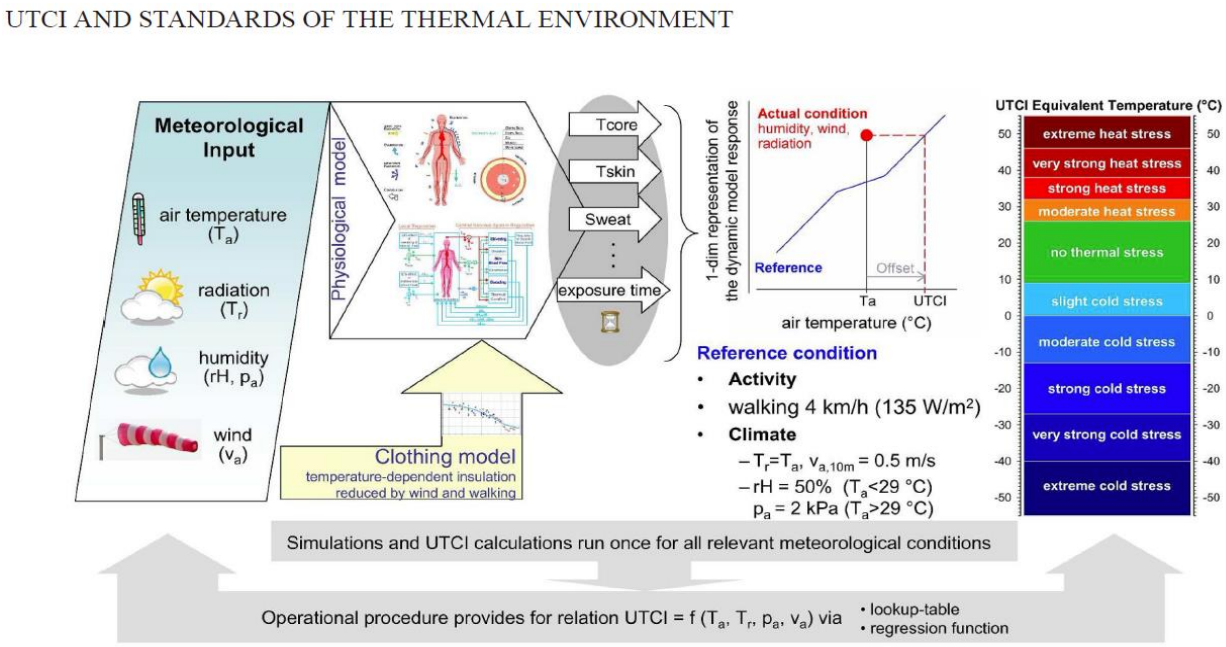


Figura 5 Estudio experimental de la influencia del control anticipado en la sensación térmica humana y el confort térmico (Brode et al., 2013)

Tras una amplia validación de modelos accesibles de termorregulación humana, se seleccionó la avanzada de multi-nodo del modelo Fiala para formar la base de UTCI. Este modelo se acopló con un modelo de ropa adaptada, que considera los hábitos de vestir por la población urbana en general y los cambios de comportamiento en el aislamiento de ropa relacionada con la temperatura ambiental real (Brode et al., 2013).

Las condiciones ambientales del lugar de trabajo, tales como la humedad y la calidad del aire en interiores tienen una relación significativa con la satisfacción y el rendimiento de los trabajadores. Calidad del aire interior podría tener un impacto directo sobre los problemas de salud y conduce a entornos de trabajo incómodas. Estos hallazgos son bastante decepcionantes. Cuando nos referimos a la temperatura del aire en el contexto de confort térmico, que se discuten acerca de la temperatura en el espacio donde se encuentra la persona (Ismail, Jusoh, Makhtar, & Daraham, 2010).

En la mayoría de los edificios de oficinas, los ambientes térmicos son generalmente uniforme y controlada por los sistemas centralizados de aire acondicionado y los ocupantes no son capaces de controlar el entorno local de forma individual (Zhou, Ouyang, Zhu, Feng, & Zhang, 2014).

El análisis de datos según la literatura en la revisión, para pruebas se realizó con el programa SPSS 18. Antes de que se llevó a cabo ningún análisis, se confirmó que los datos cumplen los requisitos y supuestos de cada prueba estadística utilizada. Muestras pareadas t -pruebas se utilizaron para comparar las temperaturas o intensidades de calor radiante entre reposo y el ejercicio de los experimentos, dentro de las temperaturas del aire y las condiciones de velocidad o cuando se comparan los conjuntos de datos iniciales y finales en cada una de las seis condiciones. El nivel alfa se fijó en 0,05 (Gueritee & Tipton, 2015). Otros tipos de análisis estadísticos se realizaron con SPSS, la normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Cuando los datos se distribuyen normalmente o cuando las distribuciones estaban sesgadas de manera similar, una de medidas repetidas ANOVA o muestras apareadas t -test se llevó a cabo para estudiar el efecto principal de la temperatura (Maula et al., 2015). Además otra referencia nos cita que el paquete de software disponible comercialmente SPSS se utilizó para analizar los datos, con la variante que para detectar las diferencias de sexo, muestra independiente t -pruebas por condición y por parámetro de resultado para las mujeres y los hombres se llevaron a cabo. La significación estadística se supone si $P < 0,05$ y una tendencia si se supuso $0,05 < p < 0,1$ (Pallubinsky et al., 2016).

Si los datos se distribuyen normalmente se probó con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Shaphiro & Wilk, 1965). Las diferencias entre los datos no distribuidos normalmente se evaluaron con la de Wilcoxon pareada firmado rank test. Las correlaciones entre las variables se informaron sobre la base del coeficiente de Spearman si las variables no se distribuyen normalmente y con el coeficiente de correlación de Pearson si las variables se distribuyen normalmente. Para los datos distribuidos normalmente, se utilizaron la prueba t pareada y ANOVA. Para los datos no distribuidos normalmente, se utilizaron la prueba de Mann-Whitney U-test y el test de Kruskal-Wallis. El tamaño del efecto para las variables binarias se calculó con la media cuadrada coeficiente de contingencia. Para todas las pruebas, los resultados se consideraron estadísticamente significativas cuando $p < 0,05$.

En el diseño ambiental futuro, el confort térmico de los tobillos debe ser analizado, y se recomienda una condición fría calefacción por suelo radiante, como el ambiente térmico más cómodo para los trabajadores de oficina. En consecuencia, grandes cantidades de energía de calefacción se podrían salvar en esta zona en el invierno. Los resultados de este estudio pueden conducir a un uso de energía más eficiente para sistemas de oficina o de calefacción del hogar (Wang, Ning, Ji, Hou, & He, 2015).

La temperatura de confort está dentro del intervalo 21,5 a 24,5 ° C cuando la temperatura externa varía en el 14 a 34 ° C (Ricciardi & Buratti, 2012).

Como registro de otros autores se identifica que se colocaron los instrumentos de medición en el centro de cada habitación a una altura de 0,6 m de altura y se registraron en intervalos de 30 segundos para medición de parámetros físicos (Gao, Wang, & Wargocki, 2015).

En un estudio realizado para confort térmico en edificio se realizó simulación donde los sujetos estaban vestidos con ropa de verano típicas (0,5 CLO). Los sujetos se les permitió a inclinarse hacia atrás o hacia adelante, pero no les permite caminar, ponerse de pie o saltar durante las pruebas. Antes del experimento todos los sujetos asistieron a una sesión de entrenamiento para familiarizarse con la sala de ensayo, métodos de prueba y pregunta en la hoja de encuesta. El confort térmico, la sensación de humedad y la humedad respuesta aceptabilidad de los ocupantes iban desde -3 a 3 (Irshad et al., 2015).

Aunque la norma (ISO, 1998) recomienda la colocación de las sondas en 0,60 m del nivel del suelo (para una persona sentada cuando se hace una sola medición), este estudio acepta la recomendación hecha por (A. S. ASHRAE, 2013) en relación con la colocación de las sondas sobre el nivel del escritorio cuando fuertes fuentes radiantes (es decir, PCs) son bloqueados por los muebles. Por esta razón, todas las mediciones se hicieron a 0,90 m del nivel del suelo (Natarajan, Rodriguez, & Vellei, 2015).

Tabla 5 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación)

Año	Pais	Autor	Titulo	Objetivo	Condiciones ambientales	Estado	Muestra	Materiales y Equipos	Cuestionario	Conclusiones
2001	Reino Unido	Fiala, D.	Predicción por ordenador de termorregulación y temperatura respuestas humanas a una amplia gama de condiciones ambientales	Simular las respuestas normativas de escalofríos, sudoración y vasomoción periférica de sujetos aclimatados	Frío , fresco, ligeramente fresco, neutro, y ambientes calientes	Estacionario y transitorio	90 exposiciones que cubren una gama de temperaturas ambiente estacionario y transitorio entre 5 ° C y 50 ° C y la intensidad de ejercicio entre 46 W / m 2 y 600 W / m 2	Software	n/a	Buena respuesta regulatoria de los datos obtenidos como temperatura interna y temperatura media de la piel de humanos aclimatados con el espectro entero de condiciones climáticas y para diferentes niveles de actividad
2007	China	Huang, Jianhua	Predicción de la temperatura del aire para el confort térmico de las personas en ambientes al aire libre	Determinar la temperatura del aire en que un adulto medio, com ropa y actividad determinada, alcanzan el confort termico en ambiente al aire libre.	Variable	Estacionario y transitorio	Factores ambientales	Software QBASIC	n/a	La predicción de temperatura del aire más precisa es capaz de evitar en los usuarios en condiciones de frío prevenir la hipotermia
2008	Netherlands	van Hoof, J.	Cuarenta años de modelo de confort térmico de Fanger: comodidad para todos?	El apoyo y la crítica, así como las modificaciones al modelo existente PMV con el fin de pasar de un voto Medio predicto para la comodidad de todos.	Variable	Estacionario y transitorio	Revision de los estudios de campo	Estudio experimental / Cámara climatica	n/a	Incluso con tales modificaciones en la evaluación del confort térmico, confort térmico para todos sólo puede lograrse cuando los ocupantes tienen un control efectivo sobre su propio ambiente térmico.
2010	Malaysia	A.R. Ismail	Análisis de los factores ambientales y Confort Térmico en Automotive Paint Shop	Identificar los cambios significativos de confort	Una zona de taller de pintura ventilada	Estacionario y transitorio	Escenario de trabajo / 6 horas a partir 09 a.m.-16:45 pm / 7 personas trabajando en dos turnos	Confort térmico Medición (equipo)	si	La evaluación del confort térmico de este lugar de trabajo que está siguiendo caliente por la sensación térmica y que puedan estar satisfecho por el ocupante.

Tabla 6 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación)

Año	Pais	Autor	Titulo	Objetivo	Condiciones ambientales	Estado	Muestra	Materiales y Equipos	Cuestionario	Conclusiones
2013	Germany	Brode, P.	El Índice de Clima térmica universal UTCI comparado con los estándares de ergonomía para la evaluación del ambiente térmico	Analiza la sensibilidad de UTCI a la humedad y la radiación en el calor y al viento en el frío estandarizados internacionalmente	Diferentes temperaturas de aire y humedad / Se computaron para Ta de 20ºC a 60ºC y Tr-Ta de 0ºC a 60ºC	Estacionario y transitorio	Más de 40 experimentos en laboratorios donde tres participantes hombres climatizados caminaron por 3 horas en una cinta de correr	Cámara climatica / JAVA	n/a	Llegamos a la conclusión de que UTCI proporciona una evaluación correcta de la respuesta fisiológica humana al estrés térmico que van desde el frío extremo al calor extremo.
2014	China	Zhou, X.	Estudio experimental de la influencia del control anticipado en la sensación térmica humana y el confort térmico	Investigar si el control anticipado de los ocupantes de su entorno térmico puede influir en su confort térmico	26ºC, el medio ambiente neutro / la temperatura del aire aumenta gradualmente desde 26°C a 35°C a una velocidad de 1°C cada 7 minutos	Estacionario	4 fueron hombres y 11 fueron mujeres / se ejecutaron 45 experimentos	Cámara climatica / AGILENT registrador de datos / un psicrómetro	n/a	Por lo tanto, tiene la capacidad de controlar el ambiente térmico puede mejorar el confort de los ocupantes
2015	United Kingdom	Gueritee, J.	La relación entre el calor radiante, la temperatura del aire y confort térmico en reposo y ejercicio	Investigar la relación entre la carga de calor radiante, Va y la temperatura del cuerpo con o sin ejercicio determinar los mecanismos fisiológicos que conducen confort térmico y el comportamiento de termorregulación	Temperatura del aire 18ºC, 22ºC, 26ºC	Estacionario y transitorio	Siete hombres voluntarios / cada voluntario completó seis pruebas, en tres días separados (dos pruebas por día, uno en reposo y el otro durante el ejercicio)	Camara climática / Piranómetro / anemómetro / Gafas Oscuras / ventiladores / panel solar / termistor rectal	n/a	Se sugiere que la asignación a conductualmente ajustar el ambiente térmico aumenta la tolerancia del malestar frío

Tabla 7 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación)

Año	Pais	Autor	Titulo	Objetivo	Condiciones ambientales	Estado	Muestra	Materiales y Equipos	Cuestionario	Conclusiones
2015	China	Wang, Zhaojun	Respuestas fisiológicas y psicológicas térmicas humanos bajo diferentes entornos de calefacción	Imitar sistemas FH (Calefacción por suelo radiante) y RH (Calefacción por radiadores)	La temperatura del aire en la habitación A se mantuvo a 19 ° C o 22 ° C condición durante la prueba / La temperatura del aire en la habitación B gama de control fue de -20 a -5 ° C y una precisión de ± 0,5 ° C	Estacionario	Treinta y seis estudiantes universitarios sanos fueron seleccionados como sujetos voluntarios, 20 estudiantes en la HR y 16 estudiantes de FH respectivamente	Climate chamber / T termopar + registrador de datos / anemómetro / Thermohygrometer / Globo termómetro / T termopar + registrador Aglient34970 / Ormon HEM-7112	si	Los resultados de este estudio pueden conducir a un uso más eficiente de la energía para los sistemas de oficina o de calefacción del hogar.
2012	Italy	Ricciardi, Paola	El confort térmico en oficinas abiertas en el norte de Italia: Un enfoque adaptativo	Evaluación objetiva, por medio de los parámetros ambientales adquiridos experimentalmente en los lugares de trabajo seleccionados.	Verano	Estacionario	Nueve oficinas abiertas / 588 cuestionarios y los datos de las campañas experimentales, para cada lugar de trabajo en la mañana y por la tarde	BABUC / "Delta Ohm DO9847"	si	Los parámetros útiles para la aplicación de modelos de adaptación se han elaborado de acuerdo con el enfoque estadístico sugerido por las normas recientes
2015	Finlandia	Maula, H	El efecto de la temperatura un poco caliente en el rendimiento del trabajo y confort en oficinas de planta abierta - un estudio de laboratorio	Determinar el efecto de una temperatura de 29 ° C , la carga de trabajo subjetivo, confort térmico, se perciben las condiciones de trabajo, la fatiga cognitiva en un laboratorio con entorno de oficina realista	Ta 23 y 29 ºC	Estacionario	Treinta y tres estudiantes participaron en el experimento. El tiempo de exposición fue de 3,5 h en ambas condiciones térmicas	Software	si	La temperatura un poco caliente causó dificultades de concentración / Las diferencias en el confort térmico fueron significativas / Las mujeres perciben una temperatura de 23°C más frío que los hombres.

Tabla 8 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación)

Año	Pais	Autor	Titulo	Objetivo	Condiciones ambientales	Estado	Muestra	Materiales y Equipos	Cuestionario	Conclusiones
2015	China	Gao, Jie	Análisis comparativo de los modelos PMV modificados y modelos establecidos para predecir la sensación térmica humana en edificios con ventilación natural	Análisis comparativo sobre la sensación térmica humana estimada por predijeron modificado voto Medio (PMV) modelos y temperatura estándar modificada efectiva (SET) en modelos de edificios con ventilación natural	30,0 (26.2-34.5) ºC	Estacionario y transitorio	1035 personas / Masculino 591 (57,1%)	Draught probe / Swema 3000 / Hygroclip2 / Black globe	si	Se concluye que los modelos establecidos modificados pueden predecir sensación térmica humana de forma más racional y con precisión en comparación con los modelos PMV modificados en edificios con ventilación natural probablemente debido a la velocidad del aire tiene un fuerte efecto sobre la sensación térmica humana en edificios con ventilación natural
2015	Japon	Irshad, Kashif	Estudio de confort térmico de un edificio equipado con sistema de conducto de aire termoeléctrico para el clima tropical	Estudiar el comportamiento de un sistema de conductos de aire termoeléctrico dentro de un conducto de aire para proporcionar confort termico en el ambiente de Malasia	24 ° C a 31,5 ° C	Estacionario	10 Hombres y 10 mujeres	Anemómetro / Termometro de globo / ventilador / modulos termoelectricos	si	El rendimiento óptimo del sistema de TE-AD se obtuvo en el suministro de corriente de entrada de 6 A, más de 80% de los sujetos respondió en el intervalo de ± 1 y cumple con las normas ASHRAE de criterios de aceptabilidad
2015	Reino Unido	Natarajan, Sukumar	Un estudio de campo del confort térmico en el interior de la montaña en el clima subtropical de Bogotá, Colombia	Comparar los datos de confort térmico en edificios de oficinas en Bogotá, Colombia con las predicciones hechas por 3normas bien establecidas: ISO 7730: 2005 (modelo PMV), ANSI / ASHRAE Standard 55: 2013 y norma EN 15251 (modelo adaptativo)	la temperatura del aire ambiente inferior a 27 ° C	Estacionario	115 participantes	Extech HT30 / ATP anemómetro	si	Los resultados proporcionan pruebas sólidas de que la falta de control percibido o real de baja energía con ventilación natural edificios reducen fuertemente el confort térmico de los ocupantes y de este modo invalidan las predicciones del modelo de adaptación.

Tabla 9 Revisión Sistemática referenciada en Prisma (continuación)

Año	Pais	Autor	Titulo	Objetivo	Condiciones ambientales	Estado	Muestra	Materiales y Equipos	Cuestionario	Conclusiones
2016	EEUU	Schiavon, Stefano	Sensación de calado en los tobillos al descubierto para las mujeres expuestas a los desplazamientos que los sistemas de distribución de aire de ventilación y calefacción por suelo	Evaluar experimentalmente el tobillo proyecto de riesgo para las mujeres con los tobillos al descubierto debido a la actual uso generalizado de ventilación por desplazamiento y los sistemas y los cambios en las costumbres de vestir de distribución de aire bajo el suelo	24,1 ° C	Estacionario	Treinta sujetos femeninos participaron en las pruebas	Termisores, anemometro	si	Estos porcentajes de insatisfacción son más altos que los de los estándares internacionales, estadounidenses y europeos, lo que indica la necesidad de desarrollar un proyecto de modelo de riesgo para la ventilación por desplazamiento y sistemas de distribución de aire bajo el suelo.
2016	Paises Bajos	Pallubinsky, H.	Enfriamiento local en un ambiente cálido	Evaluar el efecto de enfriamiento local tanto en mujeres y hombres en los indicadores de satisfacción de los ocupantes: la sensación térmica, confort térmico y temperaturas de la piel.	Temperatura ambiente de 32,3 ± 0,3 °C	Estacionario	Dieciséis jóvenes, voluntarios sanos, 8 hombres y 8 mujeres,	Hygrochron ® , DS1923, Maxim Integrated Products, CA, EE.UU.) / iButtons inalámbricas	si	Las mujeres tenían temperaturas significativamente más altas de la piel en comparación con los hombres.

3 OBJETIVOS, MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Objetivos de la Tesis

El presente trabajo tiene una perspectiva de interpretar datos de confort térmico registrados en una cámara climática, haciendo un levantamiento sobre conocimientos legales, científicos y técnicos de actividades sedentarias que forman parte del área de seguridad e higiene en el trabajo.

Objetivo General:

Analizar la variación de sensación térmica en un ambiente termoneutral y relacionar con disconfort local, realizando una actividad sedentaria en *open space*.

Objetivos específicos:

Evaluar las diferencias de sensación térmica al cabo de 30, 60 y 90 minutos de exposición.

Identificar áreas y zonas de arrefecimiento del rostro que son afectadas en ambiente termoneutral.

Estimar la sensación de disconfort por el arrefecimiento en zonas del rostro expuestas en actividades sedentarias.

3.2 Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en una cámara climática (fitoclima 25000EC20) de laboratorio de PROA en FEUP. Dentro de la cámara climática tenía dos mesas y fue diseñado para parecerse a una oficina en *open space* con ambiente termoneutral a gran escala. Todos los materiales y equipos de medición estaban disponibles como la estación microclimatica, la cámara FLIR SC7000 y muebles de oficina como dos monitores y sus componentes para simular el ambiente de oficina. Pantallas de una altura de 1,3 m se instalaron entre escritorios para eliminar el contacto visual entre los sujetos. Una de las paredes estaba equipado con ventanas artificiales para enfatizar la sensación de estar en un edificio de oficinas real.

3.2.1 Campaña Experimental

La oficina experimental se fijó a una temperatura de 24,0ºC se estima que es neutral con una humedad relativa del 45% (Maula et al., 2015), con aislamiento de ropa =0,7 clo, y la actividad metabólica = 1,2 MET (Schiavon, Rim, Pasut, & Nazaroff, 2016), para las condiciones de un ambiente termoneutral exclusivo para actividades sedentarias, PMV y PPD se realizaron de acuerdo a la norma ISO 7730 en una macro aplicativa de Excel (Guedes, 2010).

3.2.2 Participantes

Treinta y dos jóvenes voluntarios sanos, 20 mujeres y 12 hombres, participaron del estudio. Antes de obtener el consentimiento informado, se les proporcionó información detallada sobre los procedimientos experimentales es importante destacar que no se proporcionó información sobre las condiciones y la temperatura ambiente que estaban expuestos. Todos los participantes ingresaron a la sala experimental con una presión arterial normal, no eran obesos. Los participantes no tomaron ninguna medicación que pueda alterar sus respuestas cardiovasculares, hormonales o de termorregulación a los cambios de temperatura. Características de los participantes se proporcionan en la tabla 6.

Tabla 10 Datos antropométricos de los participantes

	Masculino			Femenino		
Estadística Descriptiva	Edad (anos)	Peso (Kg)	Altura (cm)	Edad	Peso (Kg)	Altura (cm)
Media	(28±5,86)	77,68	179,58	28,25	61,23	163,20
Desviación estándar	5,86	10,78	9,09	5,30	9,00	5,63

3.2.3 Procedimiento Experimental

Los participantes acudieron al laboratorio de PROA entre el mes de marzo y abril del 2016, en un horario que rondaba desde (08:00am-06:00pm). El lapso de tiempo para ingresar era agendado para ser eficientes en el tiempo las pruebas eran de 90 minutos dentro de laboratorio, cn un intervalo de 15 minutos para tomar mediciones antropométricas y presión arterial concordando que esté en condiciones para la prueba. Los participantes usaron su propia ropa interior y ropa estándar adicional que consistía en pantalón Jean, camiseta manga larga, medias de algodón, zapatos deportivos (CLO aproximado de 0,6). Después de los preparativos terminados, los participantes entraron en la cámara climática y se sentaron en una silla (CLO aproximado de 0,1) (Pallubinsky et al., 2016).

Al ingresar el participante como protocolo se le realizo una foto térmica del rostro que era por cada intervalo de 30 minutos, realizaban un cuestionario de confort scales de PEBL, aguardaban los primeros 30 minutos para aclimatar en este tiempo yo explicaba en que consistían los test que iban a registrar ellos en el computador, cuando pasaran los primeros 30 minutos en los cuales ellos ya aclimatizados empezaban un test de batería de PEBL[2], test psicotécnicos como (confort scales, gonogo, P y R, corsi, fourchoice, srt), con el fin de simular un trabajo sedentario. La misma prueba la repetían al cabo de los últimos 30 minutos. No se les permitió hablar durante la prueba ni tocar su cara con las manos porque registraban su temperatura de manos en las mejillas y no registraba

[2] http://pebl.sourceforge.net/ (acedido em 28/11/2015)

una muestra de calidad. Es importante mencionar que se cumplió el protocolo en tiempo y muestras proyectado para cada uno de los ensayos realizados.

3.2.4 Cámara climática

El dispositivo principal es una cámara climática (fitoclima 25000EC20, Figura 6), construido según las normas y directrices relativas a los requisitos de salud y seguridad de la Comunidad Europea. Esta cámara permite simular la exposición a ambientes térmicos de muy diferentes lugares. La temperatura dentro de la cámara puede ser controlada entre -20 ° C a + 50 ° C (± 0,5 ° C) y la humedad de 30% a 98% (± 2%). La cámara está equipada también con O2 y sensores de CO2 Que permite controlar la concentración de gas en los respectivos experimentos. La cámara climática ha sido recientemente calibrado por ISQ (Instituto de Soldadura y Calidad) en el 11/11/2014 - Número de certificado 249/14 EHUM. Sin embargo, esto no haya sido emitida es así, certificado de calibración anterior se ha fijado en su lugar.



Figura 6 Cámara Climática PROA

3.2.5 Cámara FLIR Serie SC7000 infrarrojos

La serie FLIR SC7000 está diseñado específicamente para aplicaciones científicas y de investigación académicos e industriales, así como integradores que requieren una cámara flexible, con alta sensibilidad, precisión, resolución espacial, y la velocidad.

Características de la cámara FLIR Serie SC7000 infrarrojos

Banda espectral LWIR

320 x 256 y 640 x 512 MCT y detectores de InSb

Primer plano de imagen hasta 7 micras

4-posición y el filtro 8-posición motorizado

3.2.6 Thermal Microclimate

El Thermal Microclimate HD32.1 ha sido estudiado para el análisis del microclima en los ambientes de trabajo. Con el instrumento se detectan los parámetros necesarios para establecer si un determinado ambiente de trabajo es ideal para el desenvolviendo de algunas actividades.

El programa operativo A: Análisis Microclimático HD32.1 simultáneamente puede detectar las siguientes magnitudes:

• Temperatura termómetro de globo

• Temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural.

• Temperatura ambiental

• Presión atmosférica

• Humedad relativa

• Velocidad del aire

3.2.7 Software PEBL

PEBL es la psicología de software libre para la creación de experimentos, le permite diseñar sus propios experimentos o utilizar los ya hechos, le permite intercambiar experimentos libremente sin licencia o cargo.

PEBL ofrece un lenguaje de programación sencillo hecho a medida para crear y llevar a cabo muchos experimentos estándar. Es un software libre, licenciado bajo la GPL, tanto con los ejecutables compilados y código fuente disponible sin cargo.

3.2.8 Software Altair by FLIR Systems

Su facilidad de uso, su diseño flexible, su almacenamiento en tiempo real, su control de cámara y sus características radiométricas hacen que Altair sea el perfecto complemento para todas las cámaras FLIR. La suite de software Altair ofrece poderosos y sofisticados elementos para los científicos e ingenieros que desean adquirir, visualizar y procesar imágenes infrarrojas. La suite Altair se compone de diversas herramientas de software que le permiten archivar tareas sencillas y comunes, así como de las más complejas características de administración de plano focal.

Características y beneficios:

- Exclusivamente Diseñado para Termografía Avanzada,
- Funciona con todas las cámaras infrarrojas térmicas refrigeradas avanzadas de FLIR,
- Inigualables funciones de análisis de temperatura,

- Almacenamiento de imágenes en tiempo real en computadora portátil en frecuencia total de imagen,
- Reproductor de video incorporado para películas multisecuenciales,
- Función de exportación completa,
- Función de administración de filtraje,
- Adquisición de señales análogas externas,
- Capacidad de detección de datos sin procesar,
- Calibración personalizada disponible.

3.2.9 Software IBM SPSS Statistics

IBM SPSS Statistics es una familia de software estadístico integrada que se centra en el completo proceso analítico, desde la planificación a la colección de datos y al análisis, "reporting" y despliegue. Con más de una docena de módulos plenamente integrados donde elegir, puede encontrar las capacidades especializadas que necesita para incrementar los ingresos, ganar espacio a la competencia, conducir la investigación y tomar mejores decisiones.

PARTE 2

4 TRATAMIENTO, ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se describirá el estudio del tratamiento de datos y la relación entre las respuestas obtenidas. Este procedimiento es importante para identificar la variación de sensación de confort.

4.1 Tratamiento y análisis Microclimático en laboratorio

Los ensayos realizados en la cámara climática, estaban monitorizados por el Thermal Microclimate para tener valores reales cada 15 segundos y establecer que el ambiente neutro dentro de la cámara climática no tenía variación significativa que altere los resultados (ver APENDICE A).

4.1.1 PMV y PPD

Los valores recomendados para proporcionar un ambiente termoneutral con bienestar térmico global al 90% de los trabajadores (Standardization, 2005) son:

$$-0.5<PMV<+0.5 \text{ ó } PPD <10\%$$

Tabla 11 Variación de PMV

	30	60	90
Min	0,121934919	0,06635441	0,107035422
Max	0,409065113	0,37598263	0,353441321
Med	0,247124011	0,24214911	0,217016484
	0,287130194	0,30962822	0,246405899

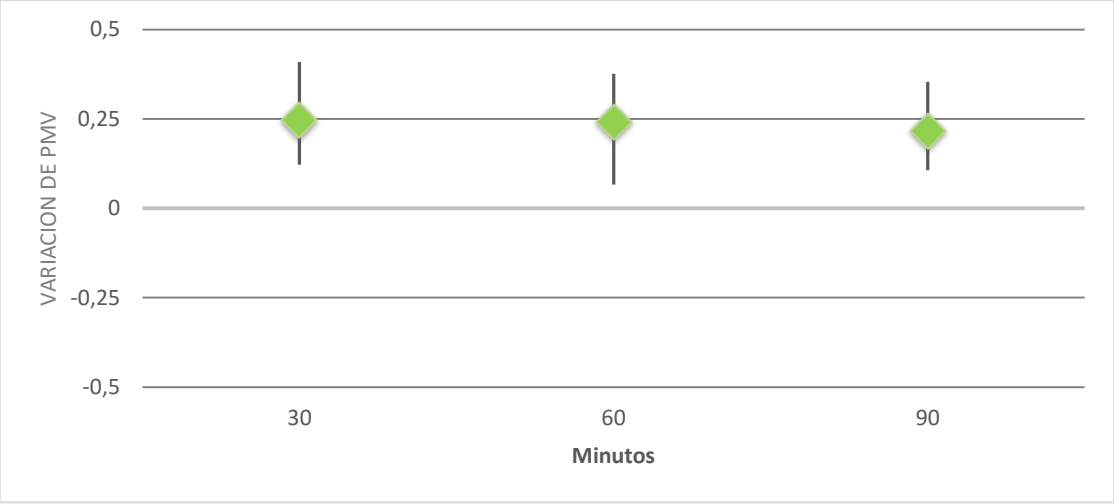


Figura 7 Variación de PMV

La variación de PMV calculado en cada una de las muestras es de menos 0,25 a los 60 minutos registra un intervalo superior y a los 90 minutos es inferior.

Tabla 12 Base de datos de medias de PMV en ensayos

	30P10	30P112	30P12	30P134	30P156	30P17	30P189	30P201	30P22	30P23	30P24	30P25	30P267	30P289	30P30	30P312	30P34	30P5	30P67	30P89
Max	0,25	0,24	0,25	0,30	0,28	0,22	0,27	0,26	0,33	0,26	0,29	0,29	0,27	0,30	0,27	0,29	0,28	0,26	0,26	0,24
Med	0,20	0,21	0,18	0,26	0,21	0,12	0,20	0,20	0,26	0,18	0,24	0,25	0,15	0,17	0,23	0,24	0,22	0,20	0,18	0,18
Min	-0,05	0,08	-0,02	0,09	-0,08	-0,04	0,12	0,03	0,13	0,07	-0,03	-0,01	0,00	0,10	0,13	0,17	0,10	-0,06	-0,08	-0,17
	60P10	**60P112**	**60P12**	**60P134**	**60P156**	**60P17**	**60P189**	**60P201**	**60P22**	**60P23**	**60P24**	**60P25**	**60P267**	**60P289**	**60P30**	**60P312**	**60P34**	**60P5**	**60P67**	**60P89**
Max	0,26	0,30	0,30	0,29	0,30	0,25	0,30	0,32	0,31	0,26	0,29	0,29	0,27	0,30	0,31	0,29	0,32	0,20	0,29	0,28
Med	0,23	0,23	0,23	0,27	0,26	0,15	0,23	0,26	0,26	0,22	0,25	0,25	0,19	0,24	0,24	0,25	0,25	0,15	0,24	0,23
Min	0,19	0,08	-0,06	0,08	0,00	0,00	0,00	0,02	0,15	-0,12	-0,01	0,15	0,05	0,19	0,07	0,04	-0,01	-0,05	-0,03	0,12
	90P10	**90P112**	**90P12**	**90P134**	**90P156**	**90P17**	**90P189**	**90P201**	**90P22**	**90P23**	**90P24**	**90P25**	**90P267**	**90P289**	**90P30**	**90P312**	**90P34**	**90P5**	**90P67**	**90P89**
Max	0,26	0,31	0,28	0,30	0,30	0,21	0,31	0,31	0,28	0,27	0,33	0,30	0,27	0,22	0,31	0,29	0,33	0,25	0,28	0,32
Med	0,22	0,25	0,23	0,27	0,26	0,17	0,24	0,26	0,25	0,22	0,25	0,25	0,21	0,19	0,25	0,26	0,26	0,20	0,24	0,25
Min	0,15	0,08	0,03	0,10	0,09	-0,07	0,14	0,00	0,11	0,16	0,05	0,05	0,05	0,11	0,02	0,11	-0,02	0,01	0,07	0,14
30 Var	0,30	0,17	0,26	0,21	0,36	0,26	0,15	0,23	0,20	0,19	0,32	0,30	0,27	0,20	0,15	0,12	0,19	0,32	0,34	0,41
60 Var	0,07	0,22	0,36	0,21	0,30	0,25	0,30	0,30	0,16	0,38	0,30	0,14	0,22	0,11	0,24	0,25	0,32	0,24	0,31	0,16
90 Var	0,11	0,22	0,26	0,20	0,21	0,28	0,17	0,30	0,17	0,11	0,29	0,25	0,22	0,11	0,29	0,17	0,35	0,24	0,21	0,17

Tabla 13 Media de PMV

	30	*60*	*90*
Min	0,023717597	0,04371218	0,06931484
Max	0,270841608	0,28586129	0,28633133
Med	0,203280753	0,23129959	0,2368924
	0,247124011	0,24214911	0,21701648

La media de PMV calculado en cada una de las muestras es de menos 0,25, registra un intervalo superior a los 30 minutos e inferior a los 90 minutos.



Figura 8 Media de PMV

Tabla 14 Base de datos de medias de PPD en ensayos

	30P10	30P112	30P12	30P134	30P156	30P17	30P189	30P201	30P22	30P23	30P24	30P25	30P267	30P289	30P30	30P312	30P34	30P5	30P67	30P89
Max	6,30	6,23	6,26	6,87	6,60	6,05	6,53	6,36	7,32	6,38	6,70	6,72	6,47	6,91	6,56	6,73	6,66	6,38	6,45	6,23
Med	5,85	5,90	5,77	6,40	5,97	5,44	5,84	5,83	6,48	5,74	6,21	6,35	5,64	5,69	6,07	6,24	6,02	5,88	5,72	5,72
Min	5,02	5,13	5,00	5,16	5,00	5,00	5,29	5,02	5,35	5,09	5,02	5,00	5,00	5,21	5,33	5,58	5,20	5,00	5,00	5,00
	60P10	**60P112**	**60P12**	**60P134**	**60P156**	**60P17**	**60P189**	**60P201**	**60P22**	**60P23**	**60P24**	**60P25**	**60P267**	**60P289**	**60P30**	**60P312**	**60P34**	**60P5**	**60P67**	**60P89**
Max	6,38	6,93	6,86	6,75	6,86	6,31	6,87	7,13	7,02	6,36	6,72	6,72	6,53	6,86	6,99	6,75	7,09	5,82	6,70	6,63
Med	6,06	6,13	6,15	6,48	6,38	5,50	6,14	6,44	6,45	6,04	6,34	6,31	5,79	6,19	6,26	6,31	6,36	5,53	6,26	6,13
Min	5,76	5,15	5,02	5,13	5,00	5,00	5,00	5,01	5,49	5,30	5,00	5,45	5,05	5,73	5,11	5,03	5,00	5,00	5,02	5,29
	90P10	**90P112**	**90P12**	**90P134**	**90P156**	**90P17**	**90P189**	**90P201**	**90P22**	**90P23**	**90P24**	**90P25**	**90P267**	**90P289**	**90P30**	**90P312**	**90P34**	**90P5**	**90P67**	**90P89**
Max	6,37	6,96	6,66	6,91	6,86	5,93	7,01	6,96	6,63	6,49	7,33	6,86	6,53	5,99	6,99	6,73	7,30	6,31	6,61	7,06
Med	6,05	6,31	6,19	6,47	6,46	5,59	6,22	6,41	6,27	5,99	6,38	6,30	5,95	5,79	6,29	6,45	6,49	5,91	6,21	6,35
Min	5,44	5,14	5,01	5,20	5,17	5,04	5,42	5,00	5,27	5,54	5,04	5,04	5,05	5,24	5,01	5,27	5,00	5,00	5,10	5,42
30 Var	1,28	1,10	1,26	1,71	1,60	1,05	1,24	1,34	1,96	1,29	1,67	1,72	1,47	1,69	1,23	1,16	1,47	1,38	1,45	1,23
60 Var	0,62	1,78	1,85	1,63	1,86	1,31	1,87	2,12	1,53	1,07	1,72	1,27	1,48	1,13	1,88	1,72	2,09	0,82	1,68	1,34
90 Var	0,93	1,82	1,65	1,71	1,69	0,89	1,59	1,96	1,35	0,95	2,29	1,82	1,48	0,74	1,98	1,46	2,30	1,31	1,51	1,65

Tabla 15 Variación de PPD

	30	*60*	*90*
Min	1,045902245	0,619856212	0,742035967
Max	1,964922133	2,121887447	2,303514307
Med	1,415339131	1,53780482	1,553493457
	0,919019888	1,502031235	1,56147834

La variación de PPD calculado en cada una de las muestras es de menos 1,6 a los 90 minutos registra un intervalo superior y a los 30 minutos es inferior.

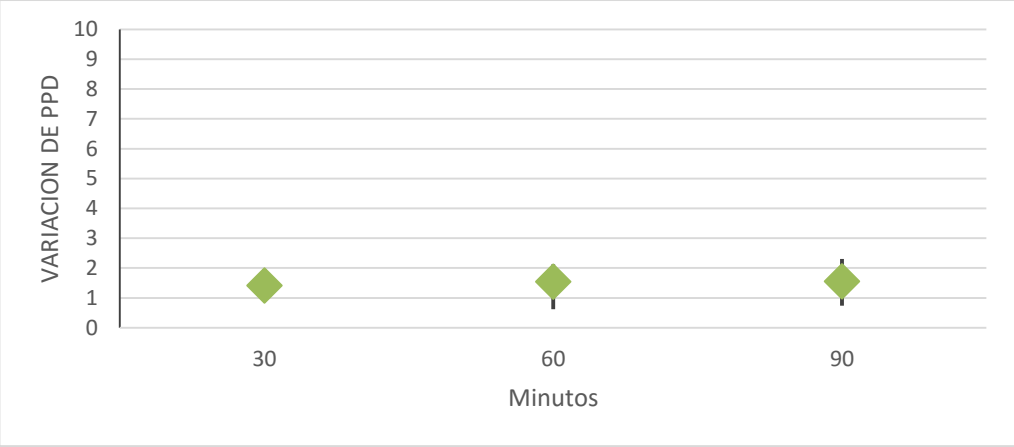


Figura 9 Variación de PPD

Tabla 16 Media de PPD

	30	*60*	*90*
min	5,120733951	5,175767088	5,171744092
max	6,536073082	6,713571908	6,725237549
med	5,939374178	6,162754164	6,204770039
	1,415339131	1,53780482	1,553493457

La media de PPD calculado en cada una de las muestras es de menos 6,21 registra un intervalo superior a los 60 minutos e inferior a los 30 minutos.

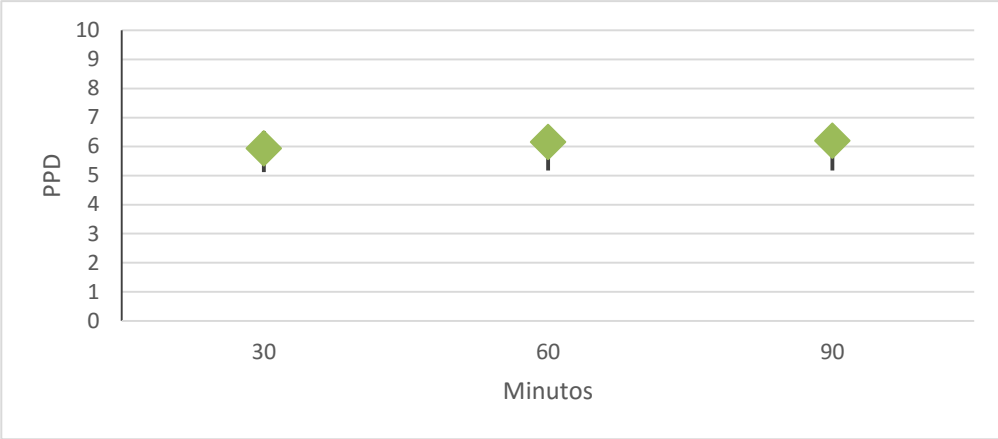


Figura 10 Media de PPD

4.1.2 Humedad Relativa

Tabla 17 Base de datos de medias de Humedad Relativa en ensayos

	30P10	**30P112**	**30P12**	**30P134**	**30P156**	**30P17**	**30P189**	**30P201**	**30P22**	**30P23**	**30P24**	**30P25**	**30P267**	**30P289**	**30P30**	**30P312**	**30P34**	**30P5**	**30P67**	**30P89**
Max	45,50	46,90	46,60	46,40	47,40	50,60	47,10	46,10	45,90	47,00	46,10	45,50	47,30	47,00	46,90	45,80	46,30	47,20	47,10	47,20
Med	44,63	45,03	45,50	44,99	44,99	47,14	45,58	44,91	44,78	45,99	45,40	44,00	46,17	45,59	45,16	44,90	45,26	46,27	45,50	45,70
Min	43,50	44,10	44,60	44,10	43,40	44,80	43,70	43,90	43,90	45,10	44,50	42,10	44,90	44,20	44,10	44,20	44,30	44,30	44,50	44,30
	60P10	**60P112**	**60P12**	**60P134**	**60P156**	**60P17**	**60P189**	**60P201**	**60P22**	**60P23**	**60P24**	**60P25**	**60P267**	**60P289**	**60P30**	**60P312**	**60P34**	**60P5**	**60P67**	**60P89**
Max	45,70	46,20	46,70	45,30	46,90	46,80	46,80	46,00	45,40	46,20	45,00	45,00	47,10	47,00	46,10	45,70	45,90	46,60	46,40	46,20
Med	44,53	44,85	45,19	44,74	45,01	45,94	45,25	44,76	44,74	45,60	43,87	43,61	45,70	45,67	45,10	44,92	44,82	45,71	45,06	45,26
Min	43,50	42,20	44,60	44,10	44,00	45,40	44,10	43,70	44,00	45,20	42,10	42,10	44,70	45,00	44,40	44,30	44,30	45,20	43,80	44,50
	90P10	**90P112**	**90P12**	**90P134**	**90P156**	**90P17**	**90P189**	**90P201**	**90P22**	**90P23**	**90P24**	**90P25**	**90P267**	**90P289**	**90P30**	**90P312**	**90P34**	**90P5**	**90P67**	**90P89**
Max	44,90	46,10	46,30	45,30	46,90	46,40	46,20	46,30	45,80	48,30	47,10	47,10	46,60	46,50	46,00	45,50	45,30	46,50	45,70	47,30
Med	44,48	44,84	45,15	44,70	44,78	45,83	45,13	44,87	44,76	44,66	45,89	45,53	45,68	45,41	45,11	44,84	44,77	45,59	44,79	44,89
Min	43,50	43,80	44,60	44,00	42,90	45,40	44,10	43,50	44,20	42,30	44,30	43,50	44,90	44,30	44,60	44,10	44,30	45,00	43,50	44,10
30 Var	2,00	2,80	2,00	2,30	4,00	5,80	3,40	2,20	2,00	1,90	1,60	3,40	2,40	2,80	2,80	1,60	2,00	2,90	2,60	2,90
60 Var	2,20	4,00	2,10	1,20	2,90	1,40	2,70	2,30	1,40	1,00	2,90	2,90	2,40	2,00	1,70	1,40	1,60	1,40	2,60	1,70
90 Var	1,40	2,30	1,70	1,30	4,00	1,00	2,10	2,80	1,60	6,00	2,80	3,60	1,70	2,20	1,40	1,40	1,00	1,50	2,20	3,20

La variación de humedad relativa calculada en cada una de las muestras es de menos 5 registra un intervalo superior a los 90 minutos e inferior a los 60 minutos.

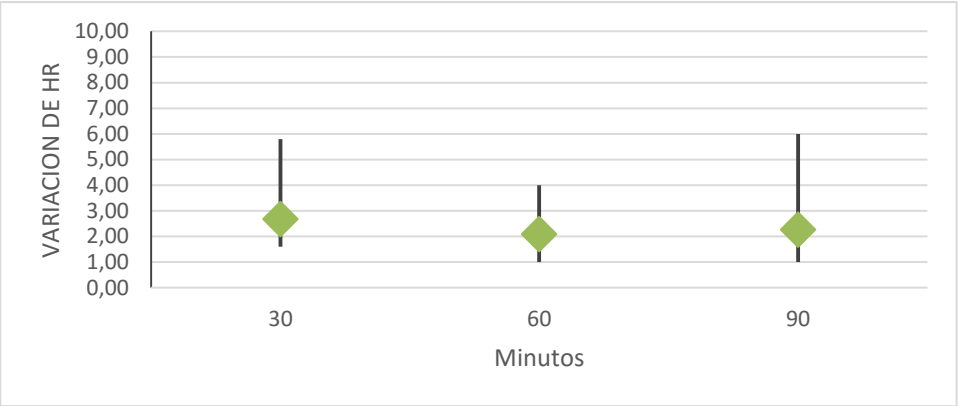


Figura 11 Variación de Humedad Relativa

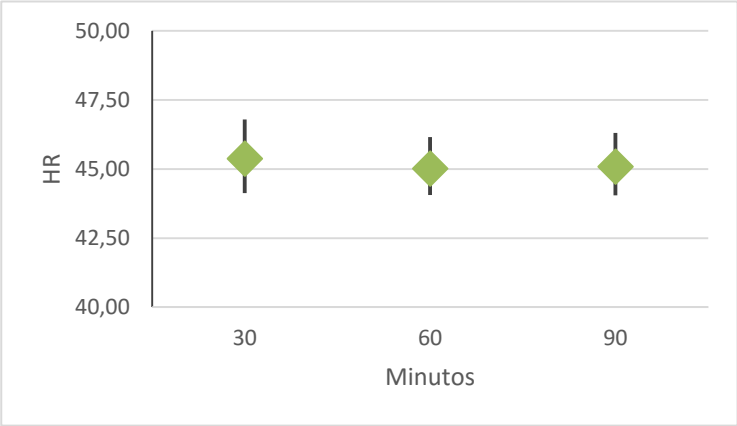


Figura 12 Media de Húmedad Relativa

La media de humedad relativa calculada en cada una de las muestras es de menos 46, registra un intervalo superior a los 30 minutos e inferior a los 60 minutos.

4.1.3 Velocidad de Aire

La variación de Vaire calculada en cada una de las muestras es de menos 0.17 registra un intervalo superior a los 30 minutos e inferior a los 90 minutos



Figura 13 Variación de Velocidad del aire



Figura 14 Media de Velocidad del aire

La media de velocidad del aire calculada en cada una de las muestras es de menos 0,05 y registra un intervalo superior a los 30:60 minutos e inferior a los 90 minutos.

4.1.4 Temperatura Ambiente

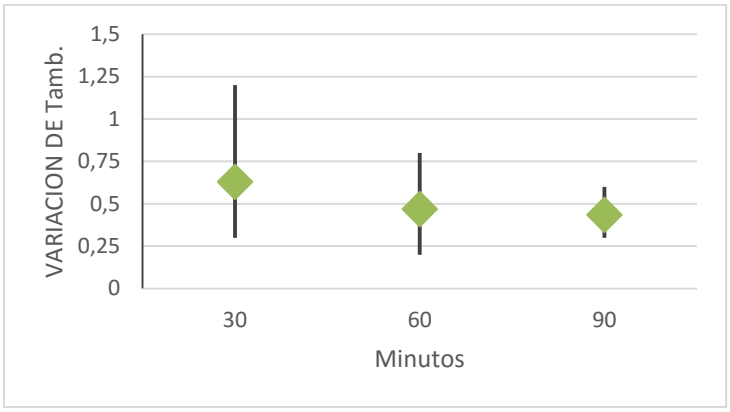


Figura 15 Variación de Temperatura Ambiente

La variación de la temperatura de ambiente calculada en cada una de las muestras es de menos 0,63 registra un intervalo superior a los 30 minutos e inferior a los 90 minutos.

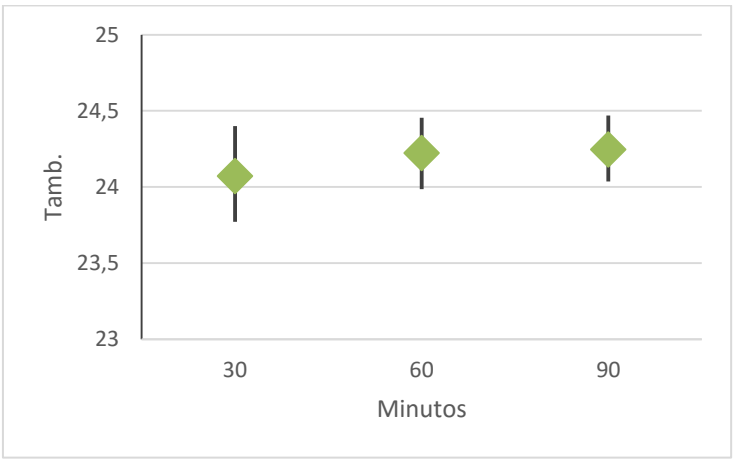


Figura 16 Media de Temperatura Ambiente

La media de temperatura ambiente calculada en cada una de las muestras es de menos 24,25 y registra un intervalo superior a los 30 minutos e inferior a los 90 minutos.

4.1.5 Temperatura radiante Media

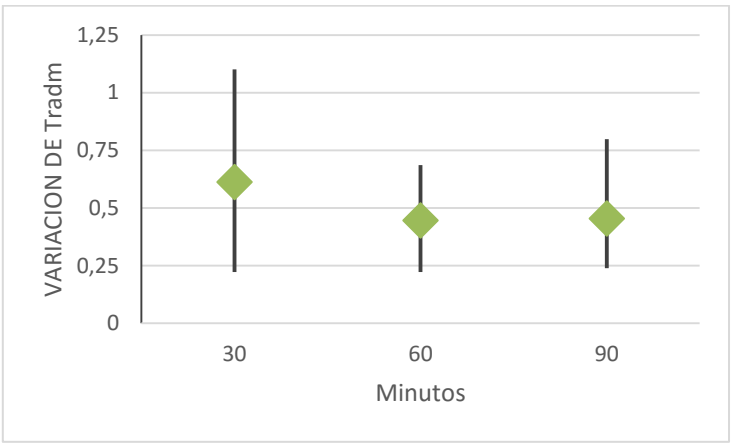


Figura 17 Variación de Temperatura Radiante Media

La variación de la temperatura de ambiente calculada en cada una de las muestras es de menos 0,62 registra un intervalo superior a los 30 minutos e inferior a los 60 minutos.

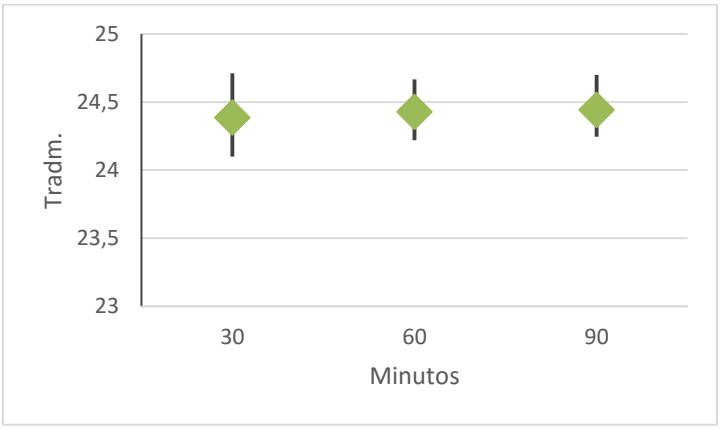


Figura 18 Media De Temperatura Radiante Media

La media de temperatura radiante media calculada en cada una de las muestras es de menos 24,45 y registra un intervalo superior a los 30 minutos e inferior a los 60 minutos.

Por estos resultados encontramos que el ambiente termoneutral que se registró en cada uno de los ensayos dentro de la cámara climática era controlado y homogéneo, se cumplió de manera tal que no hay variaciones significativas o que demuestren que el ambiente no fue el apropiado. Y el análisis realizado para determinar se considera desde los valores medios y la variación de los valores medios de índice de Fanger, lo que nos da más seguridad de que el ambiente termoneutral era el apropiado para la recolección de datos.

4.2 Tratamiento y análisis de TSV

En la siguiente tabla 14 se detalla los resultados de los cuestionarios de sensación térmica.

Tabla 18 Valores de Cuestionario de TSV en Cámara Climática

Minutos	0				30				60				90			
Participantes	TC10	TC20	TC30	TC40	TC11	TC21	TC31	TC41	TC12	TC22	TC32	TC42	TC13	TC23	TC33	TC43
P1	58	0	3	4	36	1	3	2	38	0	3	3	10	-1	3	3,6
P2	0	1	3	3	10	-1	3	4	-20	-1	3	4	0	-2	3	4
P3	40	0	3	3	40	-1	3	3	40	-1	4	3	10	-1	4	3,8
P4	20	0	3	3	20	-1	3	3	-20	0	3	3,4	-20	-1	3	4
P5	30	0	3	3	20	0	3,1	3,2	20	0	3	3	22	0	3	3
P6	0	-1	4	4	0	-2	4	4	-40	0	3	4	-40	-3,1	3,3	5,5
P7	38	2	3	3	40	1	3	2,6	56	0	3	3	38	-0,3	3	3,3
P8	0	0	3	3	10	-1	2	3	38	-2	4	4	38	-1	3	3
P9	-10	0	3,3	3	-20	-0,5	3	3,3	-20	0	3	3,3	0	0	3	3,2
P10	-5	-0,2	3,2	3	-10	-0,8	3	3,8	-20	-1,2	3,2	4	-18	-1,2	3,4	3,9
P11	38	-0,2	2,8	2,8	55	-1,3	3,5	3,1	35	-0,8	2,8	2,8	35	-1,2	2,8	2,8
P12	45	1	3	4	35	-0,3	3	3,4	35	-0,5	3	3,3	-5	-0,3	3	3,1
P13	35	-0,5	0	3,1	35	-0,5	0	3,2	-20	0	0	3	-20	-1	3	4
P14	50	1	3	3	45	1	3	3	35	1	3	3	35	1	3	3
P15	-25	-0,4	3	3,2	-10	1	3,5	2,5	-18	1	3,5	2,5	-10	0,5	3,4	2,8
P16	10	0	3,5	3,5	10	-0,4	3,5	3,5	0	-1	3,5	3,5	-40	-1,5	3,5	4
P17	20	1	3,5	2,8	-20	0	3	4	-20	-1	4	4	-30	-1,2	4	4
P18	30	0	3	3	30	0	3	3	-10	-0,2	3,4	3,3	-10	-1	4	4
P19	10	1	3	2,5	-5	-1,3	4	2,8	-45	-3	4	4,4	-43	-2,4	4	4,5
P20	60	-1	3	2	20	0	3	3	-20	-1	3	2	-40	-1	4	13
P21	5	-1	2	2,3	-20	-1	2,5	3,5	40	0	2	2,5	-10	-1	2,5	3,5
P22	35	-1	3	3,5	20	0	3	3,8	40	0	4	3	40	-0,3	3,5	3,5
P23	35	0	2,5	4	-20	-2	3	4	-40	-2	3	4	-60	-2	3	5
P24	-20	-2	3	4	-45	-3	3	5	-60	-3,5	2	6	-18	-1,4	2	0,5
P25	55	0	3	3	15	-0,5	3	2,7	-5	0	3	3	0	-0,5	3	2,8
P26	0	0	3	3	-5	-0,7	3	3,3	-20	-1,2	3,2	3,8	-40	-2,7	3,4	4,4
P27	35	0	3	3	-20	-1	2	2	-40	2	2	2	-60	-3	4	4
P28	20	-1	2,6	3,5	-20	-2	2	4	35	-0,5	2,5	3,5	20	-1	2	3,9
P29	-20	0	4	2	10	0	4	3	-20	-1	3	4	0	0	3	3
P30	-10	-0,5	3	3,5	10	-0,5	3	3,5	0	-0,3	3	3,2	0	0	3	3
P31	-20	1	3	2,8	10	-1	3	3	-20	0	3	3,3	-40	-2	2,5	2,5
P32	10	-0,3	3,5	2,7	-10	0,5	3,8	2,6	10	0,3	3,5	2,8	20	-1	2,5	3

Este análisis se llevó a cabo con las respuestas del cuestionario de TSV en los 90 minutos del ensayo por intervalo de 30 minutos, considerando de igual manera al ingreso de los participantes. Los datos obtenidos responden al Software de PEBL Test Battery Comfort Scales (ver Anexo 1) (Hart & Staveland, 1988)

4.2.1 Test para análisis de normalidad de datos TSV

Realice este test con ayuda del software SPSS (ver APENDICE B), analizando con referencia de la elección del test estadístico un tutorial que debe ser empleado (NORMANDO, Tjäderhane, & Quintão, 2010), principalmente, para personas que deseemos obtener respuestas comunes relacionadas al test más apropiado para ejecutar comparaciones entre grupos, considerando que mi muestra es superior a 30.

Tabla 19 Test de Normalidad de TSV Confort o disconfort

Test de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadística	gl	Sig.	Estadística	gl	Sig.
CERO MINUTOS	,131	32	,178	,955	32	,195
30 MINUTOS	,122	32	,200*	,965	32	,374
60 MINUTOS	,203	32	,002	,905	32	,008
90 MINUTOS	,118	32	,200*	,954	32	,184
*. Este es un límite inferior de significancia verdadera.						
a. Correlación de Significancia de Lilliefors						

Los valores registrados corresponden al test de normalidad de Shapiro Wilk

Criterio para determinar la normalidad:

P-valor => α Aceptar H0 = Los datos provienen de una distribución normal.

P-valor < α Aceptar H1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Normalidad

P-valor = 0.195	>	α=0.05
P-valor = 0.374	>	α=0.05
P-valor = 0.184	>	α=0.05

Los datos de Confort o disconfort provienen de una distribución normal en los intervalos de 0, 30,90 minutos respectivamente, pero no sucede lo mismo con el caso de los 60 minutos. Dado que si responde a la mayoría de los intervalos, comprobamos a través de (gráficos Q-Q) tratando de identificar en el software SPSS que si estos valores tienen un comportamiento normal, de no ser así es necesario estandarizar para identificar si estandarizados siguen una normalidad para utilizar de acuerdo a los datos y gráficos un test ideal para este tipo de ensayo con variables dependientes.

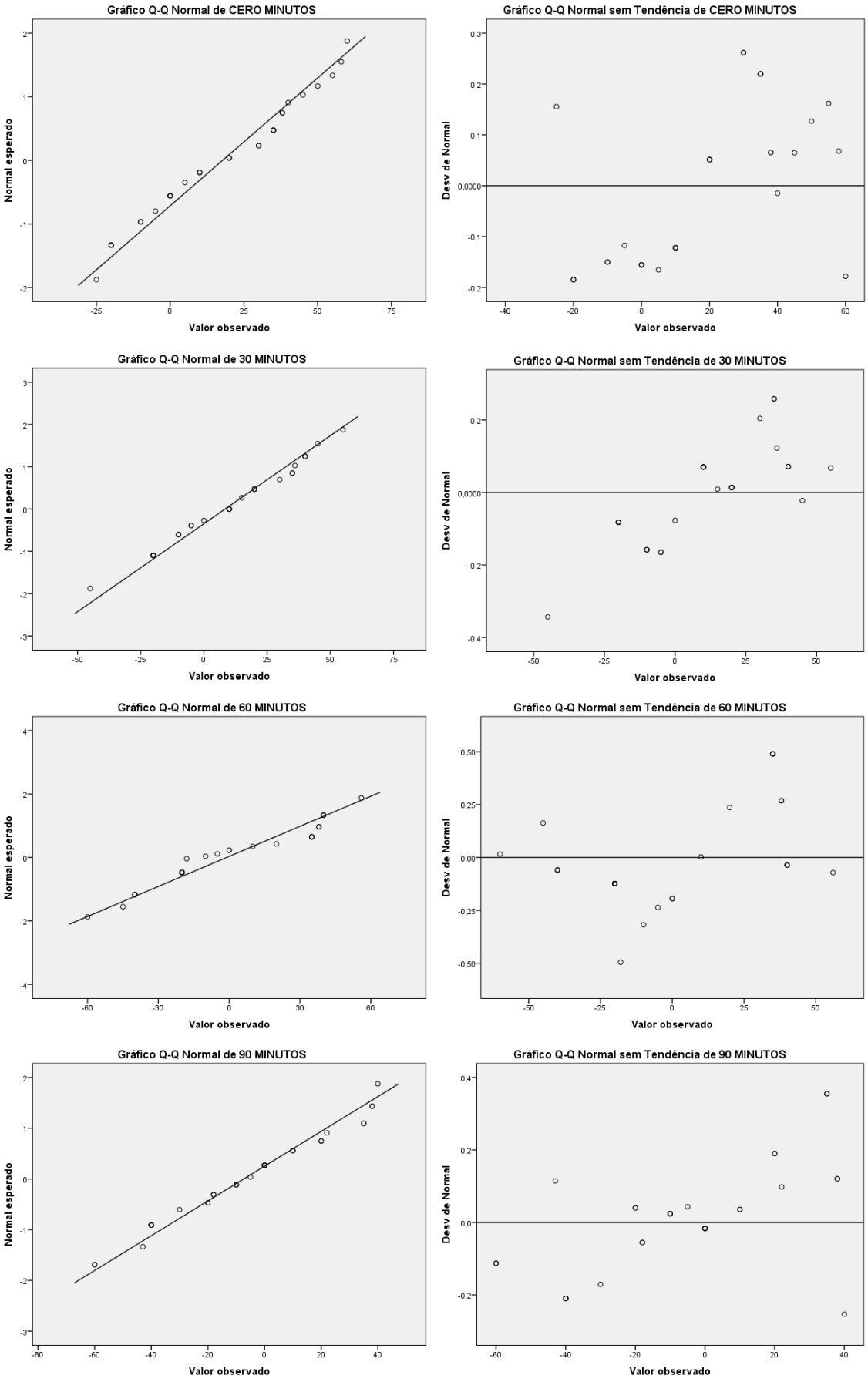


Figura 19 Graficos Q-Q de normalidad de cuestionarios TSV

Se estandarizo la muestra con el software SPSS para tener un ajuste de las escalas utilizadas en el cuestionario de confort o disconfort, puesto que el ambiente era termoneutral dentro de la cámara climática, y el resultado nos demuestra que la estandarización aplicada presenta una normalidad, que nos permitiría realizar el tipo de test que se ajuste a muestras dependientes que se deseen comparar en un antes y después.

4.2.2 Test de T para TSV

Es utilizado en este estudio porque deseo comparar grupos mediante las diferencias entre las muestras dependientes realizadas en el ensayo, por cada parcial de 30 minutos para el confort o disconfort.

Los datos son numéricos siguen una distribución normal por eso aplicamos el test t de muestras dependientes (NORMANDO et al., 2010).

Tabla 20 Estadística de muestras dependientes

		Media	N	Desvio Padrão	Erro Padrão da Media
Par 1	**30 MINUTOS**	8,3125	32	24,01940	4,24607
	CERO MINUTOS	17,7813	32	24,86056	4,39477
Par 2	**60 MINUTOS**	-1,1250	32	31,65209	5,59535
	30 MINUTOS	8,3125	32	24,01940	4,24607
Par 3	**90 MINUTOS**	-7,3750	32	29,18434	5,15911
	60 MINUTOS	-1,1250	32	31,65209	5,59535
Par 4	**90 MINUTOS**	-7,3750	32	29,18434	5,15911
	30 MINUTOS	8,3125	32	24,01940	4,24607

Tabla 21 Correlación de muestras dependientes

		N	Correlación	Sig.
Par 1	**30 MINUTOS & CERO MINUTOS**	32	,583	,000
Par 2	**60 MINUTOS & 30 MINUTOS**	32	,575	,001
Par 3	**90 MINUTOS & 60 MINUTOS**	32	,795	,000
Par 4	**90 MINUTOS & 30 MINUTOS**	32	,474	,006

Tabla 22 Test de muestras dependientes

		Diferencias dependientes					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desvio Padrão	Erro Padrão da Media	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
					Inferior	Superior			
Par 1	**30 MINUTOS - CERO MINUTOS**	-9,46875	22,33034	3,94748	-17,51970	-1,41780	-2,399	31	,023
Par 2	**60 MINUTOS - 30 MINUTOS**	-9,43750	26,55358	4,69405	-19,01109	,13609	-2,011	31	,053
Par 3	**90 MINUTOS - 60 MINUTOS**	-6,25000	19,63210	3,47050	-13,32813	,82813	-1,801	31	,081
Par 4	**90 MINUTOS - 30 MINUTOS**	-15,6875	27,65273	4,88836	-25,65737	-5,71763	-3,209	31	,003

El criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida **P-valor ≤ α, se rechace H_0 (Se acepta H_1)**

Si la probabilidad obtenida **P-valor > α, no rechace H_0 (Se acepta H_0)**

Decisión Estadística

P-valor = 60-30	>	α=0.05
P-valor = 90-60	>	α=0.05
P-valor ≠ 90-30	<	α=0.05

No existen diferencias significativas en las medias de confortabilidad de los participantes entre los 60-30 y 90-60 (minutos) en la prueba de laboratorio. Por lo que la sensación térmica media no tiene efectos significativos sobre la variación de confortabilidad en los participantes respondiendo al intervalo de 30 minutos. Pero, si existe un intervalo superior a 30 minutos como la diferencia entre 90-30 minutos hay variación con respecto al TSV.

4.3 Tratamiento y análisis de Imagen de cámara térmica

4.3.1 Temperatura media de imágenes con enfoque frontal

Tabla 23 Temperatura media de imágenes con enfoque frontal

Personas	*0_MDF_TM*	*30_MDF_TM*	*60_MDF_TM*	*90_MDF_TM*	*0_MIF_TM*	*30_MIF_TM*	*60_MIF_TM*	*90_MIF_TM*	*0_NF_TM*	*30_NF_TM*	*60_NF_TM*	*90_NF_TM*
P1	32,88	33,19	32,67	32,78	32,40	32,93	31,63	32,21	32,61	32,48	31,57	31,39
P2	31,63	32,28	31,98	31,95	32,27	32,41	32,17	32,26	30,96	33,28	30,49	30,43
P3	33,65	34,10	33,76	33,48	33,67	34,15	33,82	33,04	28,42	32,46	30,83	29,76
P4	33,25	31,70	31,80	31,71	33,09	32,12	31,74	31,46	34,39	32,66	29,67	29,47
P5	32,97	34,11	33,96	34,03	32,73	33,86	33,57	33,90	28,41	32,54	29,60	32,32
P6	32,48	33,93	33,72	32,37	32,21	33,55	33,24	31,99	26,84	30,25	29,00	26,36
P7	30,98	31,52	31,47	30,96	31,50	31,29	31,11	30,61	30,07	29,13	29,14	28,48
P8	33,28	32,76	32,11	31,81	32,68	32,55	32,03	31,62	31,07	30,30	29,33	28,79
P9	30,75	30,80	30,79	30,03	30,83	31,61	30,66	30,28	27,50	26,77	26,45	25,94
P10	33,03	31,35	31,20	30,69	32,44	31,11	30,81	30,64	32,34	32,12	31,51	30,03
P11	32,78	32,50	32,63	32,67	32,71	32,38	32,76	32,74	27,91	28,33	28,37	28,88
P12	30,52	30,89	31,38	30,88	30,58	30,72	31,04	30,88	26,96	27,62	26,93	27,22
P13	31,29	35,54	35,48	34,91	31,32	34,01	35,07	34,65	30,88	31,68	29,94	28,68
P14	32,23	32,00	32,07	31,93	32,21	32,10	31,64	31,38	33,07	31,88	30,52	28,87
P15	32,74	32,41	32,03	31,86	32,71	32,68	32,67	31,97	31,01	28,43	28,27	28,60
P16	32,38	32,29	32,05	32,43	32,07	31,85	31,83	32,23	30,67	31,88	31,92	31,45
P17	33,15	33,43	33,33	33,04	33,15	33,13	32,91	32,26	28,87	29,52	29,70	28,91
P18	30,27	31,30	31,22	31,03	30,79	31,49	31,73	31,40	28,99	29,55	27,50	27,10
P19	32,52	32,85	32,55	32,02	31,76	32,59	32,51	31,82	25,94	29,55	29,36	28,86
P20	34,34	34,65	34,36	34,35	34,73	34,68	34,30	33,66	34,03	34,38	33,67	32,44
P21	32,91	34,34	34,40	34,51	32,90	34,62	34,50	34,28	30,00	32,91	32,84	32,72
P22	30,43	32,42	31,85	30,49	30,80	31,68	30,59	30,10	27,29	31,87	27,71	26,76

P23	32,03	31,90	31,74	32,06	31,97	31,48	30,81	30,89	34,59	30,84	27,21	27,37
P24	34,20	34,72	34,73	34,51	34,25	34,80	34,56	32,73	30,88	32,98	30,80	30,78
P25	31,31	31,05	31,30	31,86	31,61	31,45	31,36	31,68	33,20	33,01	28,83	29,79
P26	34,21	33,76	31,85	31,67	34,60	34,35	32,94	32,82	29,48	30,67	27,94	27,88
P27	33,21	33,52	33,35	33,40	33,14	33,00	33,21	33,23	31,91	31,83	31,84	31,20
P28	31,82	32,82	34,17	34,36	31,41	32,11	33,04	33,36	28,22	30,16	29,84	30,10
P29	31,90	32,72	34,13	33,92	31,50	32,21	32,86	32,55	30,61	32,44	28,13	27,85
P30	32,19	32,21	32,27	31,22	32,15	31,81	31,43	30,59	29,31	27,10	27,44	27,61
P31	31,22	31,59	31,83	32,07	31,76	32,22	32,48	32,66	28,96	29,34	29,02	29,37
P32	34,66	34,92	33,50	34,38	34,15	34,71	33,17	34,41	26,74	26,30	24,96	26,86

Los datos medios obtenidos de temperatura en zona específica de la cara, que registraba más disconfort utilizando del Software Altair de FLIR registrado en los 90 minutos del ensayo por intervalo de 30 minutos, considerando de igual manera al ingreso de los participantes véase APENDICE C.

4.3.2 Área media de imágenes con enfoque frontal

Tabla 24 Área media de imágenes con enfoque frontal

Personas	***0_MDF_AM***	***30_MDF_AM***	***60_MDF_AM***	***90_MDF_AM***	***0_MIF_AM***	***30_MIF_AM***	***60_MIF_AM***	***90_MIF_AM***	***0_NF_AM***	***30_NF_AM***	***60_NF_AM***	***90_NF_AM***
P1	888,00	550,00	509,00	592,00	355,00	523,00	663,00	930,00	488,00	483,00	498,00	642,00
P2	424,00	471,00	297,00	275,00	468,00	410,00	361,00	241,00	380,00	357,00	438,00	338,00
P3	335,00	549,00	383,00	517,00	449,00	490,00	598,00	296,00	405,00	528,00	383,00	379,00
P4	290,00	213,00	694,00	696,00	251,00	224,00	343,00	361,00	183,00	143,00	275,00	298,00
P5	724,00	685,00	601,00	841,00	714,00	590,00	370,00	320,00	679,00	620,00	542,00	519,00
P6	461,00	439,00	243,00	458,00	298,00	297,00	289,00	313,00	336,00	335,00	371,00	256,00
P7	394,00	263,00	386,00	278,00	386,00	232,00	332,00	228,00	213,00	315,00	267,00	281,00
P8	479,00	543,00	601,00	462,00	390,00	670,00	491,00	439,00	363,00	340,00	353,00	399,00
P9	424,00	415,00	360,00	485,00	363,00	322,00	329,00	518,00	270,00	221,00	146,00	166,00

P10	631,00	684,00	747,00	498,00	496,00	468,00	422,00	387,00	542,00	416,00	481,00	313,00
P11	705,00	749,00	535,00	711,00	536,00	610,00	852,00	854,00	399,00	365,00	281,00	492,00
P12	626,00	260,00	401,00	605,00	392,00	212,00	285,00	238,00	414,00	173,00	185,00	373,00
P13	500,00	432,00	450,00	445,00	358,00	320,00	396,00	218,00	341,00	334,00	426,00	343,00
P14	315,00	475,00	445,00	416,00	349,00	528,00	383,00	262,00	214,00	311,00	396,00	39,00
P15	510,00	521,00	299,00	496,00	387,00	391,00	262,00	368,00	133,00	189,00	153,00	158,00
P16	521,00	554,00	277,00	659,00	494,00	281,00	293,00	516,00	409,00	401,00	623,00	480,00
P17	160,00	248,00	224,00	265,00	257,00	138,00	213,00	177,00	435,00	348,00	435,00	402,00
P18	668,00	420,00	561,00	429,00	467,00	426,00	685,00	481,00	342,00	397,00	328,00	275,00
P19	429,00	437,00	325,00	456,00	318,00	266,00	403,00	416,00	360,00	449,00	384,00	336,00
P20	590,00	412,00	366,00	316,00	534,00	428,00	405,00	228,00	424,00	465,00	395,00	559,00
P21	312,00	633,00	845,00	522,00	318,00	644,00	636,00	527,00	411,00	306,00	379,00	398,00
P22	218,00	400,00	320,00	254,00	156,00	184,00	191,00	366,00	375,00	225,00	254,00	283,00
P23	170,00	423,00	328,00	375,00	346,00	425,00	254,00	372,00	287,00	483,00	316,00	414,00
P24	329,00	292,00	349,00	348,00	238,00	277,00	484,00	332,00	469,00	370,00	269,00	480,00
P25	339,00	332,00	224,00	467,00	262,00	274,00	222,00	391,00	251,00	278,00	270,00	186,00
P26	280,00	486,00	655,00	501,00	305,00	617,00	687,00	450,00	262,00	243,00	337,00	198,00
P27	536,00	679,00	574,00	726,00	594,00	658,00	659,00	626,00	340,00	290,00	225,00	294,00
P28	689,00	777,00	636,00	529,00	710,00	618,00	581,00	593,00	458,00	403,00	402,00	532,00
P29	419,00	302,00	251,00	251,00	360,00	303,00	228,00	361,00	207,00	369,00	314,00	335,00
P30	391,00	419,00	289,00	564,00	367,00	343,00	345,00	389,00	289,00	183,00	297,00	327,00
P31	344,00	310,00	337,00	318,00	469,00	411,00	228,00	253,00	408,00	447,00	359,00	478,00
P32	953,00	875,00	307,00	524,00	1143,00	699,00	484,00	279,00	515,00	574,00	176,00	445,00

Los datos del área media calculada en zona específica, el área que registraba más disconfort utilizando del Software Altair de FLIR registrado en los 90 minutos del ensayo por intervalo de 30 minutos, considerando de igual manera al ingreso de los participantes.

4.3.3 Test para análisis de normalidad de imágenes frontales

Realice este test con ayuda del software SPSS y analizando con referencia de la elección del test estadístico un tutorial que debe ser empleado (NORMANDO et al., 2010), principalmente, para personas que deseemos obtener respuestas comunes relacionadas al test más apropiado para ejecutar comparaciones entre grupos, considerando que mi muestra es superior a 30 y adicionando que existen tres zonas identificadas para el análisis, con sus respectivas áreas.

Tabla 25 Test de Normalidad Mejilla Derecha Frontal

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadística	gl	Sig.	Estadística	gl	Sig.
30TMeDerFront	,109	32	,200*	,967	32	,419
30AMeDerFront	,121	32	,200*	,958	32	,250
60TMeDerFront	,178	32	,011	,935	32	,054
60AMeDerFront	,171	32	,018	,916	32	,016
90TMeDerFront	,150	32	,064	,948	32	,128
90AMeDerFront	,115	32	,200*	,961	32	,294
*. Este es un límite inferior de significancia verdadera.						
a. Correlación de Significancia de Lilliefors						

Tabla 26 Test de Normalidad Mejilla Izquierda Frontal

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadística	gl	Sig.	Estadística	gl	Sig.
30TMeIzqFront	,124	32	,200*	,933	32	,046
30AMeIzqFront	,123	32	,200*	,949	32	,131
60TMeIzqFront	,099	32	,200*	,964	32	,350
60AMeIzqFront	,155	32	,049	,922	32	,024
90TMeIzqFront	,076	32	,200*	,975	32	,645
90AMeIzqFront	,172	32	,017	,867	32	,001
*. Este es un límite inferior de significancia verdadera.						
a. Correlación de Significancia de Lilliefors						

Tabla 27 Test de Normalidad Nariz Frontal

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadística	gl	Sig.	Estadística	gl	Sig.
30TNarFront	,169	32	,020	,946	32	,111
30ANarFront	,074	32	,200*	,984	32	,904
60TNarFront	,074	32	,200*	,994	32	,999
60ANarFront	,076	32	,200*	,981	32	,830
90TNarFront	,111	32	,200*	,972	32	,565
90ANarFront	,078	32	,200*	,990	32	,989
*. Este es un límite inferior de significancia verdadera.						
a. Correlación de Significancia de Lilliefors						

Los valores registrados corresponden al test de normalidad de Shapiro Wilk

Criterio para determinar la normalidad:

P-valor => α Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.

P-valor < α Aceptar H_1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Normalidad

P-valor = 0.016 (**60AMeDerFront)**	<	α=0.05
P-valor = 0.374 (**30TMeIzqFront)**	<	α=0.05
P-valor = 0.374 (**60AMeIzqFront)**	<	α=0.05
P-valor = 0.374 (**90AMeIzqFront)**	<	α=0.05

Los datos de imágenes frontales no provienen de una distribución normal en los intervalos de zona expuesta 30TMeIzqFront a los 30 minutos respectivamente; de área expuesta 60AMeDerFront, 60AMeIzqFront, a los 60 minutos y 90AMeIzqFront a los 90 minutos, pero no sucede lo mismo con el caso de las demás zonas expuestas ni el área registrada. Dado que si responde a la mayoría de los intervalos, comprobamos a través de gráficos Q-Q tratando de identificar en el software SPSS que si estos valores tienen un comportamiento normal, de no ser así es necesario estandarizar para identificar si estandarizados siguen una normalidad para utilizar de acuerdo a los datos y gráficos un test ideal para este tipo de ensayo con variables dependientes.

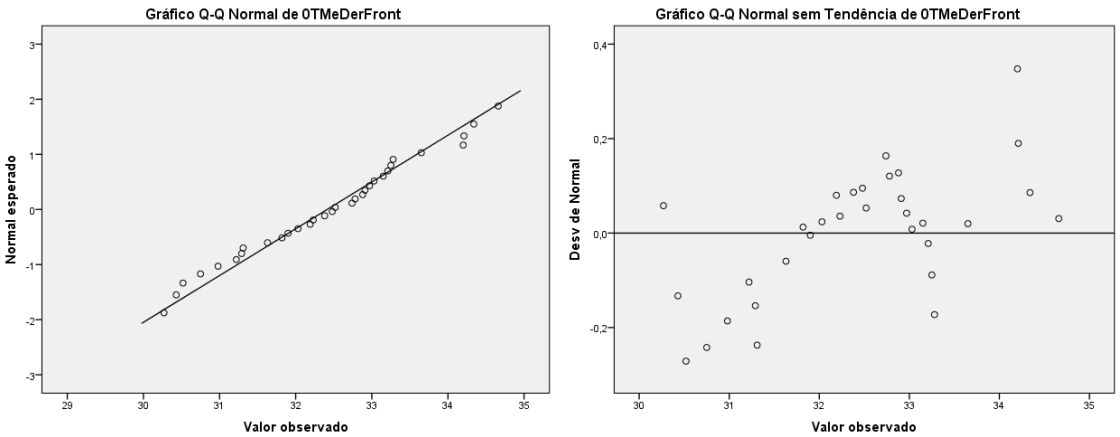


Figura 20 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Temperatura en la mejilla Derecha Frontal

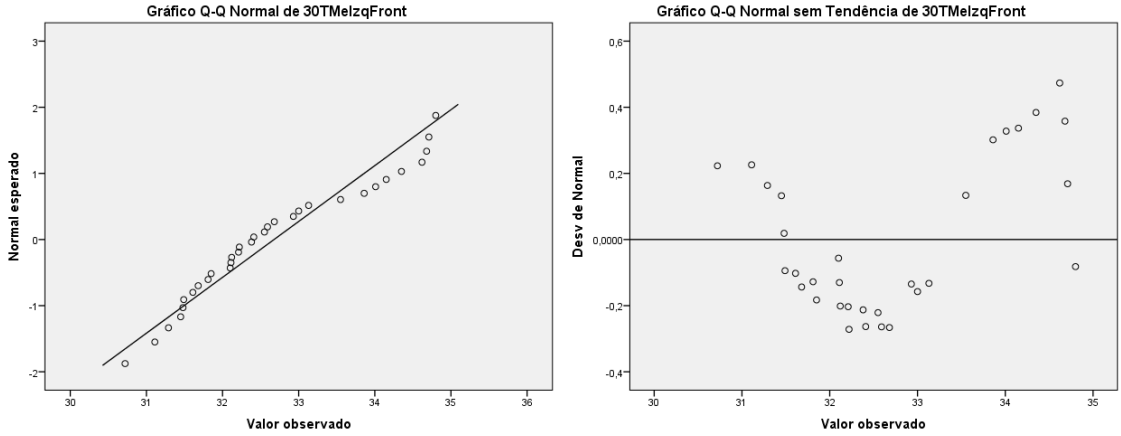
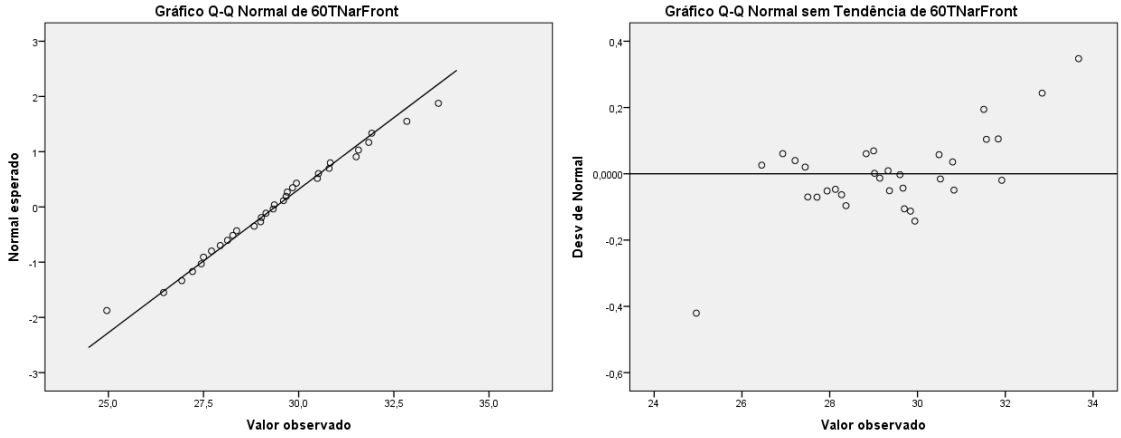


Figura 21 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Temperatura en la mejilla Izquierda Frontal



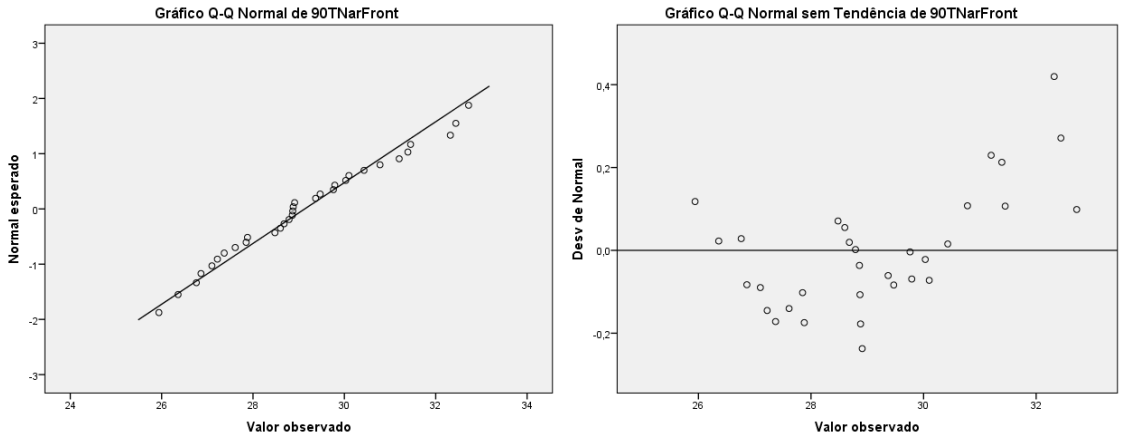


Figura 22 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Temperatura en la mejilla Derecha Frontal

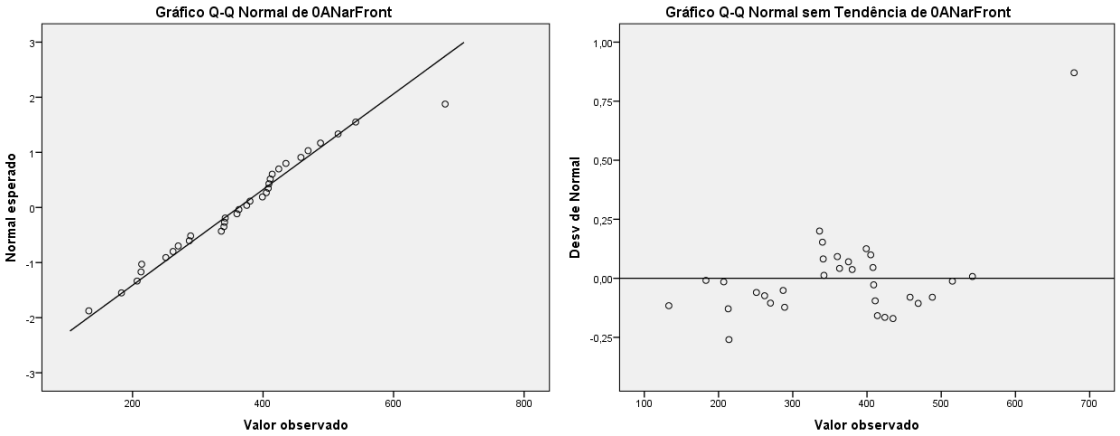


Figura 23 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Área en la Nariz Frontal

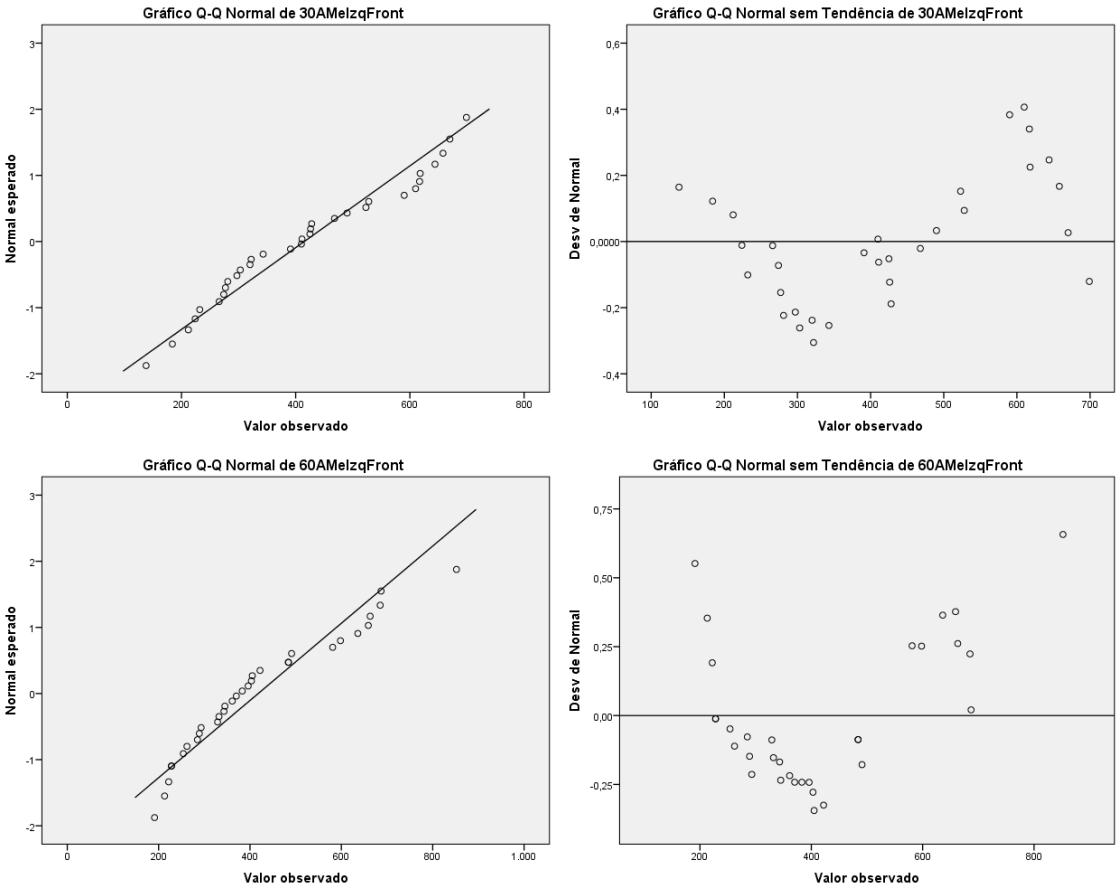


Figura 24 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Área en la Mejilla Izquierda Frontal

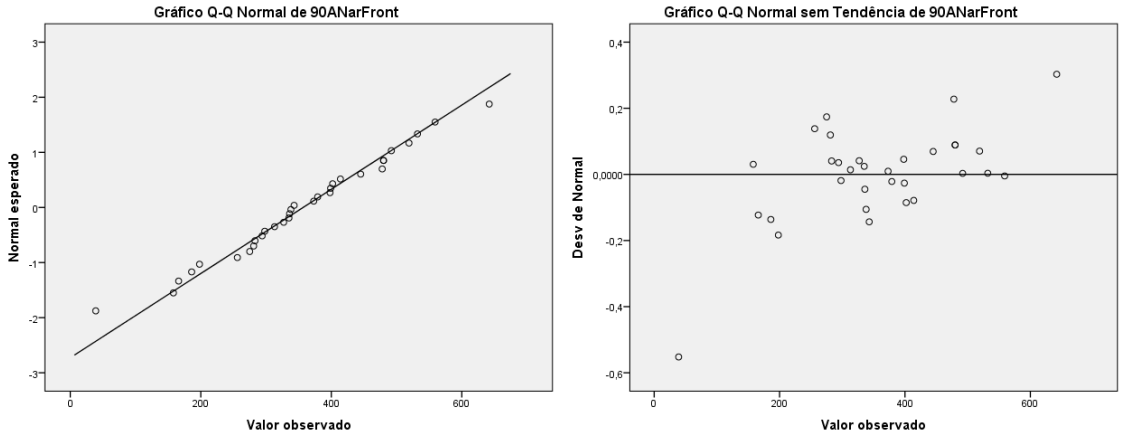


Figura 25 Grafico Q-Q de normalidad de Imágenes Térmicas Área en la Nariz Frontal

Se estandarizo la muestra con el software SPSS para tener un ajuste de las escalas utilizadas en el software de Altair FLIR, puesto que el ambiente era termoneutral dentro de la cámara climática, y el resultado nos demuestra que la estandarización aplicada presenta una normalidad, que nos permitiría realizar el tipo de test que se ajuste a muestras dependientes que se deseen comparar en un antes y después.

4.3.4 Test de T para imágenes frontales

Es utilizado en este estudio porque deseo comparar grupos mediante las diferencias entre las muestras dependientes realizadas en el ensayo, por cada parcial de 30 minutos para el confort o disconfort localizado.

Los datos son numéricos siguen una distribución normal por eso aplicamos el test t de muestras dependientes (NORMANDO et al., 2010).

a) Mejilla Derecha imagen frontal

Tabla 28 Estadística de muestras dependientes MeDerFront

		Media	N	Desvio Padrão	Erro Padrão da Media
Par 1	**0TMeDerFront**	32,4128	32	1,17839	,20831
	30TMeDerFront	32,7991	32	1,27325	,22508
Par 2	**30TMeDerFront**	32,7991	32	1,27325	,22508
	60TMeDerFront	32,6775	32	1,22449	,21646
Par 3	**60TMeDerFront**	32,6775	32	1,22449	,21646
	90TMeDerFront	32,4806	32	1,35478	,23949
Par 4	**30TMeDerFront**	32,7991	32	1,27325	,22508
	90TMeDerFront	32,4806	32	1,35478	,23949
Par 5	**0AMeDerFront**	470,4375	32	192,43397	34,01784
	30AMeDerFront	476,5000	32	165,96443	29,33864

Par 6	**30AMeDerFront**	476,5000	32	165,96443	29,33864
	60AMeDerFront	431,8438	32	166,31725	29,40101
Par 7	**60AMeDerFront**	431,8438	32	166,31725	29,40101
	90AMeDerFront	477,4688	32	149,19850	26,37482
Par 8	**30AMeDerFront**	476,5000	32	165,96443	29,33864
	90AMeDerFront	477,4688	32	149,19850	26,37482

Tabla 29 Correlación de muestras dependientes MeDerFront

		N	Correlación	Sig.
Par 1	**0TMeDerFront & 30TMeDerFront**	32	,643	,000
Par 2	**30TMeDerFront & 60TMeDerFront**	32	,885	,000
Par 3	**60TMeDerFront & 90TMeDerFront**	32	,933	,000
Par 4	**30TMeDerFront & 90TMeDerFront**	32	,833	,000
Par 5	**0AMeDerFront & 30AMeDerFront**	32	,629	,000
Par 6	**30AMeDerFront & 60AMeDerFront**	32	,414	,019
Par 7	**60AMeDerFront & 90AMeDerFront**	32	,473	,006
Par 8	**30AMeDerFront & 90AMeDerFront**	32	,511	,003

Tabla 30 Test de muestras dependientes MeDerFront

		Diferencias dependientes					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desvio Padrão	Erro Padrão da Media	95% Intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 2	**30TMeDerFront - 60TMeDerFront**	,12156	,60019	,10610	-,09483	,33796	1,146	31	,261
Par 3	**60TMeDerFront - 90TMeDerFront**	,19688	,48926	,08649	,02048	,37327	2,276	31	,030
Par 4	**30TMeDerFront - 90TMeDerFront**	,31844	,76272	,13483	,04345	,59343	2,362	31	,025
Par 6	**30AMeDerFront - 60AMeDerFront**	44,65625	179,93307	31,80797	-20,21654	109,52904	1,404	31	,170
Par 7	**60AMeDerFront - 90AMeDerFront**	-45,6250	162,58015	28,74038	-104,24140	12,99140	-1,587	31	,123
Par 8	**30AMeDerFront - 90AMeDerFront**	-,96875	156,50301	27,66609	-57,39410	55,45660	-,035	31	,972

El criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida **P-valor ≤ α, se rechace H_0 (Se acepta H_1)**

Si la probabilidad obtenida **P-valor > α, no rechace H_0 (Se acepta H_0)**

Decisión Estadística

P-valor = 60-30 TMeDerFront	>	α=0.05
P-valor ≠ 90-60 TMeDerFront	<	α=0.05
P-valor ≠ 90-30 TMeDerFront	<	α=0.05
P-valor = 60-30 AMeDerFront	>	α=0.05
P-valor = 90-60 AMeDerFront	>	α=0.05
P-valor = 90-30 AMeDerFront	>	α=0.05

No existen diferencias significativas en las Temperaturas medias de la mejilla derecha registro frontal de los participantes entre los 60-30 (minutos) y de los 90-60 (minutos) si hay diferencia en la prueba de laboratorio. Pero si existe un intervalo superior a 30 minutos como la diferencia entre 90-30 (minutos) hay variación con respecto a la temperatura media de la mejilla derecha.

Con respecto al área de la mejilla derecha no existen diferencias significativas en ninguno de los intervalos 60-30; 90-60 y 90-30, por tanto el área analizada para el ensayo responde al disconfort localizado.

b) Mejilla Izquierda imagen frontal

Tabla 31 Estadística de muestras dependientes MeIzqFront

		Media	N	Desvio Padrão	Erro Padrão da Media
Par 1	**0TMeIzqFront**	32,3778	32	1,09475	,19353
	30TMeIzqFront	32,6766	32	1,18332	,20918
Par 2	**30TMeIzqFront**	32,6766	32	1,18332	,20918
	60TMeIzqFront	32,4434	32	1,21753	,21523
Par 3	**60TMeIzqFront**	32,4434	32	1,21753	,21523
	90TMeIzqFront	32,1969	32	1,22425	,21642
Par 4	**30TMeIzqFront**	32,6766	32	1,18332	,20918
	90TMeIzqFront	32,1969	32	1,22425	,21642
Par 5	**0AMeIzqFront**	422,8125	32	182,52272	32,26576
	30AMeIzqFront	414,9688	32	161,78291	28,59945
Par 6	**30AMeIzqFront**	414,9688	32	161,78291	28,59945
	60AMeIzqFront	417,9375	32	171,32744	30,28670
Par 7	**60AMeIzqFront**	417,9375	32	171,32744	30,28670
	90AMeIzqFront	397,8125	32	171,72379	30,35676
Par 8	**90AMeIzqFront**	397,8125	32	171,72379	30,35676
	30AMeIzqFront	414,9688	32	161,78291	28,59945

Tabla 32 Correlación de muestras dependientes MeIzqFront

		N	Correlación	Sig.
Par 1	**0TMeIzqFront & 30TMeIzqFront**	32	,770	,000
Par 2	**30TMeIzqFront & 60TMeIzqFront**	32	,875	,000
Par 3	**60TMeIzqFront & 90TMeIzqFront**	32	,893	,000
Par 4	**30TMeIzqFront & 90TMeIzqFront**	32	,802	,000
Par 5	**0AMeIzqFront & 30AMeIzqFront**	32	,610	,000
Par 6	**30AMeIzqFront & 60AMeIzqFront**	32	,707	,000
Par 7	**60AMeIzqFront & 90AMeIzqFront**	32	,655	,000
Par 8	**90AMeIzqFront & 30AMeIzqFront**	32	,433	,013

Tabla 33 Test de muestras dependientes MeIzqFront

		Diferencias dependientes					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desvio Padrão	Erro Padrão da Media	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
					Inferior	Superior			
Par 1	**0TMeIzqFront - 30TMeIzqFront**	-,29875	,77776	,13749	-,57916	-,01834	-2,173	31	,038
Par 2	**30TMeIzqFront - 60TMeIzqFront**	,23313	,60099	,10624	,01644	,44981	2,194	31	,036

Par 3	**60TMeIzqFront - 90TMeIzqFront**	,24656	,56571	,10000	,04260	,45052	2,466	31	,019
Par 4	**30TMeIzqFront - 90TMeIzqFront**	,47969	,75923	,13421	,20595	,75342	3,574	31	,001
Par 5	**0AMeIzqFront - 30AMeIzqFront**	7,84375	153,21398	27,08466	-47,39578	63,08328	,290	31	,774
Par 6	**30AMeIzqFront - 60AMeIzqFront**	-2,96875	127,78724	22,58981	-49,04096	43,10346	-,131	31	,896
Par 7	**60AMeIzqFront - 90AMeIzqFront**	20,12500	142,49884	25,19047	-31,25131	71,50131	,799	31	,430
Par 8	**90AMeIzqFront - 30AMeIzqFront**	-17,15625	177,76355	31,42445	-81,24684	46,93434	-,546	31	,589

El criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida **P-valor ≤ α, se rechace H_0 (Se acepta H_1)**

Si la probabilidad obtenida **P-valor > α, no rechace H_0 (Se acepta H_0)**

Decisión Estadística

P-valor ≠ 60-30 TMeIzqFront	<	α=0.05
P-valor ≠ 90-60 TMeIzqFront	<	α=0.05
P-valor ≠ 90-30 TMeIzqFront	<	α=0.05
P-valor = 60-30 AMeIzqFront	>	α=0.05
P-valor = 90-60 AMeIzqFront	>	α=0.05
P-valor = 90-30 AMeIzqFront	>	α=0.05

Existen alteraciones significativas en las Temperaturas medias de la mejilla izquierda registro frontal de los participantes entre los 60-30; 90-60 y 90-30 (minutos) en la prueba de laboratorio. Por lo que la temperatura media tiene efectos significativos sobre la variación de confortabilidad en los participantes respondiendo al intervalo de 30 minutos.

Con respecto al área de la mejilla derecha no existen diferencias significativas en ninguno de los intervalos 60-30; 90-60 y 90-30, por tanto el área analizada para el ensayo responde al disconfort localizado.

c) Nariz Imagen Frontal

Tabla 34 Estadística de muestras dependientes NarFront

		Media	N	Desvio Padrão	Erro Padrão da Media
Par 1	0TNarFront	30,0666	32	2,36997	,41896
	30TNarFront	30,7581	32	2,10594	,37228
Par 2	30TNarFront	30,7581	32	2,10594	,37228
	60TNarFront	29,3853	32	1,92661	,34058
Par 3	60TNarFront	29,3853	32	1,92661	,34058
	90TNarFront	29,1334	32	1,81600	,32103
Par 4	30TNarFront	30,7581	32	2,10594	,37228
	90TNarFront	29,1334	32	1,81600	,32103
Par 5	0ANarFront	362,5625	32	115,21367	20,36709
	30ANarFront	355,0313	32	116,47054	20,58928
Par 6	30ANarFront	355,0313	32	116,47054	20,58928
	60ANarFront	342,4375	32	110,53417	19,53987
Par 7	60ANarFront	342,4375	32	110,53417	19,53987
	90ANarFront	356,8125	32	130,86522	23,13392
Par 8	30ANarFront	355,0313	32	116,47054	20,58928
	90ANarFront	356,8125	32	130,86522	23,13392

Tabla 35 Correlación de muestras dependientes NarFront

		N	Correlación	Sig.
Par 1	0TNarFront & 30TNarFront	32	,598	,000
Par 2	30TNarFront & 60TNarFront	32	,755	,000
Par 3	60TNarFront & 90TNarFront	32	,861	,000
Par 4	30TNarFront & 90TNarFront	32	,683	,000
Par 5	0ANarFront & 30ANarFront	32	,674	,000
Par 6	30ANarFront & 60ANarFront	32	,507	,003
Par 7	60ANarFront & 90ANarFront	32	,425	,015
Par 1	30ANarFront & 90ANarFront	32	,606	,000

Tabla 36 Test de muestras dependientes NarFront

		Diferencias dependientes					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desvio Padrão	Erro Padrão da Media	95% Intervalo de Confiança da Diferença Inferior	Superior			
Par 1	0TNarFront - 30TNarFront	-,69156	2,02039	,35716	-1,41999	,03687	-1,936	31	,062
Par 2	30TNarFront - 60TNarFront	1,37281	1,42033	,25108	,86073	1,88490	5,468	31	,000

Par 3	60TNarFront - 90TNarFront	,25188	,99113	,17521	-,10547	,60922	1,438	31	,161
Par 4	30TNarFront - 90TNarFront	1,62469	1,58445	,28009	1,05343	2,19594	5,801	31	,000
Par 5	0ANarFront - 30ANarFront	7,53125	93,51384	16,53107	-26,18408	41,24658	,456	31	,652
Par 6	30ANarFront - 60ANarFront	12,59375	112,78608	19,93795	-28,06997	53,25747	,632	31	,532
Par 7	60ANarFront - 90ANarFront	-14,3750	130,55236	23,07862	-61,44415	32,69415	-,623	31	,538
Par 1	30ANarFront - 90ANarFront	-1,78125	110,51339	19,53619	-41,62557	38,06307	-,091	31	,928

El criterio para decidir es:

Si la probabilidad obtenida **P-valor ≤ α, se rechace H_0 (Se acepta H_1)**

Si la probabilidad obtenida **P-valor > α, no rechace H_0 (Se acepta H_0)**

Decisión Estadística

P-valor ≠ 60-30 TNarFront	<	α=0.05
P-valor = 90-60 TNarFront	>	α=0.05
P-valor ≠ 90-30 TNarFront	<	α=0.05
P-valor = 60-30 ANarFront	>	α=0.05
P-valor = 90-60 ANarFront	>	α=0.05
P-valor = 90-30 ANarFront	>	α=0.05

No existen diferencias significativas en las Temperaturas medias de la mejilla derecha registro frontal de los participantes entre los 90-60 (minutos) y de los 60-30 (minutos) si hay diferencia en la prueba de laboratorio. Pero si existe un intervalo superior a 30 minutos como la diferencia entre 90-30 (minutos) hay variación con respecto a la temperatura media de la mejilla derecha.

Con respecto al área de la mejilla derecha no existen diferencias significativas en ninguno de los intervalos 60-30; 90-60 y 90-30, por tanto el área analizada para el ensayo responde al disconfort localizado.

5 DISCUSIÓN

A través de los ensayos realizados siendo un ambiente termoneutral, con el pasar de los minutos existió una variación en la sensación térmica de los participantes para este ambiente citado como neutral no satisfacerlos como indican las normas internacionales (Standardization, 2005).

La siguiente Tabla 33 nos muestra el comportamiento, de las variables a analizar dentro del ambiente termoneutral.

Tabla 37 Variación de sensación térmica con respecto a imágenes térmicas

	TSV	*T_MD_FR*	*T_MI_FR*	*T_NA_FR*	*A_MD_FR*	*A_MI_FR*	*A_NA_FR*
60-30 minutos	=	=	≠	≠	=	=	=
90-60 minutos	=	≠	≠	=	=	=	=
90-30 minutos	≠	≠	≠	≠	=	=	=

El sexo femenino se lo identifico como el más sensible en este tipo de prueba porque las imágenes realizadas con la cámara FLIR detectaron zonas expuestas con mayor afectación que a los del sexo masculino (Schiavon et al., 2016) aunque no se detectaron diferencias significativas en el confort térmico entre ambos sexos. En la práctica, es muy importante tener en cuenta que las mujeres y los hombres pueden reaccionar de manera diferente en el mismo ambiente térmico, y esto puede influir en el confort térmico individual y la sensación (Pallubinsky et al., 2016).

El área media utilizando datos de zona arrefecida no género indicadores considerables, siendo el primer trabajo pionero en termografía para actividades sedentarias.

6 CONCLUSIONES E PERSPECTIVAS FUTURAS

6.1 Conclusiones

Se evaluó el comportamiento de manera experimental de 32 participantes en cámara climática, registrando variación en la sensación térmica al cabo de una hora.

Alteraciones de zonas expuestas por medio de imágenes térmicas demuestran el arrefecimiento localizado indicando disconfort.

Los cuestionarios TSV demostraron condiciones de variabilidad con respecto a la relación de las imágenes.

El área media de zonas expuestas en la cara no tiene variación significativa, no fue una variable representativa como lo fue la temperatura, siendo el primer estudio de actividades sedentarias realizado con imágenes térmicas que nos registró valores para identificar solo la zona expuesta en el rostro de los participantes.

6.2 Perspectivas Futuras

Alternativas de análisis de datos: imagen por puntos en vez de medias.

Analizar temperatura en otras zonas (pies-tobillos) y temperatura interna.

Aumentar el tamaño de muestra.

Alteraciones del procedimiento experimental (aumentar el tiempo de exposición, otras variables termohigrométricas).

Generar un programa de tratamiento de imagen para analizar el arrefecimiento en zonas afectadas y expuestas.

Relacionar los datos de sensación de confort con la productividad y la temperatura de superficies de contacto.

7 BIBLIOGRAFIA

Ashrae, A. (2004). Standard 55-2004, Thermal environmental conditions for human occupancy. *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, GA*.

ASHRAE, A. S. (2013). Standard 55-2013. *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

Brode, P., Blazejczyk, K., Fiala, D., Havenith, G., Holmer, I., Jendritzky, G., . . . Kampmann, B. (2013). The Universal Thermal Climate Index UTCI compared to ergonomics standards for assessing the thermal environment. *Ind Health, 51*(1), 16-24.

Fanger, P. O. (1970). *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. Danmarks: New York: McGraw Hill, Book Company, 1970

Fiala, D., Lomas, K. J., & Stohrer, M. (2001). Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions. *Int J Biometeorol, 45*(3), 143-159.

Gao, J., Wang, Y., & Wargocki, P. (2015). Comparative analysis of modified PMV models and SET models to predict human thermal sensation in naturally ventilated buildings. *Building and Environment, 92*, 200-208. doi:10.1016/j.buildenv.2015.04.030

Guedes, J. (2010). Análise da qualidade do ambiente ocupacional nos gabinetes da FEUP.

Gueritee, J., & Tipton, M. J. (2015). The relationship between radiant heat, air temperature and thermal comfort at rest and exercise. *Physiol Behav, 139*, 378-385. doi:10.1016/j.physbeh.2014.11.064

Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology, 52*, 139-183.

Huang, J. (2007). Prediction of air temperature for thermal comfort of people in outdoor environments. *Int J Biometeorol, 51*(5), 375-382. doi:10.1007/s00484-006-0083-2

Irshad, K., Habib, K., Basrawi, F., Thirumalaiswamy, N., Saidur, R., & Saha, B. B. (2015). Thermal comfort study of a building equipped with thermoelectric air duct system for tropical climate. *Applied Thermal Engineering, 91*, 1141-1155. doi:10.1016/j.applthermaleng.2015.08.077

Ismail, A. R., Jusoh, N., Makhtar, N. K., & Daraham, M. R. (2010). Assessment of Environmental Factors and Thermal Comfort at Automotive Paint Shop. *Journal of Applied Sciences*. Retrieved from http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/jas/2010/1300-1306.pdf

ISO, E. (1998). 7726: 2001. *Ergonomics of the thermal environment—instruments for measuring physical quantities*.

Maula, H., Hongisto, V., Ostman, L., Haapakangas, A., Koskela, H., & Hyona, J. (2015). The effect of slightly warm temperature on work performance and comfort in open-plan offices - a laboratory study. *Indoor Air*. doi:10.1111/ina.12209

Mondelo, P. R., Torada, E. G., Úriz, S. C., Vilella, E. C., & Lacambra, E. B. (2004). *Ergonomía 2. Confort y estrés térmico*: Universitat Politecnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politecnica.

Natarajan, S., Rodriguez, J., & Vellei, M. (2015). A field study of indoor thermal comfort in the subtropical highland climate of Bogota, Colombia. *Journal of Building Engineering, 4*, 237-246. doi:10.1016/j.jobe.2015.10.003

NORMANDO, A. D. C., Tjäderhane, L., & Quintão, C. C. A. (2010). A escolha do teste estatístico–um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint.

Pallubinsky, H., Schellen, L., Rieswijk, T. A., Breukel, C. M. G. A. M., Kingma, B. R. M., & van Marken Lichtenbelt, W. D. (2016). Local cooling in a warm environment. *Energy and Buildings, 113*, 15-22. doi:10.1016/j.enbuild.2015.12.016

Ricciardi, P., & Buratti, C. (2012). Thermal comfort in open plan offices in northern Italy: An adaptive approach. *Building and Environment, 56*, 314-320. doi:10.1016/j.buildenv.2012.03.019

Schiavon, S., Rim, D., Pasut, W., & Nazaroff, W. W. (2016). Sensation of draft at uncovered ankles for women exposed to displacement ventilation and underfloor air distribution systems. *Building and Environment, 96*, 228-236. doi:10.1016/j.buildenv.2015.11.009

Shaphiro, S., & Wilk, M. (1965). An analysis of variance test for normality. *Biometrika, 52*(3), 591-611.

Standardization, I. O. f. (2005). *Ergonomics of the Thermal Environment: Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria*: International Organization for Standardization.

valle, F. J. C., Florensa, R. S., & I., U. P. d. C. D. d. C. A. (2002). *Zona variable de confort térmico*: Universitat Politècnica de Catalunya.

van Hoof, J. (2008). Forty years of Fanger's model of thermal comfort: comfort for all? *Indoor Air, 18*(3), 182-201. doi:10.1111/j.1600-0668.2007.00516.x

Wang, Z., Ning, H., Ji, Y., Hou, J., & He, Y. (2015). Human thermal physiological and psychological responses under different heating environments. *Journal of Thermal Biology, 52*, 177-186. doi:10.1016/j.jtherbio.2015.06.008

Zhou, X., Ouyang, Q., Zhu, Y., Feng, C., & Zhang, X. (2014). Experimental study of the influence of anticipated control on human thermal sensation and thermal comfort. *Indoor Air, 24*(2), 171-177. doi:10.1111/ina.12067

ANEXOS