

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA



**Estudio de estrés térmico en los ambientes laborales de la
Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad
de El Salvador.**

PRESENTADO POR:

**FRANCISCO ARMANDO AVELAR MELGAR
SALVADOR ENRIQUE CASTANEDA NOLASCO
DAVID SAMUEL MARTÍNEZ LÓPEZ**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DEL 2015

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

:

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL

:

DRA. ANA LETICIA ZAVALETA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO

:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO

:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

DIRECTOR

:

MSc. e ING. JOSÉ WILBER CALDERÓN URRUTIA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

**Estudio de estrés térmico en los ambientes laborales de la
Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la universidad de El
Salvador.**

Presentado por :

**FRANCISCO ARMANDO AVELAR MELGAR
SALVADOR ENRIQUE CASTANEDA NOLASCO
DAVID SAMUEL MARTÍNEZ LÓPEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

MSc. e ING. CARLOS OSMIN POCASANGRE JIMÉNEZ

San Salvador, Mayo del 2015

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

MSc. e ING. CARLOS OSMIN POCASANGRE JIMÉNEZ

ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, 10 de marzo de 2015, en la Sala de Reuniones de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 5:00 horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. MCs. e Ing. José Wilber Calderón Urrutia
Director

Firma: Kilber Calderón

2. MCs. e Ing. Salvador de Jesús Germán
Secretario

Firma: [Firma]



Y, con el Honorable Jurado de Evaluación integrado por las personas siguientes:

- 1- MCs. e Ing. Carlos Osmin Pocasangre Jiménez

- 2- Ing. Armando Martínez Calderón

- 3- Ing. Werner David Meléndez Valle

Firma: [Firma]
[Firma]
[Firma]

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

Estudio de estrés térmico en los ambientes laborales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

A cargo de los Bachilleres:

- Avelar Melgar Francisco Armando
- Castaneda Nolasco Salvador Enrique
- Martínez López David Samuel

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final:

8.2

(Ocho punto dos)

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente quiero agradecer a Dios por permitirme llegar hasta el fin de mi carrera y darme las fuerzas para seguir adelante.

A mis padres Julio Cesar Martínez (Q.D.D.G) y Martha Geraldina López de Mira, por su amor, ejemplo y ánimo y por el sacrificio que han hecho para poder encaminarme en mi carrera universitaria.

A mis hermanos Julio Ernesto Martínez López por su apoyo en mi tesis y palabras de ánimo en todo momento.

A mi novia Thelma Evelyn Hernández Fuentes, por su paciencia y comprensión durante el desarrollo de mi carrera.

A mis amigos y compañeros de la Escuela de Ingeniería Eléctrica en especial Francisco Armando Avelar, Salvador Enrique Castaneda y Rene Antonio Iraheta, gracias por los buenos momentos, exámenes y horas de estudio.

Al Ing. Carlos Pocasangre por su dirección en el desarrollo de este trabajo de graduación, sin sus consejos y guía no hubiera sido posible llevarlo a cabo.

A la Universidad de El Salvador en especial a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, por todos los conocimientos compartidos a través sus catedráticos.

A mis compañeros de trabajo Miguel Antonio Lemus Ronald Mejia, por sus amistad y consejos.

En fin a todos los que han hecho posible de una o de otra forma contribuyeron en que terminara esta etapa de mi vida muchas gracias.

David Samuel Martínez López.

AGRADECIMIENTOS.

Gracias a Dios porque estuvo dándome fortaleza y paciencia en los momentos de desánimo, gracias por este logro que Él me ha dado, gracias por las personas que puso en este tiempo y que me ayudaron en momentos puntuales, gracias porque me permite compartir esta alegría con mi familia y amigos.

Muchas gracias a mis padres, a mi padre José Francisco Avelar Barillas que siempre me animó y aconsejó, que me enseñó la paciencia y a hacer las cosas bien y a ser práctico, a mi madre Silvia Margarita Melgar de Avelar que estuvo en todo momento pendiente de cada detalle, que me animaba y corregía, gracias a ambos que me apoyaron siempre, por el esfuerzo y sacrificio que hizo cada uno para que yo lograra culminar mi carrera universitaria, gracias por el ejemplo que ambos me han dado y la paciencia que han tenido este tiempo.

Gracias a cada uno de mis hermanos Aminta Margarita Avelar Melgar, Adriana Carolina Avelar Melgar, María Ester Avelar Melgar, José Pablo Avelar Melgar y Luis Andrés Avelar Melgar, que siempre estuvieron en disposición de ayudarme en cualquier cosa que necesitara, por el apoyo y comprensión que me dieron, paciencia que tuvieron conmigo, y también sacrificio que alguna vez hizo alguno por ayudarme en mi carrera.

Muchísimas gracias a la familia Avelar Trigueros por recibirme en su casa y darme mucho apoyo, ánimo y por tener paciencia conmigo, gracias por toda su ayuda, una parte importante de este logro es gracias a ustedes. A mis tíos Paul Arturo Avelar Barillas y Luvi Trigueros que no dudaron en apoyarme y ayudarme, y que también siempre estuvieron pendientes de mí.

A la familia melgar de león, tíos, tías, primos y primas, porque recibí siempre apoyo de ustedes, consejos y ánimo. A la familia Avelar Barillas por la ayuda, los ánimos, las reprensiones recibidas que me ayudaron a seguir en esta carrera y llevarla a su término.

Gracias a mis compañeros de trabajo Salvador Enrique Castaneda Nolasco y David Samuel Martínez López, por la paciencia, por el trabajo que cada uno realizó, por el esfuerzo de cada uno, por su dedicación. Gracias por los ánimos que en alguna ocasión recibí de ellos, por las correcciones recibidas.

Gracias a los compañeros y amigos de la carrera de ingeniería eléctrica, que estuvieron trabajando conmigo, que me dieron su ayuda y que compartieron estos años de la carrera conmigo.

Gracias a amigos, conocidos, y personas cercanas que me animaban, me daba su apoyo y me ofrecían su ayuda.

Gracias al Ing. Carlos Pocasangre por asesorarnos y ayudarnos en la elaboración de este trabajo de graduación, por las correcciones realizadas y observaciones, por la exigencia y guía recibida.

Gracias a todos, personas que posiblemente no mencioné y que conocí a lo largo de estos años estuvieron involucradas de alguna manera, los que se alegraron conmigo por este logro y me recibí su apoyo y alegría, gracias a todos.

Francisco Armando Avelar Melgar.

AGRADECIMIENTOS.

Primero quiero agradecer a Dios y a la Virgen María por iluminarme con sabiduría, darme el don de la perseverancia y la gracia de llegar con éxito al final de mi carrera universitaria.

A mi madre Sandra Ruth Nolasco Alonzo por su paciencia, amor, ejemplo, ánimo y sacrificio que ha realizado para que culmine mis estudios universitarios, a mi padre Salvador Castaneda Gallegos por todo su amor y apoyo todos estos años.

A mi abuelo José Albino Nolasco (Q.E.P.D.) que siempre estuvo ahí Apoyándome y animando a seguir estudiando y que no dudo que desde el cielo reza por mí.

A mi hermana Sandra Raquel Castaneda Nolasco por su apoyo y palabras de ánimo en todo momento.

A mis amigos y compañeros de la Escuela de Ingeniería Eléctrica en especial Francisco Armando Avelar, David Samuel Martínez, Mauricio Rodríguez, gracias por su amistad.

Al Ing. Carlos Pocasangre por su dirección en el desarrollo de este trabajo de graduación, sin sus consejos y guía no hubiese sido posible llevar a cabo este logro académico.

A la Universidad de El Salvador en especial a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, por todos los conocimientos compartidos a través de sus catedráticos. A Reina Vides por toda su ayuda y apoyo incondicional en los últimos años de mi carrera.

También agradecer a mis catequistas y hermanos de la comunidad 11 del Camino Neocatecumenal de San Marcos que a lo largo de estos años fueron un pilar importante en mi vida estudiantil.

En fin a todos y cada uno de mis amigos, compañeros y familia que a lo largo de mi carrera universitaria estuvieron ahí compartiendo horas de estudio, pláticas, desvelos, exámenes, alegrías y tristezas y que contribuyeron a que terminara esta etapa de mi vida muchas gracias.

Salvador Enrique Castaneda Nolasco

ÍNDICE GENERAL.

I INTRODUCCIÓN.	16
II OBJETIVOS.	17
III ANTECEDENTES.	18
IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	18
V ALCANCES Y LIMITACIONES.	19
VI GLOSARIO DE TÉRMINOS.	20
CAPÍTULO 1: DATOS GENERALES.	25
1.1 - MARCO TEÓRICO.	26
1.2 - MARCO LEGAL	35
1.3 - METODOLOGÍA DE INVESTIGACION A DESARROLLAR	37
1.4 - PLANIFICACION DE RECURSOS.	40
CAPÍTULO 2: MANIPULACIÓN DE DATOS.	49
2.1 - DATOS DE ENCUESTAS.	50
2.2 - ANÁLISIS DE INDICE WBGT.	55
2.3 - ANÁLISIS DE LOS PUESTOS CON VALORES MÁXIMOS DE ESTRÉS TÉRMICO.	59
2.3.1 - Incidencia de la temperatura ambiente y humedad relativa.	80
CAPITULO 3: RESULTADO, PROYECCIONES Y CONCLUSIONES.	93
3.1 - PROYECCIONES EN ÉPOCAS CALUROSAS DEL AÑO.	94
3.1.1 - Temperatura de bulbo húmedo.	94
3.1.1.1 - La Carta Psicrometrica.	94
3.1.2 - Comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo.	101
3.2 - ZONA DE CONFORT.	108
3.3 - RESULTADOS PROMEDIOS.	114
3.4 - RESUMEN DE RESULTADOS.	117
4 - CONCLUSIONES.	120
5 - RECOMENDACIONES.	122
6 – REFERENCIAS.	123
7 - ANEXOS	125

ÍNDICE DE FIGURAS.

<i>Figura 1.0 – Especificaciones generales de medidor PCE-WB 20SD(referencia).</i>	40
<i>Figura 2.0 – Interfaz gráfica de la macro elaborada, para manejo de base de datos.</i>	43
<i>Figura 2.1 – Interfaz gráfica de la opcion Encuesta, para introducción de datos.</i>	44
<i>Figura 2.2 – Interfaz gráfica de la opcion Encuesta, pestaña de A/C.</i>	45
<i>Figura 2.3 – Interfaz gráfica de la opcion Encuesta, pestaña de Horario de malestar.</i>	45
<i>Figura 2.5 – Interfaz gráfica de la opcion Datos Técnicos, para recolección de datos.</i>	46
<i>Figura 2.6 – Ejemplo de llenado para datos técnicos, por medio de la macro.</i>	47
<i>Figura 2.7 – Interfaz gráfica de la opcion Editar Base de Datos, para recolección de datos.</i>	47
<i>Figura 2.8 – Ventana de advertencia, para opcion de Borrar Datos.</i>	48
<i>Figura 3.0 – Plano de la 4^{ta} planta del edificio B, aula B-41.</i>	61
<i>Figura 3.1 – Plano de la 2^{da} planta de la Escuela de Ingeniería Civil, puesto EIC-D-9.</i>	63
<i>Figura 3.2 – Plano de la Unidad de Ciencias Básicas, Laboratorio F2, puesto UCB-F2-P38.</i>	66
<i>Figura 3.3 – Plano de la 3^{ra} planta de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería Química, puesto EIQ-P10.</i>	69
<i>Figura 3.4 – Plano de la 2^{da} planta del Edificio D, la Escuela de arquitectura, puesto EAQ-P4.</i>	73
<i>Figura 3.5 – Plano de la 1^{da} planta de la Escuela de Ingeniería Mecánica, puesto EIM-T-13.</i>	77
<i>Figura 4.0 – Líneas de temperatura de bulbo seco °C.</i>	95
<i>Figura 4.1 – Líneas de temperatura de bulbo húmedo °C.</i>	95
<i>Figura 4.2 – Líneas de humedad relativa %.</i>	96
<i>Figura 4.3 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Cálculo de temperatura de bulbo húmedo, para mes de Febrero.</i>	97
<i>Figura 4.4 – Porción de carta psicrometrica, ubicando valor leído de temperatura de bulbo húmedo, para Febrero 2014.</i>	97
<i>Figura 4.5 – Porción de carta psicrometrica, ubicando valor leído de temperatura de bulbo húmedo, para Marzo 2014.</i>	98
<i>Figura 4.6 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Cálculo de temperatura de bulbo húmedo, para mes de Marzo.</i>	99
<i>Figura 4.7 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Cálculo de temperatura de bulbo húmedo, para mes de Abril.</i>	100
<i>Figura 4.8 – Porción de carta psicrometrica, ubicando valor leído de temperatura de bulbo húmedo, para Abril 2014.</i>	100
<i>Figura 5.0 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Zona de confort de la Escuela de Ingeniería Civil.</i>	108

<i>Figura 5.1 – Porción de carta psicrometrica, ubicando la zona de confort de la Escuela de Ingeniería Civil.</i>	<i>109</i>
<i>Figura 5.2 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Zona de confort de la Escuela de Ingeniería Mecánica.</i>	<i>110</i>
<i>Figura 5.3 – Porción de carta psicrometrica, ubicando la zona de confort de la Escuela de Ingeniería Mecánica.</i>	<i>110</i>
<i>Figura 5.4 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Zona de confort de la Escuela de Ingeniería Química.</i>	<i>111</i>
<i>Figura 5.5 – Porción de carta psicrometrica, ubicando la zona de confort de la Escuela de Ingeniería Química.</i>	<i>112</i>
<i>Figura 5.6 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Zona de confort de la Escuela de Arquitectura.</i>	<i>112</i>
<i>Figura 5.7 – Porción de carta psicrometrica, ubicando la zona de confort de la Escuela de Arquitectura.</i>	<i>113</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

<i>Gráfica 1.0 – Gráfica de pastel, percepción de malestares, en la EIC.</i>	<i>50</i>
<i>Gráfica 1.1 – Gráfica de pastel, tipo de malestares percibidos, en la EIC.</i>	<i>51</i>
<i>Gráfica 1.2 – Gráfica de pastel, existencia de equipo de A/C, en la EIC.</i>	<i>51</i>
<i>Gráfica 1.3 – Gráfica de pastel, percepción de malestares, en la EIM.</i>	<i>52</i>
<i>Gráfica 1.4 – Gráfica de pastel, tipo de malestares percibidos, en la EIC.</i>	<i>52</i>
<i>Gráfica 1.5 – Gráfica de pastel, percepción de malestares, en la EA.</i>	<i>53</i>
<i>Gráfica 1.6 – Gráfica de pastel, tipo de malestares percibidos, en la EA.</i>	<i>53</i>
<i>Gráfica 1.7 – Gráfica de pastel, existencia de equipo de A/C, en la EA.</i>	<i>54</i>
<i>Gráfica 2.0 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el aula B-41.</i>	<i>62</i>
<i>Gráfica 2.1 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el aula B-41.</i>	<i>62</i>
<i>Gráfica 2.2 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el EIC-D-9.</i>	<i>64</i>
<i>Gráfica 2.3 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el EIC-D-9.</i>	<i>65</i>
<i>Gráfica 2.4 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el EIC-D-9.</i>	<i>66</i>
<i>Gráfica 2.5 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el puesto UCB-F2-P38.</i>	<i>67</i>
<i>Gráfica 2.6 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el puesto UCB-F2-P38.</i>	<i>68</i>
<i>Gráfica 2.7 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el puesto EIQ-P10.</i>	<i>70</i>
<i>Gráfica 2.8 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el puesto EIQ-P10.</i>	<i>71</i>
<i>Gráfica 2.9 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el puesto EIQ-P10.</i>	<i>72</i>
<i>Gráfica 2.10 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el puesto EAQ-P4.</i>	<i>74</i>
<i>Gráfica 2.11 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el puesto EAQ-P4.</i>	<i>75</i>
<i>Gráfica 2.12 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto EAQ-P4.</i>	<i>76</i>
<i>Gráfica 2.13 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el puesto EIM-T-13.</i>	<i>78</i>
<i>Gráfica 2.15 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto EIM-T-13. ..</i>	<i>79</i>
<i>Gráfica 3.0 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto AA-2P-POSG-15.</i>	<i>84</i>
<i>Gráfica 3.1 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el aula B-41.</i>	<i>85</i>
<i>Gráfica 3.2 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto EIC-SE-10.</i>	<i>87</i>
<i>Gráfica 3.3 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto UCB-F2-P38.</i>	<i>88</i>
<i>Gráfica 3.4 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto EIM-T-12.</i>	<i>90</i>
<i>Gráfica 3.5 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto 35.</i>	<i>92</i>
<i>Gráfica 3.6 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para Escuela de Ingeniería Civil.</i>	<i>101</i>
<i>Gráfica 3.7 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para Escuela de Arquitectura.</i>	<i>102</i>

<i>Gráfica 3.8 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para Escuela de Ingeniería Mecánica.</i>	<i>103</i>
<i>Gráfica 3.9 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para Escuela de Ingeniería Química.</i>	<i>104</i>
<i>Gráfica 3.9 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para la Unidad de Ciencias Básicas.</i>	<i>105</i>
<i>Gráfica 3.10 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para el Edificio B.</i>	<i>106</i>
<i>Gráfica 4.0 – Estrés térmico promedio de los edificios tomados para el estudio.....</i>	<i>115</i>
<i>Gráfica 4.1 – Temperatura Ambiente promedio de los edificios tomados para el estudio.</i>	<i>116</i>

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.0 – Clasificación del consumo metabólico con base en el tipo de actividad física realizada en la labor de trabajo [17]	56
Tabla 1.1 – Valores límites permisibles de exposición a calor o estrés térmico [17].....	56
Tabla 2.0 –Puestos de trabajo donde se obtuvieron los valores máximos de estrés térmico, temperatura ambiente y humedad.....	59
Tabla 2.1 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el aula B-41.....	60
Tabla 2.2 – Histograma de datos de estrés térmico, para el aula B-41.	61
Tabla 2.3 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIC-D-9.....	63
Tabla 2.4 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto EIC-D-9.	64
Tabla 2.5 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EIC-D-9.....	65
Tabla 2.6 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto UCB-F2-P38.	67
Tabla 2.7 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto UCB-F2-P38.	67
Tabla 2.8 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIQ-P10.....	69
Tabla 2.9 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto EIQ-P10.	70
Tabla 2.10 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EIQ-P10.....	71
Tabla 2.11 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EAQ-P4.	73
Tabla 2.12 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto EAQ-P4.	74
Tabla 2.13 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EAQ-P4.	75
Tabla 2.14 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIM-T-13.....	77
Tabla 2.15 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto EIM-T-13.....	78
Tabla 2.16 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EIM-T-13.....	79
Tabla 3.0 –Puestos de trabajo donde se obtuvieron los valores máximos de temperatura ambiente, con sus respectivos valores de humedad y velocidad del viento.	81
Tabla 3.1 – Velocidades del viento y su clasificación. [32].....	82

Tabla 3.2 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto AA-2P-POSG-15.	83
Tabla 3.3 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto AA-2P-POSG-15	83
Tabla 3.4 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para el aula B-41.....	85
Tabla 3.5 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIC-SE-10.	86
Tabla 3.6 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EIC-SE-10.	87
Tabla 3.7 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto UCB-F2-P38.	88
Tabla 3.8 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIM-T-12.....	89
Tabla 3.9 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para el puesto EIM-T-12.	89
Tabla 3.10 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto 35.....	91
Tabla 3.11 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto 35.....	91
Tabla 4.1 – Valores máximos y promedios de temperatura ambiente y humedad relativa, en horas laborales Marzo 2014.....	98
Tabla 4.2 – Valores máximos y promedios de temperatura ambiente y humedad relativa, en horas laborales Abril 2014.....	99
Tabla 4.3 – Valores máximos de estrés térmico, temperatura ambiente, temperatura de bulbo húmedo y humedad, para Febrero, Marzo y Abril de 2014.....	107
Tabla 5.0 – Valores promedios de estrés térmico y temperatura ambiente, para todos los edificios estudiados.....	114

I INTRODUCCIÓN.

Los riesgos a los que los trabajadores pueden estar expuestos debido a las tareas que realizan en sus respectivos puestos de trabajo, pueden ser muy variados, pueden ser éstos mecánicos, químicos, físicos, biológicos, ergonómicos o psicosociales. Además de la integridad del trabajador, la empresa, puede verse afectada debido a las consecuencias de estos riesgos en el caso que ocasionen accidentes físicos o efectos psicológicos y que influyan en el rendimiento del trabajador.

En algunas empresas nacionales no se le da mucha importancia al tema de seguridad industrial, provocando que en algunas ocasiones los trabajadores se encuentren en condiciones de riesgos para su salud física y psicológica. Si estas condiciones no se controlan puede ocasionar un deterioro progresivo en la salud del personal y generando en algunos casos una baja en el rendimiento y productividad de los trabajadores.

Por estas razones, mediante el Decreto Legislativo No. 254, de fecha 21 de enero de 2010, publicado en el Diario Oficial No. 82, Tomo No. 387, el 5 de mayo del año 2014, se presentó “la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo”. Cuyo objeto es establecer los requisitos de seguridad y salud ocupacional que deben aplicarse en los lugares de trabajo.

Este estudio se centrará en los riesgos físicos, y con especial énfasis en la temperatura. El reglamento general de riesgos laborales define este parámetro como estrés térmico.

El estrés térmico debido al flujo de calor, es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan. La carga de calor o carga calórica como se menciona en el art. No 137 del decreto 89: “Se entiende como el efecto de cualquier combinación de temperatura, humedad y velocidad del aire y calor radiante, que determine el índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH).” o índice WBGT por sus siglas en inglés.

II OBJETIVOS.

General.

- Medir y evaluar el riesgo de estrés térmico al que están expuestos los trabajadores de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador para proponer medidas preventivas que mejoren las condiciones de salud y seguridad en los puestos de trabajo apoyándonos en el reglamento general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo de El Salvador.

Específicos.

- Conocer el valor de índice WBGT para cada puesto de trabajo tomado para el estudio y con este, analizar si en algún puesto se sobrepasa los límites permisibles del índice de estrés térmico (WBGT), para un desempeño normal y sin riesgos de las actividades laborales.
- Evaluar el tipo de consumo metabólico que muestran las diferentes actividades que se realizan en una jornada laboral en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador
- Identificar la zona de confort de cada edificio analizado, para obtener los valores a los que se puede trabajar sin tener algún tipo de consecuencia, con respecto al estrés térmico.
- Identificar los puestos con los valores de estrés térmico más elevado para hacer un análisis más detallado y conocer las razones por las que se obtienen esos valores.
- Obtener una estimación del índice WBGT que se podría obtener en épocas del año que se tienen temperaturas más elevadas, para identificar si se puede tener riesgo en la salud de los trabajadores en ese periodo del año.
- Observar el comportamiento de la temperatura ambiente, humedad relativa y demás variables utilizadas en el estudio para conocer qué grado de influencia tiene cada una de estas en los resultados obtenidos

III ANTECEDENTES.

Actualmente en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador no existe un estudio previo sobre el estrés térmico, pero si se están desarrollando estudios sobre la eficiencia en los equipos instalados de aire acondicionado y la eficiencia de las luminarias en los lugares de trabajo; por lo que resulta muy conveniente y necesario desarrollar un estudio de las condiciones termo-higrométricas dentro de la Facultad, ya que la ley vigente del decreto legislativo N° 254 de la Republica de El Salvador [1], donde se reglamenta la prevención de riesgos en los lugares de trabajo, y establece en la sección correspondiente a los riesgos físicos, presenta un reglamento donde menciona el método de control a aplicar cuando exista cierta exposición a elevaciones de temperatura en los ambientes laborales, que pueden ser perjudiciales para los trabajadores que laboran bajo dichas condiciones [1].

IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La valoración del confort y del estrés térmico, tiene cada día mayor importancia y son múltiples las publicaciones en países del extranjero que abordan el tema. Sin embargo dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador no se ha realizado dicho estudio, aplicado a los puestos de trabajo. La importancia radica en que un ambiente térmico inadecuado causa muchos problemas que pueden desencadenar efectos nocivos para la salud, podemos mencionar alguno como la transpiración excesiva al grado que el trabajador puede experimentar un aumento gradual de la temperatura corporal, alcanzando un valor cercano a 40 °C, una temperatura a la que probablemente se producirán trastornos por calor, reducciones de los rendimientos físico y mental, y por lo tanto de la productividad. Es importante que un estudio y análisis sobre estrés térmico se haga mediante índices evaluativos que sean aplicados a nuestra región y tome en cuenta todos los factores que intervienen de manera habitual en el entorno de trabajo. La porción de trabajadores que desarrollan sus actividades laborales bajo estas condiciones es cada vez más numerosa, y son frecuentes los problemas creados por la falta de confort térmico, por lo que es de gran interés disponer de criterios de valoración y métodos de control para estas situaciones.

Una persona está expuesta a estrés térmico, cuando existen factores ambientales y propios del trabajo realizado, que pueden hacer variar su temperatura corporal interna por encima de los 38° C. Existen diversos métodos para valorar el ambiente térmico en sus diferentes grados de agresividad uno de ellos es el índice de WBGT.

V ALCANCES Y LIMITACIONES.

El presente estudio explorará los ambientes de trabajo bajo la óptica de cómo influyen las temperaturas a las que los empleados están expuestos en ciertos lugares de trabajo, con la perspectiva de hacer recomendaciones encaminadas a mejorar dicho ambiente de trabajo, para que no represente ningún peligro a la salud del empleado.

La investigación abarca solamente la medición y determinación del índice del estrés térmico de los lugares de trabajo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, tomando en cuenta los métodos previstos por el artículo 138 de ley general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo y tomando como referencia las tablas que se encuentran en el art. 142 y 143 para la comparación de las medidas realizadas en este estudio y los valores permisibles para la protección de la salud de los trabajadores, así como, los periodos de observación; para lograr apegarse a los rangos que se muestran en dicha ley.

Para el desarrollo de esta propuesta de investigación, se realiza un programa de actividades encaminadas a realizar, paso a paso y de forma ordenada, todas las actividades que conforman el estudio, compuesto en su mayoría por la toma de mediciones en los puestos de trabajo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA), para el posterior cálculo del índice WBGT.

Después de realizar los análisis respectivos, se concluirá si los lugares de trabajo están dentro de los estándares recomendados; si no los cumplen, se propondrán medidas correctivas para mejorar el ambiente laboral. Se definirán las zonas de confort de cada edificio además de identificar el edificio con el índice WBGT más alto.

Durante el desarrollo del estudio se pueden tener algunos factores que limiten el alcance de la investigación, y que posiblemente tendrán un efecto en el resultado final. Uno de los factores que pueden provocar limitantes es el estado del clima, ya que en periodos de tiempo que se presenten lluvias o nubosidad y podrían obtenerse resultados engañosos. En caso que por diversos motivos no se pueda esperar a que el estado del clima se normalice, se debe hacer la aclaración de las condiciones que se presentaban en ese momento y así no se tenga una malinterpretación de los resultados. Por este motivo también es importante obtener información de cada trabajador, de la percepción sobre su puesto de trabajo y poder hacer una comparación con lo medido y lo percibido.

Otra limitante que puede surgir es la colaboración del personal de cada edificio. Sobre esto se pueden tener varios casos, algunos como que no se pueda obtener la información del trabajador en algún puesto de trabajo, no se autoricen la realización de mediciones o entrevistas necesarias para el estudio o también que no se tenga acceso a algún puesto de trabajo que se previó en el estudio.

VI GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Carga térmica ambiental: es el calor intercambiado entre el hombre y el ambiente [1].

Temperatura operativa: es la temperatura del cuerpo de un trabajador. Se determina por los efectos acumulativos de todas las fuentes y receptores de calor. [1]

Carga térmica: es la suma de carga térmica ambiental y el calor generado en los procesos metabólicos. [1]

Condiciones higrotérmicas: son las determinadas por la temperatura, humedad, velocidad del aire y radiación térmica. [1]

Tensión térmica: variación de la temperatura normal del cuerpo debido al calor procedente del ambiente de trabajo. [1]

Zona de conformidad térmica : para el estudio de temperaturas se ha determinado una zona de confort térmico para áreas donde se realiza trabajo ligero y sedentario durante 8 horas. Este intervalo se encuentra a temperaturas entre los 18.9 °C y 26.1 °C, con una humedad relativa de 20% a 80%. Sin embargo la ropa y la radiación de calor afectan el sentido individual de comodidad dentro de esta zona de conformidad. [2]

Termorregulación o regulación de la temperatura: capacidad que tiene un organismo biológico para modificar su temperatura dentro de ciertos límites, incluso cuando la temperatura circundante es muy diferente. [3]

Termogénesis: es la capacidad de generar calor en el organismo debido a las reacciones metabólicas. La disipación de calor equilibra esta generación interna dando lugar a una homeostasis térmica (equilibrio térmico) en las células que en los mamíferos como el hombre alcanza un valor estático de aproximadamente 37 °C. [3]

Termólisis: fenómeno por el que se pierde calor corporal por medio de la radiación, la sudoración, etc. [3]

Evaporación del sudor: eliminación del calor por sudoración. El sudor se evapora absorbiendo calor del cuerpo. La cantidad de sudor evaporado es función de la humedad y la velocidad de aire.

Convección: proceso de intercambio de calor producido cuando un líquido o gas en movimiento (aire) entra en contacto con el cuerpo. La piel recibe o cede calor del aire. [4]

Radiación: el cuerpo humano absorbe casi toda la radiación que recae sobre él, por ejemplo del sol, obteniendo el calor proveniente del mismo. Para evitarlo se debe utilizar ropa de colores claros. [4]

CLO: medida de aislamiento proporcionado por la ropa. Se tiene que 1 CLO es igual a 0.16 °C por Watt y por metro cuadrado del área superficial del cuerpo. [5]

Cargas de calor ambiental: están representadas por los valores de temperatura de bulbo húmedo, temperatura de globo, y la temperatura de bulbo seco, cuando se trabaja bajo exposición solar.

Calor metabólico: es la suma del calor que se produce en el cuerpo humano debido a la acción de las funciones vegetativas tales como digestión, respiración, circulación sanguínea etc; más el calor producido por las funciones físicas que se estén realizando de acuerdo al trabajo efectuado, o labor que este desempeñando el trabajador. [6]

TBS (Temperatura de bulbo seco o de referencia °C): es la temperatura indicada por un termómetro de mercurio cuyo bulbo se ha apantallado de la radiación por algún medio que no restrinja la circulación natural del aire a su alrededor. [7]

TBH (Temperatura de bulbo húmeda °C): es la temperatura indicada por un termómetro de mercurio cuyo bulbo se encuentra recubierto por una muselina empapada de agua, ventilado únicamente de forma natural y no apantallado de las fuentes de radiación. Esta temperatura parte de evaluar la velocidad aproximada a la que el trabajador está perdiendo agua a causa de su exposición al calor. [7]

TG (Temperatura de globo °C): es la temperatura indicada por un termómetro cuyo bulbo se encuentra alojado en el centro de una esfera de cobre hueca, de 15 cm de diámetro y pintada exteriormente de negro mate. Es la temperatura a la que se encuentra sometido el trabajador a causa de la radiación (una de las formas en que se transmite el calor) de una fuente de calor que se encuentra cercana a la zona donde este desempeña su función. Este componente es el que indica la temperatura proveniente de la radiación en el sitio de la evaluación. [7]

Consumo metabólico (M): energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, despreciando en este caso la potencia útil (puesto que el rendimiento es muy bajo) y considerando que toda la energía consumida se transforma en calorífica. El término M puede medirse a través del consumo de oxígeno del individuo, o estimarlo mediante tablas. Esta última forma es la más utilizada, pese a su imprecisión, por la complejidad instrumental que conlleva la medida del oxígeno consumido. [8]

Grado de riesgo: es la relación entre la carga térmica soportada en WBGT y la carga máxima que puede soportar el trabajador, de acuerdo a los criterios establecidos por la ACGIH.

Humedad: medida de concentración de agua o vapor de agua en un sólido, un líquido o un gas. [3]

Humedad absoluta: es la masa de agua o vapor de agua por unidad de volumen. En el caso del aire se expresa en g/m³. [3]

Humedad específica: es la relación entre la masa de agua o vapor de agua y la masa total. En el caso del aire se expresa en gramos de vapor de agua por kilogramo de aire húmedo. [3]

Humedad relativa: es la relación entre la masa de agua o vapor de agua que existe en un determinado volumen y la cantidad de agua o vapor de agua necesaria para que se sature dicho volumen a la misma temperatura. Se expresa en porcentaje. [3]

Tiempo de exposición: se entiende como el régimen de trabajo en horas al cual está expuesto el trabajador a altas temperaturas, incidiendo directamente en el valor límite permitido. [9]

Susceptibilidad individual: es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales. [9]

La calidad del aire interior: puede definirse como el grado de satisfacción de las exigencias y necesidades del ser humano. Básicamente, los ocupantes de un espacio exigen dos cosas con respecto al aire que respiran: percibirlo como aire fresco y no viciado, estancado o irritante; y saber que los efectos perjudiciales para la salud que pueden derivarse de respirar ese aire son despreciables. [10]

Zona de confort térmico: es el rango de temperatura ambiental en el cual el gasto metabólico se mantiene en el mínimo, y la regulación de la temperatura se efectúa por mecanismos físicos no evaporativos, manteniéndose la temperatura corporal del núcleo en rangos normales.

Sudoración: cuando el cuerpo se calienta de manera excesiva, se envía información al área pre óptica, ubicada en el cerebro, por delante del hipotálamo. Este desencadena la producción de sudor. El humano puede perder hasta 1.5lt de sudor por hora. [11]

Vasodilatación: cuando la temperatura corporal aumenta, los vasos periféricos se dilatan y la sangre fluye en mayor cantidad cerca de la piel favoreciendo la transferencia de calor al ambiente. Por eso, después de un ejercicio la piel se enrojece, ya que está más irrigada. [11]

Vasoconstricción: la vasoconstricción de los vasos epidérmicos es uno de los primeros procesos que mejoran la conservación de calor. Cuando disminuye la temperatura se activa el hipotálamo posterior y a través del sistema nervioso simpático se produce la disminución del diámetro de los vasos sanguíneos cutáneos; esta es la razón por la cual la gente palidece con el frío. Este efecto disminuye la conducción de calor desde el núcleo interno a la piel. En consecuencia, la temperatura cutánea disminuye y se acerca a la temperatura ambiental, de esta manera se reduce el gradiente que favorece la pérdida de calor. La vasoconstricción puede disminuir la pérdida de calor unas ocho veces. [11]

El índice de estrés térmico WBGT: es el factor que relaciona las variables meteorológicas con el estrés térmico que padecen las personas en función de la actividad que hacen.

En todos los casos, lo que se relaciona es el consumo energético respecto al índice. Con estas dos entradas se determina si se puede realizar o no tal actividad, o cuál debe ser el tiempo máximo que puede durar sin entrar en una situación que provoque algún peligro. A mayor consumo metabólico, el índice límite es menor. Por ello se permite hacer cambios para bajar el consumo energético, como por ejemplo parar un rato en lugares frescos. También influye si el individuo está aclimatado o no, dado que en el primer caso el cuerpo responde mejor que en el segundo y eso se tiene en cuenta a la hora de ponerlos límites. [12]

Estrés térmico: corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan. [12]

Aclimatización: es un proceso de adaptación fisiológica que incrementa la tolerancia a ambientes calurosos, fundamentalmente por variación del flujo de sudor y del ritmo cardíaco. La aclimatización es un proceso necesario, que debe realizarse a lo largo de 6 o 7 días de trabajo, incrementando poco a poco la exposición al calor. Se considera que un trabajador está aclimatizado si ha realizado un trabajo con exposición a calor en al menos 5 de los últimos 7 días o 10 de los últimos 14. Sin embargo, los beneficios de la aclimatización se pierden fácilmente si las variaciones en la temperatura son importantes (elevaciones repentinas) o si no ha habido exposición en más de 4 días. [13]

Límite permisible: valor máximo que debe alcanzar el índice TGBH en un ambiente caluroso. Sin embargo, no es una frontera definida entre condiciones seguras e inseguras, por lo que se recomienda siempre usarlo junto con el nivel de acción.

Nivel de acción: valor de temperatura TGBH por encima del cual se deberá empezar a tomar medidas correctivas y preventivas para hacer frente a la exposición a calor en el ambiente de trabajo. Además, se deberá adoptar medidas de vigilancia médica que garanticen la no presencia de síntomas y signos del estrés térmico [14]

Carga calórica ambiental: el efecto de cualquier combinación de temperatura, humedad, velocidad del aire y calor radiante. [15]

Vasodilatación periférica: la cantidad de calor transferido del núcleo a la periferia depende del flujo sanguíneo periférico (FSP), el gradiente de temperatura entre el centro y la periferia y el calor específico de la sangre (algo inferior a 4 kJ/°C por litro de sangre). [11]

Factores ambientales: la temperatura, la humedad, la velocidad del aire y, además, la temperatura de las superficies que rodean al puesto de trabajo, como piso, muros, techo, equipos, etc.

Factores propios del trabajo: el esfuerzo físico que demandan las tareas realizadas y las características térmicas de la ropa de trabajo.

La tasa requerida de sudor, SW_{req} : es un índice que calcula la sudoración necesaria para conseguir el equilibrio térmico a partir de una ecuación perfeccionada del equilibrio térmico.

Carga térmica: es el resultado de la energía metabólica causada por la actividad que el sujeto realiza, e indica que un análisis detallado de la influencia del medioambiente sobre el estrés calórico.

La temperatura natural de bulbo húmedo (TBH): es el valor indicado por un sensor de temperatura cubierto con una mecha humedecida, que es ventilado naturalmente, es decir, colocado sin ventilación forzada en el medioambiente. [16]

TGBHi: temperatura de globo y de bulbo húmedo interna, TGBH que no considera los valores de temperatura por radiación. Se usa para ambientes cerrados donde el trabajador no tiene exposición a la luz solar.

TGBHe: temperatura de globo y de bulbo húmedo externa, TGBH que sí considera los valores de temperatura por radiación. Se usa para ambientes abiertos o donde el trabajador se expone a la luz solar

Temperatura operativa: que más que una temperatura es un índice de confort. Para no profundizar demasiado, diremos que su valor viene a ser la media aritmética de la temperatura del aire y la temperatura media de radiación. [17]

CAPÍTULO 1: DATOS GENERALES.

En este capítulo se presenta la información general del estudio, como las herramientas utilizadas para realizar el estudio (software y hardware), entre estas están el medidor utilizado y sus especificaciones técnicas, además del software utilizado para el manejo óptimo de datos. También términos y conceptos importantes para la mejor comprensión sobre el tema, así como el marco legal al que está apegado y en el que se basa este trabajo.

Además se presenta la metodología que se sigue para la realización completa del estudio, dividido por etapas, de forma que se visualice a groso modo el desarrollo del estudio.

1.1 - MARCO TEÓRICO.

GENERALIDADES.

La mayoría de personas acuden al personal de salud cuando presentan síntomas de enfermedades agravantes; no así, en el caso de los síntomas menores, que pueden ser el inicio de dichas enfermedades. Podría decirse que la mayoría de personas piensan que se encuentran sanas aun presentando malestares no alarmantes.

El concepto de enfermedad puede ser enunciado como una alteración estructural o funcional que afecta negativamente al estado de bienestar. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la salud es el completo bienestar físico, mental y social del individuo y no solamente la ausencia de enfermedad.

Es imprescindible conocer que todo ser humano se desarrolla en un medio ambiente o entorno, que es el conjunto de factores de orden físico, químico y biológico que actúan sobre él, brindándole los recursos necesarios para su supervivencia. Cabe mencionar que dentro de estos factores se encuentran los causantes del desequilibrio físico, mental, y/o social.

Existe una diversidad de ambientes en los cuales el ser humano se desenvuelve en el diario vivir; manteniéndose gran parte del día, en el lugar donde labora. Podemos afirmar que el trabajo es una actividad realizada por el hombre, con la meta de recibir una remuneración a cambio; a través de éste, se ha logrado el desarrollo de la humanidad. Sin embargo, el tipo y las condiciones de trabajo influyen significativamente en la salud, privilegiándola o deteriorándola.

Es importante destacar que durante la realización del trabajo el ser humano se encuentra expuesto a una serie de peligros, estos son definidos como una propiedad intrínseca a un agente físico, biológico, químico que no puede ser cambiada sin cambiar la naturaleza del agente; es decir un peligro es el resultado inherente a una acción, que a su vez pueden representar un riesgo, siendo este la probabilidad de que se presenten las consecuencias de un peligro, expresado en términos de severidad y consecuencias.

Los riesgos laborales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Agentes ambientales físicos.
- Agentes ambientales químicos.
- Agentes ambientales biológicos.
- Sobre-carga de trabajo física o muscular.
- Sobre-carga de trabajo mental.
- Organización del trabajo.
- Condiciones de seguridad y saneamiento básico.

Es importante resaltar que los accidentes y enfermedades profesionales están interrelacionados con los peligros y riesgos laborales, siendo el primero un suceso no planeado ni deseado que se presenta en forma brusca, que interrumpe la marcha normal del trabajo, pudiendo ser causado por condiciones y actos inseguros; el segundo, es un deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador como consecuencia de las labores que realiza o por los riesgos existentes relacionados con el trabajo. [18]

SALUD OCUPACIONAL.

Según lo anterior, el lugar de trabajo es un medio ambiente donde pueden existir factores de riesgo que provocan enfermedad; por ello, surge una nueva disciplina, la salud ocupacional, que se define como la rama de la salud pública que se encarga de promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores, protegiéndolos de factores de riesgos presentes en el lugar de trabajo; buscando adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) [19] la define como el conjunto de actividades multidisciplinarias encaminadas a la promoción, educación, prevención, control, recuperación y rehabilitación de los trabajadores para protegerlos de los riesgos de su ocupación y ubicarlos en un ambiente de trabajo de acuerdo a sus condiciones fisiológicas y psicológicas. [18]

ENTIDADES Y NORMATIVA REFERENTE.

La OIT, OMS y otras entidades de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) han incorporado a su normativa su preocupación por la salud y seguridad en el trabajo desde la segunda guerra mundial, siendo la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la encargada de evaluar las políticas de salud y seguridad aplicadas en los distintos países.

La salud y seguridad, son actualmente un asunto de especial preocupación para los organismos de comercio mundial y las organizaciones regionales de libre comercio, por lo que los efectos sociales de los acuerdos relacionados se suelen abordar en las respectivas negociaciones.

Dentro de los convenios y normas a nivel internacional que garantizan la seguridad y salud de los trabajadores en el medio ambiente de trabajo, se encuentran los siguientes:

- Convenio 155 de OIT sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo.
- Convenio 81 de OIT relativo a inspección del trabajo en la industria y el comercio.
- Disposiciones relativas a las competencias de los inspectores de trabajo en materia de seguridad y salud ocupacional.
- Convenio 129 de OIT relativo a la inspección del trabajo en la agricultura.
- Disposiciones relativas a las competencias de los inspectores de trabajo en materia de seguridad y salud ocupacional.

Las normas de Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Health and Safety Assessment Series), conocidas por sus siglas en inglés OHSAS; son una serie de estándares internacionales relacionados con la gestión de seguridad y salud ocupacional, que buscan asegurar el mejoramiento de la salud y seguridad en el lugar de trabajo a través de una gestión sistemática y estructurada.

A nivel nacional, de acuerdo al convenio 155 de la OIT, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, se ratificó mediante el decreto legislativo N° 30, de fecha 15 de Junio del 2000, en el cual El Salvador debe adoptar por vía legislativa o reglamentaria y en consulta

con las organizaciones de empleadores y trabajadores las medidas necesarias para aplicar y dar efecto a la política nacional existente en esta materia; por tanto se elaboró el decreto número 254 titulado como: Ley general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo; cuyo objeto es establecer los requisitos de seguridad y salud ocupacional que deben aplicarse en los lugares de trabajo, a fin de establecer el marco básico de garantías y responsabilidades que garantice un adecuado nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores y trabajadoras, frente a los riesgos derivados del trabajo de acuerdo a sus aptitudes psicológicas y fisiológicas para el trabajo, sin perjuicio de las leyes especiales que se dicten para cada actividad económica en particular. [19]

ESTRÉS TÉRMICO.

El ambiente térmico es un conjunto de factores (temperatura, humedad, actividad del trabajo, etc.) que caracteriza los diferentes puestos de trabajo. El ambiente térmico puede suponer un riesgo a corto plazo, cuando las condiciones son extremas (ambientes muy calurosos o muy fríos), pero también, originan discomfort térmico. [20]

Se entiende por estrés térmico, la presión ejercida sobre una persona al estar expuesta a temperaturas extremas y que, a igualdad de valores de temperatura, humedad y velocidad del aire, presentan para cada persona una respuesta distinta, dependiendo de la susceptibilidad del individuo y de su aclimatación. [18]

- Diferencias individuales y étnicas.

No es sorprendente que se observen diferencias en la reacción al calor de hombres y mujeres, así como de personas jóvenes y mayores, ya que difieren en ciertas características que pueden influir en la transferencia del calor, como la superficie, la relación entre peso y altura, el grosor de las capas aislantes de grasa cutánea y la capacidad física de producir trabajo y calor. La capacidad aeróbica es un importante factor que debe considerarse al comparar la respuesta de distintas personas expuestas al calor. En condiciones de laboratorio, las respuestas fisiológicas al calor son similares cuando se estudian grupos de personas con la misma capacidad física para el trabajo. Para fines de salud y seguridad en el trabajo, se han desarrollado una serie de índices del estrés por calor, que tienen en cuenta la gran variación individual en la respuesta al calor y al trabajo, así como los ambientes calurosos específicos para los que se construye el índice. [21]

Las personas expuestas repetidamente al calor lo tolerarán mejor al cabo de tan solo unos días. Se aclimatan. La tasa de sudoración aumenta y el mayor enfriamiento de la piel reduce la temperatura interna y la frecuencia cardíaca durante el trabajo en las mismas condiciones. Por consiguiente, la aclimatación artificial de los trabajadores cuando se prevé su exposición a elevadas temperaturas tendrá probablemente un efecto beneficioso para reducir el estrés.

El ser humano mantiene la temperatura corporal dentro de unos límites de variación muy estrechos y protegidos a toda costa. Los límites máximos de tolerancia para las células vivas corresponden a unos 0°C (formación de cristales de hielo) y unos 45°C (coagulación térmica de proteínas intracelulares); sin embargo, los seres humanos pueden soportar temperaturas internas inferiores a 35°C o superiores a 41°C, aunque sólo durante períodos muy cortos de tiempo. Cuanto más intensa sea la actividad física del individuo, mayor será también la cantidad de calor que deberá eliminar para que el equilibrio térmico pueda mantenerse.

- Equilibrio térmico del ser humano.

La principal fuente de calor para el organismo es, con diferencia, la producción de calor metabólico (M). La ecuación de balance térmico puede expresarse en forma simplificada de la siguiente manera: [6]

$$M - W \pm R \pm C - E = 0$$

Dónde:

W: cualquier energía asociada al trabajo externo.

M = Metabolismo total en kcal/hora

R = Energía radiante (balance) en kcal/hora

C = Energía intercambiada por convección en kcal/hora

E = Calor intercambiado por unidad de tiempo (evaporación)

El calor puede también absorberse del medio ambiente por radiación(R) y convección(C). [22]

Hay dos grupos de magnitudes condicionantes térmicas:

- Magnitudes condicionantes climáticas
 - ✓ Temperatura de bulbo seco, T
 - ✓ Velocidad del aire, V
 - ✓ Presión parcial del vapor de agua en el aire, Pa
 - ✓ Temperatura radiante media.
- Magnitudes condicionantes no climáticas (estado y posición del cuerpo)
 - ✓ Actividad corporal, producción metabólica, M
 - ✓ Resistencia térmica de la vestimenta, posición del cuerpo respecto a los puntos radiantes, A
- Efectos del estrés térmico sobre el organismo.

Cuando una persona se ve expuesta al calor, se activan los mecanismos fisiológicos de termólisis para mantener la temperatura normal del organismo. Los flujos de calor entre el organismo y el medio ambiente dependen de la diferencia de temperatura entre: el aire circundante y objetos como paredes, ventanas, el cielo, etc., y la temperatura superficial de la persona.

La temperatura superficial de la persona está regulada por mecanismos fisiológicos, como variaciones en el flujo sanguíneo periférico y la evaporación del sudor secretado por las glándulas sudoríparas. Cuando la temperatura ambiente es superior a la temperatura corporal periférica, el cuerpo absorbe calor de su entorno. En este caso, el calor absorbido, sumado al calor liberado por los procesos metabólicos, debe perderse mediante evaporación del sudor para mantener la temperatura corporal. Así, la evaporación del sudor adquiere una importancia cada vez mayor al aumentar la temperatura ambiente. Por este motivo la velocidad del aire y la humedad ambiental (presión parcial del vapor de agua) son factores ambientales críticos en ambientes calurosos. [23]

Cuando se realiza un trabajo intenso en condiciones de calor, las glándulas sudoríparas activas pueden excretar grandes cantidades de sudor, hasta más de 2 l/h durante varias horas. Incluso una pérdida de sudor de tan sólo el 1 % del peso corporal (aproximadamente entre 600 y 700 ml) afecta considerablemente el rendimiento laboral, lo que se manifiesta en un aumento de la frecuencia cardíaca (FC). La FC aumenta unos cinco latidos por minuto por cada 1 % de pérdida de agua corporal) y de la temperatura interna del organismo.

Una deshidratación severa puede producir agotamiento por calor y colapso circulatorio; en estas circunstancias, la persona es incapaz de mantener la presión arterial y la consecuencia es que pierde el conocimiento. Los síntomas del agotamiento por calor son cansancio generalizado, habitualmente con cefalea, atontamiento y náuseas. La principal causa del agotamiento por calor es el estrés circulatorio provocado por la pérdida hídrica del sistema vascular. Si los procesos que causan el agotamiento por calor se “descontrolan”, la persona puede sufrir un golpe de calor. La reducción gradual de la circulación periférica hace que la temperatura aumente cada vez más y esto produce una reducción o incluso un bloqueo total de la sudoración y un aumento más rápido de la temperatura interna, que causa colapso circulatorio y puede provocar la muerte o lesiones cerebrales irreversibles [24]

- Trastornos producidos por el calor.

Una temperatura y humedad ambiental elevada, más esfuerzo físico o una disipación insuficiente del calor pueden causar una serie de trastornos provocados por el calor, entre ellos: trastornos sistémicos como síncope, edema, calambres, agotamiento y golpe de calor, o trastornos locales como afecciones cutáneas.

Trastornos sistémicos.

Los calambres por calor, el agotamiento por calor y el golpe de calor tienen importancia clínica. Los mecanismos responsables de estos trastornos sistémicos son una insuficiencia circulatoria, un desequilibrio hídrico y electrolítico y/o hipertermia (elevada temperatura corporal). El más grave de todos ellos es el golpe de calor, que puede provocar la muerte si no se trata rápida y correctamente.

Edema por calor.

En personas no aclimatadas expuestas a un ambiente caluroso puede aparecer edema leve dependiente, es decir, la hinchazón de manos y pies. Suele afectar a las mujeres y desaparece con la aclimatación.

Síncope por calor.

El síncope es una pérdida de conocimiento temporal como resultado de la reducción del riego cerebral que suele ir precedido por palidez, visión borrosa, mareo y náuseas. Puede ocurrir en personas expuestas a estrés por calor. El término colapso por calor se ha utilizado como sinónimo de síncope por calor. Los síntomas se atribuyen a vasodilatación cutánea, acumulación de sangre por la postura corporal con el resultado de un menor retorno venoso al corazón y un gasto cardíaco también reducido.

Calambres por calor.

Los calambres por calor pueden aparecer tras una intensa sudoración como consecuencia de un trabajo físico prolongado. Aparecen espasmos dolorosos en las extremidades y en los músculos

abdominales sometidos a un trabajo intenso y a la fatiga, aunque la temperatura corporal apenas aumenta.

Agotamiento por calor.

El agotamiento por calor es el trastorno más común provocado por el calor que se observa en la práctica clínica. Se produce como resultado de una deshidratación severa tras perderse una gran cantidad de sudor. La principal característica de este trastorno es una deficiencia circulatoria causada por depleción hídrica y/o salina. Puede considerarse como un estadio incipiente del golpe de calor que, si no recibe tratamiento, puede progresar a éste último.

Golpe de calor.

El golpe de calor es una urgencia médica grave que puede provocar la muerte. Es un cuadro clínico complejo caracterizado por una hipertermia incontrolada que causa lesiones en los tejidos. Semejante elevación de la temperatura corporal se produce inicialmente por una intensa congestión por calor debida a una carga térmica excesiva. La hipertermia resultante provoca una disfunción del sistema nervioso central y, entre otras cosas, un fallo en el mecanismo normal de regulación térmica, acelerando así el aumento de la temperatura corporal. Existen dos tipos principales de golpe de calor: golpe de calor clásico y golpe de calor inducido por el esfuerzo. El primero suele afectar a personas muy jóvenes, personas de edad avanzada, personas obesas o personas con escasa preparación física cuando realizan actividades normales con exposición prolongada a elevadas temperaturas, mientras que el segundo se produce en adultos jóvenes cuando realizan esfuerzos físicos. Las personas que trabajan o realizan esfuerzos físicos intensos en ambientes calurosos y húmedos corren un alto riesgo de sufrir un trastorno por calor inducido por el esfuerzo, ya sea agotamiento por calor o golpe de calor.

Alteraciones cutáneas.

La erupción por calor o miliaria es la alteración cutánea más común asociada a la exposición al calor. Se produce cuando la obstrucción de los conductos sudoríparos impide que el sudor alcance la superficie cutánea y se evapore. El síndrome de retención del sudor aparece cuando la anhidrosis (imposibilidad de liberar sudor) afecta a toda la superficie corporal y predispone al paciente a un golpe de calor. La miliaria suele estar provocada por un esfuerzo físico en un ambiente caluroso y húmedo, enfermedades febriles, aplicación de compresas húmedas, vendajes, escayolas o cintas adhesivas, o la utilización de prendas poco permeables. [21]

- Reconocimiento, evaluación y control.

Las fuentes generadoras de calor deben ser detectadas, evaluadas y controladas, por medio de la medición de las diferentes temperaturas a las que está expuesto el trabajador, una vez identificadas deben ser comparadas con límites establecidos para su posterior control.

- Evaluación de los parámetros básicos del ambiente de trabajo.

Los intercambios térmicos por convección, radiación y evaporación dependen de cuatro parámetros Ambientales: la temperatura del aire t_a en °C, la humedad del aire expresada por su presión parcial de vapor P_a en kPa, la temperatura radiante media t_r en °C, y la velocidad del aire V_a en m/s. Los instrumentos y métodos utilizados para medir estos parámetros físicos del medio ambiente están sujetos a la norma ISO 7726 (1985), en la que se describen los diferentes tipos de

sensores que deben utilizarse, se especifican sus rangos de medición y su exactitud, y se recomiendan algunos procedimientos de medición. [25]

- *Temperatura del aire.*

La temperatura del aire (t_a) tiene que medirse con independencia de cualquier radiación térmica y con una exactitud de $\pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, y de $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ fuera de ese rango. Existen muchos tipos de termómetros, aunque los de mercurio son los más comunes. Su ventaja está en la exactitud, siempre que se hayan calibrado correctamente en un principio, y como principales desventajas, su largo tiempo de respuesta y la imposibilidad de realizar registros automáticos.

- *Presión parcial del vapor de agua.*

La humedad del aire puede caracterizarse de cuatro formas:

- La temperatura del punto de rocío: temperatura a la que debe enfriarse el aire para saturarse de humedad (t_d , $^{\circ}\text{C}$);
- La presión parcial de vapor de agua: fracción de la presión del aire debida al vapor de agua (P_a , kPa);
- La humedad relativa (HR), que viene dada por la expresión:
$$\text{HR} = 100 \cdot P_a / P_{s,t_a}$$

Donde P_s , t_a es la presión del vapor saturado asociada a la temperatura del aire.

- La temperatura de bulbo húmedo (t_h), que es la temperatura mínima que alcanza un bulbo rodeado de una mecha húmeda protegido contra la radiación y ventilado a más de 2 m/s por el aire ambiental. [4]

- *Temperatura radiante media.*

La temperatura radiante media (t_r), según se ha definido antes, puede estimarse de tres formas diferentes:

- a partir de la temperatura medida por el termómetro de esfera negra;
- a partir de las temperaturas radiantes medidas a lo largo de tres ejes perpendiculares,
- por cálculo, integrando los efectos de las diferentes fuentes de radiación.

La norma ISO 7726 (1985) permite una exactitud de $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la medición de t_r entre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, y $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ fuera de ese rango. [26]

- Evaluación del estrés térmico.

La evaluación del estrés térmico se efectúa midiendo los factores físicos del ambiente, evaluando sus efectos sobre el organismo humano mediante el empleo del índice de estrés térmico apropiado. Los métodos instrumentales tratan de establecer modelos físicos que expliquen las reacciones del hombre cuando se le somete a diferentes condiciones termohigrométricas, a través de la cuantificación de factores externos, como es el caso del índice de temperatura de globo bulbo húmedo (ITGBH) propuesto por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). EL ITGBH, es uno de los índices

empíricos que representa el estrés térmico al que el individuo está expuesto en un ambiente caluroso. El método para evaluar el estrés térmico basado en este índice proporciona un diagnóstico simple de los ambientes industriales calurosos. Dicho método, combina la medida de dos parámetros derivados: la temperatura de bulbo húmedo natural y la temperatura de globo, y en algunas situaciones, la medida de un parámetro básico, la temperatura del aire. [27]

- Control del estrés térmico.

El control del estrés térmico debe realizarse mediante sistemas de ventilación apropiados, y si es posible con aislamientos que reduzcan la transmisión térmica. El calor radiante debe reducirse recubriendo la superficie de los objetos calientes con materiales de baja emisión o mediante pantallas aislantes de la radiación. Para exposiciones cortas existen prendas de protección tales como intercambiadores de calor respiratorios, trajes refrigerados y reflectantes, etc. Cuando el calor emitido no puede controlarse (por ejemplo en hornos altos), la mejor solución es emplear cabinas con aire acondicionado para mantener a los trabajadores razonablemente confortables. En general, se debe actuar:

Sobre los focos de calor: con prevención en la fase de diseño, modificación del proceso productivo, aislamiento de procesos, extracción localizada, apantallamiento de focos de calor radiante.

Sobre el medio de difusión: influyendo en la ventilación de los locales, controlando la velocidad del aire.

Sobre el individuo: control del calor metabólico, cabinas climatizadas, áreas de descanso, reposición de líquidos y sales minerales, control médico, y medidas de información. [13]

- Temperaturas extremas.

El hombre necesita mantener una temperatura interna constante para desarrollar la vida normal. Para ello posee mecanismos fisiológicos que hacen que ésta se establezca a cierto nivel, 37 °C, y permanezca constante. Las variables que interviene en la sensación de confort son:

- ✓ El nivel de activación.
- ✓ Las características del vestido.
- ✓ La temperatura seca.
- ✓ La humedad relativa.
- ✓ La temperatura radiante media.
- ✓ La velocidad del aire.

Mediante la actividad física, el ser humano genera calor, en función de la intensidad de la actividad. Para evitar que la acumulación de calor producido por el cuerpo y/o ganado del ambiente descompense la temperatura interna hay mecanismos físicos y fisiológicos:

- a. Radiación.
- b. Conducción.
- c. Convección.
- d. Evaporación

Conducción.

La conducción es la transmisión de calor entre dos sólidos que están en contacto. Los intercambios se producen entre la piel y la ropa, el calzado, los puntos de presión (asiento, asas), herramientas, etc. En la práctica, para el cálculo matemático del equilibrio térmico, el flujo de calor por conducción se estima indirectamente como una cantidad igual al flujo de calor por convección y radiación que tendría lugar si esas superficies no estuvieran en contacto con otros materiales. [22]

Convección.

La convección consiste en la transferencia de calor entre la piel y el aire circundante. Si la temperatura de la piel, t_{piel} en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$), es mayor que la temperatura del aire (t_a), el aire en contacto con la piel se calienta y, como consecuencia, se desplaza hacia arriba. Se establece así una circulación de aire, conocida como convección natural, en la superficie del cuerpo. El intercambio aumenta si el aire pasa sobre la piel a una cierta velocidad, ya que se fuerza la convección. [22]

Radiación.

Todos los cuerpos emiten radiación electromagnética cuya intensidad depende de su temperatura absoluta T (en grados Kelvin: K) elevada a la cuarta potencia. La piel, con una temperatura que puede oscilar entre 30 y 35 $^{\circ}\text{C}$ (303 y 308 K), emite este tipo de radiación en la zona infrarroja. Además recibe la radiación emitida por las superficies vecinas. [22]

Evaporación.

Sobre todas las superficies húmedas existe una capa de aire saturado con vapor de agua. Si la atmósfera no está saturada, el vapor se difunde desde esta capa a la atmósfera. La capa tiende a regenerarse absorbiendo el calor de evaporación (0.674 watts hora por gramo de agua) de la superficie húmeda, que se enfría. Si toda la piel está cubierta de sudor, la evaporación es máxima (E_{max}) y depende sólo de las condiciones ambientales.

Aislamiento térmico de la ropa.

En el cálculo del flujo de calor por convección, radiación y evaporación se aplica un factor de corrección para tener en cuenta la ropa utilizada.

El aislamiento térmico de las prendas de vestir I_{cl} se expresa en m^2/W o en CLO. Un aislamiento de 1 clo corresponde a 0.155 m^2/W y se consigue, por ejemplo, con un traje de calle normal (camisa, corbata, pantalones, chaqueta, etc.). En la norma ISO 9920 (1994) se indica el aislamiento térmico proporcionado por diferentes combinaciones de prendas. En el caso de prendas protectoras especiales que reflejan el calor o limitan la permeabilidad al vapor en condiciones de calor, o absorben y aíslan en condiciones de estrés por calor, deben aplicarse factores de corrección individuales. [28]

1.2 - MARCO LEGAL

ISO 7243:1989 – Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo, basado en el índice WBGT (temperatura de globo y de bulbo húmedo)

Proporciona un método, que puede emplearse fácilmente en un ambiente industrial, para la evaluación rápida del estrés térmico al cual está sujeto un individuo en un ambiente caluroso.

Se aplica a la evaluación del efecto medio del calor en el sujeto durante un período representativo de su actividad, pero no es aplicable a la evaluación del estrés térmico sufrido durante períodos muy cortos ni en la proximidad de la zona de comodidad. Ha sido aprobada como norma europea (EN 27243:1993) y actualmente existe su versión en español (UNE-EN27243:1995) [7]

ISO 7933:1989 – Ambientes térmicos calurosos. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico, basado en el cálculo de la tasa de sudoración requerida

Especifica un método para la evaluación analítica e interpretación del estrés térmico experimentado por un sujeto en un ambiente caluroso.

Describe el método de cálculo del balance térmico, así como de la tasa de sudoración que el cuerpo humano habría de producir para mantener en equilibrio ese balance: esta tasa recibe el nombre de “tasa de sudoración requerida”

Esta norma no predice la respuesta fisiológica de cada individuo en particular, sino que se refiere a un sujeto típico, de buena salud y apto para su trabajo. En su forma actual, este método no es aplicable a los casos en los que se emplee ropa especial de protección. Por ser el cálculo de la Tasa de Sudoración Requerida un método de evaluación complejo, la norma ISO 7933:1989 anexiona una propuesta de programa informático en lenguaje BASIC para facilitar su cálculo y uso.

Ha sido aprobada como norma europea con modificaciones (EN 12515:1997) y existe su versión en español (UNE-EN 12515:1997). [29]

ISO 7726:1985 – Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos

Especifica las características mínimas de los instrumentos para la medida de las magnitudes físicas que caracterizan un ambiente térmico, así como los métodos de medida de las magnitudes físicas. Se aplica al estudio de ambientes calurosos, confortables o fríos, en cualquier lugar ocupado por personas. Se describen los diferentes tipos de sensores que deben utilizarse, se especifican sus rangos de medición y su exactitud, y se recomiendan algunos procedimientos de medición.

Ha sido aprobada como norma europea (EN 27726:1993) y existe su versión en español (UNE-EN 27726:1995).

DECRETO N° 254.

Ley general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo.

A nivel nacional, de acuerdo al convenio 155 de la OIT, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, se ratificó mediante el decreto legislativo N° 30, de fecha 15 de Junio del 2000, en el cual El Salvador debe adoptar por vía legislativa o reglamentaria y en consulta con las organizaciones de empleadores y trabajadores las medidas necesarias para aplicar y dar efecto a la política nacional existente en esta materia; por tanto se elaboró el decreto número 254 titulado como: **Ley general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo**, cuyo objeto es establecer los requisitos de seguridad y salud ocupacional que deben aplicarse en los lugares de trabajo, a fin de establecer el marco básico de garantías y responsabilidades que garantice un adecuado nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores y trabajadoras, frente a los riesgos derivados del trabajo de acuerdo a sus aptitudes psicológicas y fisiológicas para el trabajo, sin perjuicio de las leyes especiales que se dicten para cada actividad económica en particular. [30]

Reglamento general en materia de prevención de riesgos en los lugares de trabajo - Decreto 89.

CAPÍTULO IV. RIESGOS HIGIÉNICOS
SECCIÓN II AGENTES FÍSICOS
CALOR. Art. 137 – 138.

El presente reglamento tiene por objeto regular la aplicación de la Ley general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo, en adelante "la ley", en lo relativo a condiciones de seguridad e higiene en que deben desarrollarse las labores, a fin de eliminar o controlar los factores de riesgos en los puestos de trabajo, sean éstos de naturaleza mecánica o estructural, física, química, ergonómica, biológica o psicosocial; todo con el propósito de proteger la vida, salud, integridad física, mental y moral de los trabajadores y trabajadoras. [30]

Enciclopedia de la Organización Internacional del Trabajo

Volumen II, Parte VI

Capítulo 42: Calor y frío.

En esta sección de la enciclopedia se describen los riesgos sociales, mecánicos, físicos y químicos; los accidentes y los métodos de gestión de la seguridad que pueden encontrarse en todo el mundo. Detalla la naturaleza de los riesgos y facilita información técnica sobre su identificación, evaluación y control. Incluye artículos sobre calidad de aire interior radiaciones, ruido, equipos con pantallas de visualización, violencia, estrés y otros. Todas las facetas en el uso de productos químicos, almacenaje, transporte, identificación y utilización.

1.3 - METODOLOGÍA DE INVESTIGACION A DESARROLLAR

- Introducción.

Lo que se busca por medio de esta investigación es obtener conclusiones con respecto al estrés térmico, ya sea si se encuentra un caso donde se sobrepase los límites permisibles de estrés térmico, poder conocer las razones y características ambientales que provocaron este comportamiento, o también de forma opuesta, si se presentó un caso en el que no había padecimiento de este, y así poder hacer un análisis profundo, observando y comparando el comportamiento de los datos obtenidos por medio de las mediciones y los datos que se obtienen de la percepción de las personas involucradas en el estudio. Se busca conocer también la zona de confort térmico de cada edificio tomado para el estudio, para conocer los rangos en los que se puede realizar las actividades correspondientes sin riesgos para la salud.

También es importante identificar los puestos de trabajo en donde los valores de estrés térmico sean máximos, independientemente se esté arriba de los límites permitidos o no. Si se está arriba de este valor, para proporcionar medidas correctivas que mejoren las condiciones del ambiente en que se trabaja y para el caso que no se sobrepase el valor límite, para tener en cuenta que se podrían dar problemas en ese puesto al tener variaciones quizás mínimas de las condiciones ambientales, por lo que es necesario mantener en observación dicho lugar.

Para el análisis y realización del estudio se hará uso de diferentes criterios y herramientas que nos permitan realizar una buena investigación.

- Metodología.

El estudio que se realiza es sobre el estrés térmico en los puestos de trabajo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y de Universidad de El Salvador, por lo que como primer paso se plantea evaluar lo que cada trabajador percibe en su ambiente laboral, recopilando los datos por medio de encuestas. Después de esto realizar mediciones de diferentes variables en cada puesto de trabajo y terminando con un análisis comparativo, un análisis a fondo de los datos medidos y demás variables involucradas en el estudio, además de obtener como resultado conclusiones y respuestas a este padecimiento, y poder interpretar que tan concurrente es el padecimiento de estrés térmico en la FIA y qué medidas se tienen que aplicar para mejorar el ambiente en los puestos de trabajo.

- Recopilación de datos.

- ✓ Identificación de cada puesto de trabajo.

Para la primera etapa de la investigación, debido a que el estudio es en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, se necesitan los planos de todos los edificios. Esto sirve porque se identifica cada área de trabajo para tener un mayor orden y manejo de la información. Al tener cada puesto de trabajo identificado, se puede continuar con la recolección de datos.

✓ Recolección de datos preliminares.

Al tener identificadas los puestos de trabajo se pasa a recolectar la información necesaria. Los trabajadores proporcionan valiosa información, ya que es de mucha importancia la percepción que los trabajadores tienen sobre el ambiente en que laboran, esto se hará por medio de encuestas. Uno de los factores de más importancia que se pueden obtener son las horas en las que el trabajador percibe un incremento o una reducción de temperaturas, si se diera el caso. Además de esto se logra identificar si hay otros factores que influyan en el aumento o reducción de la temperatura a cierta hora, tales como un incremento debido a una cantidad excesiva de luminarias en funcionamiento o luminarias que se encuentren a una altura fuera de lo normado en el NEC (National Electrical Code NFPA 70). Todos estos datos y muchos otros ayudan a poder hacer un análisis preliminar de cada puesto de trabajo.

Además de la información obtenida por las encuestas se obtienen datos técnicos que son necesarios para el estudio, tales como cantidad de luminarias, si hay o no sistemas de climatización (A/C), si se encuentra equipo generador de calor, entre otros datos importante.

✓ Mediciones.

Gracias a los datos preliminares y haciendo un análisis de estos, se puede determinar la hora más crítica (máximo incremento de temperatura ambiente), y tomar esa hora, que es el caso más crítico, para realizar las mediciones que se necesitan, tales como la temperatura del aire, temperatura de globo, entre otras necesarias para la investigación y estudio del estrés térmico. La información que se obtiene a través de las mediciones, por medio del medidor PCE-WB 20SD, son el índice de estrés térmico, temperatura del aire, temperatura de globo, temperatura de bulbo húmedo, punto de rocío y humedad relativa.

- Análisis de datos.

✓ Evaluación de datos.

Uno de los análisis que se hace con los datos es evaluar los obtenidos mediante mediciones y los datos obtenidos mediante la información dada por los trabajadores, esto para entender mejor los resultados obtenidos y tener una interpretación real de estos. Además de esto, la información técnica se utiliza para ver si alguno de estos factores técnicos tuvo influencia sobre las mediciones realizadas y así identificar uno de los problemas por el que podría haber un cambio brusco en la temperatura en ese puesto de trabajo.

✓ Interpretación de datos.

Al obtener los resultados del estrés térmico se compara con la tabla de valores permisibles para ver los resultados y concluir si se necesitan periodos de descanso en ese puesto de trabajo o no y cuánto tiempo se necesitaría.

Al hacer esta comparación se logra obtener un análisis completo del confort térmico en cada puesto de trabajo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UES.

Con estos resultados se puede definir la zona de confort térmico de cada edificio, conociendo los valores mínimos y máximos de temperatura en los que se puede realizar algún trabajo específico sin presentar riesgo de incrementar el índice WBGT.

Además se puede conocer los puestos de trabajo con mayor riesgo, o que resultaron con los valores más altos de WBGT e identificarlos para su constante observación.

1.4 - PLANIFICACION DE RECURSOS.

- Medidor. [31]

Equipo de medición del estrés térmico PCE-WB 20SD

Características.

- Mide el valor WBGT, la humedad relativa del aire y la temperatura.
- Calcula el punto de rocío y la temperatura de bulbo húmedo.
- Permite configurar una alarma. Cuando se supera el valor de alarma, se emite una señal de advertencia y la pantalla empieza a parpadear.
- Se utiliza para monitorizar la actividad física en un entorno con carga térmica y reducir así el riesgo de accidentes condicionados por el calor.
- Tiempo corto de respuesta.
- Medición directa del efecto de radiación mediante un globo negro de latón (de 75 mm de diámetro).
- Mecanismo de protección del sensor.
- Permite guardar los datos en tiempo real en un tarjeta de memoria SD (1- 16 GB).
- Permite ajustar el intervalo de registro de 1 a 3600 segundos (1 hora).
- Permite guardar las medidas de forma manual.
- Las tarjetas SD pueden leerse en un PC utilizando Excel.
- Los datos incluyen la temperatura y la humedad, además del año, mes, día, hora, minuto y segundo.
- Pantalla grande (LCD) retroiluminada.
- Funciona con 6 pilas tipo AA o con una fuente de alimentación.
- Conexión RS-232 y USB
- Certificado por UKAS (THE UNITED KINGDOM ACCREDITATION SERVICE)

Especificaciones.

- Especificaciones generales.

Círculo		Círculo LSI con procesador de un chip
Pantalla		Pantalla LCD de 52x38 mm, retroiluminada
Mediciones		• Temperatura de globo con bulbo húmedo (WBGT) • Temperatura de globo negro (TG) • Temperatura del aire (TA) • Temperatura de bulbo húmedo (WB) • Humedad • Temperatura del punto de rocío
Fórmulas para obtener la temperatura WBGT: Interior/exterior (sin incidencia solar)		$WBGT = (0.7 \times WB) + (0.3 \times TG)$
Fórmula para obtener la temperatura WBGT: Exterior (con incidencia solar)		$WBGT = (0.7 \times WB) + (0.2 \times TG) + (0.1 \times TA)$
Intervalo de registro	Automático	Ajustable de 1 a 3600 segundos (el tiempo de registro puede ajustarse a 1 segundo, aunque esto puede conllevar la pérdida de datos)
	Manual	La medición se realiza pulsando el botón de registro (ajuste el tiempo de registro a 0 segundos) (en modo manual también puede seleccionar las posiciones 1 a 99)
Tasa de pérdida de datos		0.1 %
Tarjeta de memoria		Tarjeta SD (1....16 GB)
Configuración de la alarma WBGT		Cuando el valor de WBGT supera el umbral de alarma, se emite una señal de advertencia y la

Figura 1.0 – Especificaciones generales de medidor PCE-WB 20SD. [31]

	pantalla empieza a parpadear.
Ajustes adicionales	• Ajuste de la hora (año/mes/día/hora/minuto/segundo) • Ajuste de la alarma WBG • Ajuste de la separación decimal de la tarjeta SD • Ajuste de la función de desconexión automática • Activación y desactivación de la señal de aviso • Ajuste de la unidad de la temperatura (°C o °F) • Ajuste de la tasa de muestreo • Formateo de tarjetas SD
Función de retención de datos	Mantiene los valores medidos en pantalla
Función Máx./ Min.	Almacena los valores máximo y mínimo
Tasa de muestreo	Aprox. 1 segundo
Transmisión de datos	RS 232 / cable USB (opcional)
Temperatura de trabajo	0 ... 50°C
Humedad permitida	85% H.r. como máximo
Peso	489 g
Dimensiones	Equipo: 177 x 68 x 45 mm Globo sensor: 75 mm de diámetro
Accesorios	• Manual de funcionamiento • Globo sensor • Bolsa de transporte
Accesorios opcionales	• Fuente de alimentación de 9V • Cable USB • Cable RS232 • Software • Maletín rígido (370 x 310 x 115 mm)
Alimentación	6 pilas tipo AA de 1.5 V Fuente de alimentación de 9 V (opcional)

Figura 1.0 – Especificaciones generales de medidor PCE-WB 20SD. [31]

- Especificaciones técnicas.

Temperatura de globo con bulbo húmedo (WBGT)			
Rango de medición	°C	Interior	0 °C ... 59 °C
		Exterior	0 °C ... 56 °C
	°F	Interior	32 °F ... 138 °F
		Exterior	32 °F ... 132 °F
Precisión	°C	Interior	± 1 °C (15 ... 59 °C) ± 1,5 °C (resto del rango)
		Exterior	± 1,5 °C (15 ... 56 °C) ± 2 °C (resto del rango)
	°F	Interior	± 1,8 °F (59 ... 138 °F) ± 2,7 °F (resto del rango)
		Exterior	± 2,7 °F (59 ... 132 °F) ± 3,6 °F (resto del rango)

Temperatura de globo negro (TG)		
Rango de medición	°C	0 °C ... 80 °C
	°F	32 °F ... 176 °F
Resolución	°C	0.1 °C
	°F	0.1 °F
Precisión (15 °C ... 40 °C)	°C	± 0.6 °C
	°F	± 1.1 °F

Humedad		
Rango de medición		5 % h.r.... 95 % h.r
Resolución		0,1 % h.r.
Precisión	≥70 % h.r.	± (3 % valor medido + 1 % h.r.)
	<70 % h.r.	± 3 % h.r.

Figura 1.1 – Especificaciones técnicas de medidor PCE-WB 20SD. [31]

Temperatura del aire (Ta)		
Rango de medición	°C	0 °C ... 50 °C
	°F	32 °F ... 122 °F
Resolución	°C	0.1 °C
	°F	0.1 °F
Precisión (15 °C ... 40 °C)	°C	± 0.8 °C
	°F	± 1.5 °C

Temperatura del punto de rocío		
Rango de medición	°C	-25.3 °C ... 48.9 °C
	°F	-13.5 °F ... 120,1 °F
Resolución	°C	0.1 °C
	°F	0.1 °F
Observaciones:	- La temperatura del punto de rocío se calcula de forma automática a partir de las mediciones de la humedad y la temperatura del aire. - La precisión del valor de la temperatura del punto de rocío es la suma de la precisión de la medición de la humedad y de la temperatura del aire.	

Temperatura del bulbo húmedo		
Rango de medición	°C	-21 °C ... 50 °C
	°F	-6,9 °F ... 122 °F
Resolución	°C	0.1 °C
	°F	0.1 °F
Observaciones:	- El valor de la temperatura del bulbo húmedo se calcula a partir de las mediciones de la humedad y la temperatura del aire. - La precisión del valor de la temperatura del bulbo húmedo es la suma de la precisión de la medición de la humedad y de la temperatura del aire.	

Figura 1.1 – Especificaciones técnicas de medidor PCE-WB 20SD. [31]

- Descripción.

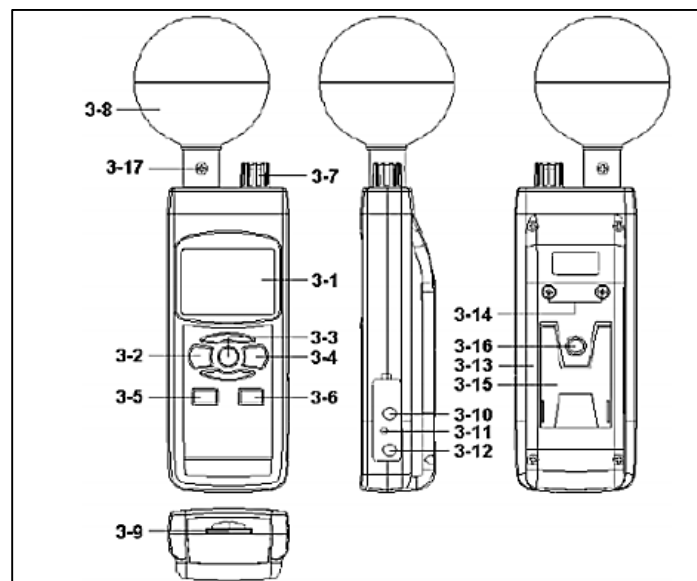


Figura 1.2 – Descripción física del medidor PCE-WB 20SD. [31]

- 3-1 Pantalla
- 3-2 Tecla Power [encendido y apagado] (ESC, retroiluminado)
- 3-3 Tecla Hold [retener datos] (tecla de función, tecla de continuar)
- 3-4 Tecla REC [guardar] (tecla de confirmación)
- 3-5 Tecla SET [ajustar] (tecla ▼, comprobar hora)
- 3-6 Tecla Logger [registrador] (tecla ▲, comprobar intervalo de registro)
- 3-7 Sensor de humedad y temperatura (Sensor TA)
- 3-8 Globo negro (sensor de temperatura del globo negro)
- 3-9 Ranura para tarjetas SD
- 3-10 Salida RS-232
- 3-11 Tecla Reset [reiniciar]
- 3-12 Conexión de 9 V (para la fuente de alimentación)
- 3-13 Tapa del compartimento de las pilas
- 3-14 Tornillos de la tapa del compartimento de las pilas
- 3-15 Soporte
- 3-16 Rosca para montaje de trípode
- 3-17 Tornillo de fijación del globo sensor

- Microsoft Excel 2010.

El paquete Excel de Microsoft Office 2010 se utiliza con la herramienta de Macros en la hoja de cálculo para agilizar y optimizar el proceso de manejo de la base de datos de la encuesta y datos técnicos.

La interfaz de la macro que se creó se muestra en la *Figura 2.0*, se tienen 4 opciones principales, más la opción de “salir”, esta es para salir de la macro y cerrar el documento Excel.



Figura 2.0 – Interfaz gráfica de la macro elaborada, para manejo de base de datos.

La primera opción es para guardar datos de la encuesta que se realiza a los trabajadores en cada edificio, como se muestra en la *Figura 2.1*.

Se tienen diferentes opciones, la mayoría de información posee una lista desplegable para seleccionar, por ejemplo, en “edificio” se despliega una lista de todos los edificios de la Facultad. Se selecciona el sexo, la edad se introduce y el número de puesto de trabajo se selecciona de acuerdo a la identificación de los puestos que se hizo anteriormente.

Al lado derecho de la interfaz, se selecciona si se percibe algún malestar y si en el puesto de trabajo se encuentra instalado algún equipo de A/C. Debajo se selecciona los malestares que se perciben o se agrega alguno que no se encuentre en la lista. Si la casilla de “Percepción de malestar” no está seleccionada aunque se seleccione algún malestar, no se guardara en la base de datos. Debe estar chequeada la casilla correspondiente a esa información. De igual forma para la casilla de “Equipo de A/C”.

En la sección en blanco, con título “Observaciones:” se puede agregar alguna cosa para tomar en cuenta y que no hay una sección sobre esa información en la interfaz.

Para el apartado de “Percepción de malestar” y “Equipo de A/C”, se tiene una sección en la parte de abajo con tres pestañas, la primera (que esta por defecto) es para la selección de los tipos de malestares.

Figura 2.1 – Interfaz gráfica de la opción Encuesta, para introducción de datos.

La segunda pestaña, que se presenta en la *Figura 2.2*, presenta una interfaz para introducir información acerca del equipo de A/C, como horas de funcionamiento, si funciona la jornada completa o por periodos y la temperatura a la que se encuentra funcionando el A/C.

Figura 2.2 – Interfaz gráfica de la opción Encuesta, pestaña de A/C.

La tercer pestaña, mostrada en la *Figura 2.3*, donde se selecciona las horas a las que el trabajador percibe el malestar.

Figura 2.3 – Interfaz gráfica de la opción Encuesta, pestaña de Horario de malestar.

Si el trabajador encuestado no presenta ningún tipo de malestar, no se selecciona la casilla correspondiente y no se llena la demás información. De igual manera para áreas donde no se cuenta con equipo de A/C, no se selecciona la casilla y no se llena el área de las pestañas.

Luego de tener toda la información requerida se guardan los datos, dando clic en el botón “Guardar Datos” y automáticamente se guardan en la base de datos, como se muestra en la *Figura 2.4*, donde se observa una parte de la base de datos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	FECHA / HORA	OCUPACION LABORAL	EDAD	EDIFICIO	SEXO	Nº DE PUESTO DE TRABAJO	HORARIO DE JORNADA LABORAL	TIEMPO DE ALMUERZO	TEMPERATURA PERCIBIDA [°C]	COMPLEJIÓN	HORA DE TEMPERATURA MAS ALTA	PERCEPCIÓN DE MALESTARES	TIPO DE MALESTAR
2	27/10/2014 10:56	Catedrático a tiempo completo	36	Escuela Ing. Eléctrica	Masculino	5	8:00-4:00	1 hora	22	Medio		NO	
3	27/10/2014 11:05	Catedrático a tiempo completo	59	Escuela Ing. Eléctrica	Masculino	12	6:00-4:00	30 min	26	Medio	02:00	SI	

Figura 2.4 – Ejemplo de llenado para datos de encuesta, por medio de la macro.

Luego de guardar los datos, las casillas de la interfaz se limpian para introducir nueva información.

Si además de la información de la encuesta se recolecta información técnica acerca del puesto de trabajo se debe dar clic en el botón “Regresar”, a la interfaz principal y dar clic en la opción “Datos Técnicos”, mostrándose una nueva ventana (Figura 2.5).

Figura 2.5 – Interfaz gráfica de la opción Datos Técnicos, para recolección de datos.

En esta ventana se cuenta con apartados para conocer, el número de luminarias en el lugar (que pueden ser generadoras de calor), la altura a la que se encuentran, cuantas personas se encuentran trabajando en ese puesto y si existe A/C, con cuantos equipos se cuenta (sino hay equipo de A/C instalado se deja la opción de “0”), si existe algún equipo que genere calor (sino hay equipo seleccionar “0”), el tiempo que durará la medición y si se cuenta con ventanas (acceso a ventilación natural). Además una sección en blanco para agregar alguna cosa que sea de utilidad para el análisis posterior. Si en el área no hay ventanas no se selecciona esa opción.

Luego de esto se guardan los datos dando clic sobre el botón “Guardar”, se guardan los datos y se limpian las casillas.

Si se desea recolectar información para otro trabajador se debe regresar a la ventana principal e introducir primero la información de la encuesta, y luego los datos técnicos para llevar un orden en los datos introducidos. Se muestra en la *Figura 2.6*, un vistazo de la base de datos técnicos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	N° DE LUMINARIAS	ALTURA DE LUMINARIAS APROXIMADA	N° DE TRABAJADORES EN EL PUESTO DE TRABAJO	N° DE A/C	N° DE EQUIPOS GENERADORES DE CALOR	TIPO DE EQUIPO	TIEMPO DE LA MEDICION [MIN]	VENTANAS	CANTIDAD DE VENTANAS	OBSERVACIONES
2	4	<2.0m	2	1	1	Equipo de oficina	10	SI	2	el A/C da directamente a uno de los trabajadores, mientras el otro percibe menos el A/C, 2 luminarias de 3x40 y 2 de 17x4. 2 ventanas una pequeña y otra grande a lo largo
3	4	2.4m	2	0	0		10	SI	6	ventilador

Figura 2.6 – Ejemplo de llenado para datos técnicos, por medio de la macro.

La tercera opción en la ventana principal es “Editar Base de Datos”, donde se pueden modificar los últimos datos introducidos. Esto borra los datos introducidos anteriormente y se debe hacer la corrección y llenar todas las casillas de nuevo.

Figura 2.7 – Interfaz gráfica de la opción Editar Base de Datos, para recolección de datos.

Como cuarta opción esta “Borrar Datos”, que borra toda la información que se tenga guardada en ese momento, dejando en blanco todas las columnas de la tabla de datos. Al dar clic sobre esta opción se muestra una ventana de advertencia (*Figura 2.8*). Si se está seguro que se desea borrar toda la información de debe dar clic en “Aceptar”, de lo contrario dar clic en “Cancelar”

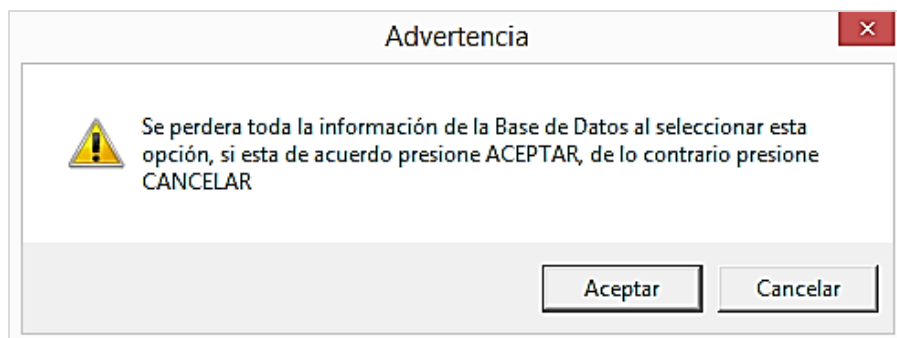


Figura 2.8 – Ventana de advertencia, para opción de Borrar Datos.

CAPÍTULO 2: MANIPULACIÓN DE DATOS.

En el capítulo 2 del documento se presentan algunos resultados de las encuestas que se obtuvieron, en donde se recolectó información sobre la percepción que tienen los trabajadores de sus puestos de trabajo e información técnica útil para el análisis posterior.

Además de esto se muestra el análisis del índice WBGT de los puestos en los que se obtuvieron los resultados más altos de estrés térmico, con su respectivo análisis. Se muestran las tablas de las variables más importantes de estos puestos, como son temperatura ambiente, temperatura de globo, temperatura de bulbo húmedo, humedad relativa e índice de estrés térmico, las tablas y graficas que justifican y sustentan el análisis de cada puesto.

Otro tema que se aborda es la influencia que tiene el valor de temperatura ambiente y la humedad relativa en el cálculo del índice WBGT; además la velocidad del viento, que resulta en algunas ocasiones, un factor que disminuye el discomfort en los puestos de trabajo.

2.1 - DATOS DE ENCUESTAS.

Para observar algunos de los resultados que arrojan las encuestas, se presentan la Escuela de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica y de Arquitectura.

- Escuela de Ingeniería Civil.

Algunas de las situaciones que era de interés para el estudio es si alguno de los trabajadores percibía algún tipo de malestar. Se pasó la encuesta a una muestra de la población total de trabajadores. Obteniendo los siguientes resultados:



Gráfica 1.0 – Gráfica de pastel, percepción de malestares, en la EIC.

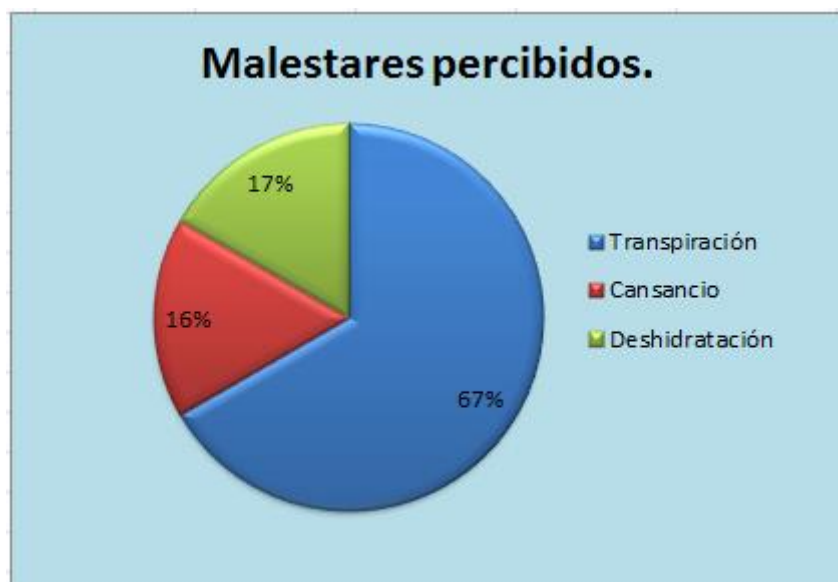
Del total de la muestra solo un 37 %, percibía algún tipo de malestar. Algunos otros manifestaban que su puesto de trabajo se tornaba incomodo en algunos momentos, cuando la temperatura aumentaba, pero no llegaban a percibir un malestar físico.

Algunos de los malestares que se percibían, se presentan en la *Gráfica 1.1*.

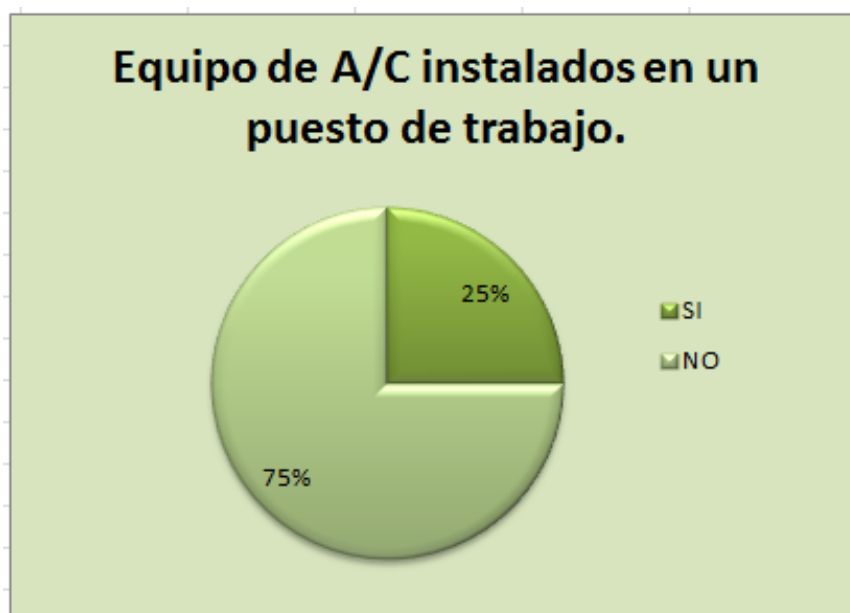
Se observa que el mayor porcentaje, no percibía, y solo una minoría tenía algún tipo de problema.

Otro factor que influye en el confort en los puestos de trabajo es si existe algún tipo de ventilación forzada o natural. En el caso de ventilación forzada, se hizo el sondeo de conocer cuántos puestos de trabajo contaban con A/C. Al utilizar A/C, se puede controlar las condiciones, tanto de temperatura como de humedad para permanecer en un área agradable para el trabajador.

Según la *Gráfica 1.2*, solo el 25 %, de los puestos que forman parte de la muestra, tienen A/C. en muchos casos es de suma importancia la ventilación forzada, debido a que se pueden encontrar áreas cerradas con poca circulación de aire, y que se necesita algún tipo de ventilación que ayude a tener condiciones en el ambiente no tan críticas, que generen algún malestar.



Gráfica 1.1 – Gráfica de pastel, tipo de malestares percibidos, en la EIC.

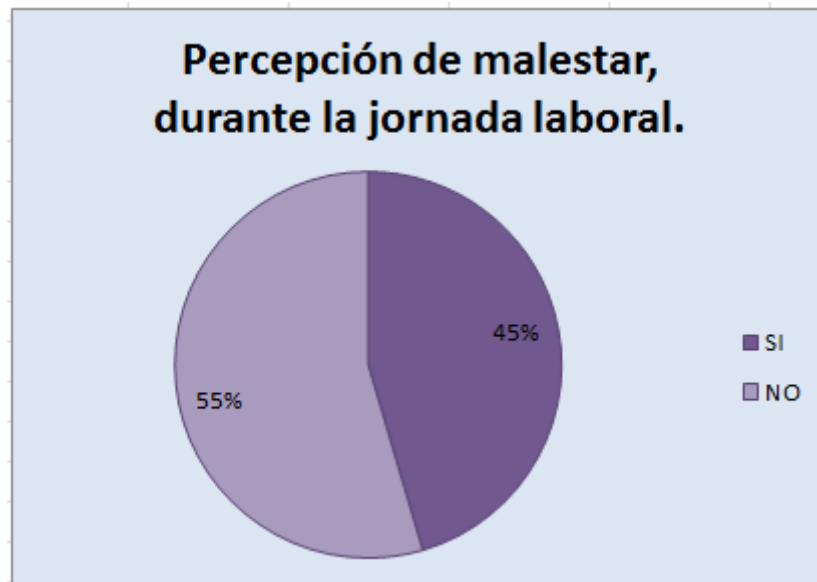


Gráfica 1.2 – Gráfica de pastel, existencia de equipo de A/C, en la EIC.

- Escuela de Ingeniería Mecánica.

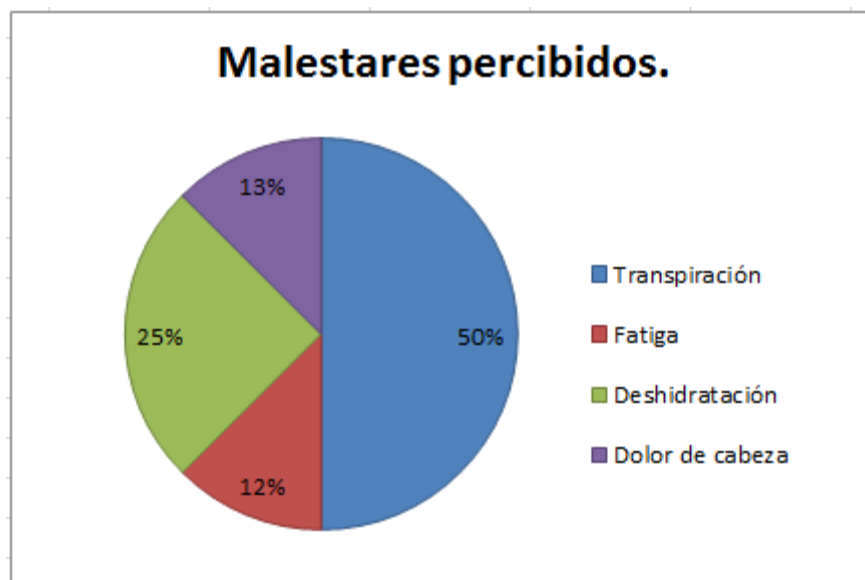
En la escuela de Ingeniería Mecánica, se percibió que una mayor cantidad de trabajadores manifestaba algún tipo de malestar. Esto se puede observar en la *Gráfica 1.3*.

Se tiene que un 45 % de la muestra percibía algún tipo de malestar.



Gráfica 1.3 – Gráfica de pastel, percepción de malestares, en la EIM.

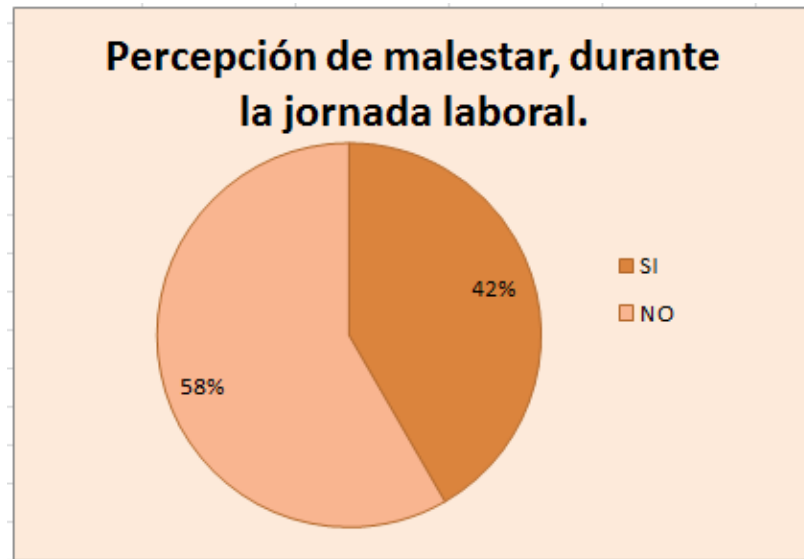
Algunos de los malestares percibidos, se muestran en la *Gráfica 1.4*. Entre estos están transpiración, fatiga, deshidratación y dolor de cabeza. Algunos de estos generados directamente por ambientes con temperaturas elevadas, como la deshidratación, que por el proceso de termoregulación del cuerpo, elimina el exceso de calor a través del sudor, ocasionando que disminuya el porcentaje de líquido acumulado en el cuerpo y generando la sensación y necesidad de consumir líquidos para reponerlos.



Gráfica 1.4 – Gráfica de pastel, tipo de malestares percibidos, en la EIM.

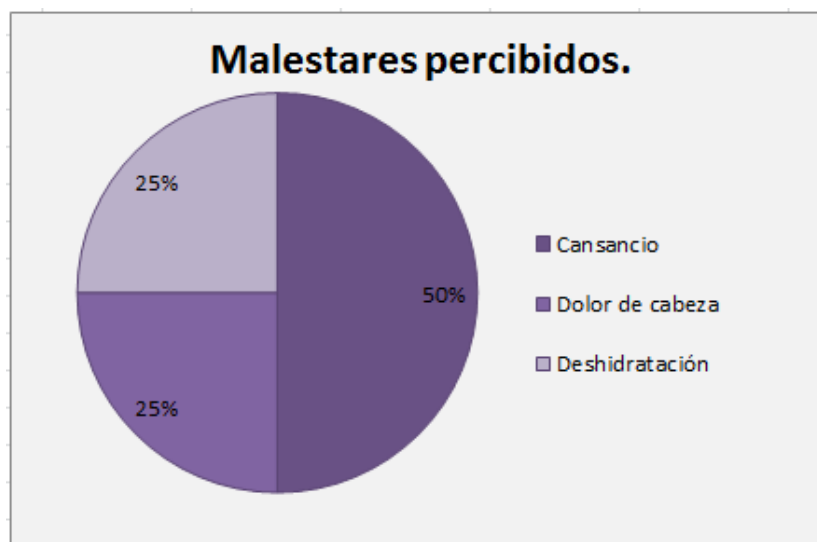
- Escuela de Arquitectura.

En la escuela de Arquitectura se manifestaba que se percibía algún tipo de malestar que les afectaba en la realización de sus actividades laborales. Se muestra en la *Gráfica 1.5*, un porcentaje equilibrado un 58 % contra un 42 %.



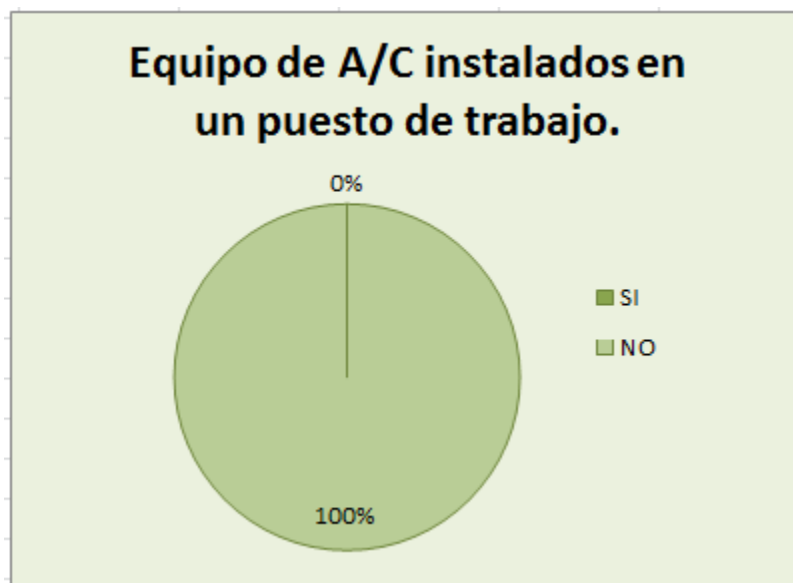
Gráfica 1.5 – Gráfica de pastel, percepción de malestares, en la EA.

Los que manifestaban algún tipo de malestar, por lo general se ubicaban en el ala izquierda del edificio (con dirección al Sur), donde no se cuenta con ventanas, lo que les afectaba en gran medida, debido a que no cuentan con ventilación natural.



Gráfica 1.6 – Gráfica de pastel, tipo de malestares percibidos, en la EA.

Además de esta situación, la gran mayoría tampoco cuenta con ventilación forzada, entiéndase en este caso, como ventilador. Tampoco se cuenta con equipo de A/C, como se muestra en la *Gráfica 1.7*.



Gráfica 1.7 – Gráfica de pastel, existencia de equipo de A/C, en la EA.

IMPORTANTE: La información utilizada, fue proporcionada por trabajadores de su correspondiente escuela. Estas condiciones pueden variar por muchas razones, en el caso sistemas de A/C instalados, debido a que se están realizando trabajos de instalación de nuevos equipos de A/C. Por lo que están sujetas a las fechas en que se realizaron las encuestas (las fechas se muestran en la base de datos).

2.2 - ANÁLISIS DE INDICE WBGT.

Para este análisis de estrés térmico se utiliza la fórmula del índice TGBH o WBGT, que se muestra a continuación:

- Con exposición directa al sol (para lugares exteriores con carga solar):

$$TGBH = 0.7*TBH + 0.2*TG + 0.1*TBS \quad (1)$$

- Sin exposición directa al sol (para lugares interiores o exteriores sin carga solar)

$$TGBH = 0.7*TBH + 0.3*TG \quad (2)$$

Dónde:

TGBH: índice de estrés térmico (Temperatura de globo y bulbo húmedo).

TBH: Temperatura de bulbo húmedo.

TG: Temperatura de globo.

TBS: Temperatura de bulbo seco (temperatura ambiente).

Dicho cálculo lo realiza el medidor PCE-WB 20SD, que es el que se utiliza en este trabajo.

Ya con el valor de estrés térmico, se necesita definir el consumo metabólico de cada trabajador, esto para conocer si el trabajo realizado se considera liviano, moderado o pesado.

En la *Tabla 1.0*, se define el consumo metabólico que se genera con ciertas actividades, dando ese consumo en watts y algunas de las actividades que se realizan en dicho caso.

Para un consumo metabólico ligero, que se considera para valores debajo de 180 W, algunas de las actividades que se presenta, en posturas sedentarias son: trabajo manual ligero, trabajo con manos y brazos, trabajo con manos y piernas, etc, estando de pie: taladrar, fresado, caminar sin prisa, etc.

Se tiene un consumo metabólico moderado, con valores abajo de 300 W y arriba de 180 W, así como para un consumo metabólico pesado y otros.

Según las actividades enunciadas para un consumo metabólico ligero, se concluye que todos los puestos de trabajo encontrados en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (los puestos medidos), están en ese rango.

La *Tabla 1.1* se utiliza para definir si en algún puesto se sobrepasa el límite permisible de estrés térmico. Se observa, como primer paso, el consumo metabólico del trabajador, para ubicar la columna que se utilizará. En este caso, debido a que el consumo metabólico es de 180 W, se utiliza la segunda columna, para trabajo liviano, que es un consumo menor a 230 W.

Luego de ubicar la columna, se compara el valor medido de estrés térmico, con los valores que se presentan en la columna correspondiente.

Rango de valores para la estimación del consumo metabólico medio		Ejemplos
Clase	W*	
0 Reposo	115	Postura sedente sin realizar actividad
1 Consumo metabólico ligero	180	Postura sedente realizando: trabajo manual ligero (escribir, escribir a máquina, dibujar, coser, contabilidad); trabajo con manos y brazos (banco pequeño de herramientas, inspección, reunión o clasificación de materiales ligeros); trabajos con brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, operar con interruptores de pie o pedal) De pie: taladrar (piezas pequeñas); fresado (piezas pequeñas); enrollado de bobinas y de pequeñas amadoras mecanizado con herramientas de poca potencia; caminar sin prisa (velocidad de hasta 2,5 km.h ⁻¹).
2 Consumo metabólico moderado	300	Trabajo de sostenimiento con manos y brazos (martillar, limar); trabajo con brazos y piernas (conducción de camiones, tractores o equipo de construcción); trabajo con brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, ensamblaje de tractores, manejo de azada, seleccionar frutas o verduras); empujar o tirar carretas o carretillas cargadas con pesos ligeros; caminar a una velocidad de 2,5 km.h ⁻¹ a 5,5 km.h ⁻¹ ; trabajos en forja
3 Consumo metabólico pesado	415	Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; palear; empleo de mazo; empleo de sierra; serrar; cepillado o escopleado de madera dura; corte de hierba o cavado manual; caminar a una velocidad de 5,5 tallado de madera dura; siega a mano; excavado; caminar a una velocidad de 5,5 km.h ⁻¹ a 7 KM.h ⁻¹ Empujar o tirar de carretillas o carros de mano muy cargados; desbarbado de fundición; colocación de bloques de hormigón
4 Consumo metabólico muy pesado	520	Actividad muy intensa realizada con un ritmo forzado; trabajo con un hacha; manejo de pala o cavado intenso; subir escaleras, rampas, escalar; caminar rápidamente con pequeños pasos, correr, caminar a velocidad superior a 7 km.h ⁻¹

Tabla 1.0 – Clasificación del consumo metabólico con base en el tipo de actividad física realizada en la labor de trabajo. [30]

*W: watts

LÍMITES PERMISIBLES PARA LA CARGA TÉRMICA - TGBH [°C]			
Régimen de trabajo/descanso	Tipo de Trabajo		
	Liviano (menos de 230W)	Moderado (230W-400W)	Pesado (más de 400W)
Trabajo continuo	30.0	26.7	25.0
75% trabajo y 25% descanso cada hora	30.6	28.0	25.9
50% trabajo y 50% descanso cada hora	31.4	29.4	27.9
25% trabajo y 75% descanso cada hora	32.2	31.1	30.0

Tabla 1.1 – Valores límites permisibles de exposición a calor o estrés térmico. [30]

Si el valor medido resulta menor que los que se presentan en la *Tabla 1.1*, no se sufre problemas por estrés térmico. Si en cambio, alguno sobrepasa uno de esos valores límites, se debe de ubicar la fila a la que corresponde dicho valor.

Por ejemplo, si el estrés térmico que resultó es menor a 30 °C, no habría problema en la salud de los trabajadores, por el contrario, si este valor se sobrepasa, tendría que analizarse cuanto sería necesario reducir el tiempo de trabajo y dar un tiempo de descanso para que no se tengan consecuencias debido al estrés térmico.

Trabajo continuo: Ocho horas diarias (44 horas semanales).

A continuación se presenta el análisis de los puestos de trabajo en los que se obtuvieron los índices de WBGT más altos. [7]

✓ Escuela de Arquitectura, puesto EAQ-P4.

WBGTmax: 25.5 °C

De acuerdo a la *Tabla 1.1*, para un consumo metabólico menor a 180 W, entrando en el rango de régimen de trabajo liviano, un trabajador con un valor de estrés térmico igual o menor a 30 °C, puede realizar trabajo continuo.

Por tanto se puede realizar trabajo continuo durante las horas laborales en el puesto EAQ-P4.

✓ Escuela de Ingeniería Civil, puesto EIC-D-9.

WBGTmax: 25.3 °C

De acuerdo a la *Tabla 1.1*, para un consumo metabólico menor a 180 W, entrando en el rango de régimen de trabajo liviano, un trabajador con un valor de estrés térmico igual o menor a 30 °C, puede realizar trabajo continuo.

Por tanto se puede realizar trabajo continuo durante las horas laborales en el puesto EIC-D-9.

✓ Escuela de Ingeniería Química, puesto EIQ-P10.

WBGTmax: 25.4 °C

De acuerdo a la *Tabla 1.1*, para un consumo metabólico menor a 180 W, entrando en el rango de régimen de trabajo liviano, un trabajador con un valor de estrés térmico igual o menor a 30 °C, puede realizar trabajo continuo.

Por tanto se puede realizar trabajo continuo durante las horas laborales en el puesto EIQ-P10.

- ✓ Escuela de Ingeniería Mecánica, puesto EIM-T-13.

WBGTmax: 25.7 °C

De acuerdo a la *Tabla 1.1*, para un consumo metabólico menor a 180 W, entrando en el rango de régimen de trabajo liviano, un trabajador con un valor de estrés térmico igual o menor a 30 °C, puede realizar trabajo continuo.

Por tanto se puede realizar trabajo continuo durante las horas laborales en el puesto EIM-T-13.

- ✓ Unidad de Ciencias Básicas, puesto UCB-F2-P38.

WBGTmax: 24.7 °C

De acuerdo a la *Tabla 1.1*, para un consumo metabólico menor a 180 W, entrando en el rango de régimen de trabajo liviano, un trabajador con un valor de estrés térmico igual o menor a 30 °C, puede realizar trabajo continuo.

Por tanto se puede realizar trabajo continuo durante las horas laborales en el puesto UCB-F2-P38.

- ✓ Edificio B, aula B-41

WBGTmax: 24.3 °C

De acuerdo a la *Tabla 1.1*, para un consumo metabólico menor a 180 W, entrando en el rango de régimen de trabajo liviano, un trabajador con un valor de estrés térmico igual o menor a 30 °C, puede realizar trabajo continuo.

Por tanto se puede realizar trabajo continuo durante las horas laborales en el aula B-41.

- ✓ Administración Académica, puesto AA-2P-POSG-15.

WBGTmax: 23 °C

De acuerdo a la *Tabla 1.1*, para un consumo metabólico menor a 180 W, entrando en el rango de régimen de trabajo liviano, un trabajador con un valor de estrés térmico igual o menor a 30 °C, puede realizar trabajo continuo.

Por tanto se puede realizar trabajo continuo durante las horas laborales en el puesto AA-2P-POSG-15.

- Así como los puestos mostrados en este reporte, ningún puesto de trabajo analizado en este estudio sobrepasó el límite máximo de 30°C, por lo que no presentan riesgos en estas condiciones.

2.3 - ANÁLISIS DE LOS PUESTOS CON VALORES MÁXIMOS DE ESTRÉS TÉRMICO.

Después del análisis de datos, se identificaron los puntos más críticos, es decir, puestos donde podría haber problemas de sobrepasar los límites permisibles de estrés térmico. A continuación se presenta una tabla donde se encuentran los edificios tomados para el estudio, el valor máximo de estrés térmico y el puesto donde se obtuvo ese valor máximo y su respectivo valor de temperatura ambiente y humedad:

EDIFICIO	PUESTO	VALOR MÁXIMO DE ESTRÉS TÉRMICO (°C)	VALOR DE TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD (%)
ADMON. ACADEMICA	AA-2P-POSG-15	23	31.6	55.3
CARPINTERIA	CAP-1	22.8	27.1	58.4
EDIFICIO B	B-41	24.3	30.2	52.6
EDIFICIO C	C-42	23.4	29.1	51.1
EDIFICIO D	D-11-1	23.1	28.4	54.7
CIAN	CIAN-P3	20.3	26.3	46.5
ESCUELA DE ING. CIVIL	EIC-D-9	25.3	30.6	54.4
ESCUELA DE ING. INDUSTRIAL	EII-S-19	22.9	29.2	50.1
UNIDAD DE CIENCIAS BASICAS	UCB-F2-P38	24.7	30.4	52
ESCUELA DE ING. QUIMICA	EIQ-P10	25.4	30.5	58
EDIFICIO DE POTENCIA	EDP-SLC-1	21.9	23.7	50.1
ESCUELA DE ING. ELÉCTRICA	EIE-P13	23.6	28	61
ESCUELA DE ARQUITECTURA	EAQ-P4	25.5	29.3	63.3
ESCUELA DE ING. MECÁNICA	EIM-T-13	25.7	30.3	58.8
ESCUELA DE ING. EN SISTEMAS	EIS-P35	23.8	30.8	51.2
METROLOGÍA	M-P2	18.5	23.7	50.1
BIBLIOTECA	BIB-2P-PL-5	20.1	26.1	45.3

Tabla 2.0 –Puestos de trabajo donde se obtuvieron los valores máximos de estrés térmico, temperatura ambiente y humedad.

Las celdas remarcadas en rojo claro en la columna de datos de estrés térmico son los puestos más críticos, de los que se presentará el análisis completo en este documento. Los puestos restantes se encuentran muy por debajo de las condiciones de riesgo, por lo que no se mostrará el análisis respectivo en este documento, aunque se tendrá acceso a esa información en el disco que se presentará junto con el estudio.

Los puestos en los que se obtuvieron los valores más altos de estrés térmico son:

- *Edificio B, el aula B-41.*
- *Escuela de Ingeniería Civil, en el puesto EIC-D-9.*
- *Unidad de Ciencias Básicas, en el puesto UCB-F2-P38.*
- *Escuela de Ingeniería Química, en el puesto EIQ-P10.*
- *Escuela de Arquitectura, en el puesto EAQ-P4.*
- *Escuela de Ingeniería Mecánica, en el puesto EIM-T-13.*

➤ **NOTA:** Como se mencionó anteriormente se ubicaron los puestos de cada edificio y se designaron con un nombre para poder identificarlos rápidamente. Para que el lector identifique de forma rápida a que puesto se refiere cada nombre, debe remitirse a la tabla de acrónimos en el apartado de anexos, y luego, el número correlativo ubicarlo en los planos que se proporcionaran en el disco.

- Edificio B, el aula B-41.

IMPORTANTE:

- En el momento que se realizaron las mediciones, el local se encontraba desocupado, podría tenerse una temperatura más elevada si este se encuentra en uso por el gasto metabólico de las personas que se encontrarían en el aula.
- Las mediciones se realizaron en fecha 01/12/2014 y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

En el aula B-41, que se ubica en el plano de la *Figura 3.0*, se obtuvo un valor de estrés térmico de 24.3 °C, y como ya se observó anteriormente, no llega a presentar síntomas de sobrepasar los límites permisibles de estrés térmico. La humedad que se obtuvo, es baja (por debajo del 60%), por lo que facilita la absorción del sudor al aire y así ayuda al enfriamiento del cuerpo.

Estrés Térmico		Humedad (%)		Temperatura ambiente		Temperatura de bulbo húmedo		Temperatura de globo	
Valor Máx.	24.3	Valor Máx.	52.6	Valor Máx.	30.2	Valor Máx.	21.6	Valor Máx.	30.9
Valor Mín.	23.5	Valor Mín.	47.8	Valor Mín.	28.7	Valor Mín.	21.1	Valor Mín.	29
Valor Promedio	23.73	Valor Promedio	51.52	Valor Promedio	28.93	Valor Promedio	21.27	Valor Promedio	29.60

Tabla 2.1 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el aula B-41.

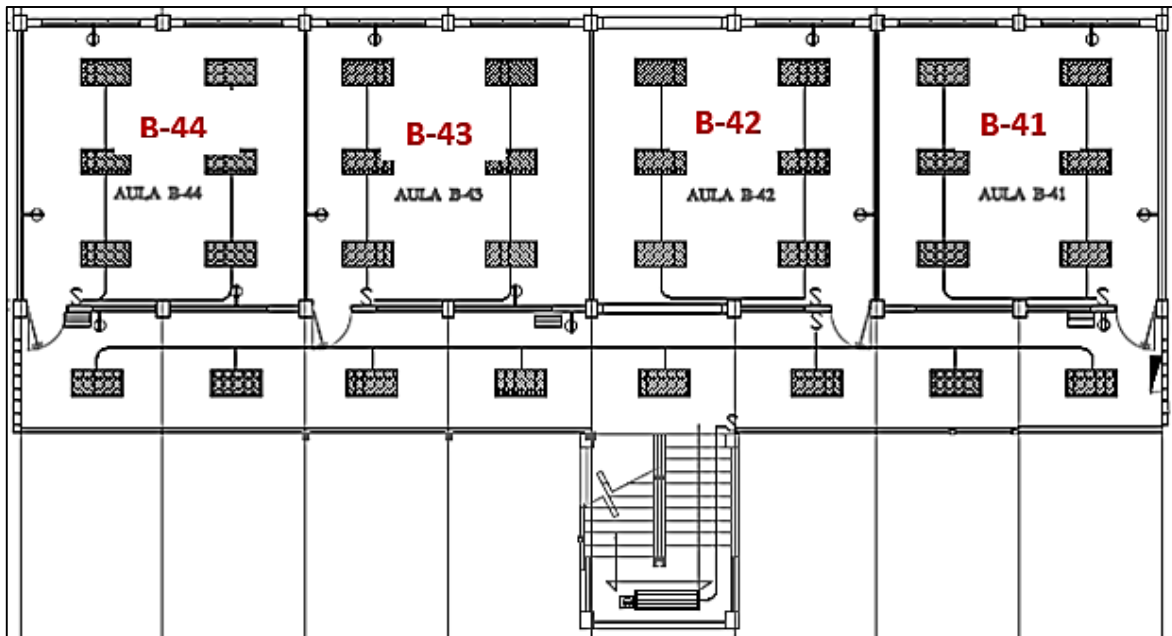


Figura 3.0 – Plano de la 4^{ta} planta del edificio B, aula B-41.

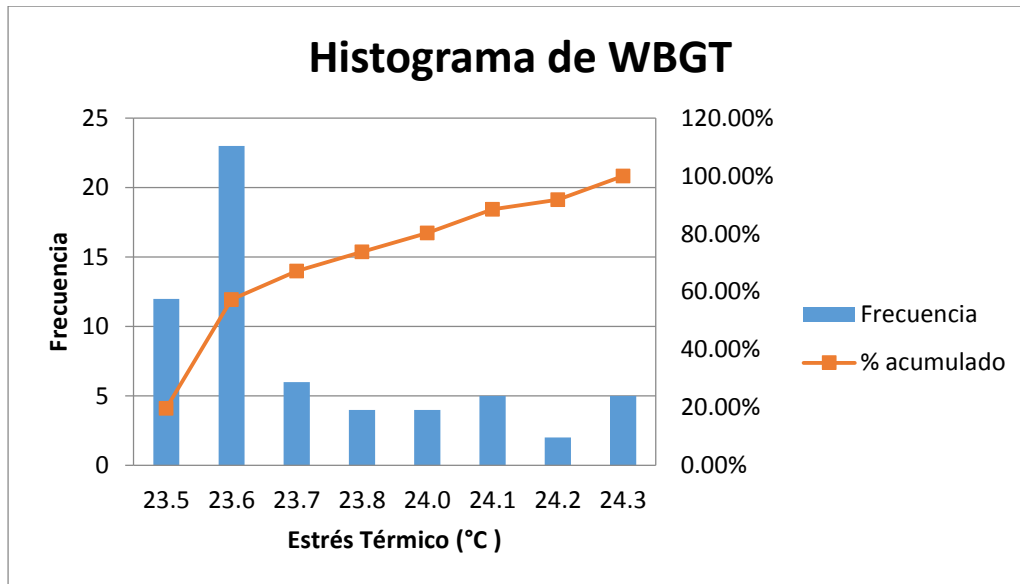
El aula B-41 es un área caluroso, esto se determina por los valores elevados de temperatura ambiente (temperatura del aire que está alrededor del cuerpo) y de temperatura de globo (calor radiado por objetos cercanos).

En la *Tabla 2.2* se presenta los valores del histograma de WBGT, y la gráfica en la parte de abajo.

En el histograma se puede apreciar que la mayoría de los datos se agrupan en los valores 23.6°C y 23.5°C, por lo que, en la época del año en la que se realizó el estudio, no se sobrepasa los límites permisibles de estrés térmico en este puesto de trabajo. Por tanto no se presentan condiciones de riesgo en la salud del trabajador. Estos resultados pueden variar si las condiciones climatológicas varían de manera considerable a las presentadas al realizarse esta medición.

<i>Estrés Térmico (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
23.5	12	19.67%
23.6	23	57.38%
23.7	6	67.21%
23.8	4	73.77%
24.0	4	80.33%
24.1	5	88.52%
24.2	2	91.80%
24.3	5	100.00%

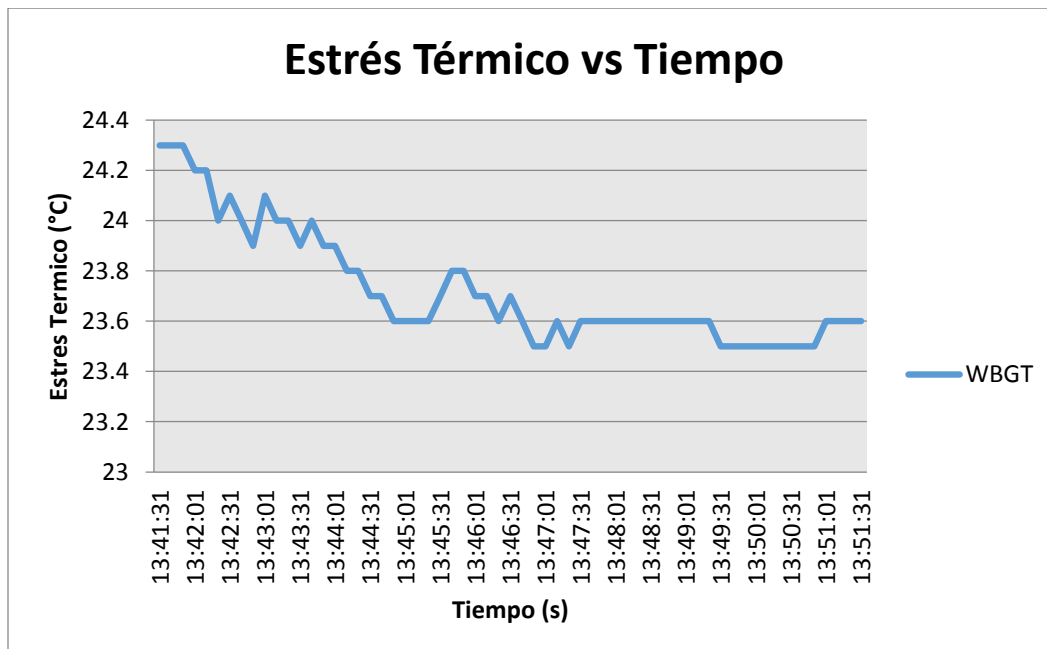
Tabla 2.2 – Histograma de datos de estrés térmico, para el aula B-41.



Gráfica 2.0 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el aula B-41.

En la *Gráfica 2.1* se muestra la tendencia del estrés térmico durante la medición. Al inicio de la medición se observa unos picos, valores de 24.3°C, y que poco a poco se va normalizando el comportamiento, teniendo un valor que varía entre 23.5°C y 23.6°C al lado derecho de la gráfica.

Se muestra en la gráfica que las mediciones se hicieron alrededor de la 1:41 pm.



Gráfica 2.1 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el aula B-41.

Escuela de Ingeniería Civil, puesto EIC-D-9.

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en fecha 18/11/2014 y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

En la Escuela de Ingeniería Civil, específicamente en el cubículo del director de escuela, se obtuvo el valor máximo de estrés térmico.

En la siguiente tabla se presentan los valores máximos, valores mínimos y valores promedios del estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de bulbo húmedo y temperatura de globo.

Estrés Térmico (°C)		Humedad (%)		Temperatura ambiente (°C)		Temperatura de bulbo húmedo (°C)		Temperatura de globo (°C)	
Valor Máx.	25.3	Valor Máx.	54.4	Valor Máx.	30.6	Valor Máx.	23.2	Valor Máx.	30.5
Valor Mín.	24.8	Valor Mín.	50.8	Valor Mín.	30.5	Valor Mín.	22.5	Valor Mín.	30.4
Valor Promedio	24.95	Valor Promedio	51.67	Valor Promedio	30.57	Valor Promedio	22.66	Valor Promedio	30.42

Tabla 2.3 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIC-D-9.

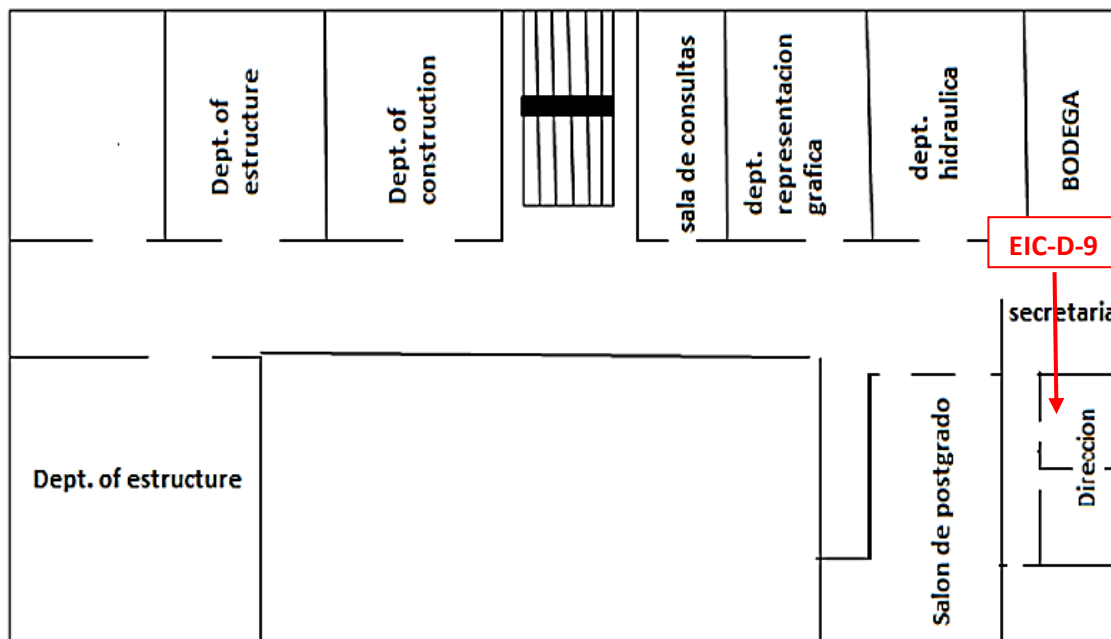


Figura 3.1 – Plano de la 2^{da} planta de la Escuela de Ingeniería Civil, puesto EIC-D-9.

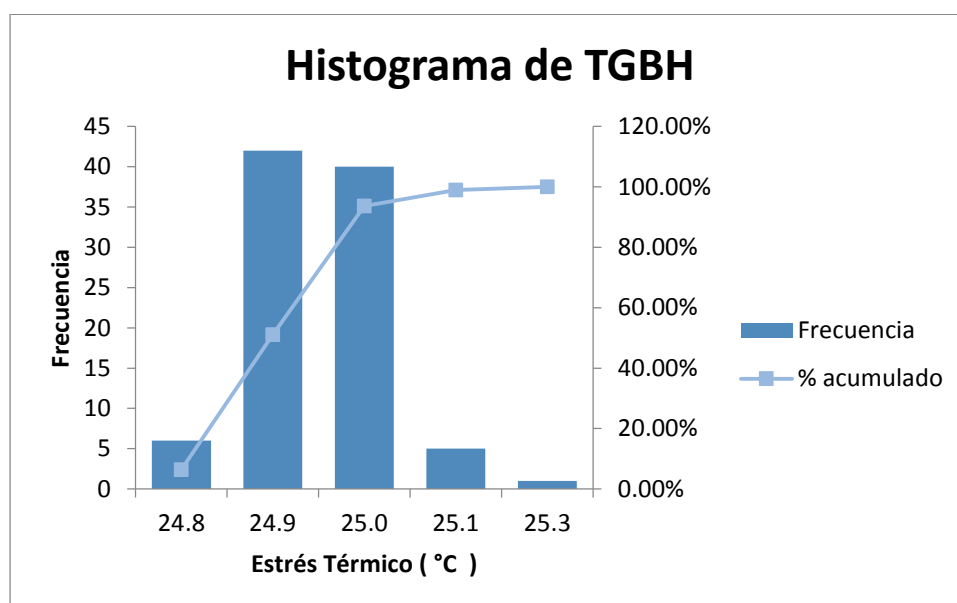
Aunque en este puesto de trabajo se obtuvo un valor máximo de 25.3 °C de estrés térmico, como se vio anteriormente, no hay riesgo para la salud de los trabajadores.

Las condiciones son similares a las obtenidas en el aula B-41, que aunque presenta un temperatura ambiente y de globo elevada, la humedad tiene un valor bajo. El área de estudio (cubículo del director de escuela) es reducida y no se tiene ayuda de ventilación forzada, solo natural, pero en algunos casos se cierra la circulación del aire a través de ventanas debido a la excesiva velocidad del viento, generando incomodidad en la realización del trabajo.

En el histograma de WBGT y su respectiva tabla se observa que la mayor cantidad de datos se agruparon en los valores más altos registrados, es decir, 24.9 °C y 25.0 °C, en condiciones donde la humedad sea mayor, y la temperatura de ambiente y de globo se mantengan o incrementen, podrían presentarse riesgos. Esto debido a que la temperatura de bulbo húmedo aumentaría, incrementando el valor de estrés térmico.

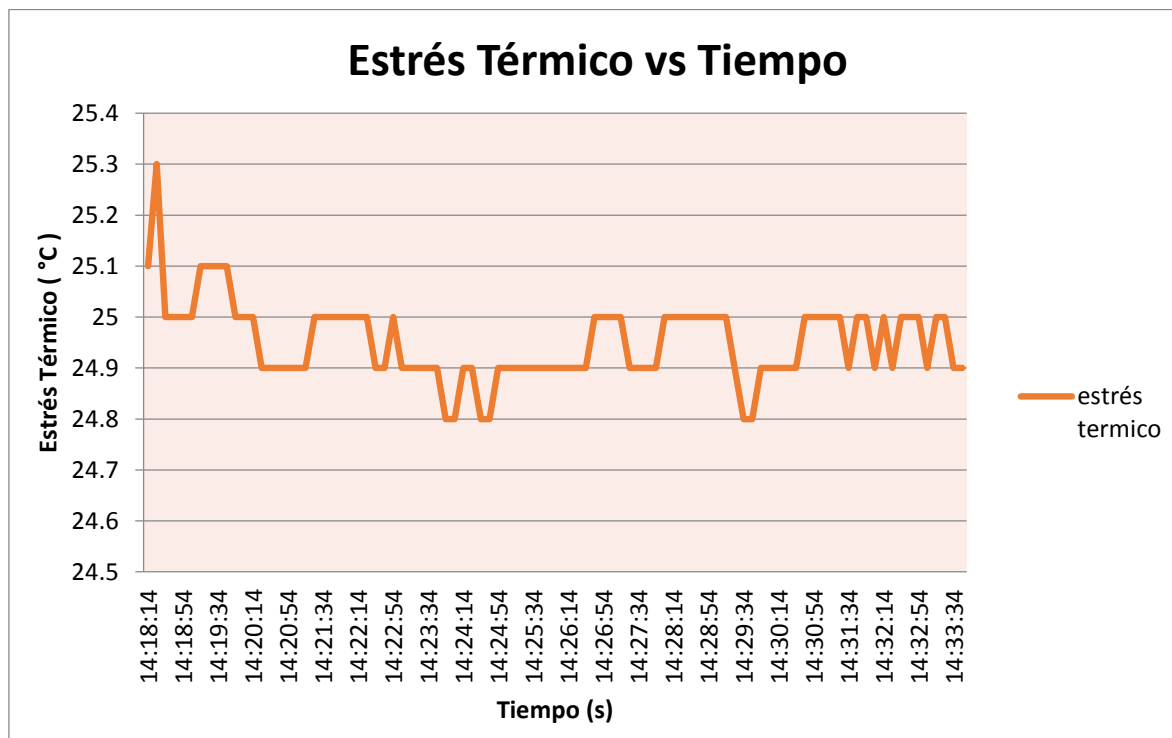
<i>Estrés térmico (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
24.8	6	6.38%
24.9	42	51.06%
25.0	40	93.62%
25.1	5	98.94%
25.3	1	100.00%

Tabla 2.4 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto EIC-D-9.



Gráfica 2.2 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el EIC-D-9.

En la *Gráfica 2.3*, se observa la tendencia del valor de estrés térmico, al principio se tiene un pico, pero al pasar el tiempo se va normalizando. Esto puede deberse a un error al momento de utilizar el aparato, si no se espera un tiempo prudencial y la temperatura de la medición anterior es muy diferente a la del nuevo puesto, el medidor puede presentar valores erróneos y poco a poco mostrar el dato real. Las mediciones se realizaron alrededor de las 2:18 pm, que está en el rango de horas que el trabajador manifestó que percibía un alza en la temperatura.

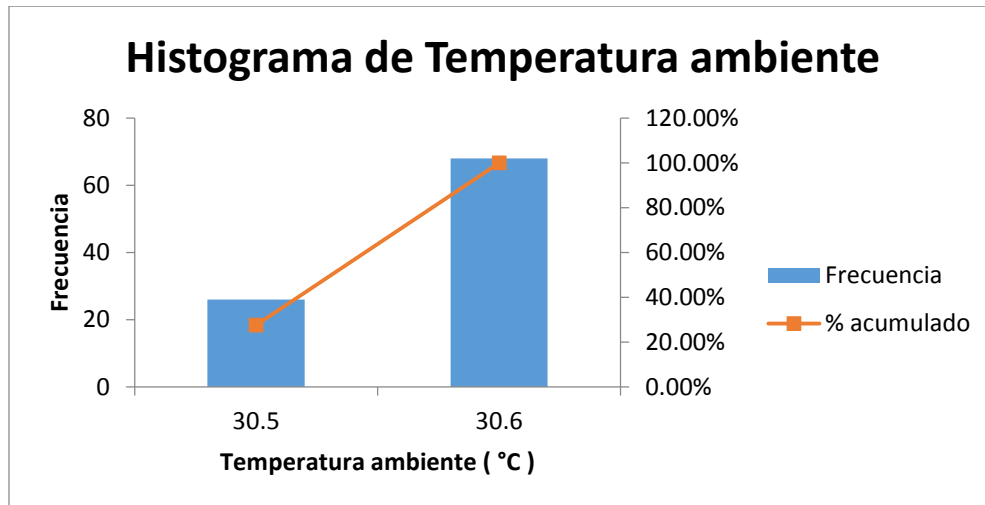


Gráfica 2.3 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el EIC-D-9.

La temperatura en esta área se mantuvo entre el rango de 30.5 °C y 30.6 °C, valores elevados que generan transpiración en el trabajador (información tomada de encuestas). En el cubículo no se tiene acceso fácil al consumo de agua, esto puede provocar problemas de salud a largo plazo o si se tiene un incremento de temperatura, puede provocar deshidratación y cansancio. La falta de agua o deshidratación provoca que el cuerpo deje de transpirar para reservar líquidos para los órganos vitales, y si no hay transpiración no se logra eliminar el exceso de calor, y la temperatura interna del cuerpo puede incrementar y provocar desmayos. A este problema se le conoce como agotamiento por calor (OIT).

Temperatura ambiente (°C)	Frecuencia	% acumulado
30.5	26	27.66%
30.6	68	100.00%

Tabla 2.5 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EIC-D-9.



Gráfica 2.4 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el EIC-D-9.

- Unidad de Ciencias Básicas, puesto UCB-F2-P38.

IMPORTANTE:

- En el momento que se realizaron las mediciones, el local se encontraba desocupado, podría tenerse una temperatura más elevada si este se encuentra en uso por el consumo metabólico de las personas que se encontrarían en el aula.
- Las mediciones se hicieron en fecha 01/12/2014 y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

El área de estudio en este caso, es el laboratorio F2, donde se realizan las prácticas de laboratorio de materias impartidas por la Unidad de Ciencias Básicas.

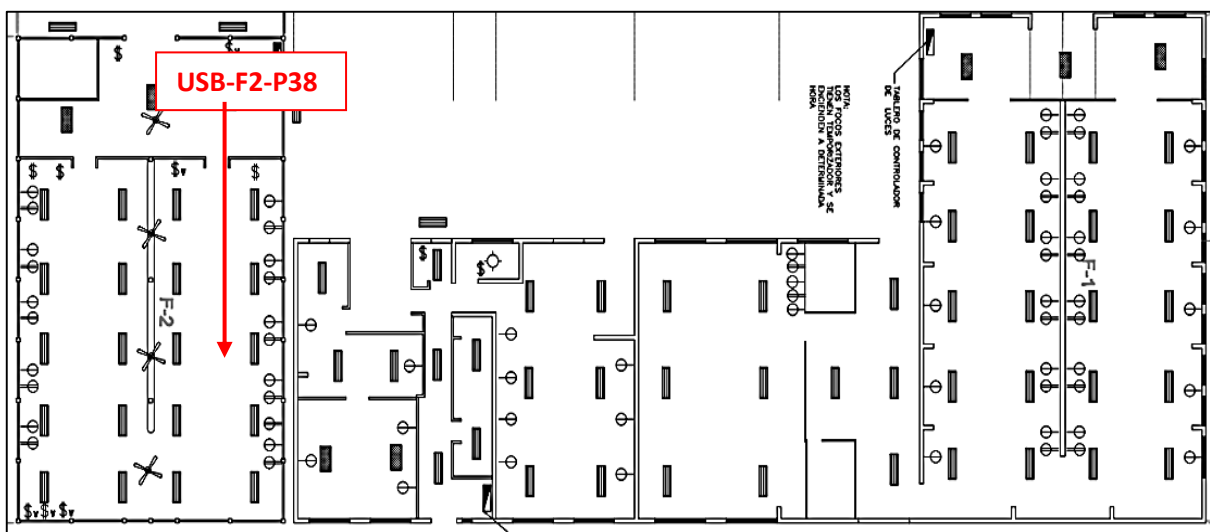


Figura 3.2 – Plano de la Unidad de Ciencias Básicas, Laboratorio F2, puesto UCB-F2-P38.

Según la *Tabla 2.6*, se registraron valores altos de temperatura ambiente y de globo (30.4 °C y 30.1 °C respectivamente), la humedad de 52 % y el valor de estrés térmico 24.7 °C, este no llega a sobrepasar los valores permisibles para un trabajo liviano.

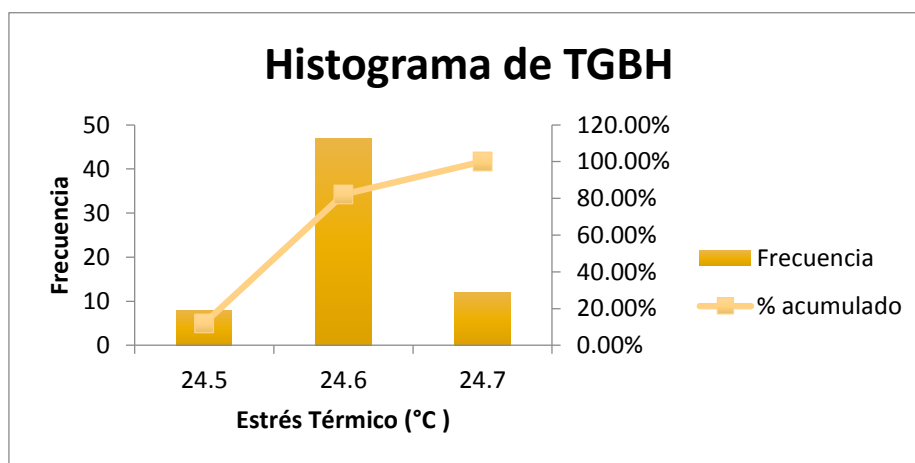
Estrés Térmico (°C)		Humedad (%)		Temperatura ambiente (°C)		Temperatura de bulbo húmedo (°C)		Temperatura de globo (°C)	
Valor Máx.	24.7	Valor Máx.	52	Valor Máx.	30.4	Valor Máx.	22.4	Valor Máx.	30.1
Valor Mín.	24.5	Valor Mín.	51	Valor Mín.	30.1	Valor Mín.	22.3	Valor Mín.	29.8
Valor Promedio	24.61	Valor Promedio	51.46	Valor Promedio	30.26	Valor Promedio	22.36	Valor Promedio	30.01

Tabla 2.6 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto UCB-F2-P38.

<i>Estrés Térmico (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
24.5	8	11.94%
24.6	47	82.09%
24.7	12	100.00%

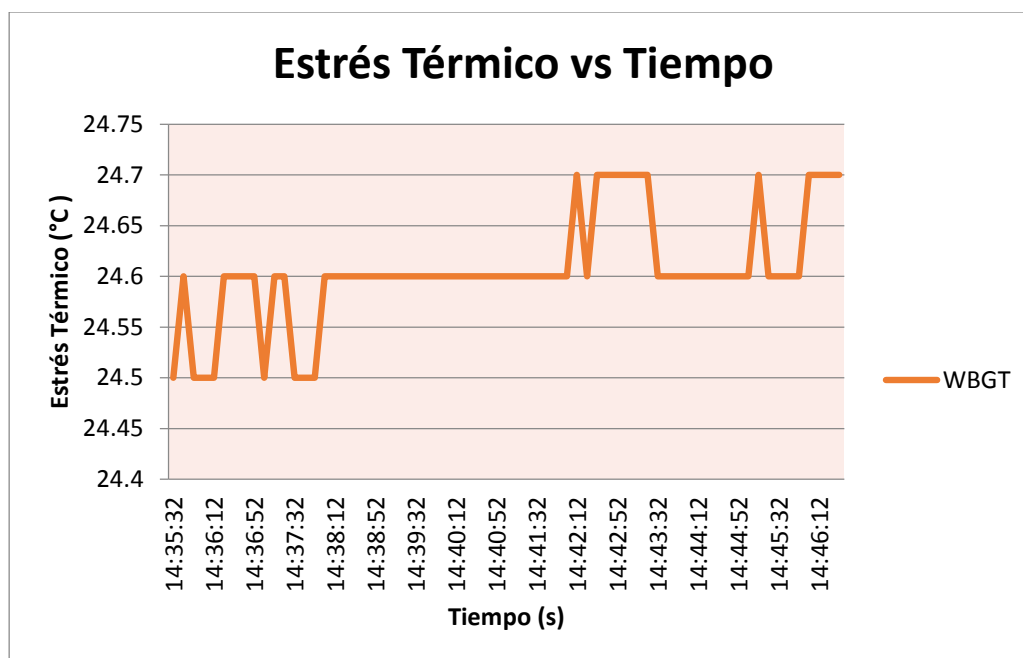
Tabla 2.7 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto UCB-F2-P38.

En el histograma de WBGT se observa que los datos obtenidos se agruparon en el rango entre 24.5 °C y 24.7 °C, variando mínimamente, la mayoría están en 24.6 °C.



Gráfica 2.5 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el puesto UCB-F2-P38.

Se observó que el laboratorio tiene un área amplia de ventanales por lo que se puede tener ventilación natural para ayudar a la evaporación del sudor cuando se tenga una temperatura ambiente alta.



Gráfica 2.6 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el puesto UCB-F2-P38.

En la gráfica de “estrés térmico vs tiempo” se tiene una tendencia a la alza con el paso del tiempo y que se va normalizando luego de un tiempo, manteniéndose entre los valores de 24.7 °C y 24.6 °C. Este valor de estrés térmico puede incrementarse si las condiciones de temperatura y humedad se mantienen y el lugar está ocupada, ya que el calor metabólico de cada persona incrementaría la temperatura en el área.

- Escuela de Ingeniería Química, puesto EIQ-P10.

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en fecha 12/11/2014 y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

El puesto es de la escuela de Ingeniería Química, el área de los cubículos de catedráticos.

Se tienen valores de 30.5 °C y 30.4 °C de temperatura ambiente y de globo respectivamente y una humedad del 58 %. Con estas condiciones se obtuvo un calor de 25.4 °C de estrés térmico.

Toda el área de los cubículos está rodeada de ventanas.

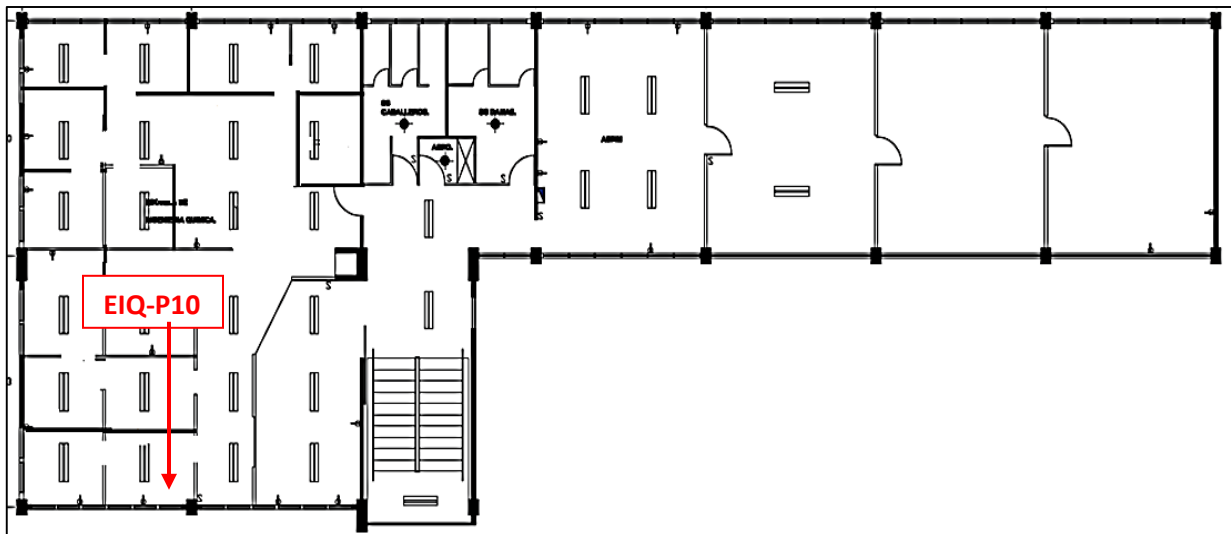


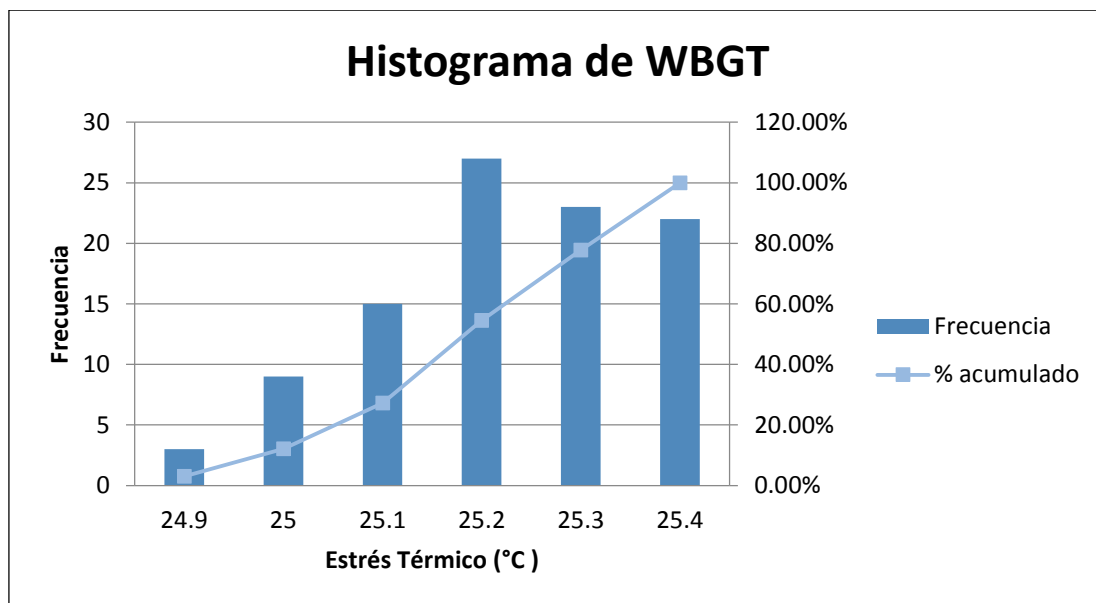
Figura 3.3 – Plano de la 3^{ra} planta de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería Química, puesto EIQ-P10.

En este cubículo no se mantienen completamente cerradas las ventanas y a las horas que hay una elevación de la temperatura ambiente, generalmente por las tardes, se utiliza ventilación forzada (uso de un ventilador de mesa).

Estrés Térmico (°C)		Humedad (%)		Temperatura ambiente (°C)		Temperatura de bulbo húmedo (°C)		Temperatura de globo (°C)	
Valor Máx.	25.4	Valor Máx.	58	Valor Máx.	30.5	Valor Máx.	23.4	Valor Máx.	30.4
Valor Mín.	24.9	Valor Mín.	55.2	Valor Mín.	29.6	Valor Mín.	23	Valor Mín.	29.6
Valor Promedio	25.23	Valor Promedio	56.15	Valor Promedio	30.19	Valor Promedio	23.18	Valor Promedio	30.10

Tabla 2.8 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIQ-P10.

Como se muestra en el histograma de WBGT, el estrés térmico se agrupa entre 24.9 °C y 25.4 °C, no hay una variación tan grande, y la mayor cantidad de datos se mantienen en los valores máximos de estrés térmico para este puesto.

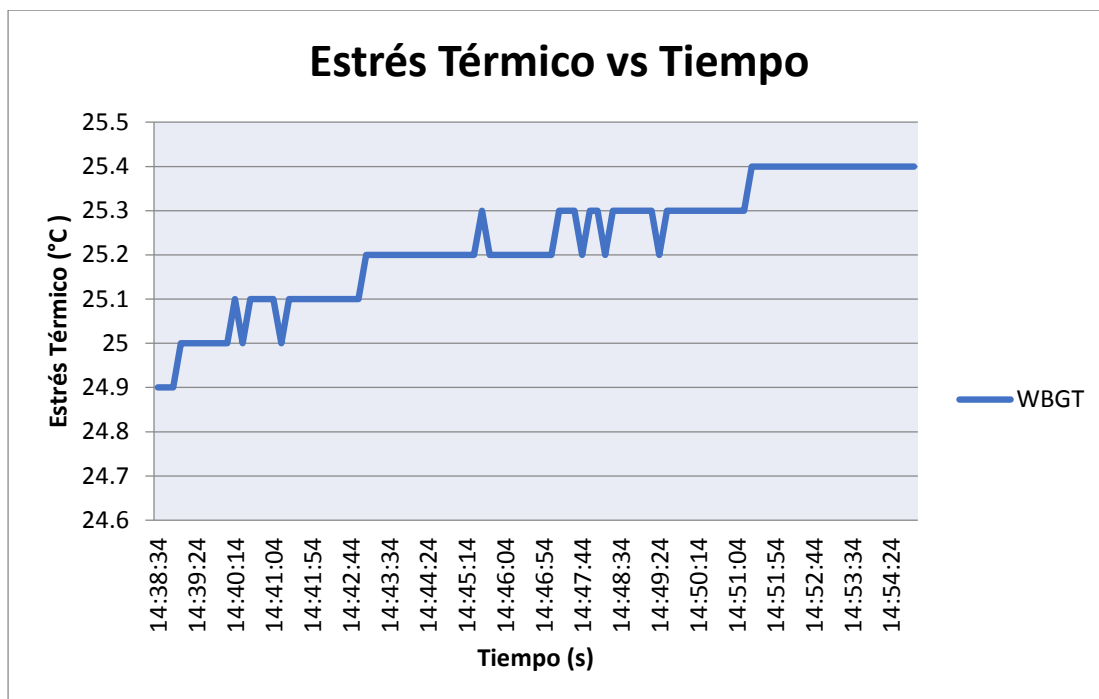


Gráfica 2.7 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el puesto EIQ-P10.

<i>Estrés Térmico (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
24.9	3	3.03%
25.0	9	12.12%
25.1	15	27.27%
25.2	27	54.55%
25.3	23	77.78%
25.4	22	100.00%

Tabla 2.9 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto EIQ-P10.

Este comportamiento mencionado en el párrafo anterior, se observa en la gráfica 2.8 de estrés térmico. Se ve que el valor obtenido tiende a incrementar al inicio de la medición y luego se mantiene entre los valores de 25.3 °C y 25.4 °C. Las mediciones, según la gráfica, se hicieron alrededor de las 2:38 pm.

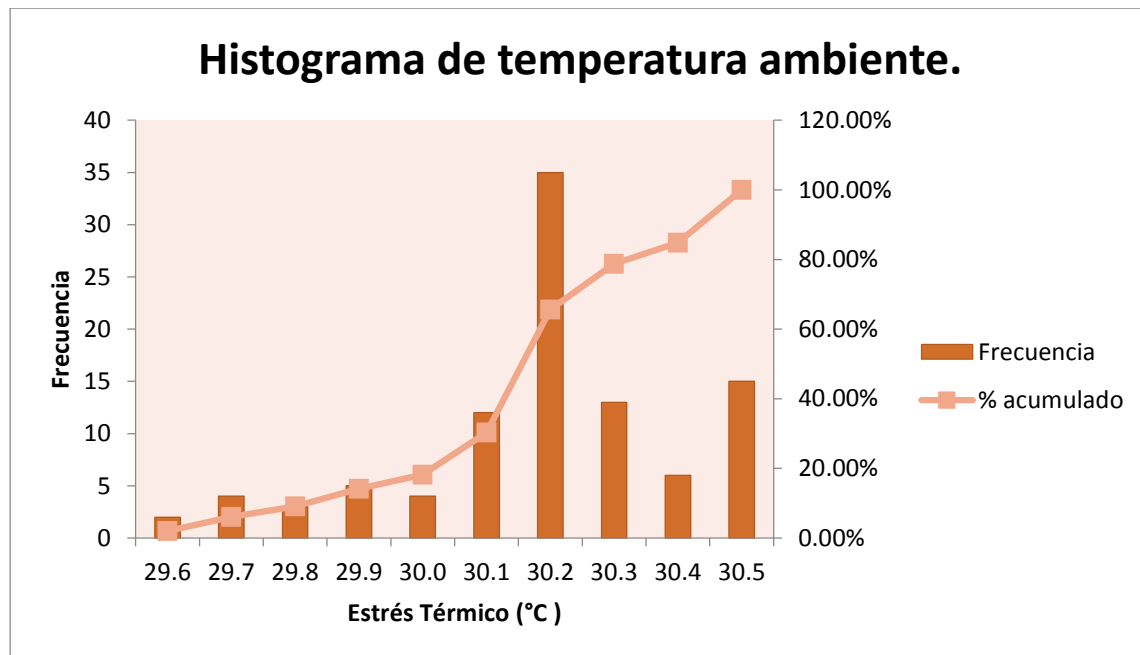


Gráfica 2.8 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el puesto EIQ-P10.

Durante el tiempo de medición, la temperatura se mantuvo alta, variando entre los valores de 29.6 °C y 30.5 °C (grafica 2.9), por lo que se concluye que el área de este cubículo es calurosa (la temperatura del aire que rodea el cuerpo es alta y se limita la circulación de aire), y en ciertos momentos se necesita la ayuda de la ventilación natural o forzada, como ya se hace, para ayudar en la termo-regulación del cuerpo. El trabajador percibe generación de calor debido a las luminarias que se encuentran cerca de esa área, esto incrementa la temperatura en el ambiente. Debido a esto, el trabajador siente la necesidad de consumir frecuentemente agua, debido a que por las altas temperaturas, el cuerpo para regular su temperatura interna, genera sudor para eliminar por medio del sudor el exceso de calor, y de esta forma la cantidad de líquidos en el cuerpo disminuye y es necesario reponerlos para no tener problemas más graves (agotamiento por calor).

<i>Temperatura ambiente (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
29.6	2	2.02%
29.7	4	6.06%
29.8	3	9.09%
29.9	5	14.14%
30.0	4	18.18%
30.1	12	30.30%
30.2	35	65.66%
30.3	13	78.79%
30.4	6	84.85%
30.5	15	100.00%

Tabla 2.10 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EIQ-P10.



Gráfica 2.9 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el puesto EIQ-P10.

- **Escuela de Arquitectura, puesto EAQ-P4.**

IMPORTANTE:

- En el momento que se realizaron las mediciones, el cubículo se encontraba desocupado. Esta área sirve de cubículo para dos personas. Por tanto, las condiciones pueden variar si el área se encuentra ocupada, por el calor radiado por cada trabajador.
- Las mediciones se hicieron en fecha 24/11/2014 y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

Este puesto de trabajo se encuentra en la escuela de Arquitectura, es uno de los cubículos de los catedráticos de esta escuela, como se muestra en la *Figura 3.4*.

El ala con dirección al norte del edificio, tiene ventanas, que algunas ocasiones se mantienen cerradas. En este cubículo como se observa en la tabla de abajo, se tiene una humedad máxima de 63.3% y temperatura ambiente y de globo de 29.3 °C y 29.8 °C respectivamente.

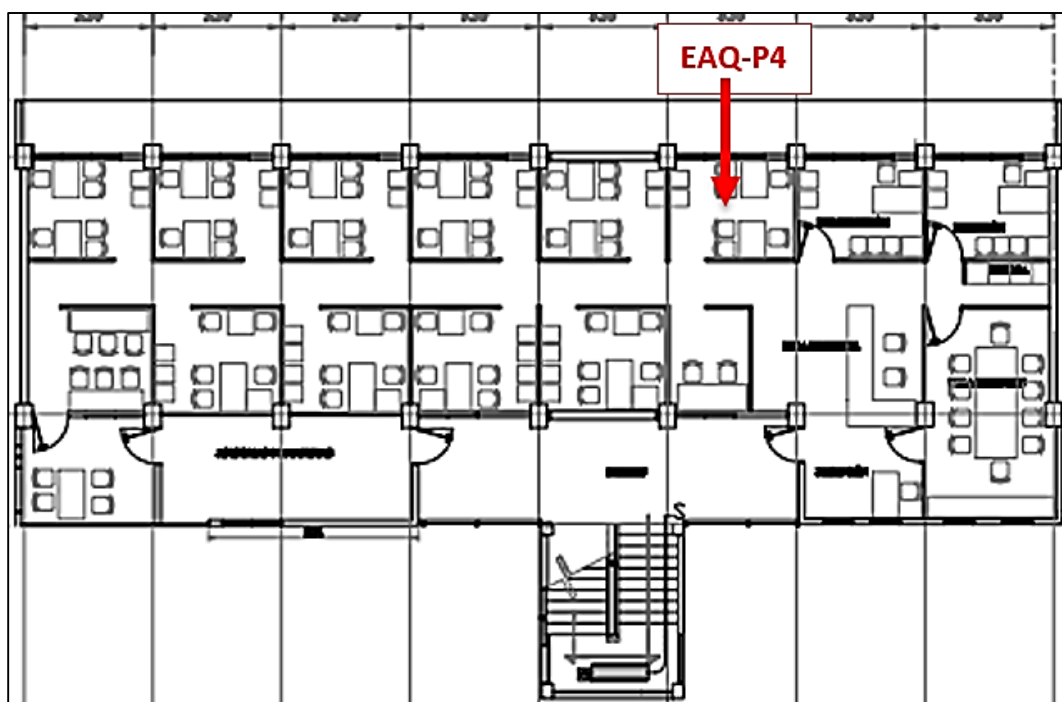


Figura 3.4 – Plano de la 2^{da} planta del Edificio D, la Escuela de arquitectura, puesto EAQ-P4.

Debido a estos valores se tiene un estrés térmico de 25.5 °C, que no representa riesgo en estas condiciones.

Estrés Térmico (°C)		Humedad (%)		Temperatura ambiente (°C)		Temperatura de bulbo húmedo (°C)		Temperatura de globo (°C)	
Valor Máx.	25.5	Valor Máx.	63.3	Valor Máx.	29.3	Valor Máx.	23.7	Valor Máx.	29.8
Valor Mín.	24.4	Valor Mín.	61	Valor Mín.	28.5	Valor Mín.	22.9	Valor Mín.	28.1
Valor Promedio	24.75	Valor Promedio	62.20	Valor Promedio	28.86	Valor Promedio	23.09	Valor Promedio	28.78

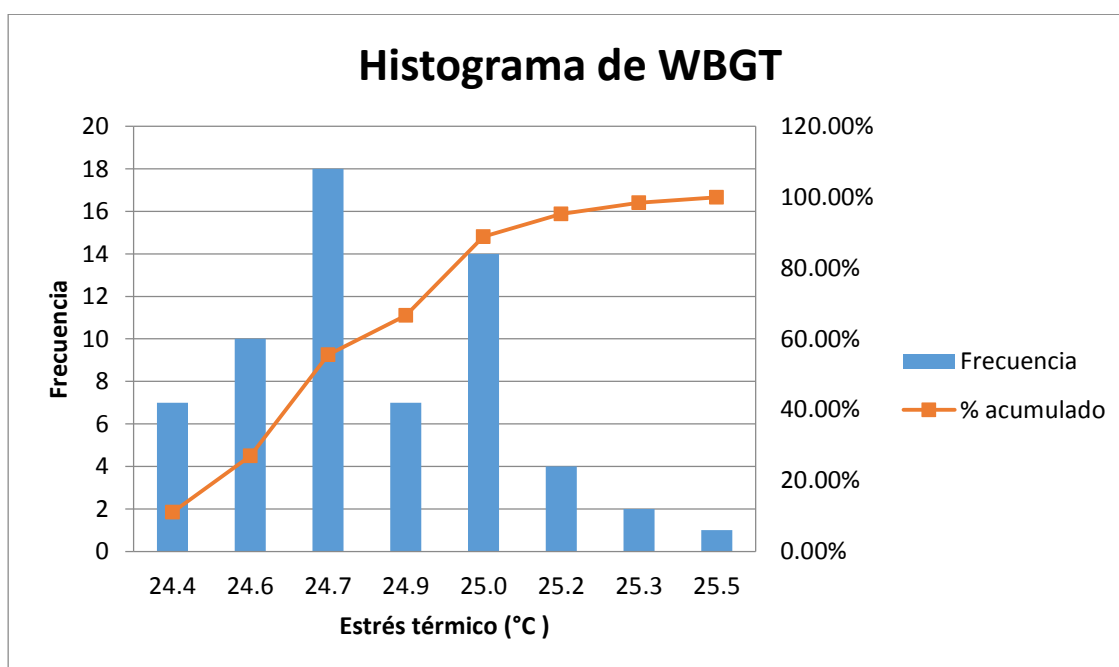
Tabla 2.11 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EAQ-P4.

Los cubículos en este sector son de espacio reducido y alguno de ellos son para dos o tres trabajadores. Entre mayor cantidad de trabajadores mayor es el calor metabólico radiado por cada trabajador, esto incrementa la temperatura en el ambiente. En este caso, se tiene una temperatura ambiente alta pero no sobrepasa los 30 °C permisibles. La humedad se encuentra en valor normal (60 % de humedad es un valor aceptable y el aire aún puede contener vapor de agua).

El valor de estrés térmico varió entre 24.4 °C y 25.5 °C según el histograma de WBGT. La mayor cantidad de datos medidos están por debajo de los 25.0 °C.

<i>Estrés Térmico (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
24.4	7	11.11%
24.6	10	26.98%
24.7	18	55.56%
24.9	7	66.67%
25.0	14	88.89%
25.2	4	95.24%
25.3	2	98.41%
25.5	1	100.00%

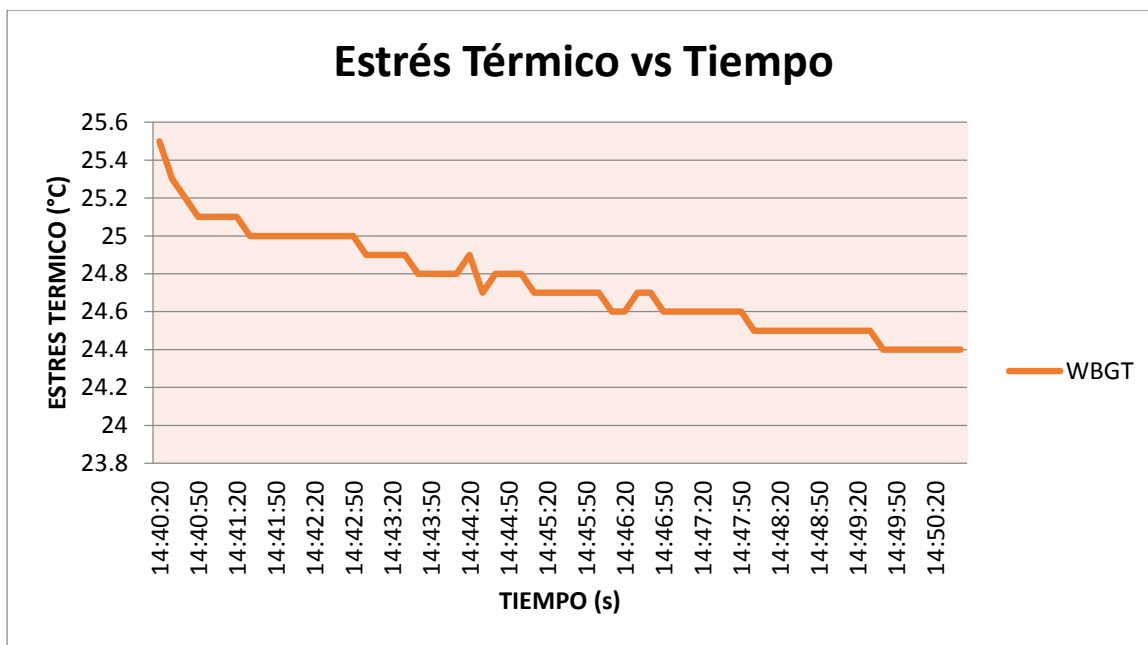
Tabla 2.12 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto EAQ-P4.



Gráfica 2.10 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el puesto EAQ-P4.

En la *Gráfica 2.11*, se muestra como el valor de estrés térmico, tuvo una tendencia a bajar con respecto al tiempo, terminando con un valor de 24.4 °C. Las mediciones se hicieron alrededor de las 2:40 pm.

Aunque el valor máximo de estrés térmico fue de 25.5 °C, se ve una tendencia a la baja por lo que, en estas condiciones, no hay problemas. Además debido a las ventanas se tiene ventilación natural, que ayuda a la liberación de calor del cuerpo.

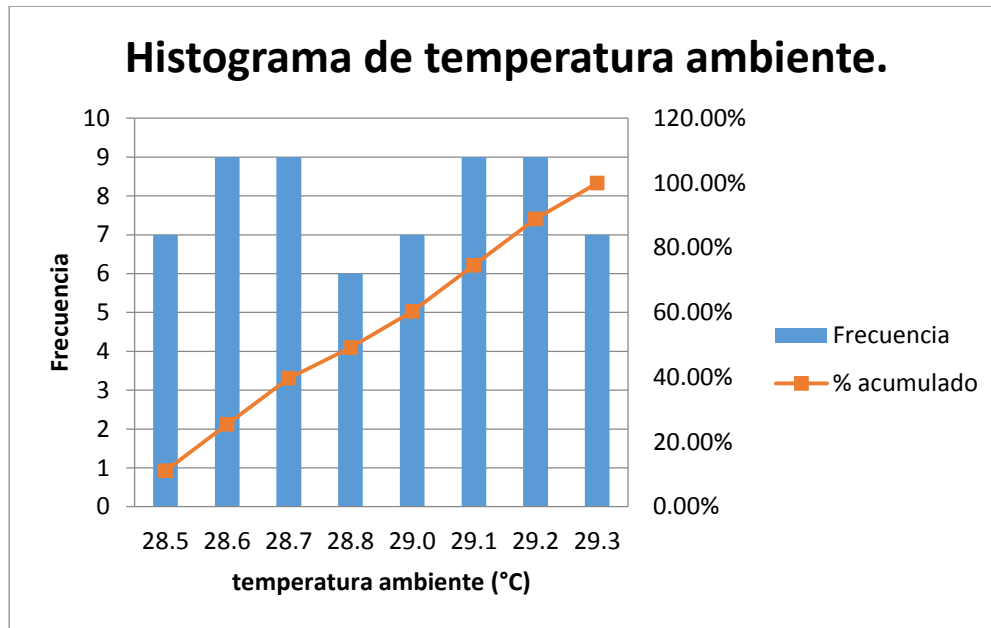


Gráfica 2.11 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el puesto EAQ-P4.

Se obtuvieron valores de temperatura ambiente altos, que se distribuyeron de manera uniforme mientras se hizo la medición. El rango varió entre 28.5 °C y 29.3 °C, por lo que se concluye que en estas condiciones este puesto de trabajo es caluroso. El problema de percibir una temperatura elevada puede resolverse fácilmente con ventilación natural o forzada, ya que la humedad no tiene un valor muy alto.

<i>Temperatura ambiente (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
28.5	7	11.11%
28.6	9	25.40%
28.7	9	39.68%
28.8	6	49.21%
29.0	7	60.32%
29.1	9	74.60%
29.2	9	88.89%
29.3	7	100.00%

Tabla 2.13 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EAQ-P4.



Gráfica 2.12 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto EAQ-P4.

- Escuela de Ingeniería Mecánica, puesto EIM-T-13.

IMPORTANTE:

- En el momento que se realizaron las mediciones, se contaba con tres personas trabajando en el taller, por lo que se genera un incremento en la temperatura por el consumo metabólico.
- Las mediciones se hicieron en fecha 24/11/2014 y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

Este puesto está ubicado en la escuela de Ingeniería Mecánica, en el área de unidad productiva. Esta se encuentra en los talleres de la primera planta del edificio.

En esta zona hay equipo pesado de trabajo, como tornos, equipo de soldadura, taladros, etc.

El valor máximo de estrés térmico registrado es de 25.7 °C, valor con el que no se corre riesgo en esta época del año, con estas condiciones ambientales. Según la *Tabla 2.14* la humedad medida está en los valores normales con el que no hay problema con la absorción del vapor de agua.

En el área hay poca circulación de aire por lo que se mantiene el aire que se encuentra alrededor del cuerpo a alta temperatura y se genera calor extra por el equipo con el que se cuenta en el área. Todas estas condiciones incrementan las temperatura percibida y el valor del índice WBGT.

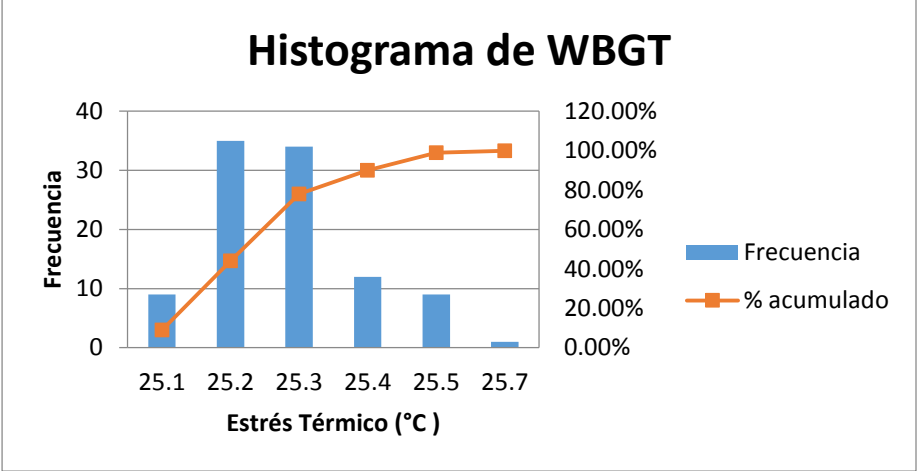


Figura 3.5 – Plano de la 1^{da} planta de la Escuela de Ingeniería Mecánica, puesto EIM-T-13.

Estrés Térmico (°C)		Humedad (%)		Temperatura ambiente (°C)		Temperatura de bulbo húmedo (°C)		Temperatura de globo (°C)	
Valor Máx.	25.7	Valor Máx.	58.8	Valor Máx.	30.3	Valor Máx.	23.7	Valor Máx.	30.4
Valor Mín.	25.1	Valor Mín.	55.8	Valor Mín.	29.9	Valor Mín.	23.1	Valor Mín.	29.8
Valor Promedio	25.28	Valor Promedio	56.80	Valor Promedio	30.17	Valor Promedio	23.28	Valor Promedio	30.06

Tabla 2.14 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIM-T-13.

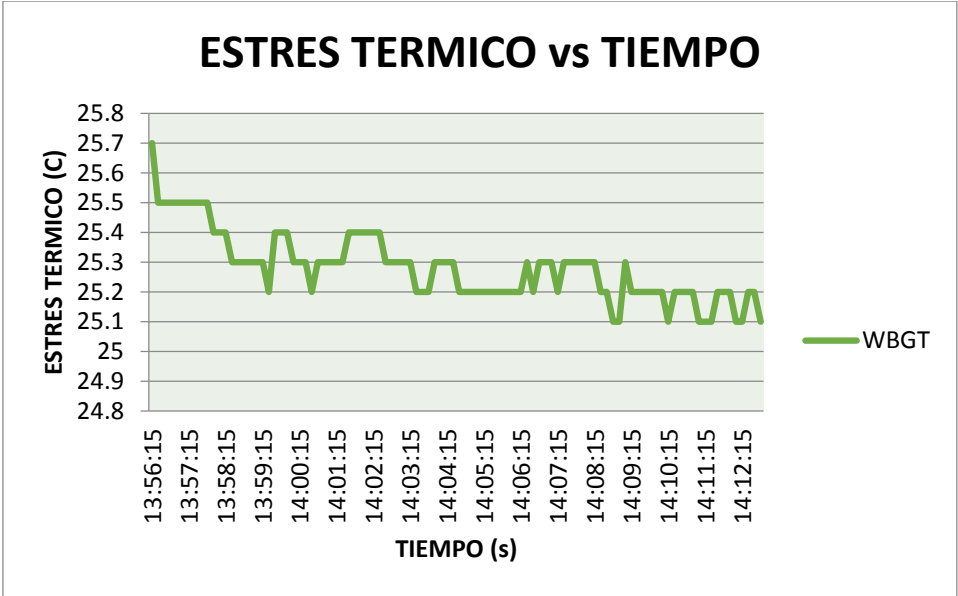
Según el histograma de WBGT, el valor de estrés térmico varió entre 25.1 °C y 25.7 °C, la mayor cantidad de datos se concentraron en 25.2 °C y 25.3 °C, por lo que el valor obtenido puede considerarse algo constante y que se mantuvo en un rango muy cerrado mientras se realizó la medición.



Gráfica 2.13 – Gráfica del histograma de estrés térmico, para el puesto EIM-T-13.

<i>Estrés Térmico (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
25.1	9	9.00%
25.2	35	44.00%
25.3	34	78.00%
25.4	12	90.00%
25.5	9	99.00%
25.7	1	100.00%

Tabla 2.15 – Histograma de datos de estrés térmico, para puesto EIM-T-13.



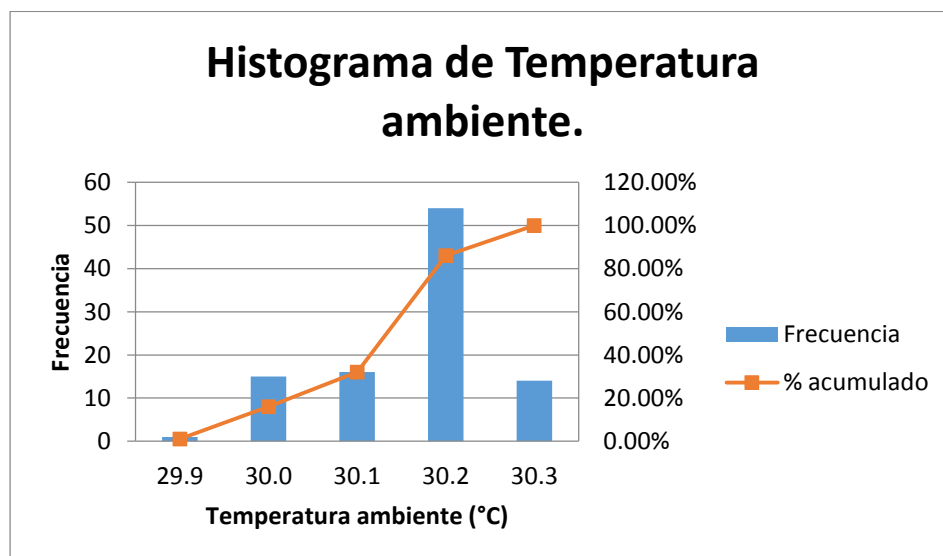
Gráfica 2.14 – Gráfica de Estrés térmico versus tiempo, para el puesto EIM-T-13.

Se observa en la *Gráfica 2.14* una tendencia a la baja, con un pico, al inicio de la medición y con el tiempo baja dicho valor y tiende a normalizarse.

Algunos valores de temperatura ambiente obtenidos sobrepasan los 30 °C. Según el histograma de temperatura (grafica 2.15), el valor se mantuvo elevado en el tiempo que se realizó la medición, manteniéndose en un rango entre 29.9 °C y 30.3 °C, por lo que se percibe que es un lugar caluroso.

<i>Temperatura ambiente (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
29.9	1	1.00%
30.0	15	16.00%
30.1	16	32.00%
30.2	54	86.00%
30.3	14	100.00%

Tabla 2.16 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EIM-T-13.



Gráfica 2.15 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto EIM-T-13.

La mayor cantidad de datos se mantiene en un valor de 30.2°C, que puede ocasionar una situación de incomodidad al realizar cada persona su trabajo. Los trabajadores que laboran en este puesto utilizan gabachas sobre su ropa habitual y a pesar de las temperaturas elevadas y sin hacer uso de ventilación forzada, lograron, después de un tiempo, aclimatarse a ese ambiente de trabajo y ahora trabajan con normalidad (información obtenida de encuestas realizadas a los trabajadores). A pesar que el lugar tiene ventanas de gran tamaño no se mantienen abiertas por problemas con animales y suciedad.

Como se ha concluido, los puestos en los que se obtuvieron los valores más altos de estrés térmico, no presentan un riesgo real, y en muchos casos la sensación de incomodidad o transpiración puede solucionarse con ventilación forzada o natural y un consumo continuo de agua durante las jornadas laborales.

2.3.1 - Incidencia de la temperatura ambiente y humedad relativa.

En algunos casos, se podría pensar que al tener una temperatura ambiente elevada el valor de índice WBGT estaría arriba de los límites permisibles y ocasionar algún problema de un riesgo considerable, pero como hemos observado, además del valor de temperatura ambiente o de globo, otra variable que afecta en gran medida el cálculo de estrés térmico es el valor de la humedad (valor de temperatura de bulbo húmedo).

En el valor que se obtiene de estrés térmico, por medio de la fórmula de WBGT (Ecu 2), la humedad tiene la mayor ponderación. Podría pensarse que en lugares donde se obtuvo una temperatura ambiente elevada se obtendría un valor muy alto de estrés térmico, pero si la humedad medida ese momento fue baja o muy baja (valores de 55 % o menores), el valor de estrés térmico que se obtendrá estará debajo de los valores permisibles. Esto debido a que al tener una humedad baja, el aire puede absorber más valor de agua (sudor) y el cuerpo puede regular su temperatura interna eliminando el exceso de calor a través del sudor y así preservar la salud de la persona. Por esto, en la Tabla 3.0, se presentan los puestos de trabajo con la temperatura ambiente más elevada, para poder hacer una comparación y análisis de estos.

En alguno de los casos, coincide que los valores que se registraron con temperatura ambiente elevada, también muestra los valores de estrés térmico más altos, pero sin llegar a un riesgo real.

Estos puestos son:

- *Administración académica, el puesto AA-2P-POSG-15.*
- *Edificio B, el aula B-41.*
- *Escuela de Ingeniería Civil, el puesto EIC-SE-10.*
- *Unidad de ciencias básicas, el puesto UCB-F2-P38.*
- *Escuela de Ingeniería mecánica, el puesto EIM-T-12.*
- *Escuela de Ingeniería en sistemas, el puesto 35.*

EDIFICIO	PUESTO	VALOR MÁXIMO DE TEMPERATURA AMBIENTE(°C)	HUMEDAD (%)	VELOCIDAD DEL VIENTO (Km/h) *
ADMON. ACADEMICA	AA-2P-POSG-15	31.6	55.3	11.2
CARPINTERIA	CAP-1	27.1	58.4	1.4
EDIFICIO B	B-41	30.2	52.6	9.7
EDIFICIO C	C-42	29.1	51.1	9.7
EDIFICIO D	D-11-1	28.4	54.7	9.7
CIAN	CIAN-P3	26.3	46.5	7.9
ESCUELA DE ING. CIVIL	EIC-SE--10	30.9	52.4	4.7
ESCUELA DE ING. INDUSTRIAL	EII-P12	29.5	33.6	9.7
UNIDAD DE CIENCIAS BASICAS	UCB-F2-P38	30.4	52	7.9
ESCUELA DE ING. QUIMICA	EIQ-P11	30.6	54.2	4.7
EDIFICIO DE POTENCIA	EDP-SLC-1	26.2	59.2	6.5
ESCUELA DE ING. ELÉCTRICA	EIE-SLE-P1	28.3	47.5	11.2
ESCUELA DE ARQUITECTURA	EAQ-P4	29.3	63.3	3.2
ESCUELA DE ING. MECÁNICA	EIM-T-12	30.4	59.6	1.4
ESCUELA DE ING. EN SISTEMAS	EIS-P35	30.8	51.2	13
METROLOGÍA	M-P2	23.7	50.1	9.7
BIBLIOTECA	BIB-2P-PL-5	26.1	45.3	13

Tabla 3.0 –Puestos de trabajo donde se obtuvieron los valores máximos de temperatura ambiente, con sus respectivos valores de humedad y velocidad del viento.

**Los valores de velocidad del viento presentados en la tabla, se obtuvieron de la estación meteorológica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad de El Salvador, ubicada sobre el edificio de Potencia.*

En la tabla 3.0 también se muestra una columna con el valor de la velocidad del aire del día. Cabe señalar que los valores de velocidad del aire no se tomaron dentro de cada puesto de trabajo, sino que son datos proporcionados por la estación meteorológica ubicada en la azotea del edificio de potencia de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

La velocidad del viento ayuda a que la evaporación del sudor se dé rápidamente, provocando una sensación en la piel de frescura, esto a pesar de tener una temperatura ambiente elevada (por ejemplo de mayor a 30 °C).

La Tabla 3.1, muestra las velocidades del viento y su clasificación. Según la tabla, la percepción del viento sobre la piel se da cuando este tiene una velocidad entre 6 -12 km/h. En este rango, la implicación del viento en el proceso de regulación del cuerpo ya influye.

Velocidad del viento (Km/h)	Indicación	Concepto/ valoración
0 - 2	El humo asciende verticalmente	tranquilo
2 - 5	El humo se desvía suavemente hacia un lado	suave
6 - 12	El viento se percibe en la piel	suave
13 - 20	Se mueven banderas ligeras	moderado
21 - 29	Se mueve polvo y papeles	moderado
30 - 39	Pequeños árboles empiezan a mecerse al viento	vivo
40 - 50	Los paraguas ya no se pueden utilizar	fuerte
51 - 61	Todos los árboles se mueven fuertemente / ya cuesta trabajo moverse contra la dirección del viento	fuerte
62 - 74	Las astas de los árboles se quiebran	muy fuerte
75 - 87	Pueden presentarse daños importantes en edificios	muy fuerte
88 - 101	Pueden presentarse los peores daños en edificios	masivo
102 - 116	Pueden presentarse los peores daños en edificios	masivo
117 >	Aniquilamiento de las construcciones más fuertes / se buscan refugios inmediatamente	huracanes

Tabla 3.1 – Velocidades del viento y su clasificación. [32]

- **Administración académica, puesto AA-2P-POSG-15.**

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en fecha 08/12/2014 con hora de 9:25 am y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

En el puesto AA-2P-POSG-15, que se encuentra en el edificio de Administración Académica, en la segunda planta, el cubilo de posgrado, se obtuvo una temperatura ambiente de 31.6 °C y temperatura de globo de 30.7 °C, valores elevados, que generan incomodidad y transpiración en la persona. La humedad tiene un valor de 55.3 %, por lo que no hay problema con el proceso de regulación del cuerpo, y esto se facilita si se tiene ventilación natural o forzada.

De la estación meteorológica, se tiene un valor de velocidad del viento (el día de la medición a la hora de la medición) de 11.2 km/h, que según la Tabla 3.1, es un valor que se percibe en la piel y que ayuda a la evaporación del sudor. Por lo que para mejorar las condiciones en este puesto de trabajo, puede utilizarse ventilación forzada. En esta área, no se tienen ventanas para poder tener ventilación natural, pero se puede concluir, gracias a los datos de la estación meteorológica, que

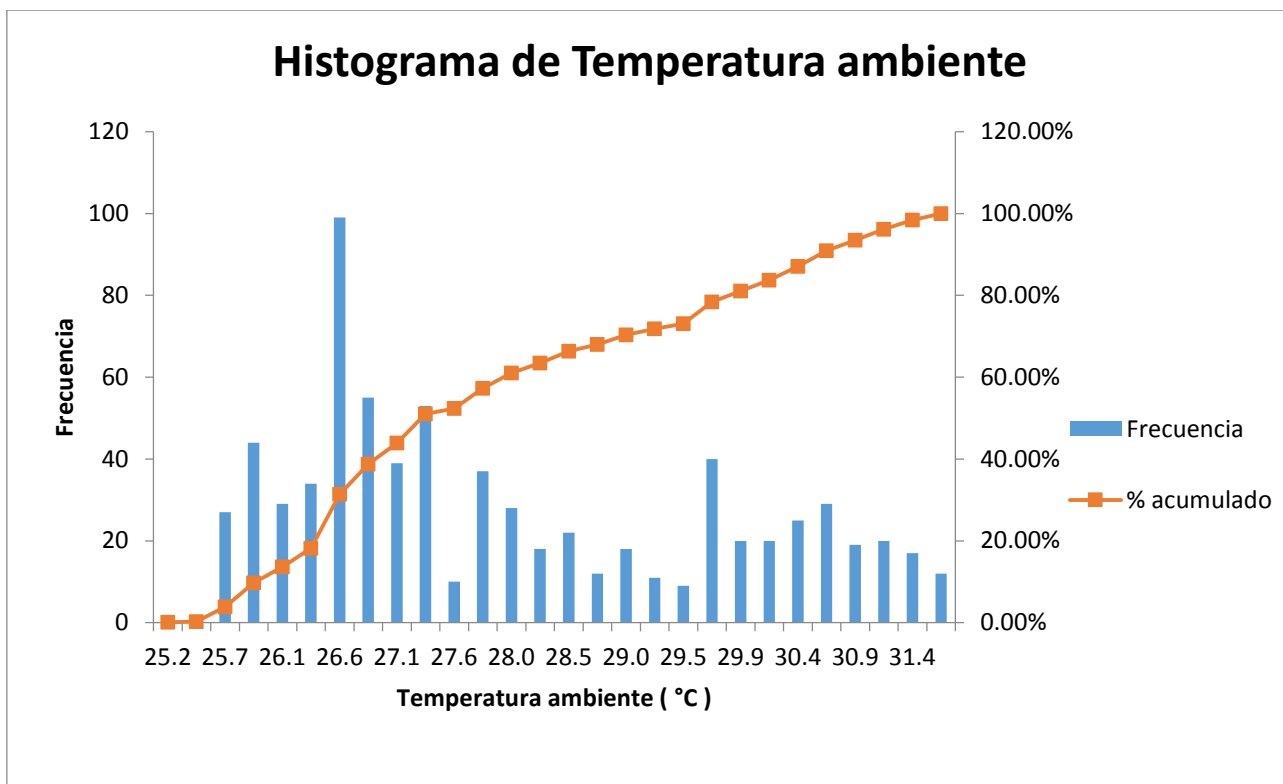
se tuvo en ese momento una velocidad del viento adecuada para bajar la temperatura y ayudar a la eliminación del exceso de calor.

Estrés Térmico (°C)		Humedad (%)		Temperatura ambiente (°C)		Temperatura de bulbo húmedo (°C)		Temperatura de globo (°C)	
Valor Máx.	23	Valor Máx.	55.3	Valor Máx.	31.6	Valor Máx.	19.9	Valor Máx.	30.7
Valor Mín.	17.9	Valor Mín.	30.3	Valor Mín.	25.2	Valor Mín.	14.9	Valor Mín.	25
Valor Promedio	20.18	Valor Promedio	33.64	Valor Promedio	27.92	Valor Promedio	17.07	Valor Promedio	27.58

Tabla 3.2 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto AA-2P-POSG-15.

<i>Temperatura ambiente (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
25.2	1	0.13%
25.4	1	0.27%
25.7	27	3.87%
25.9	44	9.75%
26.1	29	13.62%
26.4	34	18.16%
26.6	99	31.38%
26.9	55	38.72%
27.1	39	43.93%
27.3	53	51.00%
27.6	10	52.34%
27.8	37	57.28%
28.0	28	61.01%
28.3	18	63.42%
28.5	22	66.36%
28.8	12	67.96%
29.0	18	70.36%
29.2	11	71.83%
29.5	9	73.03%
29.7	40	78.37%
29.9	20	81.04%
30.2	20	83.71%
30.4	25	87.05%
30.7	29	90.92%
30.9	19	93.46%
31.1	20	96.13%
31.4	17	98.40%
31.6	12	100.00%

Tabla 3.3 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto AA-2P-POSG-15



Gráfica 3.0 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto AA-2P-POSG-15.

Según el histograma de la temperatura ambiente, registradas ese día, la temperatura estuvo variando en el transcurso de la medición. El puesto de trabajo cuenta con una salida de A/C, pero debido a que por los ventanales, en el transcurso de la mañana (de 9:00 am a 11:30 am), se tiene la incidencia directa de los rayos solares, se genera un aumento de temperatura, por la energía transferida por radiación.

Por esas razones podemos observar por momentos valores bajos de temperatura como de 25.2 °C y que luego suben a valores de 31.4 °C. Se concluye que a pesar de la temperatura elevada que se puede percibir en el puesto de trabajo, no hay riesgo de estrés térmico debido al bajo valor de la humedad y la velocidad del aire (si se tiene ventilación natural).

- **Edificio B, el aula B-41.**

IMPORTANTE:

- En el momento que se realizaron las mediciones, el aula se encontraba desocupada. Por tanto, las condiciones pueden variar si el área se encuentra ocupada.
- Las mediciones se hicieron en fecha 01/12/2014 con hora de 1:41 pm y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

El análisis y conclusiones sobre el estrés térmico se realizaron anteriormente.

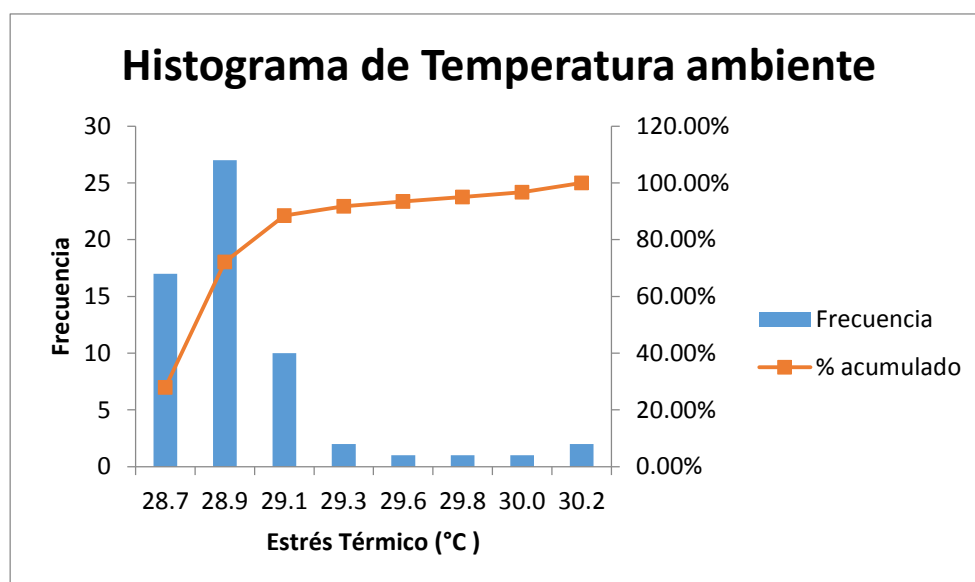
El aula B-41, obtuvo valores altos de estrés térmico y también de temperatura ambiente. La humedad (según la Tabla 3.0) fue de 52.6 % y la velocidad del viento al momento de la medición fue de 9.7 km/h.

Como se muestra en el histograma de temperatura ambiente, los valores de temperatura se mantienen elevados en el transcurso de las mediciones. La mayor parte del tiempo se tenía valores entre 28.7 °C y 29.1 °C.

Con la velocidad del viento de 9.7 km/h, se tiene una mejora en el ambiente. El aula posee varias ventanas, por lo que puede utilizarse la ventilación natural, esto ayuda a mejorar la sensación de la persona a la temperatura ambiente.

<i>Temperatura ambiente (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
28.7	17	27.87%
28.9	27	72.13%
29.1	10	88.52%
29.3	2	91.80%
29.6	1	93.44%
29.8	1	95.08%
30.0	1	96.72%
30.2	2	100.00%

Tabla 3.4 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para el aula B-41.



Gráfica 3.1 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el aula B-41.

El aula se encuentra en la cuarta planta del edificio B de la FIA, donde generalmente se tiene ventilación natural, y el edificio está orientado de norte a sur. Esto varía algunos meses u horas del día en las que no hay mucha circulación de aire y la temperatura se incrementa. Por tanto el ambiente en esta aula es muy variable.

- **Escuela de Ingeniería Civil, el puesto EIC-SE-10.**

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en fecha 18/11/2014 con hora de 2:49 pm y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

El puesto EIC-SE-10, se encuentra en la escuela de Ingeniería Civil, en el cubículo del secretario de escuela. En este cubículo se obtuvo un valor de temperatura ambiente de 30.9 °C, una humedad de 52.4 % y un estrés térmico de 25.2 °C, según la Tabla 3.5.

El valor de la velocidad del viento en el momento de la medición, según Tabla 3.0, fue de 4.7 km/h. De la Tabla 3.1 la velocidad del viento, a ese valor, aun no se logra percibir el viento sobre la piel, por lo que la ventilación natural no ayuda en este caso.

Estrés Térmico (°C)		Humedad (%)		Temperatura ambiente (°C)		Temperatura de bulbo húmedo (°C)		Temperatura de globo (°C)	
Valor Máx.	25.2	Valor Máx.	52.4	Valor Máx.	30.9	Valor Máx.	22.9	Valor Máx.	30.8
Valor Mín.	24.9	Valor Mín.	49.2	Valor Mín.	30.6	Valor Mín.	22.4	Valor Mín.	30.5
Valor Promedio	24.99	Valor Promedio	50.30	Valor Promedio	30.79	Valor Promedio	22.59	Valor Promedio	30.76

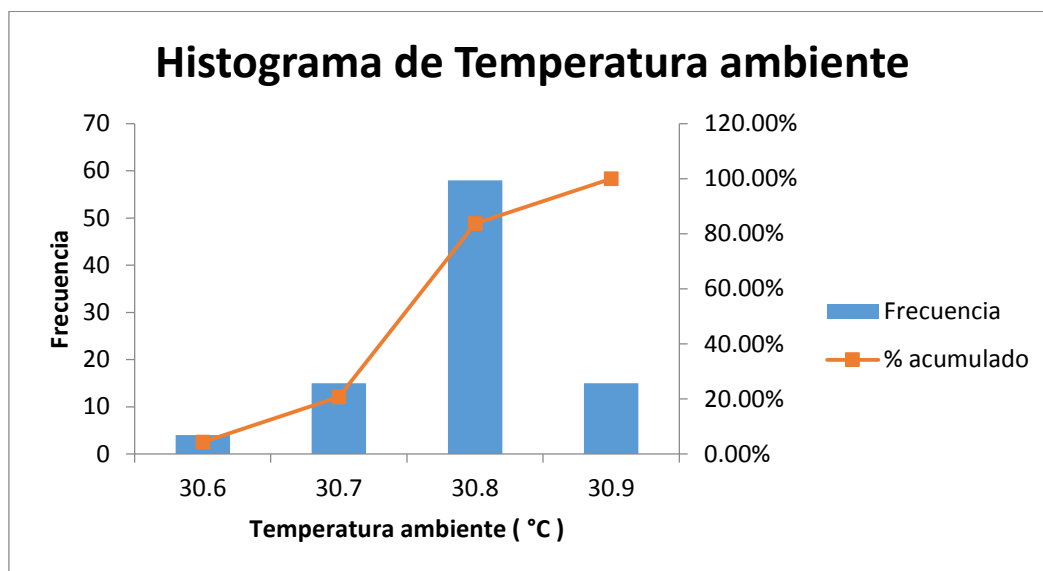
Tabla 3.5 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIC-SE-10.

En el histograma de temperatura ambiente se observa que se tenía un valor elevado de ésta, durante todo el tiempo en la que se realizó la medición. Teniendo la mayor cantidad de datos agrupados a una temperatura de 30.8 °C, por lo que se concluye que es un área calurosa, además fue lo que expresó la persona que trabaja en este lugar. La temperatura es alta por lo que genera incomodidad y transpiración, debido a la baja humedad el uso de la ventilación forzada ayudaría al proceso de evaporación del sudor, pero no serviría de mucho la ventilación natural debido al bajo valor de la velocidad del viento el día que se realizaron las mediciones.

Cabe destacar que en el puesto de trabajo se cuenta con ventanas que se mantienen generalmente abiertas. Además de esto el área del cubículo es pequeña y hay poca circulación de aire y en algunas ocasiones se utiliza ventilación forzada (ventilador).

<i>Temperatura ambiente (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
30.6	4	4.35%
30.7	15	20.65%
30.8	58	83.70%
30.9	15	100.00%

Tabla 3.6 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto EIC-SE-10.



Gráfica 3.2 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto EIC-SE-10.

- **Unidad de ciencias básicas, puesto UCB-F2-P38.**

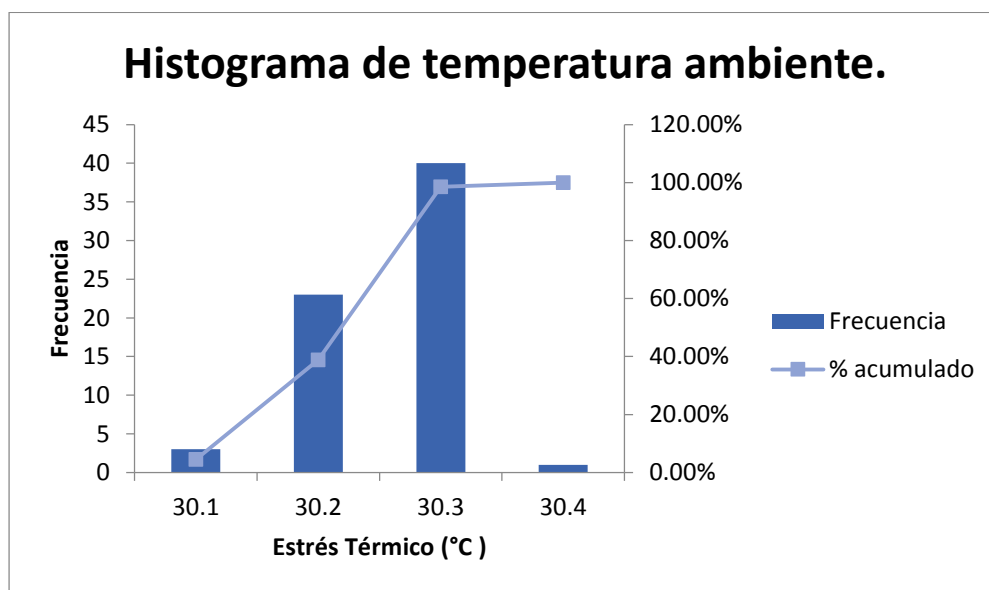
IMPORTANTE:

- En el momento que se realizaron las mediciones, el laboratorio se encontraba desocupado. Por tanto, las condiciones pueden variar si el área se encuentra ocupada.
- Las mediciones se hicieron en fecha 01/12/2014 con hora de 2:46 pm y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

El puesto UCB-F2-38, que ya se analizó por su valor de estrés térmico, también obtuvo una temperatura ambiente elevada. La mayor cantidad de datos están entre los valores de 30.2 °C y 30.3 °C, según el histograma de temperatura de la gráfica 3.3.

<i>Temperatura ambiente (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
30.1	3	4.48%
30.2	23	38.81%
30.3	40	98.51%
30.4	1	100.00%

Tabla 3.7 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto UCB-F2-P38.



Gráfica 3.3 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto UCB-F2-P38.

La velocidad del viento ese día, a la hora de las mediciones, fue de 7.9 km/h, valor que ya se logra percibir en la piel y que puede ayudar a refrescar el ambiente si se tiene acceso a ventilación natural. En el laboratorio F2 se tienen ventanas que pueden ayudar a refrescar. No se cuenta con ventilación forzada.

- **Escuela de Ingeniería mecánica, puesto EIM-T-12.**

IMPORTANTE:

- En el momento que se realizaron las mediciones, el taller se encontraba desocupado. Por tanto, las condiciones pueden variar si el área se encuentra ocupada.
- Las mediciones se hicieron en fecha 24/11/2014 con hora de 1:55 pm y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

El puesto EIM-T-12, se ubica en la escuela de Ingeniería Mecánica, en el área de talleres. Ahí se obtuvo un valor elevado de temperatura, con una humedad de 59.6 % (humedad promedio), y valores de estrés térmico de 25.5 °C.

El valor del estrés térmico obtenido es alto al igual que su temperatura ambiente.

A la hora de la realización de las mediciones la velocidad del viento era de 1.4 km/h, valor muy por debajo de necesario para que la piel perciba la sensación del viento, por lo que la ventilación natural en este caso no ayuda. Además de eso, en el área hay poca circulación del aire que dificulta también la ayuda del viento.

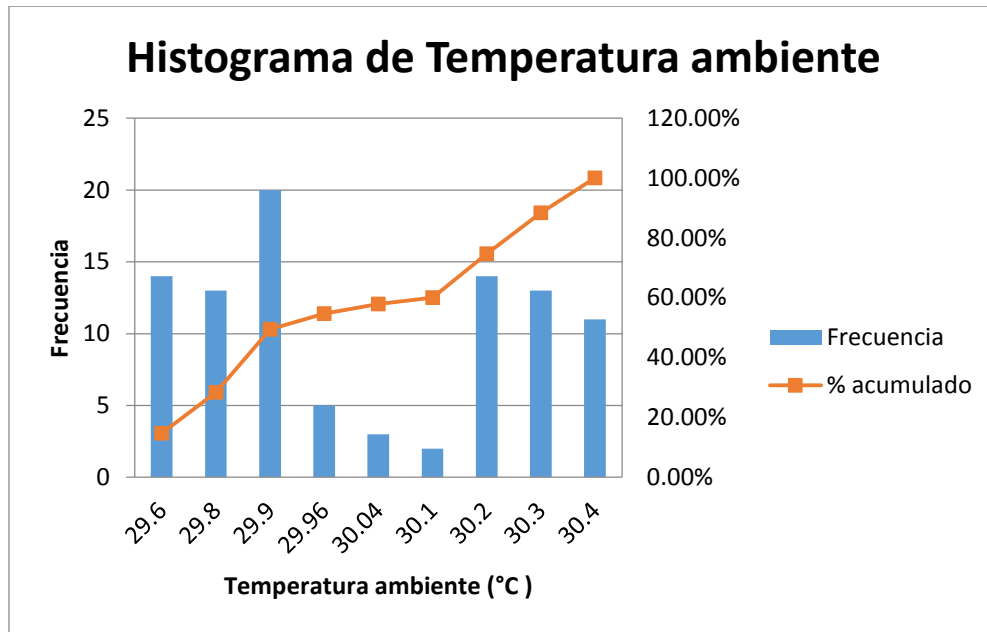
El área es amplia, con equipos generadores de calor y ventanas que se mantienen cerradas debido a problemas con animales y suciedad.

Estrés Térmico (°C)		Humedad (%)		Temperatura ambiente (°C)		Temperatura de bulbo húmedo (°C)		Temperatura de globo (°C)	
Valor Máx.	25.5	Valor Máx.	59.6	Valor Máx.	30.4	Valor Máx.	23.5	Valor Máx.	30.5
Valor Mín.	25.2	Valor Mín.	56.5	Valor Mín.	29.6	Valor Mín.	23.1	Valor Mín.	30.1
Valor Promedio	25.37	Valor Promedio	57.92	Valor Promedio	29.97	Valor Promedio	23.31	Valor Promedio	30.29

Tabla 3.8 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto EIM-T-12.

Temperatura ambiente (°C)	Frecuencia	% acumulado
29.6	14	14.74%
29.8	13	28.42%
29.9	20	49.47%
29.96	5	54.74%
30.04	3	57.89%
30.1	2	60.00%
30.2	14	74.74%
30.3	13	88.42%
30.4	11	100.00%

Tabla 3.9 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para el puesto EIM-T-12.



Gráfica 3.4 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto EIM-T-12.

El rango en el que varió la temperatura fue entre 29.6 °C y 30.4 °C, manteniéndose con valores altos en el transcurso de las mediciones y teniendo un buen número de datos agrupados entre 29.6 °C y 29.9 °C, y otro pequeño grupo entre 30.2 °C y 30.4 °C.

Se puede concluir que el área es calurosa y con poca circulación de aire, por lo que provoca sensaciones de incomodidad, a pesar de esto algunos trabajadores manifestaban estar aclimatados, es decir, que no percibían ya malestar porque por el tiempo que se mantienen trabajando su cuerpo se aclimato a las temperaturas de trabajo, que son valores no críticos y que el valor de índice WBGT no sobrepasa los valores permisibles.

- **Escuela de Ingeniería en sistemas, puesto EIS-P35.**

IMPORTANTE:

- En el momento que se realizaron las mediciones, el cubículo se encontraba desocupado. Por tanto, las condiciones pueden variar si el área se encuentra ocupada.
- Las mediciones se hicieron en fecha 09/12/2014 con hora de 2:35 pm y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

La temperatura ambiente fue de 30.8 °C, el valor de estrés térmico que se obtuvo fue bajo (23.8 °C) y se obtuvo una humedad de 51.2 %.

El valor de la humedad ayuda a la evaporación del sudor. Según la Tabla 3.0, la velocidad del aire en ese momento fue de 13 km/h. De la Tabla 3.1, el valor de la velocidad del aire entra en un rango de moderado, por lo que ayudaría mucho al proceso de regulación del cuerpo.

En el cubículo se encuentran ventanas grandes que generalmente se mantienen abiertas. Por lo tanto se puede tener ventilación natural. Debido a la fuerza del viento, en algunas ocasiones genera incomodidad en el trabajo por el movimiento y desorden de documentos, por lo que se mantienen en algunas ocasiones se cierran. En este caso se puede utilizar ventilación forzada, ya que la humedad tiene un valor apropiado para la evaporación del sudor.

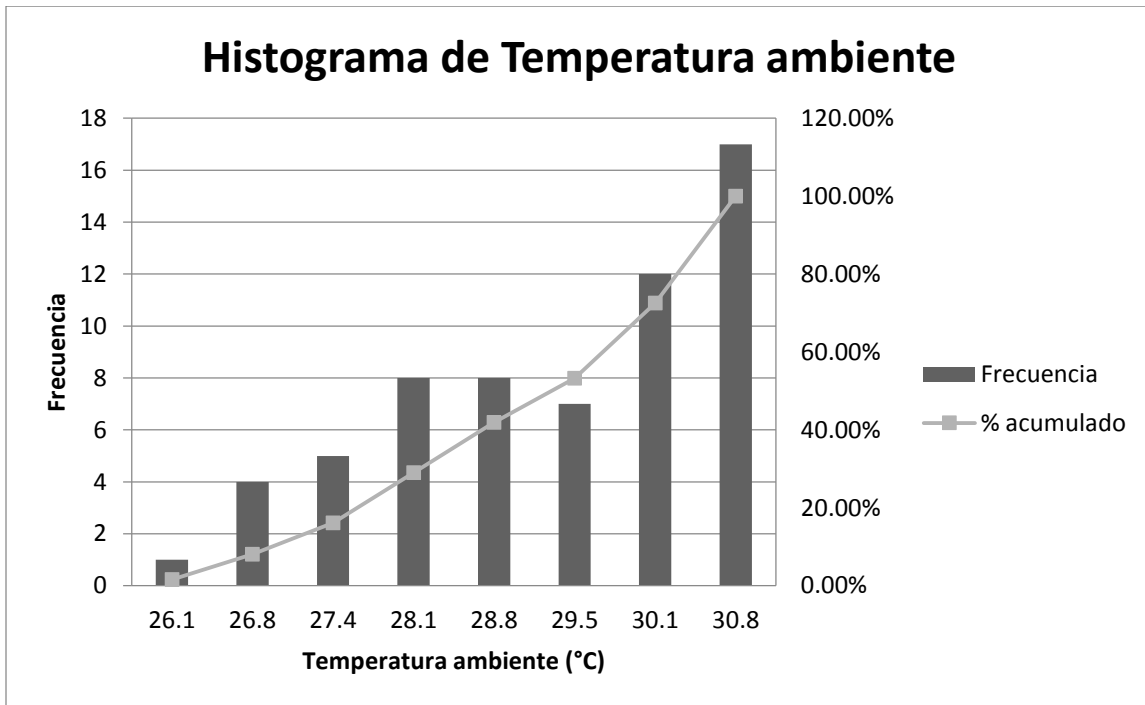
Estrés Térmico (°C)		Humedad (%)		Temperatura ambiente (°C)		Temperatura de bulbo húmedo (°C)		Temperatura de globo (°C)	
Valor Máx.	23.8	Valor Máx.	51.2	Valor Máx.	30.8	Valor Máx.	20.5	Valor Máx.	31.9
Valor Mín.	21.1	Valor Mín.	39.4	Valor Mín.	26.1	Valor Mín.	18.9	Valor Mín.	26.3
Valor Promedio	22.89	Valor Promedio	43.45	Valor Promedio	29.02	Valor Promedio	19.84	Valor Promedio	30.16

Tabla 3.10 – Valores máximos, mínimos y promedios de estrés térmico, humedad, temperatura ambiente, temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo, para el puesto 35.

Según el histograma de temperatura ambiente, de la Gráfica 3.5, la mayor cantidad de datos se encuentran entre 29.5 °C y 30.8 °C, por lo que se considera un lugar que puede presentar incomodidad por la temperatura, pero sin riesgo de sobre pasar los límites permisibles de estrés térmico (en estas condiciones).

<i>Temperatura ambiente (°C)</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
26.1	1	1.61%
26.8	4	8.06%
27.4	5	16.13%
28.1	8	29.03%
28.8	8	41.94%
29.5	7	53.23%
30.1	12	72.58%
30.8	17	100.00%

Tabla 3.11 – Histograma de datos de temperatura ambiente, para puesto 35.



Gráfica 3.5 – Gráfica del histograma de temperatura ambiente, para el puesto 35.

CAPITULO 3: RESULTADO, PROYECCIONES Y CONCLUSIONES.

En el capítulo 3, se presenta el análisis de los datos obtenidos, su interpretación y comportamiento. Además de proyecciones de los valores posibles en épocas del año donde la temperatura ambiente tiene un incremento significativo.

Se define además la zona de confort para cada edificio, ubicando sus fronteras e identificando los edificios con zonas de confort angostas que presentan más riesgo.

También se muestran los resultados promedios finales de estrés térmico y temperatura ambiente de los edificios tomados en el estudio, observando los edificios de más altas temperaturas y los que se ubican con valores bajos.

Se muestran las conclusiones obtenidas del estudio y recomendaciones que se hacen, además de toda la información bibliográfica y documentos e información extra en anexos.

3.1 - PROYECCIONES EN ÉPOCAS CALUROSAS DEL AÑO.

En algunas de las áreas tomadas en el estudio, los trabajadores manifestaban que en la época entre los meses de febrero, marzo y abril, se percibía un incremento significativo en la temperatura ambiente y que en algunas ocasiones las condiciones nos les permitían realizar sus actividades laborales. Por esto, en los momentos de recolección de la información (realización de encuestas) se hacía la recomendación de realizar el estudio de estrés térmico en esas épocas del año, en las que podrían presentarse condiciones más críticas.

Debido a esto, se realiza en este apartado una estimación de que valores de estrés térmico se hubieran registrado en el periodo de febrero, marzo y abril del año 2014. Para realizar la estimación se utilizaron los datos de la estación meteorológica ubicada en la Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, azotea del Edificio de potencia.

Para las estimaciones se usa la misma fórmula de WBGT Ecuación 2.

3.1.1 - Temperatura de bulbo húmedo.

De la estación meteorológica se tienen datos como temperatura ambiente, humedad relativa, punto de rocío, velocidad del viento, dirección del viento, índice de calor, etc. La información que será de utilidad para la estimación, son la temperatura ambiente y la humedad relativa. Estas dos variables se utilizan para el cálculo de la temperatura de bulbo húmedo, que es una de las variables en la fórmula de WBGT.

Para el cálculo de la temperatura de bulbo húmedo, con respecto a la temperatura ambiente y humedad relativa, se utiliza la carta psicrométrica.

3.1.1.1 - La Carta Psicrometrica.

Una carta psicrométrica, es una gráfica de las propiedades del aire, tales como temperatura, humedad relativa, volumen, presión, etc. Las cartas psicrométricas se utilizan para determinar, cómo varían estas propiedades al cambiar la humedad en el aire. [33]

Existen muchos tipos de cartas psicrométricas. Algunas se hacen para el rango de bajas temperaturas, algunas para el rango de media temperatura y otras para el rango de alta temperatura. A algunas de las cartas psicrométricas se les amplía su longitud y se recorta su altura; mientras que otras son más altas que anchas y otras tienen forma de triángulo. Todas tienen básicamente la misma función; y la carta a usar, deberá seleccionarse para el rango de temperaturas y el tipo de aplicación. [33]

Para este estudio y por las condiciones que se tienen, se utilizará una carta psicrométrica basada en la presión atmosférica normal, también llamada presión barométrica, de 101.3 kPa ó 760 mmHg. Esta carta cubre un rango de temperaturas de bulbo seco (bs) de -10 °C hasta 55 °C, y un rango de temperaturas de bulbo húmedo (bh) desde -10 °C hasta 35 °C.

La carta psicrométrica que se muestra en la *Figura 4.3*, está hecha con datos basados a la presión atmosférica normal de 101.325 kPa, y las unidades son las del Sistema Internacional, S.I.. Las propiedades del aire de mayor importancia son:

1. Temperatura de bulbo seco (bs)

En la carta psicrométrica esta escala es la horizontal (abscisa), en la parte baja de la carta, según se muestra en la *Figura 4.0*. Las líneas que se extienden verticalmente, desde la parte baja hasta la parte alta de la carta, se llaman líneas de temperatura de bulbo seco constantes. Son constantes porque cualquier punto a lo largo de una de estas líneas, corresponde a la misma temperatura de bulbo seco indicada en la escala de la parte baja. [4]

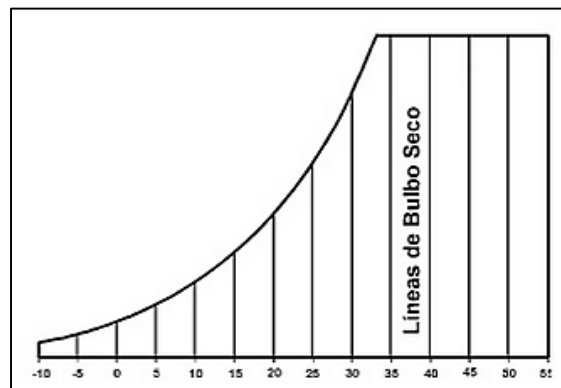


Figura 4.0 – Líneas de temperatura de bulbo seco °C.

2. Temperatura de bulbo húmedo (bh).

La escala de temperaturas de bulbo húmedo, es la que se encuentra del lado superior izquierdo, en la parte curva de la carta psicrométrica, como se muestra en la *Figura 4.1*. Las líneas de temperatura de bulbo húmedo constantes corren diagonalmente de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, en un ángulo de aproximadamente 30° de la horizontal. [4]

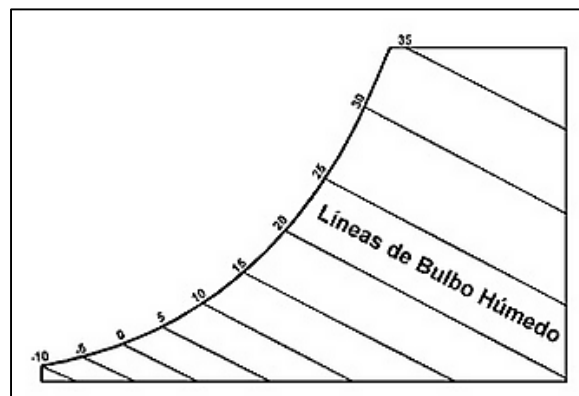


Figura 4.1 – Líneas de temperatura de bulbo húmedo °C.

3. Humedad relativa (hr).

En una carta psicrométrica completa, las líneas de humedad relativa constante, son las líneas curvas que se extienden hacia arriba y hacia la derecha como se ve en la *Figura 4.2*. Se expresan siempre en porciento, y este valor se indica sobre cada línea. [4]

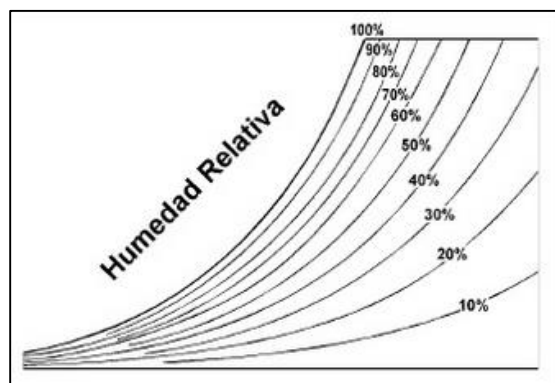


Figura 4.2 – Líneas de humedad relativa %.

- **Meses más calurosos del año 2014.**

✓ Febrero 2014

Valor máximo de temperatura ambiente (°C)	Valor promedio de temperatura ambiente (°C)	Valor máximo de Humedad (%)	Valor promedio de Humedad (%)
31.3	28.1	74	51.5

Tabla 4.0 – Valores máximos y promedios de temperatura ambiente y humedad relativa, en horas laborales febrero 2014.

En la *Tabla 4.0*, se muestran los valores máximos y promedios de temperatura ambiente y humedad relativa, en el mes de febrero, para horas entre 9:00 am y 5:00 pm.

En la *Figura 4.3* se muestra la carta psicrométrica con la lectura de la temperatura de bulbo húmedo. En el eje horizontal, donde se muestra la temperatura ambiente, se busca el valor (en el caso de valor máximo) de 31.3 °C y en las curvas crecientes, en forma exponencial de izquierda a derecha, que son las curvas de la humedad relativa, se ubica el punto de 74 % de humedad relativa aproximadamente.

Se tiene, según la *Figura 4.3*:

Con valores máximos: Temperatura de bulbo húmedo: 27.3 °C

Con valores promedio: Temperatura de bulbo húmedo: 20.6 °C

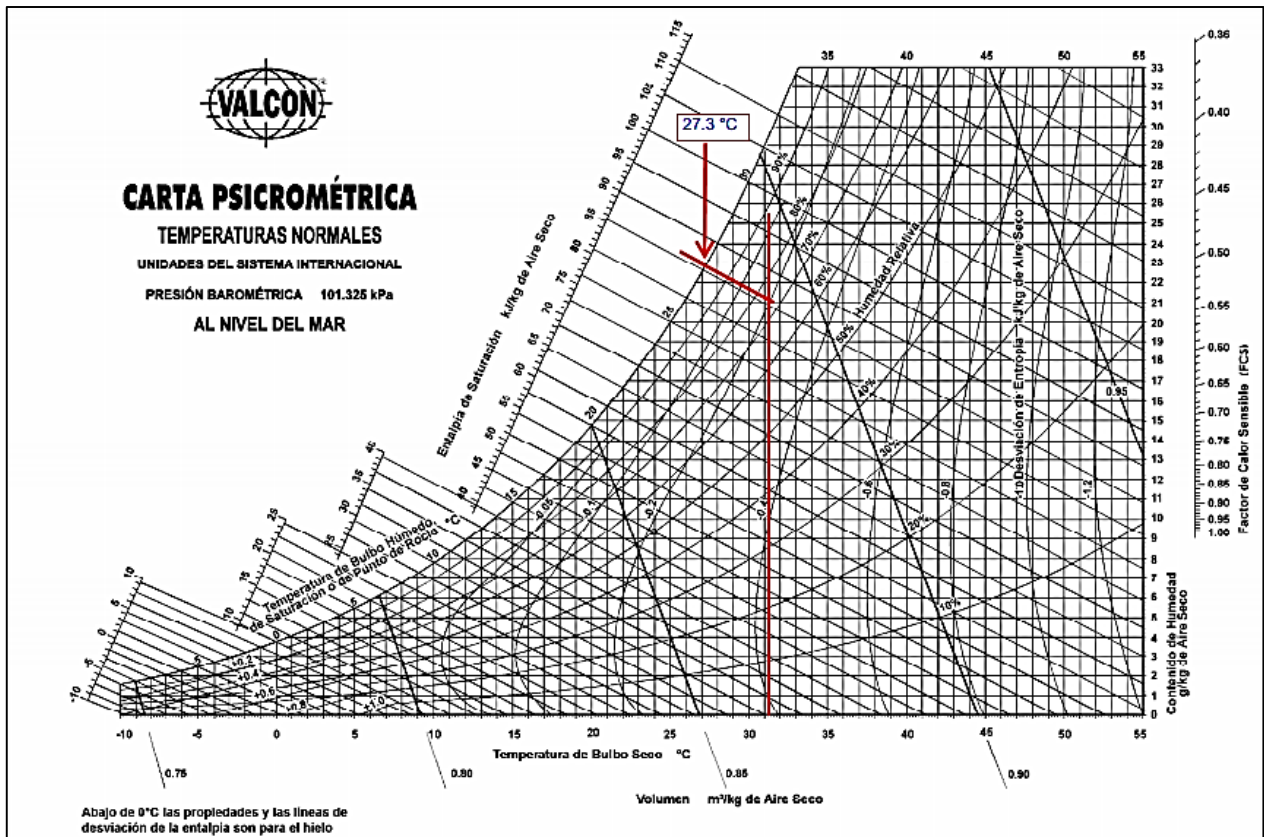


Figura 4.3 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Cálculo de temperatura de bulbo húmedo, para mes de Febrero.

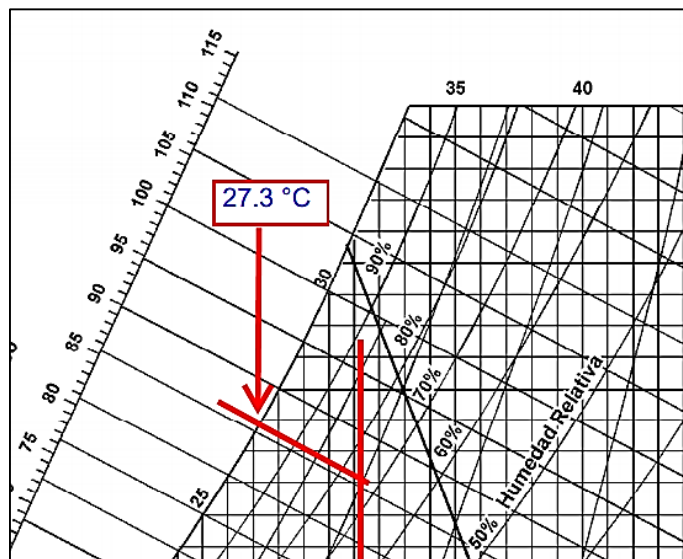


Figura 4.4 – Porción de carta psicrométrica, ubicando valor leído de temperatura de bulbo húmedo, para Febrero 2014.

Se observa mejor la lectura del valor en la *Figura 4.4*.

✓ Marzo 2014

Valor máximo de temperatura ambiente (°C)	Valor promedio de temperatura ambiente (°C)	Valor máximo de Humedad (%)	Valor promedio de Humedad (%)
32.8	28.5	78	53.7

Tabla 4.1 – Valores máximos y promedios de temperatura ambiente y humedad relativa, en horas laborales Marzo 2014.

En la *Tabla 4.1*, se muestran los valores máximos y promedios de temperatura ambiente y humedad relativa, en el mes de marzo, para horas entre 9:00 am y 5:00 pm.

Al ubicar el valor máximo de temperatura ambiente de 32.8 °C con una humedad de 78 %, se tiene la siguiente lectura para la temperatura de bulbo húmedo:

Con valores máximos: Temperatura de bulbo húmedo: 29.4 °C

Con valores promedio: Temperatura de bulbo húmedo: 21.4 °C

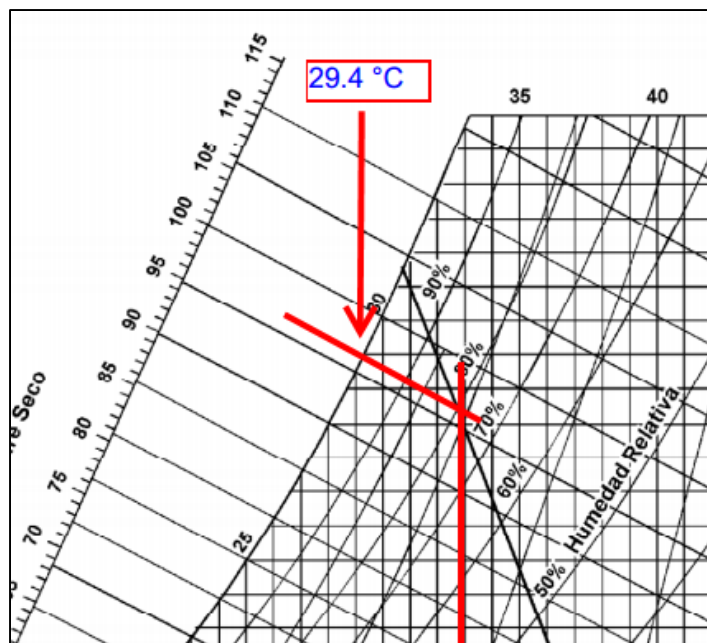


Figura 4.5 – Porción de carta psicrométrica, ubicando valor leído de temperatura de bulbo húmedo, para Marzo 2014.

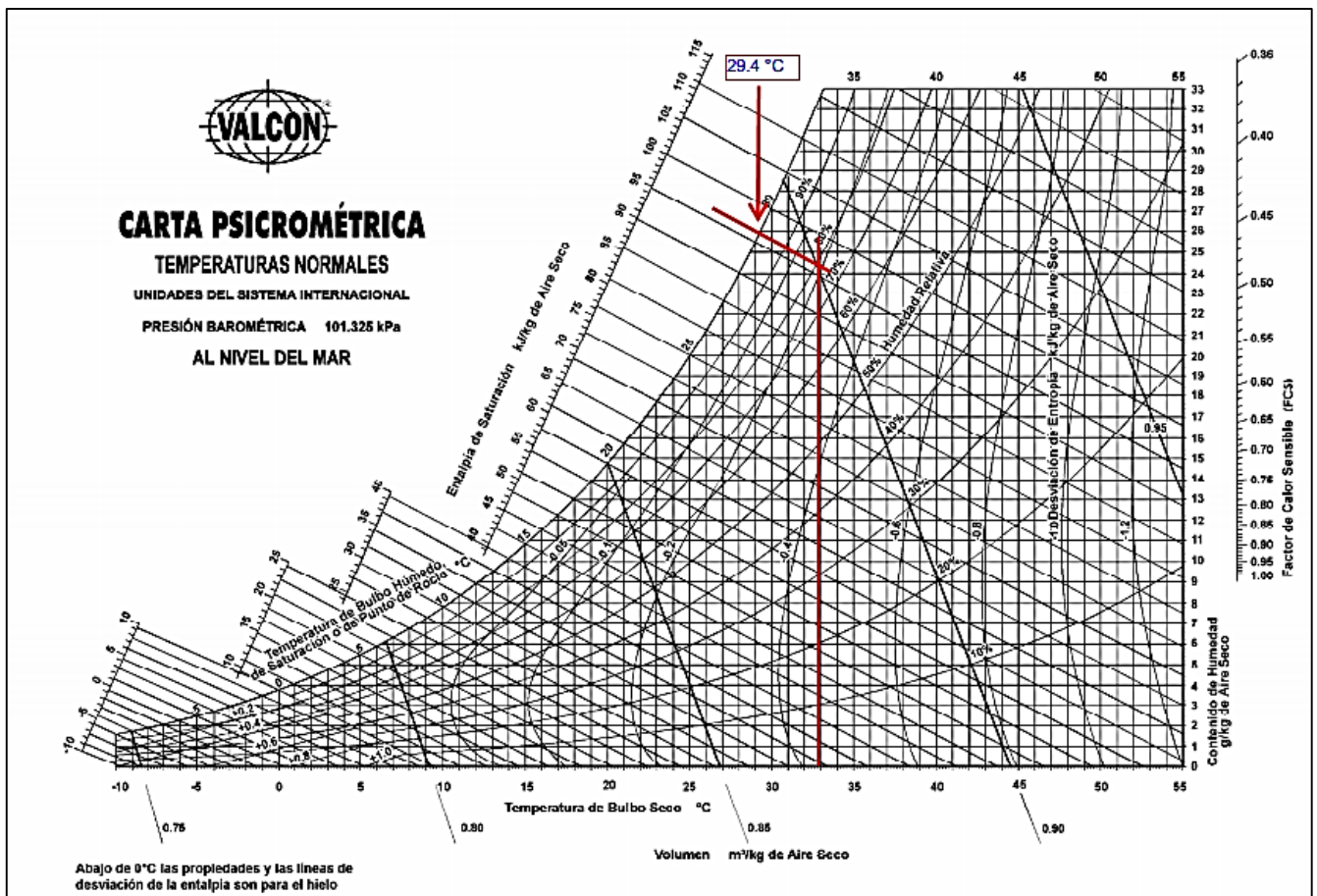


Figura 4.6 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Cálculo de temperatura de bulbo húmedo, para mes de Marzo.

✓ Abril 2014

Valor máximo de temperatura ambiente (°C)	Valor promedio de temperatura ambiente (°C)	Valor máximo de Humedad (%)	Valor promedio de Humedad (%)
33.8	29	74	53.6

Tabla 4.2 – Valores máximos y promedios de temperatura ambiente y humedad relativa, en horas laborales Abril 2014.

En la Tabla 4.2, se muestran los valores máximos y promedios de temperatura ambiente y humedad relativa, en el mes de abril, para horas entre 9:00 am y 5:00 pm.

Para los valores máximos, colocando el valor de 33.8 °C de temperatura ambiente y 74 % de humedad relativa, se lee el siguiente valor de temperatura de bulbo húmedo en la Figura 4.7:

Con valores máximos: Temperatura de bulbo húmedo: 29.6 °C

Con valores promedio: Temperatura de bulbo húmedo: 21.8 °C

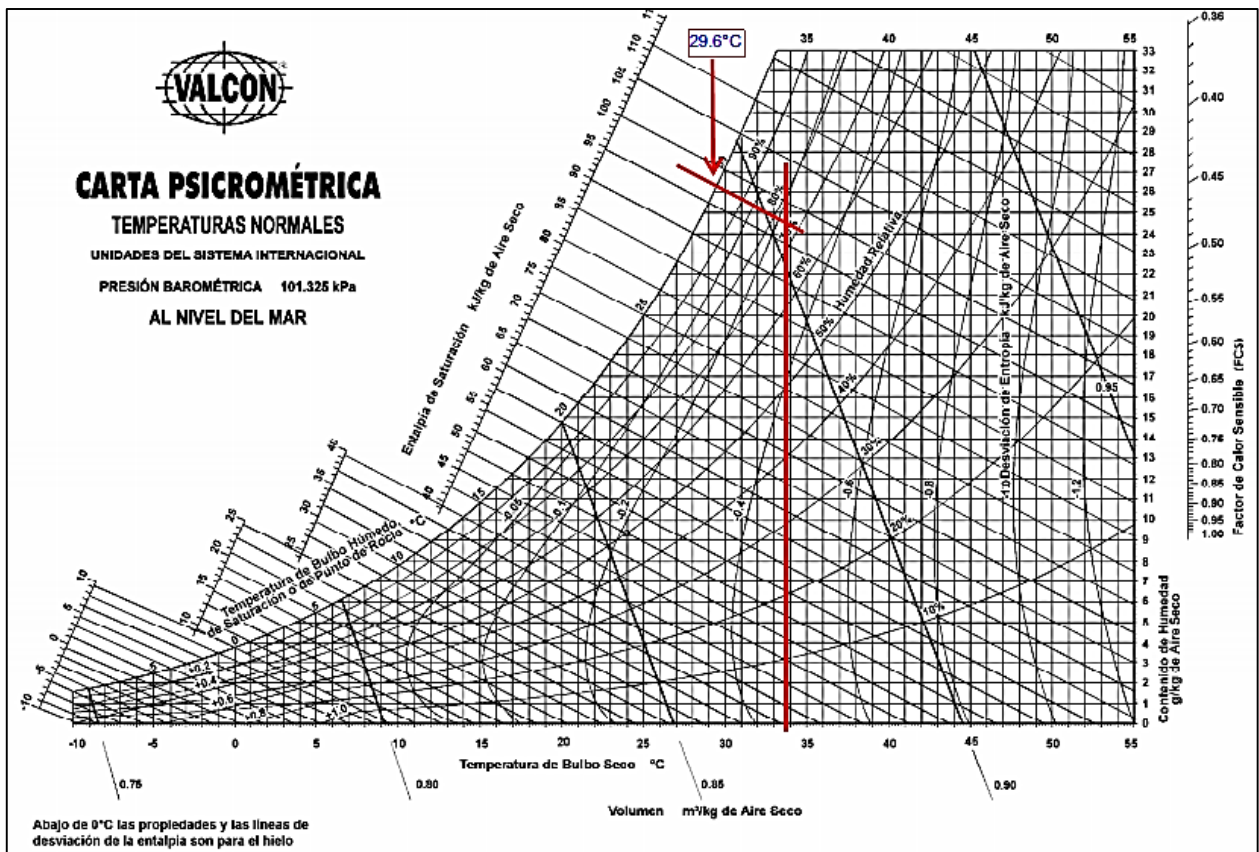


Figura 4.7 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Cálculo de temperatura de bulbo húmedo, para mes de Abril.

Se puede observar con más detalle la lectura de temperatura de bulbo húmedo en la Figura 4.8:

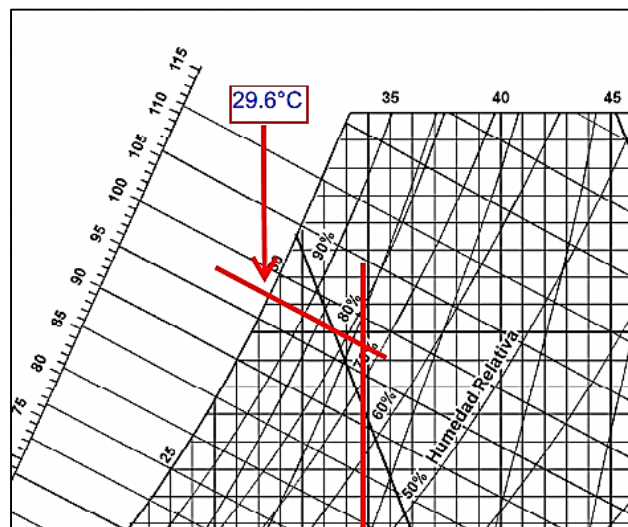


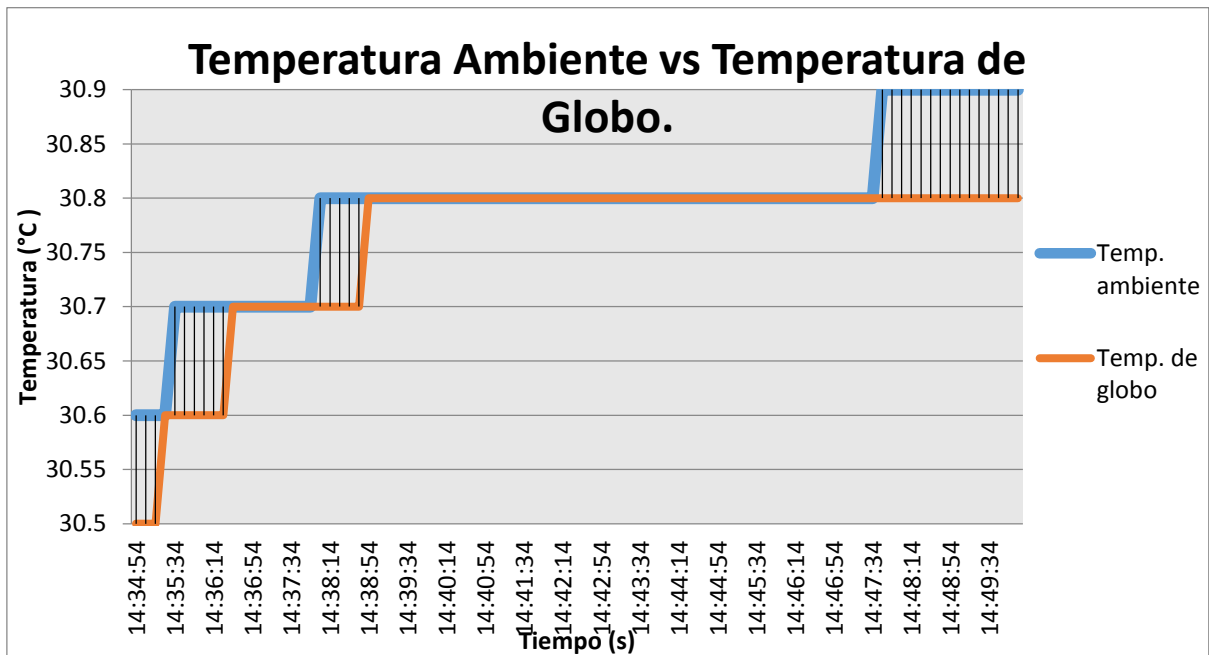
Figura 4.8 – Porción de carta psicrométrica, ubicando valor leído de temperatura de bulbo húmedo, para Abril 2014.

3.1.2 - Comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo.

Además del valor de la temperatura de bulbo húmedo se necesita el valor de la temperatura de globo para poder hacer el cálculo de índice WBGT. Para el valor de temperatura de globo se ha analizado las diferencias entre la temperatura ambiente y temperatura de globo de los puestos en los que se obtuvo los valores máximos de estrés térmico, esto porque se observó que estas temperaturas tenían la gran parte del tiempo valores muy cercanos o iguales.

- Escuela de Ingeniería Civil.

Para el caso del puesto EIC-D-9, ubicado en la Escuela de Ingeniería Civil, en la *Gráfica 3.6*, se muestra como los valores de la temperatura ambiente y de globo, se mantuvieron muy cercanos y en algunos casos iguales.



Gráfica 3.6 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para Escuela de Ingeniería Civil.

Los valores promedio son:

Temperatura ambiente promedio: 30.79 °C

Temperatura de globo promedio: 30.76 °C

Con una diferencia de 0.03 °C. Esto ayuda a poder hacer una aproximación y tomar el valor de temperatura ambiente como temperatura de globo para el cálculo del WBGT. Aunque la decisión podría ser muy apresurada, por lo que se analizaran los demás puestos en los que se obtuvo los valores máximos de estrés térmico.

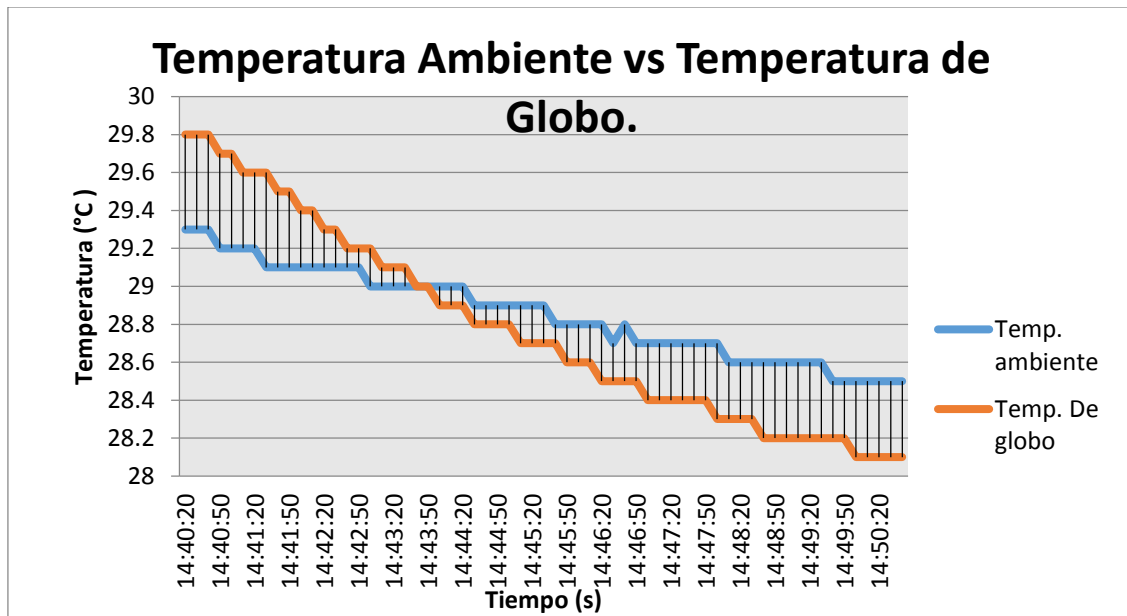
- Escuela de Arquitectura.

En la *Gráfica 3.7* se muestra la curva de temperatura ambiente vs temperatura de globo. Se observa una tendencia a complementarse. Los valores promedios de dichos valores son:

Temperatura ambiente promedio: 28.86 °C

Temperatura de globo promedio: 28.78 °C

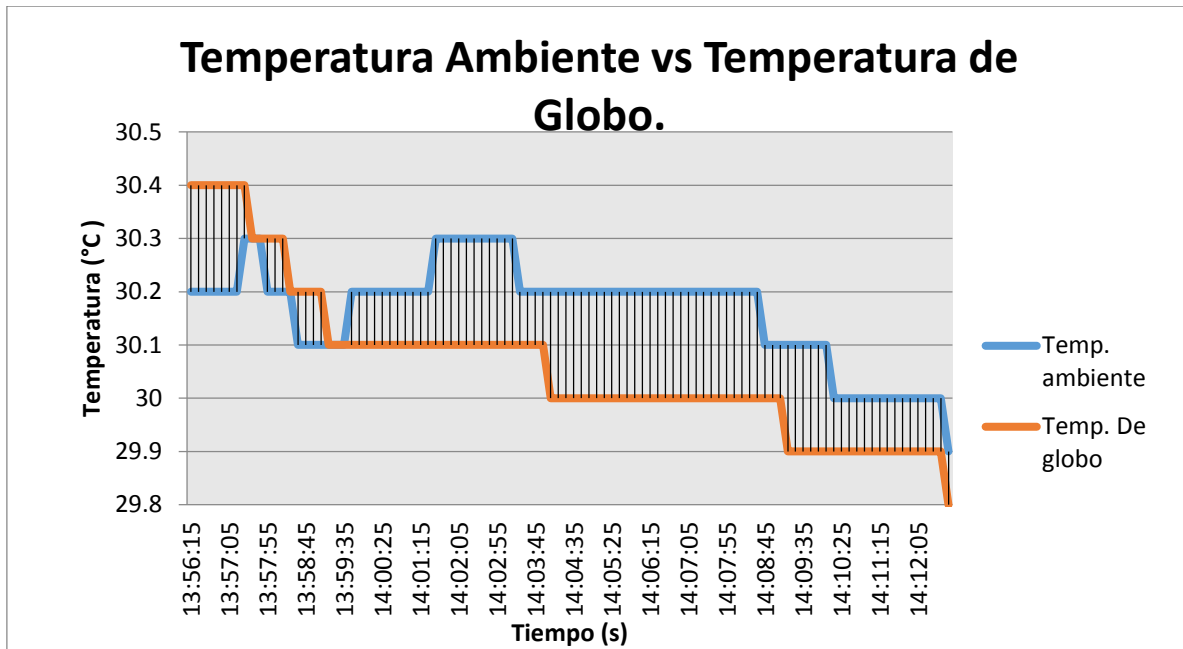
Con una diferencia de 0.08 °C. Valores muy cercanos que respaldan la aproximación que se busca hacer.



Gráfica 3.7 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para Escuela de Arquitectura.

- Escuela de Ingeniería Mecánica.

En el caso de la escuela de Ingeniería Mecánica, el puesto EIM-T-13, se dio una diferencia arriba de 0.1 °C. Como se observa en la *Gráfica 3.8*, la tendencia de las temperaturas ambiente y de globo es de complementarse, en unas secciones de la curva, un valor es alto y el otro bajo, y luego se invierten.



Gráfica 3.8 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para Escuela de Ingeniería Mecánica.

Los valores promedios que se obtuvieron son:

Temperatura ambiente promedio: 30.17 °C

Temperatura de globo promedio: 30.06 °C

Resultando una diferencia de 0.11 °C, valor que aún no muestra gran diferencia entre ambas temperaturas.

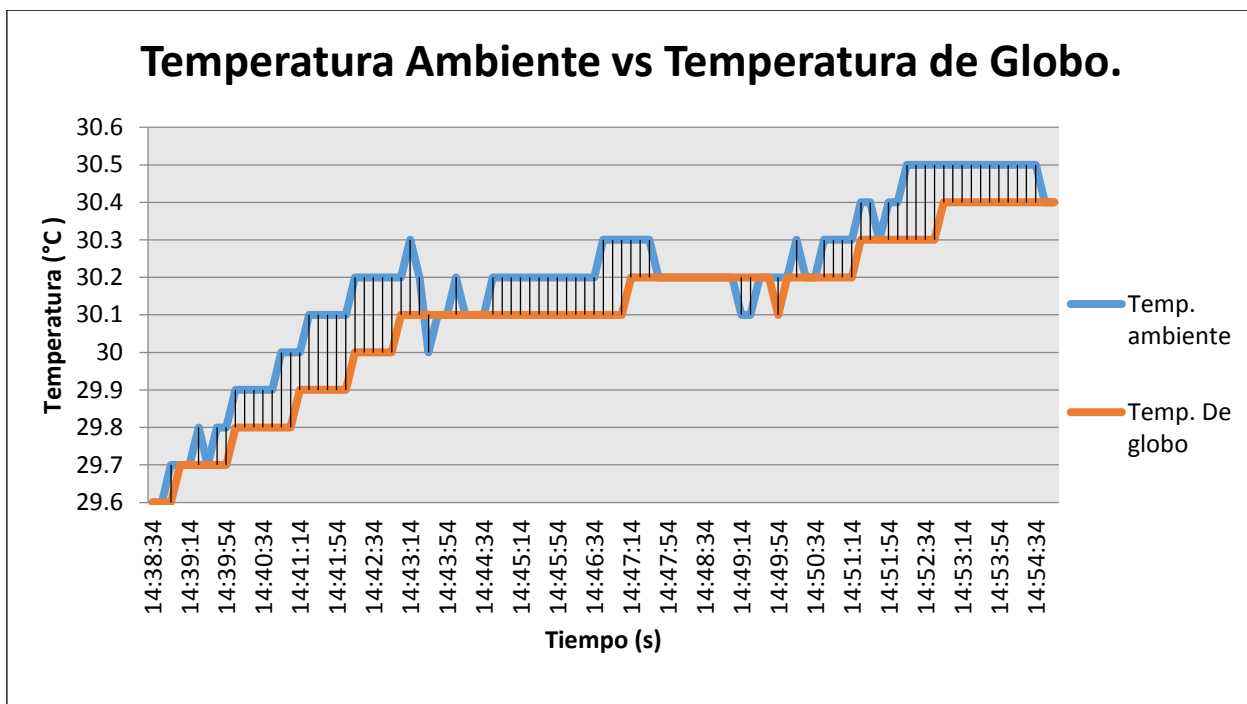
- Escuela de Ingeniería Química.

En la escuela de ingeniería química, se muestra una tendencia ascendente de ambas temperaturas y como se mantienen cercanos sus valores. Así se observa en la Gráfica 3.9.

Los valores promedios que se obtuvieron son:

Temperatura ambiente promedio 30.19 °C

Temperatura de globo promedio: 30.10 °C



Gráfica 3.9 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para Escuela de Ingeniería Química.

Se tiene una diferencia entre la temperatura promedio ambiente y la temperatura promedio de globo de 0.09 °C, valor que se mantiene en el rango que se ha manejado en los otras áreas.

- Unidad de Ciencias Básicas.

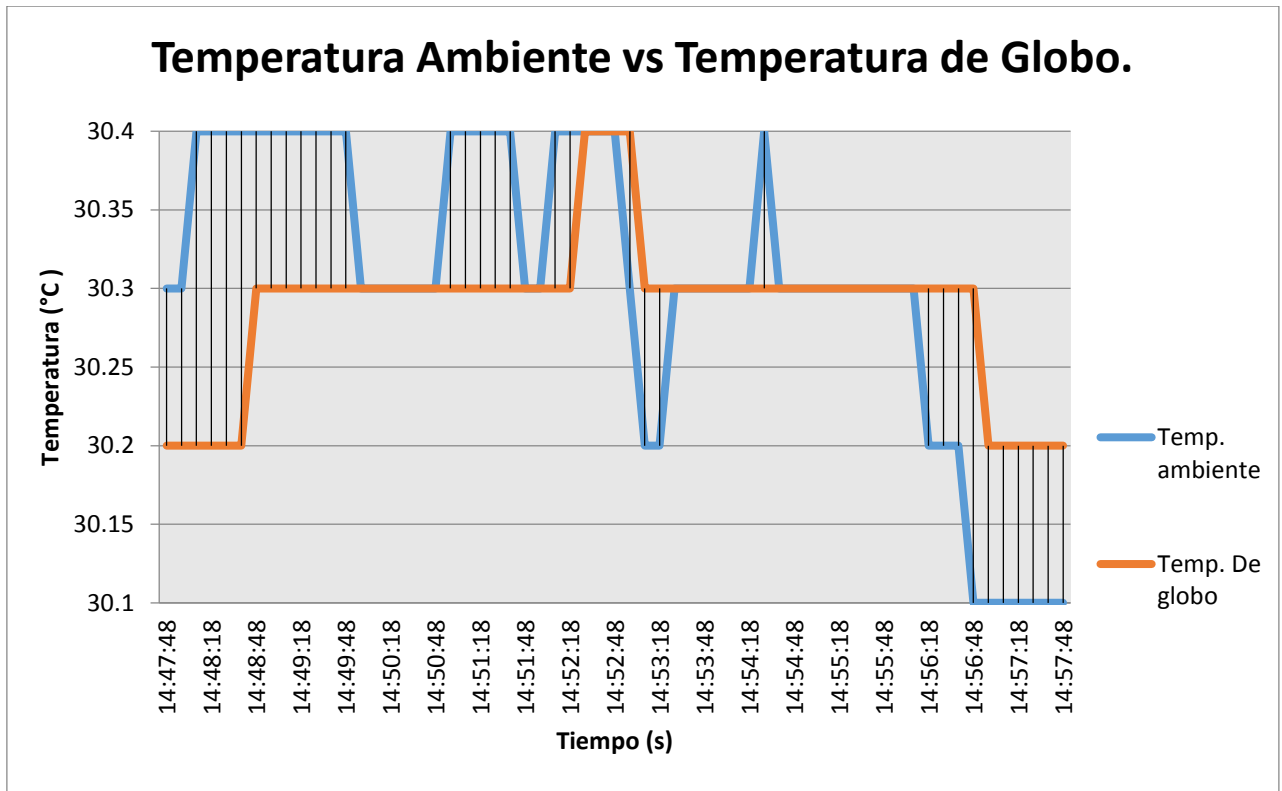
En el puesto de la Unidad de Ciencias Básicas, es donde se obtiene el valor con menor diferencia. Como se observa en la curvas de la *Gráfica 3.9*, la tendencia de ambas temperaturas es a complementarse, por momentos la temperatura ambiente se eleva y la temperatura de globo se mantiene constante, por lo que al sacar el promedio se tienen valores semejantes.

Los valores promedios que se obtuvieron son:

Temperatura ambiente promedio 30.30 °C

Temperatura de globo promedio: 30.29 °C

Como se esperaba, gracias a la *Gráfica 3.9*, los valores promedios de ambas temperaturas son muy cercanos, teniendo una diferencia de 0.01 °C



Gráfica 3.9 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para la Unidad de Ciencias Básicas.

- Edificio B.

Como se observa en la curvas de la *Gráfica 3.10*, la tendencia de ambas temperaturas fue a acercarse, mientras tendían a bajar sus valores de temperatura, presentando al inicio de la medición una diferencia notable pero al pasar del tiempo normalizándose y acercándose en valores.

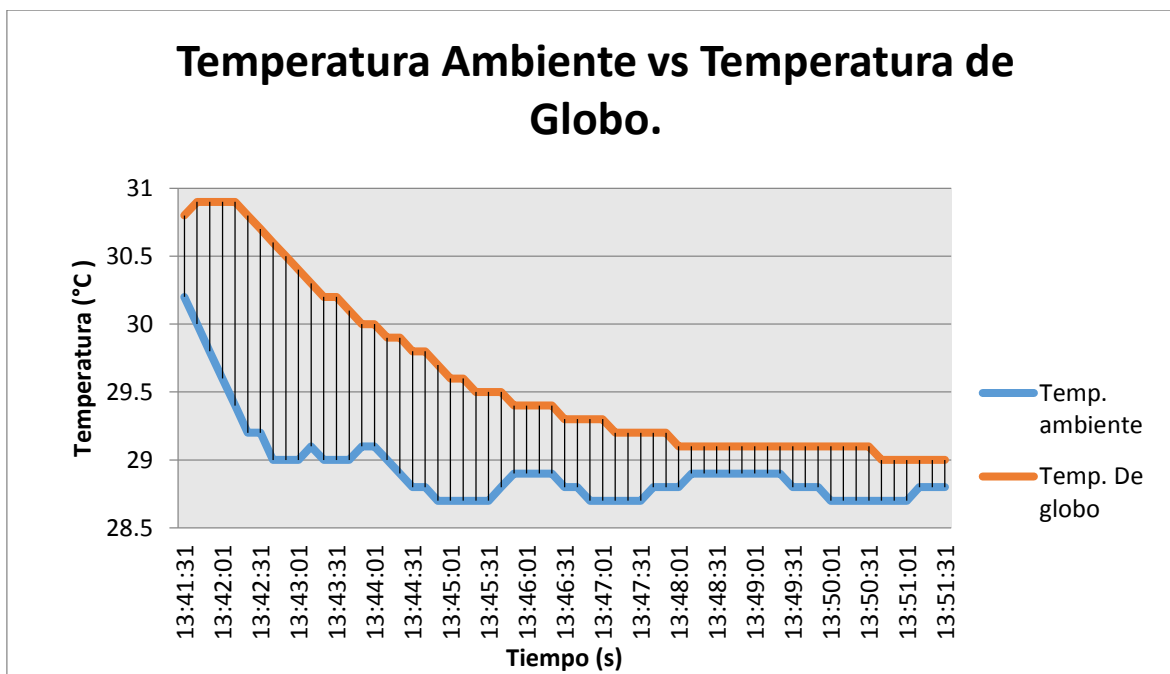
Debido a la diferencia presentada en algunos momentos, se tienen valores promedios con una diferencia mayor.

Los valores promedios que se obtuvieron son:

Temperatura ambiente promedio 28.93 °C

Temperatura de globo promedio: 29.60 °C

Teniendo una diferencia entre ambas de 0.7°C.



Gráfica 3.10 – Gráfica de comparación de temperatura ambiente y temperatura de globo, para el Edificio B.

Luego de la comparación de cada dato de temperatura ambiente con respecto a la temperatura de globo, para el 70 % de los puestos de trabajo medidos, se toma la decisión de que se puede hacer la aproximación y utilizar la temperatura ambiente como temperatura de globo, para tener el estimado que se necesita.

Esta aproximación se realiza debido a que la temperatura de globo solo se logra medir con un termómetro colocado dentro de una bola color negro de cierto diámetro, valor que no se puede obtener para fechas anteriores a este estudio, por lo que se recurre a este análisis de datos y proposición de esta aproximación de temperaturas.

Como ya se mencionó, este valor, no es exacto, pero ayuda a poder observar la tendencia del valor de estrés térmico en los meses en los que se presentan temperaturas más altas a lo largo del año, además de esto, porque las condiciones climatológicas también son variables.

En la *Tabla 4.3*, se muestran los valores de temperatura ambiente y humedad relativa, de los meses de febrero, marzo y abril, obtenidas de la estación meteorológica del edificio de potencia. El valor de la temperatura de bulbo húmedo, estimado con ayuda de la carta psicrométrica y la temperatura de globo, nos sirven para obtener el índice de estrés térmico WBGT, calculado por la Ecuación 2.

MES DEL AÑO 2014	VALOR MÁXIMO DE ESTRÉS TÉRMICO (°C)	VALOR DE TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	VALOR DE TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO (°C)	HUMEDAD (%)
FEBRERO	28.5	31.3	27.3	74
MARZO	30.4	32.8	29.4	78
ABRIL	30.9	33.8	29.6	74

Tabla 4.3 – Valores máximos de estrés térmico, temperatura ambiente, temperatura de bulbo húmedo y humedad, para Febrero, Marzo y Abril de 2014.

Se observa en la *Tabla 4.3*, los valores obtenidos para el índice WBGT. En los meses de marzo y abril el valor del índice WBGT sobrepasa los 30 °C.

Al comparar estos valores, con la *Tabla 1.1*, que se utilizó ya en el análisis de estrés térmico, para trabajo liviano, resulta que los valores de marzo y abril están arriba del valor mínimo que es de 30 °C. Por lo que se tiene un riesgo de estrés térmico en algunos puestos (en los puestos en los que se obtuvieron los valores más altos de estrés térmico), en los meses de marzo y abril.

LÍMITES PERMISIBLES PARA LA CARGA TÉRMICA - TGBH [°C]			
Régimen de trabajo/descanso	Tipo de Trabajo		
	Liviano (menos de 230W)	Moderado (230W-400W)	Pesado (mas de 400W)
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo y 25% descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo y 50% descanso cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo y 75% descanso cada hora	32,2	31,1	30,0

Tabla 1.1 – Valores límites permisibles de exposición a calor o estrés térmico. [30]

Con estos resultados, se hace la recomendación de hacer el análisis de estrés térmico en los primeros meses del año (entre enero y julio), para obtener valores reales y verificar si se sobrepasa el valor mínimo de estrés térmico, como en esta estimación, o si, aunque se incremente el valor de estrés térmico, no alcanza el valor mínimo (30°C).

Se puede observar la importancia del estudio de estrés térmico a lo largo del año lectivo, ya que las condiciones varían cada mes, y se podría hacer una mal interpretación de los datos sino se hace el análisis completo.

3.2 - ZONA DE CONFORT.

La zona de confort en un edificio se presenta cuando no se sobrepasan los límites permisibles de estrés térmico en ningún puesto de trabajo. Según el análisis de WBGT que se realizó anteriormente en este documento, ninguno de los puestos de la Facultad de Ingeniería eléctrica de la Universidad de El Salvador, presentan un valor de estrés térmico en el que se tengan que proporcionar periodos de descanso en la jornada laboral, aunque en algunas ocasiones se necesita de ventilación natural o forzada para ayudar la termoregulación del cuerpo. Por lo que se presentan las zonas de confort de los edificios analizados en el documento. [12]

La zona de confort se presenta en una carta psicrométrica en donde se ubican los valores máximos y mínimos de temperatura ambiente y de humedad relativa, creándose de esa forma una zona en la que se presentan todas las condiciones de los puestos del edificio.

- Escuela de Ingeniería Civil.

En la escuela de Ingeniería Civil, el rango de temperatura ambiente está entre 23.7 °C y 30.9 °C. La humedad relativa varía entre 48.1 % y 67 %, como se observa en la *Figura 5.0*.

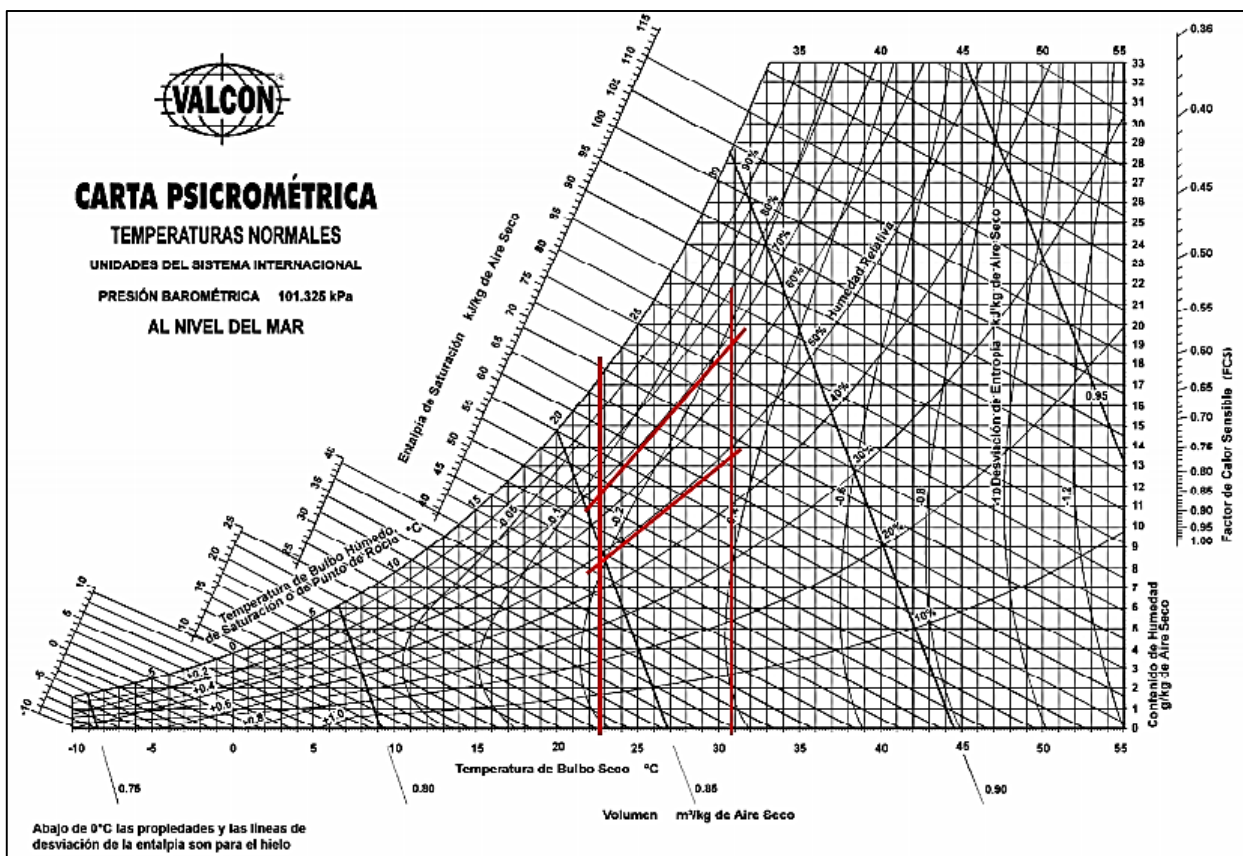


Figura 5.0 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Zona de confort de la Escuela de Ingeniería Civil.

En la *Figura 5.1*, se muestra un acercamiento de la zona de confort de la escuela de Ingeniería Civil.

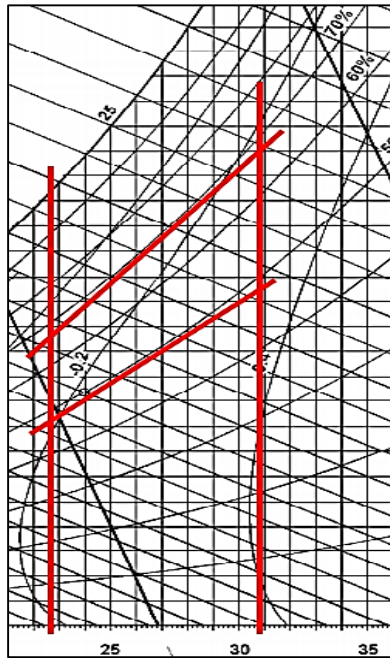


Figura 5.1 – Porción de carta psicrométrica, ubicando la zona de confort de la Escuela de Ingeniería Civil.

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en la semana del 17 al 21 de Noviembre de 2014, por lo que la zona de confort que se presenta está sujeta a las condiciones (climatológicas, etc) que se presentaron esos días.

- Escuela de Ingeniería Mecánica.

En la escuela de Ingeniería Mecánica, la temperatura ambiente se mantienen entre 26.1 °C y 30.4 °C y la humedad relativa en el rango de 58.7 % y 72.2 %.

Se reduce la zona de confort para este edificio, observada en la *Figura 5.2*.

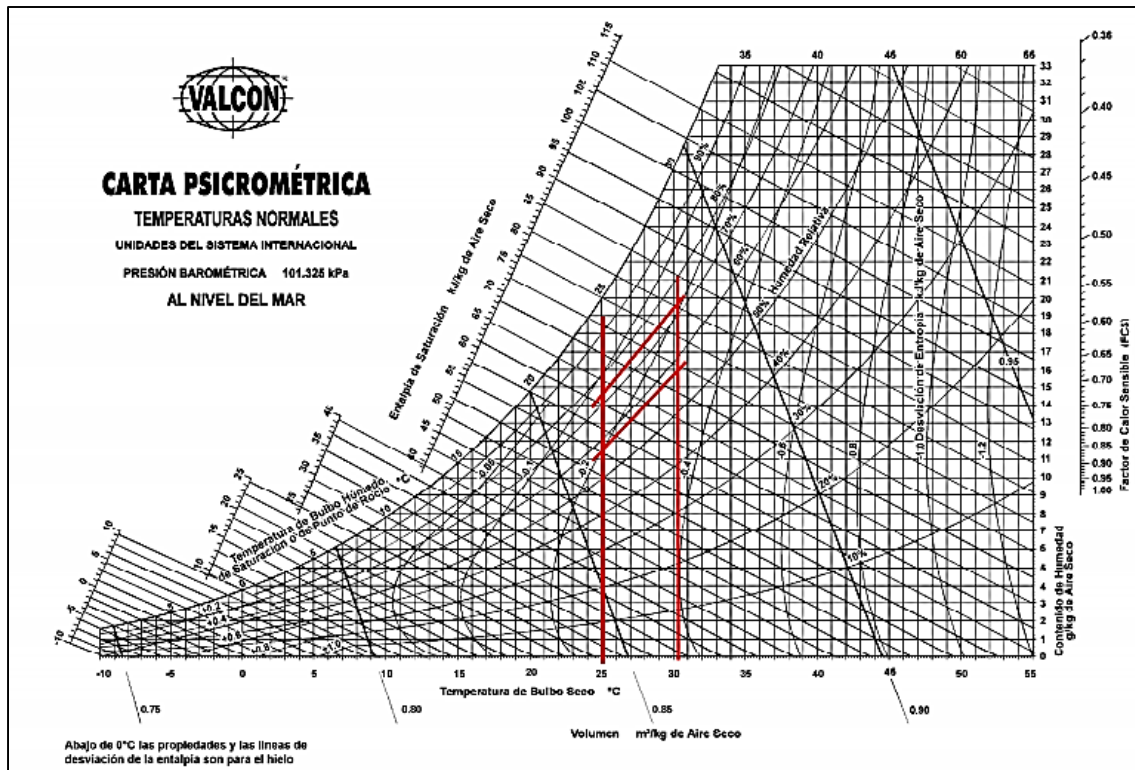


Figura 5.2 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Zona de confort de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

Se observa de mejor manera la zona de confort en la Figura 5.3.

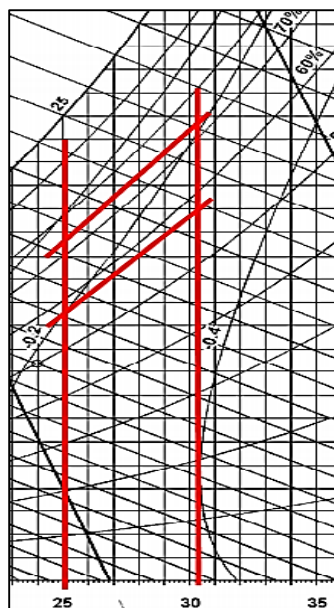


Figura 5.3 – Porción de carta psicrométrica, ubicando la zona de confort de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en la semana del 24 al 28 de Noviembre y del 1 al 5 de Diciembre de 2014, por lo que la zona de confort que se presenta está sujeta a las condiciones (climatológicas, etc) que se presentaron esos días.

- Escuela de Ingeniería Química.

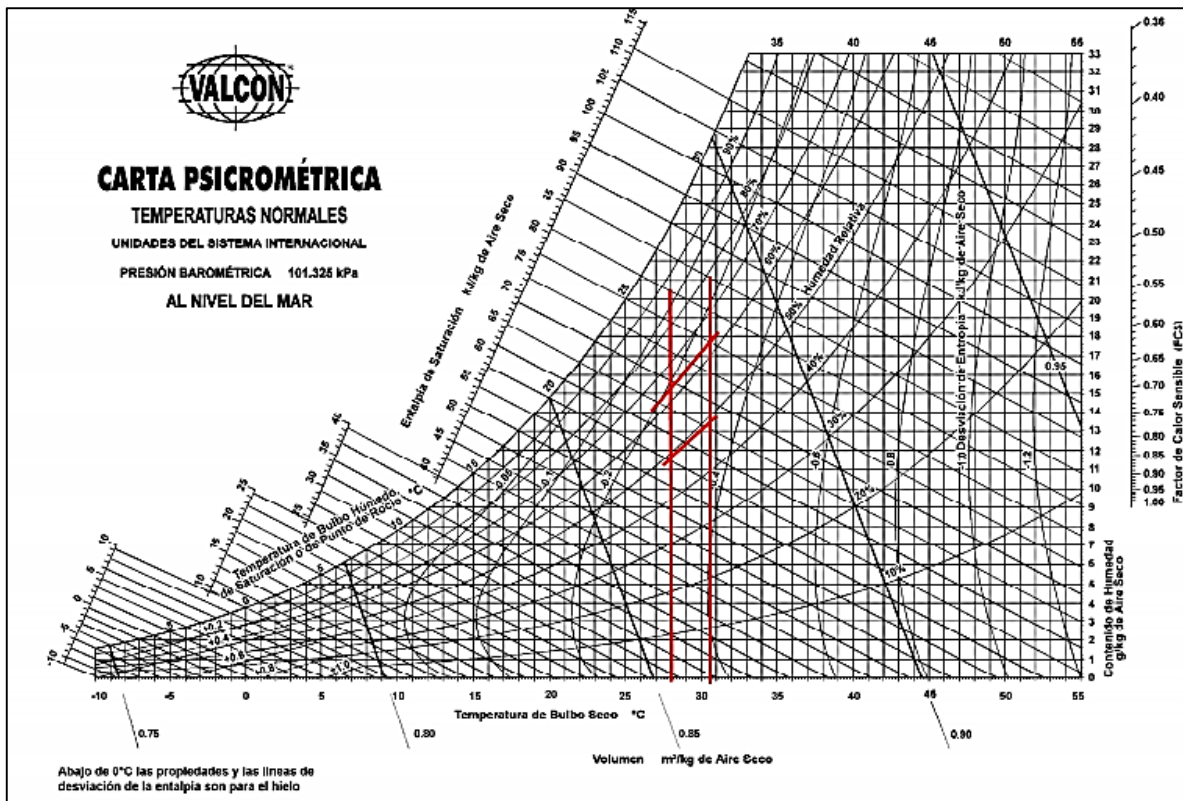


Figura 5.4 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Zona de confort de la Escuela de Ingeniería Química.

Para la Escuela de Ingeniería Química, la zona de confort va de 28 °C a 30.6 °C, para la temperatura ambiente y con un rango para la humedad relativa de 49.7 % y 63.9% (observado en la Figura 5.4). Se observa que en este edificio ya la zona de confort tiene temperaturas elevadas y es más estrecha. Se aprecia mejor esto en la Figura 5.5.

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en los días 12 y 13 de Noviembre de 2014, por lo que la zona de confort que se presenta está sujeta a las condiciones que se presentaron esos días.

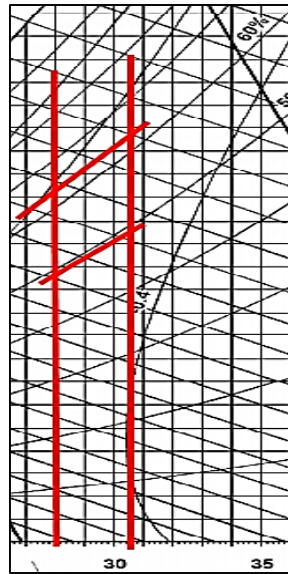


Figura 5.5 – Porción de carta psicrométrica, ubicando la zona de confort de la Escuela de Ingeniería Química.

- Escuela de Arquitectura.

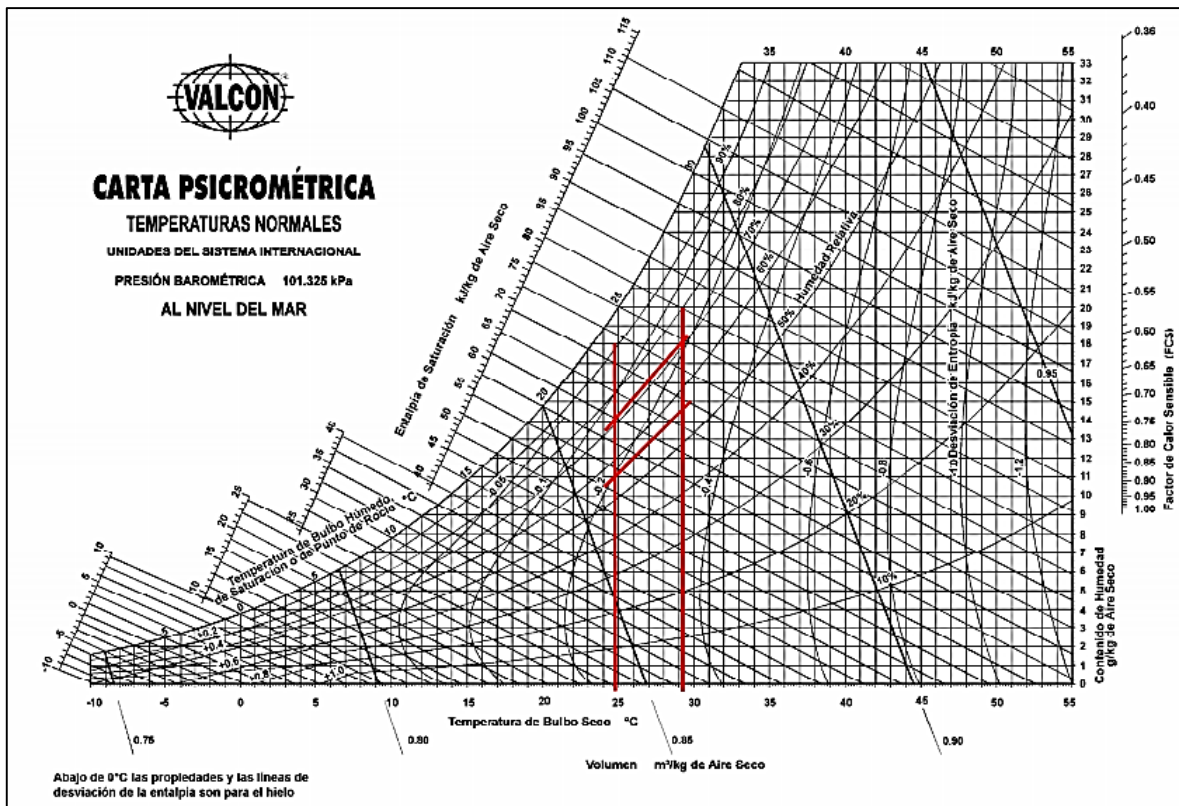


Figura 5.6 – Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI). Zona de confort de la Escuela de Arquitectura.

En la Escuela de Arquitectura, la zona de confort se encuentra entre 24.8 °C y 29.3 °C de temperatura ambiente, con un rango de humedad relativa de 57.7% y 70.2 %, como se observa en la *Figura 5.6*.

Se muestra en este edificio que la zona de confort es más amplia, abarcando 5 °C aproximadamente. Se presenta de mejor manera en la *Figura 5.7*.

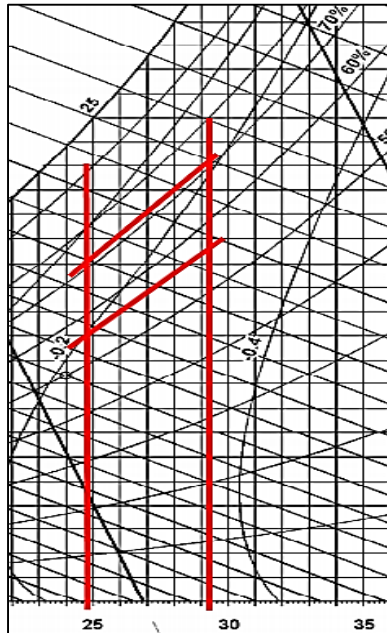


Figura 5.7 – Porción de carta psicrométrica, ubicando la zona de confort de la Escuela de Arquitectura.

Se llega a un valor alto de humedad relativa en el extremo derecho de la zona de confort, este es de 70.2 %

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en las semana del 17 al 28 de Noviembre de 2014, por lo que la zona de confort que se presenta está sujeta a las condiciones (climatológicas, etc) que se presentaron esos días.

3.3 - RESULTADOS PROMEDIOS.

En la *Tabla 5.0*, se presentan el valor promedio de estrés térmico para cada edificio estudiado y los valores promedios de temperatura ambiente.

EDIFICIOS	PROMEDIO ESTRÉS TERMICO (°C)	PROMEDIO TEMPERATURA AMBIENTE (°C)
Edificio de Potencia	21.83	26.13
Biblioteca de la FIA	19.66	25.42
Escuela de Arquitectura	23.14	27.22
Escuela de Ingeniería Mecánica	23.98	28.12
Edificio B	23.4	28.57
Edificio C	22.41	27.62
Edificio D	22.1	27.35
Escuela de Ingeniería Química	24.73	29.81
CIAN	20.03	25.6
Metrología	18.03	22.87
Unidad de Ciencias Básicas	20.68	25.24
Escuela de Ingeniería Eléctrica	21.57	26.72
Administracion Academica	18.88	25.17
Escuela de Ingeniería Civil	22.78	27.51
Escuela de Ingeniería Industrial	20.87	27.82
Carpinteria	22.8	27.1
Escuela de Ingeniería en Sistemas	21.19	26.45

Tabla 5.0 – Valores promedios de estrés térmico y temperatura ambiente, para todos los edificios estudiados.

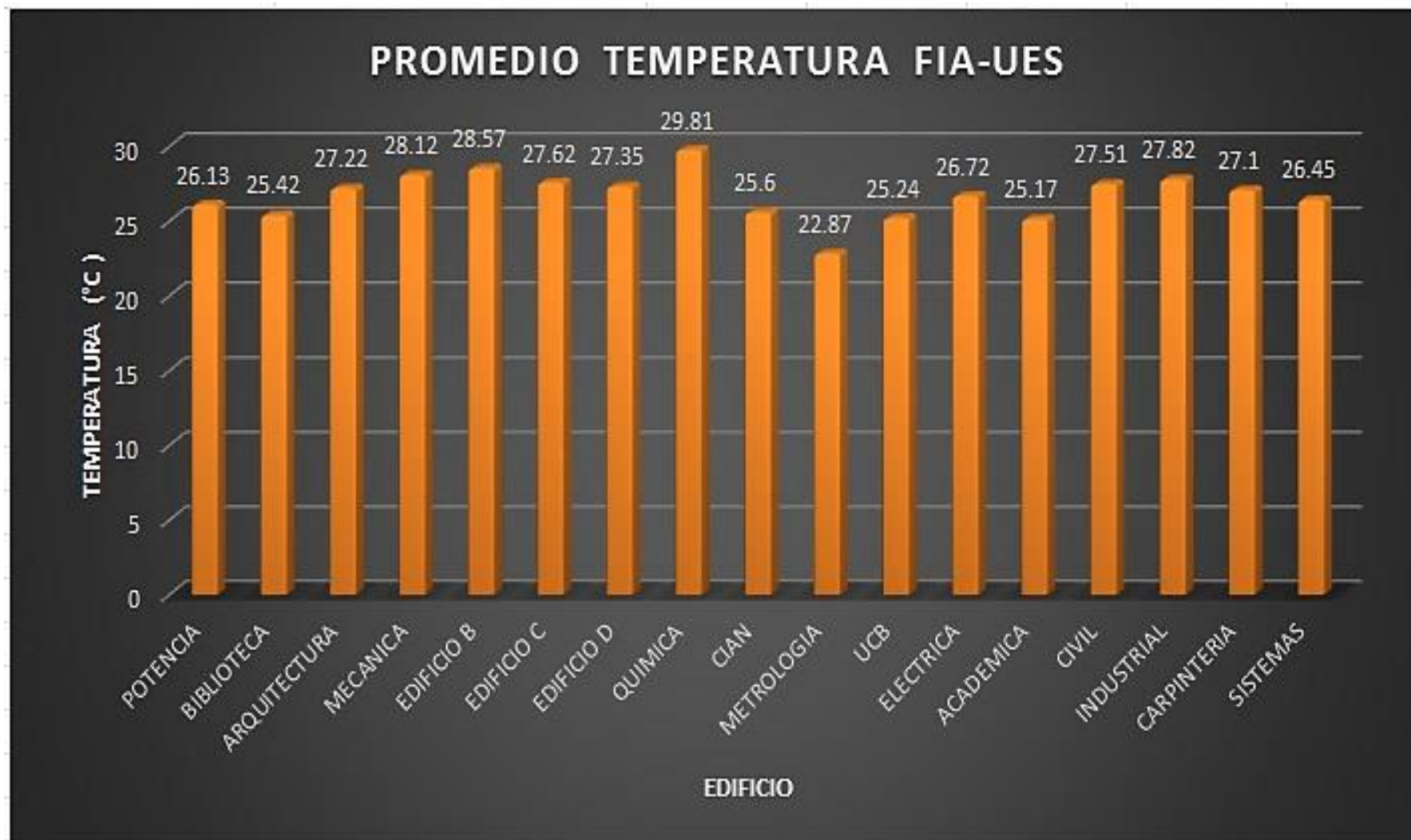
Con los valores de la *Tabla 5.0*, se construyen las *Gráfica 4.0* y *Gráfica 4.1*, donde se observan, con grafica de barras, los valores promedios de estrés térmico y temperatura ambiente.

La escuela de Ingeniería Química es la que tiene el valor máximo de estrés térmico. El edificio de Metrología presenta el valor más bajo. Esto porque todas las áreas de Metrología poseen equipos de A/C instalados, motivo por el que se tiene ese resultado.

Se dan las mismas condiciones para los valores de temperatura ambiente, en la escuela de Ingeniería Química se tiene el valor mas alto de temperatura y el edificio de metrología el valor mas bajo.



Gráfica 4.0 – Estrés térmico promedio de los edificios tomados para el estudio.



Gráfica 4.1 – Temperatura Ambiente promedio de los edificios tomados para el estudio.

3.4 - RESUMEN DE RESULTADOS.

- Análisis de WBGT.

- No se obtuvo ningún puesto que sobrepasara el límite máximo de 30°C (para consumo metabólico ligero, *Tabla 1.1*), por lo que no presentan riesgos en estas condiciones los puestos estudiados, y se puede realizar trabajo continuo.

Se presenta a continuación el análisis de dos puestos.

- ✓ Escuela de Arquitectura, puesto EAQ-P4.

WBGTmax: 25.5 °C

De acuerdo a la *Tabla 1.1*, para un consumo metabólico menor a 180 W, entrando en el rango de régimen de trabajo liviano, un trabajador con un valor de estrés térmico igual o menor a 30 °C, puede realizar trabajo continuo.

Por tanto se puede realizar trabajo continuo durante las horas laborales en el puesto EAQ-P4.

- ✓ Escuela de Ingeniería Civil, puesto EIC-D-9.

WBGTmax: 25.3 °C

De acuerdo a la *Tabla 1.1*, para un consumo metabólico menor a 180 W, entrando en el rango de régimen de trabajo liviano, un trabajador con un valor de estrés térmico igual o menor a 30 °C, puede realizar trabajo continuo.

Por tanto se puede realizar trabajo continuo durante las horas laborales en el puesto EIC-D-9.

- Análisis del puesto EIQ-P10, Escuela de Ingeniería Química.

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en fecha 12/11/2014 y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

El puesto es de la escuela de ingeniería química, el área de los cubículos de catedráticos. Se muestra en la *Figura 3.3*.

Se observa en la *Tabla 2.8* que se tienen valores de 30.5 °C y 30.4 °C de temperatura ambiente y de globo respectivamente y una humedad del 58 %. Con estas condiciones se obtuvo un valor de 25.4 °C de estrés térmico.

En este cubículo se mantienen entre abiertas las ventanas y a las horas que hay una elevación de la temperatura ambiente, generalmente por las tardes, se utiliza ventilación forzada (uso de un ventilador de mesa).

Como se muestra en el histograma de WBGT, *Gráfica 2.7*, el estrés térmico se agrupa entre 24.9 °C y 25.4 °C, no hay una variación tan grande, y la mayor cantidad de datos se tienen en los valores máximos de estrés térmico para este puesto.

Se observa en la gráfica de estrés térmico (*Gráfica 2.8*), que los valores obtenidos tienden a incrementar al inicio de la medición y luego se mantiene entre los valores de 25.3 °C y 25.4 °C. Las mediciones, según la gráfica, se hicieron alrededor de las 2:38 pm.

- **Incidencia de la temperatura ambiente del puesto AA-2P-POSG-15**

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en fecha 08/12/2014 con hora de 9:25 am y están sujetas a las condiciones climatológicas de ese día.

En el puesto AA-2P-POSG-15, que se encuentra en el edificio de Administración Académica, en la segunda planta, el cubilo de posgrado, se obtuvo una temperatura ambiente de 31.6 °C y temperatura de globo de 30.7 °C, valores elevados, que generan incomodidad y transpiración en la persona. La humedad tiene un valor de 55.3 %, por lo que no hay problema con el proceso de regulación del cuerpo, y esto se facilita si se tiene ventilación natural o forzada.

De la estación meteorológica, se tiene un valor de velocidad del viento (el día de la medición a la hora de la medición) de 11.2 km/h, (*Tabla 3.0*), que según la *Tabla 3.1*, es un valor que se percibe en la piel y que ayuda a la evaporación del sudor. Por lo que para mejorar las condiciones en este puesto de trabajo, puede utilizarse ventilación forzada.

- **Proyecciones en los meses más calurosos del año.**

En los momentos de recolección de la información (realización de encuestas) se hacía la recomendación de realizar el estudio de estrés térmico en las épocas del año más calurosas, en las que podrían presentarse condiciones más críticas. Debido a esto, se realiza una estimación de que valores de estrés térmico se hubieran registrado en el periodo de febrero, marzo y abril del año 2014. Para realizar la estimación se utilizan datos de una estación meteorológica ubicada en la Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, azotea del Edificio de potencia.

Para las estimaciones se usa la misma fórmula de WBGT (Ecu. 2).

Para el cálculo de la temperatura de bulbo húmedo con respecto a la temperatura ambiente y humedad relativa, se utiliza la carta psicrométrica y se utiliza de forma aproximada la temperatura ambiente como temperatura de globo (más detalles secciones anteriores de este documento, capítulo 3).

MES DEL AÑO 2014	VALOR MÁXIMO DE ESTRÉS TÉRMICO (°C)	VALOR DE TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	VALOR DE TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO (°C)	HUMEDAD (%)
FEBRERO	28.5	31.3	27.3	74
MARZO	30.4	32.8	29.4	78
ABRIL	30.9	33.8	29.6	74

Tabla 4.3 – Valores máximos de estrés térmico, temperatura ambiente, temperatura de bulbo húmedo y humedad, para Febrero, Marzo y Abril de 2014.

Se observa en la *Tabla 4.3*, los valores obtenidos para el WBGT. En los meses de marzo y abril el valor de WBGT sobrepasa los 30 °C y según la *Tabla 1.1*, ya no se puede realizar trabajo continuo.

- **Zona de confort.**

La zona de confort en un edificio se presenta cuando no hay riesgo de estrés térmico en ningún puesto analizado. Según el análisis de WBGT que se realizó anteriormente en este documento, ninguno de los puestos de la Facultad de Ingeniería eléctrica de la Universidad de El Salvador sobrepasa los límites permisibles del índice WBGT.

En la Escuela de Arquitectura, por ejemplo, la zona de confort se encuentra entre 24.8 °C y 29.3 °C de temperatura ambiente, con un rango de humedad relativa de 57.7% y 70.2 %, como se puede observar en la *Figura 5.7*.

IMPORTANTE:

- Las mediciones se hicieron en las semana del 17 al 28 de Noviembre de 2014, por lo que la zona de confort que se presenta está sujeta a las condiciones (climatológicas, etc) que se presentaron esos días.

- **Resultados promedios.**

En las gráficas 4.0 y 4.1, se muestran los valores promedios de estrés térmico y temperatura ambiente respectivamente, de todos los edificios evaluados, mostrando la escuela de Ingeniería Química los valores más altos en las dos variables mencionadas.

4 - CONCLUSIONES

- Al haber realizado el análisis de estrés térmico en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de El Salvador, se concluye que ninguno de los puestos de trabajo estudiados (puestos de trabajo de la Administración Académica, escuela de Ingeniería Eléctrica, escuela de Ingeniería Civil, escuela de Ingeniería Mecánica, escuela de Ingeniería Industrial, escuela de Ingeniería en Sistemas Informáticos, escuela de Ingeniería Química, escuela de Arquitectura, biblioteca de la FIA, edificios B, C y D, edificio de metrología, unidad de ciencias básicas, el CIAN y área de carpintería), sobrepasa los límites permisibles del índice WBGT (30°C máximo valor) para trabajo liviano, que corresponde a un consumo metabólico de 180 Watt. Esto es válido para las condiciones que se presentaron al momento de realizar las mediciones, y en las horas y fecha específicas (de septiembre de 2014 a enero 2015).
- Según las tablas 4.0 y 4.1, de los valores promedios de temperatura ambiente y estrés térmico, se concluye que la Escuela de Ingeniería Química es la que presenta los valores más altos de temperatura ambiente (29.81°C) y estrés térmico (24.73°C), por lo que se debe de observar y analizar bien esa zona, que presenta las condiciones de más riesgo.
- Se determinaron las zonas de confort térmico para cada edificio analizado dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, por medio de la carta psicrométrica. Para la escuela de Ingeniería Mecánica se obtuvo unas temperaturas de 26.1 °C y 30.4 °C y la humedad relativa en el rango de 58.7 % y 72.2 %. Concluyendo que se tiene un valor alto de humedad relativa como límite superior, que puede generar riesgos con mínimos cambios y afectar el proceso de termoregulación del cuerpo.
- En la escuela de Ingeniería Química se obtuvo una zona de confort muy ajustada, entre valores de 28 °C y 30°C, por lo que se observa que fácilmente se puede salir de la zona de confort con un pequeño cambio en la temperatura ambiente o humedad relativa y generar algún problema de salud en los trabajadores. En muchos de los casos analizados la escuela de ingeniería química presenta los valores más críticos o límites, por lo que se concluye que las condiciones en la escuela de ingeniería química pueden ser muy sensibles y variables, y generar en épocas en las que la temperatura ambiente tenga un alza mínima, condiciones fuera del confort térmico.
- Con los resultados obtenidos en el cubículo de posgrado en la administración académica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, que son WBGT de 23 °C, temperatura ambiente de 31.6 °C, humedad relativa de 55.3% y velocidad del viento de 11.2 km/h, se concluye que se presentan problemas de transpiración excesiva y ambiente caluroso (temperatura del aire que rodea el cuerpo muy alta) en este puesto de trabajo, donde tampoco se tiene acceso a ventilación natural, por lo que en condiciones con una humedad relativa alta (mayor de 65%) se presenta riesgo de sobrepasar los valores permisibles del índice WBGT, provocando problemas de salud.

- En el taller de ingeniería civil manifestaban que las condiciones que se tenían no permitían realizar de manera óptima el trabajo correspondiente en algunas ocasiones, pero al momento de realizar las mediciones un cambio en el clima mejoro las condiciones termo higrométricas, obteniendo resultados no críticos, se concluye debido a esto que es importantes que en lugares que se presente discomfort de manera continua es necesario hacer un análisis más profundo, como realizando mediciones durante periodos más largos de tiempo, como una semana o un mes.

5 - RECOMENDACIONES.

- Tomando en cuenta las estimaciones realizadas para los meses del año en los que se presenta un incremento de temperatura ambiente, que son Febrero, Marzo y Abril principalmente, se recomienda realizar este estudio en ese periodo de tiempo para obtener los valores reales y determinar si hay riesgos de sobrepasar el nivel permisible de estrés térmico para tomar las medidas necesarias y prevenir problemas de salud y bajo rendimiento en los trabajadores.
- De la observación y el resultado de los análisis hechos, se recomienda tomar medidas que prevengan el riesgos de estrés térmico, como limitar la radiación solar sobre los puestos de trabajo y aplicar medidas para mantener una circulación de aire permanente, que contribuyan a mantener las condiciones termohigrometricas dentro de la zona de confort. Estas medidas deben ser aplicadas en todos los puestos de trabajo pero con énfasis especial en los puestos más críticos que son edificio B, aula B-41, escuela de Ingeniería Civil, puesto EIC-D-9, unidad de ciencias básicas, puesto UCB-F2-P38, escuela de Ingeniería Química, puesto EIQ-P10, escuela de Arquitectura, puesto EAQ-P4 y escuela de Ingeniería Mecánica, puesto EIM-T-13
- Se recomienda para futuras edificaciones en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, tomar en cuenta las prácticas de construcción que ayuden a tener las condiciones termohigrometricas adecuadas (condiciones dentro de la zona de confort), de forma natural, practicas referentes a ventilación natural, iluminación natural, disipación de calor, entre otras.
- Se recomienda hacer un estudio sobre iluminación en los puestos de trabajo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, para evaluar si las luminarias ubicadas en los puestos de trabajo se encuentran a la altura adecuada y si la intensidad luminosa es la correcta, esto debido a que en algunos puestos de trabajo como en la escuela de Ingeniería Química, el puesto EIQ-P10, escuela de Ingeniería Civil, el puesto EIC-LAB-1 y la escuela de Ingeniería Mecánica, el puesto EIM-C3, se manifestó que las luminarias generaban calor al trabajador afectando su ambiente laboral y creando condiciones de discomfort.
- En los lugares que sean de valores elevados o críticos, o que el trabajador manifieste con frecuencia discomfort, se recomienda realizar este análisis en periodos más largos de tiempo, como un mes o más, para obtener e comportamiento durante ese tiempo de las condiciones termohigrometricas y detectar si en verdad hay algún riesgo de problemas de salud en el trabajador.

6 – REFERENCIAS.

- [1] E. G. T. Pedro R mondelo, Ergonomia 2 Confort y estres termico, Santiago Comas Úriz, Barcelona: UPC, 1999.
- [2] I. d. produccion, «Escuela colombiana de Ingenieria,» [En línea]. Available: <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20TEMPERATURA%202008-1.pdf>.
- [3] «wikipedia,» [En línea]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Termorregulaci%C3%B3n>.
- [4] Y. A. Cengel, Termodinamica, McGraw Hill.
- [5] G. H. H. Nilson, Clothing Convective Heat ExchangeÐProposal for Improved prediction in standard and model, UK, 1999.
- [6] T. Mochida, Confort Chart An Index for Evaluating Thermal Sensation, 1979.
- [7] K. Parson, Heat Stress Standard ISO 7243 and its global aplication, United Kingdom, 2006.
- [8] I. R. d. S. Laboral, «Riesgos de Estres termico por Calor,» LA RIOJA, ESPAÑA, 2010.
- [9] M. b. L. Guillen, «Instituto de seguridad y salud laboral,» [En línea]. Available: https://www.google.com.sv/?gws_rd=cr&ei=WnXUUq7-NtWpsQTg-4DwCw#q=evaluacion+del+bienestar+termico+a+traves+de+la+temperatura+operativa.
- [10] A. H. C. E. Adan Leibana, «El aire en interiores: Metodos de control y depuracion,» de *Control Ambiental en Interiores*, Organizacion Internacional Trabajo.
- [11] «Wikipedia,» Fundacion Wikipedia, [En línea]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Vasodilataci%C3%B3n>.
- [12] L. d. P. F. d. I. I. U. d. Colombia, 2009. [En línea]. Available: <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20TEMPERATURA%202008-1.pdf>.
- [13] S. A. Nunneley, «Prevencion del estres por calor,» de *Calor y Frio*, pp. 11-15.
- [14] F. Follano. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/98712682/Guia-02-MEDICION-DE-ESTRES-TERMICO>.
- [15] [En línea]. Available: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/higiene/carga_termica.pdf.
- [16] C. M. Yagüe, «Scribd.com,» 2014. [En línea]. Available: <https://es.Scribd.com/doc/145833739/Estres-calorico-ISO-7243>. [Último acceso: 2014].
- [17] J. Soto, «porcentaje de personas termicamente insatisfechas,» [En línea]. Available: http://tecno.sostenibilidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=417&Itemid=234.
- [18] E. A. A. MELGAR, febrero 2013. [En línea]. Available: <http://ri.ues.edu.sv/3153/1/16103187.pdf>.
- [19] O. I. d. Trabajo, «Organizacion Internacional del Trabajo,» [En línea]. Available: <http://www.ilo.org/global/lang-es/index.htm>.
- [20] [En línea]. Available: <http://prevencionpr3.wikispaces.com/file/view/1introduccion.pdf>.
- [21] J.-J. Vogt, «Calor y Frio,» de *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 2001.
- [22] F. Kreith, Principios de transferencia de calor, United States: Cengage Learning, 2009.
- [23] J.-J. Vogt, «Organizacion Internacional de Trabajo,» [En línea]. Available: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/t>

omo2/42.pdf.

- [24] E. M. Marti, «Estres Termico y Sobrecarga Termica: evaluacion de los riesgos,» 2011.
- [25] Y. EPSTEIN, Thermal Comfort and the Heat Stress Indices, Israel: Universidad de Tel Aviv, 2006.
- [26] p. J. Malchaire, el ambiente termico del trabajo: Evaluacion y prevencion, 2004.
- [27] K. C. Parson, «Evaluacion del estres por calor e indices de estres por calor,» de *Calor y Frio*, p. 42.17.
- [28] I. Holmer, Protective Clothing in hot environment, Suecia, 2006.
- [29] P. J. Malchaire, Ergonomics of the thermal hot environment - Analitical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted Stress.
- [30] A. Legislativa, «Asamblea Legislativa de la Republica de El Salvador,» 17 11 2011. [En línea]. Available: <http://www.asamblea.gob.sv/eparlamento/indice-legislativo/buscador-de-documentos-legislativos/ley-general-de-prevencion-de-riesgo-en-lugares-de-trabajo>.
- [31] PCE-iberica, *Manual de funcionamiento*, Albacete, 2013.
- [32] P. Instruments, «PCE Instruments,» [En línea]. Available: <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/tablas-de-velocidades-del-viento.htm>.
- [33] M. A. Veranay. [En línea]. Available: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2009/01/i-unidad3.pdf>.
- [34] F. F. P.. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/98712682/Guia-02-MEDICION-DE-ESTRES-TERMICO>.
- [35] B. Nielsen, «Organizacion Internacional de Trabajo,» [En línea]. Available: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/omo2/42.pdf>.
- [36] m. d. Lobios, «<http://www.meteolobios.es/>,» [En línea]. Available: <http://www.meteolobios.es/temp.htm>.
- [37] M. A. C. G. W. H. M. VERNON, THE INFLUENCE OF THE HUMIDITY OF THE AIR ON CAPACITY FOR WORK AT HIGH TEMPERATURES.
- [38] [En línea]. Available: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/higiene/carga_termica.pdf.

- Certificado del medidor de estrés térmico PCE-WB 20SD.



- Tablas de acrónimos para identificación de puestos de trabajo.

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
EII-P1	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 1
EII-P2	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 2
EII-P3	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 3
EII-P4	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 4
EII-P5	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 5
EII-SE-6	Escuela de Ingeniería Industrial, Secretario de escuela, puesto 6
EII-P7	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 7
EII-P8	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 8
EII-P9	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 9
EII-P10	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 10
EII-P11	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 11
EII-P12	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 12
EII-P13	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 13
EII-P14	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 14
EII-P15	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 15
EII-P16	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 16
EII-P17	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 17
EII-D-18	Escuela de Ingeniería Industrial, Director 18
EII-S-19	Escuela de Ingeniería Industrial, Secretaria 19
EII-P20	Escuela de Ingeniería Industrial, Puesto 20
EII-LAB-21	Escuela de Ingeniería Industrial, Laboratorios 21
EII-LAB-22	Escuela de Ingeniería Industrial, Laboratorios 22

ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
EIQ-S-P1	Escuela de ingeniería química secretaria puesto 1
EIQ-P2	Escuela de ingeniería química puesto 2
EIQ-P3	Escuela de ingeniería química puesto 3
EIQ-P4	Escuela de ingeniería química puesto 4
EIQ-P5	Escuela de ingeniería química puesto 5
EIQ-P6	Escuela de ingeniería química puesto 6
EIQ-P7	Escuela de ingeniería química puesto 7
EIQ-P8	Escuela de ingeniería química puesto 8
EIQ-DE-P9	Escuela de ingeniería química directora de escuela puesto 9
EIQ-P10	Escuela de ingeniería química puesto 10
EIQ-P11	Escuela de ingeniería química puesto 11
EIQ-P12	Escuela de ingeniería química puesto 12
EIQ-TS-P13	Escuela de ingeniería química tesario puesto 13

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
EIC-LAB-1	Escuela de Ingeniería civil, Laboratorio, puesto 1
EIC-LAB-2	Escuela de Ingeniería civil, Laboratorio, puesto 2
EIC-LAB-3	Escuela de Ingeniería civil, Laboratorio, puesto 3
EIC-P4	Escuela de Ingeniería civil, Puesto 4
EIC-P5	Escuela de Ingeniería civil, Puesto 5
EIC-P6	Escuela de Ingeniería civil, Puesto 6
EIC-P7	Escuela de Ingeniería civil, Puesto 7
EIC-S-8	Escuela de Ingeniería civil, Secretaria, puesto 8
EIC-D-9	Escuela de Ingeniería civil, Director, puesto 9
EIC-SE-10	Escuela de Ingeniería civil, Secretario de escuela, puesto 10
EIC-DE-11	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructuras, puesto 11
EIC-DE-12	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructura, puesto 12
EIC-DE-13	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructura, puesto 13
EIC-DE-14	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructura, puesto 14
EIC-DE-15	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructura, puesto 15
EIC-DE-16	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructura, puesto 16
EIC-DE-17	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructura, puesto 17
EIC-DE-18	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructura, puesto 18
EIC-DE-19	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructura, puesto 19
EIC-DE-20	Escuela de Ingeniería civil, Dep. estructura, puesto 20
EIC-DC-21	Escuela de Ingeniería civil, Dep. construcción, puesto 21
EIC-DC-22	Escuela de Ingeniería civil, Dep. construcción, puesto 22
EIC-DC-23	Escuela de Ingeniería civil, Dep. construcción, puesto 23
EIC-DC-24	Escuela de Ingeniería civil, Dep. construcción, puesto 24
EIC-DC-25	Escuela de Ingeniería civil, Dep. construcción, puesto 25
EIC-DC-26	Escuela de Ingeniería civil, Dep. construcción, puesto 26
EIC-DRG-27	Escuela de Ingeniería civil, Dep. representación gráfica, puesto 27
EIC-DRG-28	Escuela de Ingeniería civil, Dep. representación gráfica, puesto 28
EIC-DRG-29	Escuela de Ingeniería civil, Dep. representación gráfica, puesto 29
EIC-DRG-30	Escuela de Ingeniería civil, Dep. representación gráfica, puesto 30
EIC-DRG-31	Escuela de Ingeniería civil, Dep. representación gráfica, puesto 31
EIC-DH-32	Escuela de Ingeniería civil, Dep. hidráulica, puesto 32

ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
EIE-SLE-P1	Escuela de ingeniería eléctrica sala de lectura puesto 1
EIE-S-P2	Escuela de ingeniería eléctrica secretaria puesto 2
EIE-LAE-P3	Escuela de ingeniería eléctrica laboratorio de aplicaciones electrónicas puesto 3
EIE-D-P4	Escuela de ingeniería eléctrica escritorio de director de escuela puesto 4
EIE-P5	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 5
EIE-P6	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 6
EIE-P7	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 7
EIE-P8	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 8
EIE-P9	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 9
EIE-P10	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 10
EIE-P11	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 11
EIE-P12	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 12
EIE-P13	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 13
EIE-P14	Escuela de ingeniería eléctrica puesto 14
EIE-LCA-P15	Escuela de ingeniería eléctrica laboratorio de control automático puesto 15
EIE-LT-P16	Escuela de ingeniería eléctrica laboratorio de telemática puesto 16
EIE-TE-P18	Escuela de ingeniería eléctrica talleres eléctrica puesto 17
EIE-LA-P18	Escuela de ingeniería eléctrica laboratorio antenas puesto 18
EIE-LC-P19	Escuela de ingeniería eléctrica laboratorio de conversión de energía electromagnética puesto 19

ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
EIM-C1	Escuela de Ingeniería Mecánica-Cubículo 1
EIM-C2	Escuela de Ingeniería Mecánica-Cubículo 2
EIM-C3	Escuela de Ingeniería Mecánica-Cubículo 3
EIM-C4	Escuela de Ingeniería Mecánica-Cubículo 4
EIM-S-C5	Escuela de Ingeniería Mecánica-Secretaria- Puesto 5
EIM-C6	Escuela de Ingeniería Mecánica-Cubículo 6
EIM-SC2-7	Escuela de Ingeniería Mecánica-Salón de Clases 2° planta-puesto 7
EIM-D-C8	Escuela de Ingeniería Mecánica-Director-Cubículo 8
EIM-C9	Escuela de Ingeniería Mecánica-Cubículo 9
EIM-C10	Escuela de Ingeniería Mecánica-Cubículo 10
EIM-T-11	Escuela de Ingeniería Mecánica-Taller-Puesto 11
EIM-T-12	Escuela de Ingeniería Mecánica-Taller-Puesto 12
EIM-T-13	Escuela de Ingeniería Mecánica-Taller-Puesto 13
EIM-T-14	Escuela de Ingeniería Mecánica-Taller-Puesto 14

ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
EIS-D-P1	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Director de escuela-Puesto 1
EIS-SE-P2	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Secretario de escuela-Puesto 2
EIS-S-P3	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Secretaria-Puesto 3
EIS-P4	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 4
EIS-P5	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 5
EIS-P6	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 6
EIS-P7	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 7
EIS-P8	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 8
EIS-P9	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 9
EIS-P10	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 10
EIS-P11	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 11
EIS-P12	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 12
EIS-P13	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 13
EIS-P14	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 14
EIS-P15	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 15
EIS-P16	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 16
EIS-P17	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 17
EIS-P18	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 18
EIS-P19	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 19
EIS-P20	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 20
EIS-P21	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Cubículo-Puesto 21
EIS-LCOM2-P22	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Laboratorio de computación 2-Puesto 22
EIS-LCOM1-P23	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Laboratorio de computación 1-Puesto 23
EIS-LCOM3-P24	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Laboratorio de computación 3-Puesto 24
EIS-LCOS-P25	Escuela de Ingeniería en Sistemas, Laboratorio de industrial-Puesto 25

ESCUELA DE ARQUITECTURA	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
EAQ-S-P1	Escuela de Arquitectura- Secretaria Puesto 1
EAQ-D-P2	Escuela de Arquitectura-Director Puesto 2
EAQ-SE-P3	Escuela de Arquitectura- Secretario de Escuela Puesto 3
EAQ-P4	Escuela de Arquitectura- Puesto 4
EAQ-P5	Escuela de Arquitectura- Puesto 5
EAQ-P6	Escuela de Arquitectura- Puesto 6
EAQ-P7	Escuela de Arquitectura- Puesto 7
EAQ-P8	Escuela de Arquitectura- Puesto 8
EAQ-P9	Escuela de Arquitectura- Puesto 9
EAQ-P10	Escuela de Arquitectura- Puesto 10

EAQ-P11	Escuela de Arquitectura- Puesto 11
EAQ-P12	Escuela de Arquitectura- Puesto 12 Trabajador 1
EAQ-P13	Escuela de Arquitectura- Puesto 12 Trabajador 2
EAQ-P14	Escuela de Arquitectura- Puesto 13
EAQ-P15	Escuela de Arquitectura- Puesto 14
EAQ-P16	Escuela de Arquitectura- Puesto 15
EAQ-P17	Escuela de Arquitectura- Puesto 16

UNIDAD DE CIENCIAS BÁSICAS	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
UCB-P1	Unidad de ciencias básicas puesto 1
UCB-P2	Unidad de ciencias básicas puesto 2
UCB-P3	Unidad de ciencias básicas puesto 3
UCB-P4	Unidad de ciencias básicas puesto 4
UCB-P5	Unidad de ciencias básicas puesto 5
UCB-P6	Unidad de ciencias básicas puesto 6
UCB-P7	Unidad de ciencias básicas puesto 7
UCB-P8	Unidad de ciencias básicas puesto 8
UCB-P9	Unidad de ciencias básicas puesto 9
UCB-P10	Unidad de ciencias básicas puesto 10
UCB-P11	Unidad de ciencias básicas puesto 11
UCB-P12	Unidad de ciencias básicas puesto 12
UCB-P13	Unidad de ciencias básicas puesto 13
UCB-P14	Unidad de ciencias básicas puesto 14
UCB-P15	Unidad de ciencias básicas puesto 15
UCB-P16	Unidad de ciencias básicas puesto 16
UCB-P17	Unidad de ciencias básicas puesto 17
UCB-P18	Unidad de ciencias básicas puesto 18
UCB-P19	Unidad de ciencias básicas puesto 19
UCB-P20	Unidad de ciencias básicas puesto 20
UCB-P21	Unidad de ciencias básicas puesto 21
UCB-P22	Unidad de ciencias básicas puesto 22
UCB-P23	Unidad de ciencias básicas puesto 23
UCB-P24	Unidad de ciencias básicas puesto 24
UCB-P25	Unidad de ciencias básicas puesto 25
UCB-P26	Unidad de ciencias básicas puesto 26
UCB-P27	Unidad de ciencias básicas puesto 27
UCB-P28	Unidad de ciencias básicas puesto 28
UCB-P29	Unidad de ciencias básicas puesto 29
UCB-P30	Unidad de ciencias básicas puesto 30

UCB-P31	Unidad de ciencias básicas puesto 31
UCB-P32	Unidad de ciencias básicas puesto 32
UCB-P33	Unidad de ciencias básicas puesto 33
UCB-SR-P34	Unidad de ciencias básicas sala de reuniones puesto 34
UCB-S-P35	Unidad de ciencias básicas secretaria puesto 35
UCB-F2-P36	Unidad de ciencias básicas f-2 puesto 36
UCB-F2-P37	Unidad de ciencias básicas f-2 puesto 37
UCB-F2-P38	Unidad de ciencias básicas f-2 puesto 38
UCB-F1-P39	Unidad de ciencias básicas f-1 puesto 39
UCB-F1-P40	Unidad de ciencias básicas f-1 puesto 40
UCB-F1-P41	Unidad de ciencias básicas f-1 puesto 41

EDIFICIO DE METROLOGIA	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
M-P1	Metrología puesto 1
M-P2	Metrología puesto 2
M-P3	Metrología puesto 3

CENTRO DE INVESTIGACION DE APLICACIONES NUCLEARES	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
CIAN-P1	CIAN, Puesto 1
CIAN-P2	CIAN, Puesto 2
CIAN-P3	CIAN, Puesto 3

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
BIB-P1D	Edificio De Biblioteca- Puesto 1 Directora
BIB-P2S	Edificio De Biblioteca- Puesto 2 Secretaria
BIB-P3	Edificio De Biblioteca- Puesto 3
BIB-P4.1	Edificio De Biblioteca- Puesto 4 Préstamo de Libros
BIB-P4.2	Edificio De Biblioteca- Puesto 4 Préstamo de Libros

EDIFICIO DE POTENCIA	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
EDP-SLC	Edificio De Potencia - Salón de Clases
EDP-SLI	Edificio De Potencia - Salón de Instalaciones
EDP-MDI	Edificio De Potencia - Maquina De Impulsos

CARPINTERIA	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
CAP-1	Carpintería, Puesto 1

ADMINISTRACION ACADEMICA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
AA-1P-C1	Admon, 1 planta, colecturía, puesto 1
AA-1P-C2	Admon, 1 planta, colecturía, puesto 2
AA-1P-AE-3	Admon, 1 planta, atención estudiantil, puesto 3
AA-1P-AE-4	Admon, 1 planta, atención estudiantil, puesto 4
AA-1P-P-5	Admon, 1 planta, papelería e impresiones, puesto 5
AA-1P-P-6	Admon, 1 planta, papelería e impresiones, puesto 6
AA-2P-ADMN-7	Admon, 2 planta, administración académica, puesto 7
AA-2P-ADMN-8	Admon, 2 planta, administración académica, puesto 8
AA-2P-ADMN-9	Admon, 2 planta, administración académica, puesto 9
AA-2P-ADMN-10	Admon, 2 planta, administración académica, puesto 10
AA-2P-CS-11	Admon, 2 planta, consejería, puesto 11
AA-2P-JPOS-12	Admon, 2 planta, jefatura de posgrado, puesto 12
AA-2P-AF-13	Admon, 2 planta, administrador financiero, puesto 13
AA-2P-UI-14	Admon, 2 planta, unidad de investigación, puesto 14
AA-2P-POSG-15	Admon, 2 planta, posgrado, puesto 15
AA-2P-DPOS-16	Admon, 2 planta, dirección de posgrado, puesto 16
AA-2P-SP-17	Admon, 2 planta, secretaria de posgrado, puesto 17
AA-2P-JD-18	Admon, 2 planta, jefatura de diplomados, puesto 18
AA-2P-AF-19	Admon, 2 planta, administración financiera, puesto 19
AA-2P-AF-20	Admon, 2 planta, administración financiera, puesto 20
AA-2P-AF-21	Admon, 2 planta, administración financiera, puesto 21
AA-2P-AF-22	Admon, 2 planta, administración financiera, puesto 22
AA-2P-AF-23	Admon, 2 planta, administración financiera, puesto 23
AA-2P-AF-24	Admon, 2 planta, administración financiera, puesto 24
AA-2P-IA-25	Admon, 2 planta, informática académica, puesto 25
AA-2P-AA-26	Admon, 2 planta, administración académica, puesto 26
AA-2P-P27	Admon, 2 planta, puesto 27
AA-3P-D-28	Admon, 3 planta, decanato, puesto 28
AA-3P-SR-29	Admon, 3 planta, sala de reuniones, puesto 29
AA-3P-SR-30	Admon, 3 planta, sala de reuniones, puesto 30
AA-3P-SD-31	Admon, 3 planta, secretaria de decano, puesto 31
AA-3P-SUP-32	Admon, 3 planta, secretaria de unidad productiva, puesto 32
AA-3P-UP-33	Admon, 3 planta, unidad productiva, puesto 33
AA-3P-SVD-34	Admon, 3 planta, secretaria de vicedecano, puesto 34

AA-3P-SVD-35	Admon, 3 planta, secretaria de vicedecano, puesto 35
AA-3P-SYR-36	Admon, 3 planta, secretaria y recepción, puesto 36
AA-3P-SYR-37	Admon, 3 planta, secretaria y recepción, puesto 37
AA-3P-SEF-38	Admon, 3 planta, secretario de facultad, puesto 38
AA-3P-VD-39	Admon, 3 planta, vicedecanato, puesto 39

EDIFICIO B	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
B-11	Edificio B, Aula B-11
B-21	Edificio B, Aula B-21
B-22	Edificio B, Aula B-22
B-31	Edificio B, Aula B-31
B-32	Edificio B, Aula B-32
B-41	Edificio B, Aula B-411
B-42	Edificio B, Aula B-42
B-43	Edificio B, Aula B-43
B-44	Edificio B, Aula B-44

EDIFICIO C	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
C-11-1	Edificio C, inicio del aula C-11
C-11-2	Edificio C, final del aula C-11
C-23	Edificio C, aula c-23
C-32	Edificio C, aula c-32
C-31	Edificio C, aula c-31
C-41-1	Edificio C, inicio del aula C-41
C-41-2	Edificio C, final de aula C-41
C-43	Edificio C, aula c-43
C-44	Edificio C, aula c-44

EDIFICIO D	
ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
D-11-1	Edificio D, inicio del aula D11
D-11-2	Edificio D, en medio del aula D11
D-11-3	Edificio D, final del Aula D11
D-41	Edificio D, Aula D41
D-43	Edificio D, Aula D43
D-33	Edificio D, Aula D33