



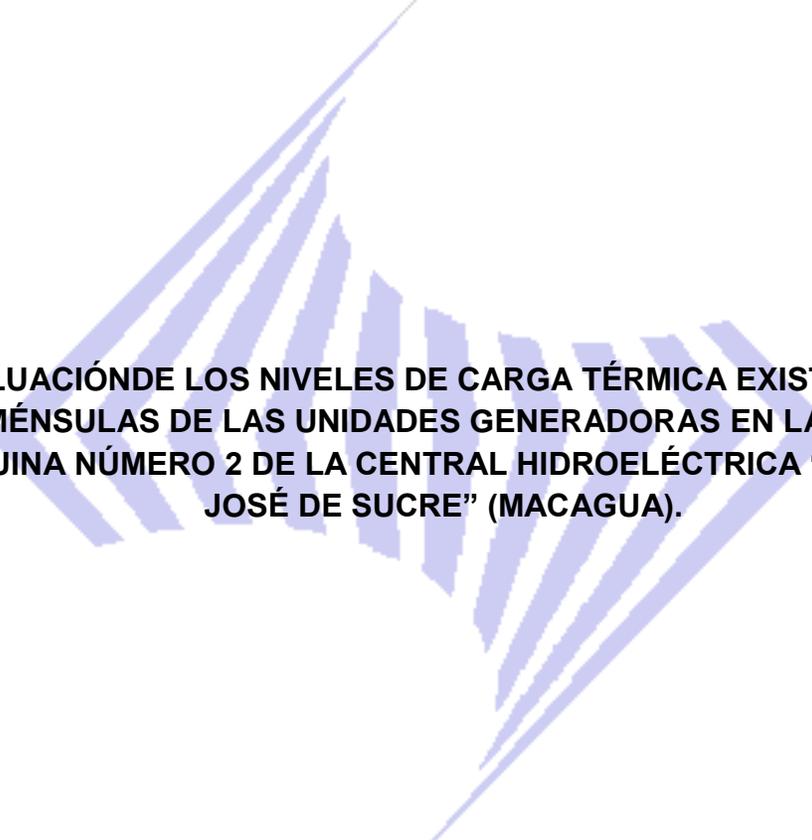
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CARGA TÉRMICA EXISTENTE EN  
LAS MÉNSULAS DE LAS UNIDADES GENERADORAS EN LA CASA DE  
MÁQUINA NÚMERO 2 DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “ANTONIO  
JOSÉ DE SUCRE” (MACAGUA).**

**Autor:**

Br. Salazar L, Francisco J. 17.210.423

**CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2013.**



**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CARGA TÉRMICA EXISTENTE EN LAS MÉNSULAS DE LAS UNIDADES GENERADORAS EN LA CASA DE MÁQUINA NÚMERO 2 DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “ANTONIO JOSÉ DE SUCRE” (MACAGUA).**

U  
N  
E  
X  
P  
O



U  
N  
E  
X  
P  
O

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO

**Salazar López Francisco José**

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CARGA TÉRMICA EXISTENTE EN  
LAS MÉNSULAS DE LAS UNIDADES GENERADORAS EN LA CASA  
DE MÁQUINA NÚMERO 2 DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE" (MACAGUA).**

Trabajo de investigación que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito académico para optar al título de Ingeniero Industrial.

---

**MSC. ING. IVÁN TURMERO.**  
**(Tutor Académico)**

---

**ING. MAYERSIS GRANADOS.**  
**(Tutor Industrial)**

Ciudad Guayana, Noviembre 2013

Salazar López, Francisco José.

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CARGA TÉRMICA EXISTENTE EN LAS MÉNSULAS DE LAS UNIDADES GENERADORAS EN LA CASA DE MÁQUINA NÚMERO 2 DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “ANTONIO JOSÉ DE SUCRE” (MACAGUA).**

Pág.: 162.

Trabajo de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

Vice- Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turmero.

Tutor Industrial: Ing. Mayersis Granados.

Puerto Ordaz, Noviembre de 2013.

Capítulos: I. El Problema. II. Generalidades de la empresa. III. Marco Teórico. IV. Marco Metodológico. V. Análisis y Resultados. Conclusiones. Recomendaciones.



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO**

**ACTA DE APROBACIÓN**

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica - Antonio José de Sucre, vice-rectorado Puerto Ordaz, para examinar el trabajo de grado presentado por el Ciudadano Francisco José Salazar López, con cédula de identidad N°17.210.423 titulado **EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CARGA TÉRMICA EXISTENTE EN LAS MÉNSULAS DE LAS UNIDADES GENERADORAS EN LA CASA DE MÁQUINA NÚMERO 2 DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “ANTONIO JOSÉ DE SUCRE” (MACAGUA)**. Consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos: **APROBADO.**

---

**MSc. Ing. Iván Turmero  
(Tutor Académico)**

---

**Ing. Mayercis Granados  
(Tutor Industrial)**

---

**JURADO EVALUADOR**

**Ing. Natasha Alacón**

---

**JURADO EVALUADOR**

**Ing. Marlene Aray**

**CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2013.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios por acompañarme durante todo el camino recorrido y llenarme de bendiciones. Sin el nade esto hubiera sido posible.

A mis padres Lourdes López y Anibal Salazar, por apoyarme en todo lo que me propongo en la vida, por ser mi fuente de inspiración para seguir adelante, por darme fuerza, sabiduría, aliento y paciencia cuando más lo necesito y por todo el amor que brindan cada día.

A mihermana MaríaJosé por todo el apoyo y la motivación brindada.

A los Ingenieros Iván Turmero, Josmed Pacheco, José Manuel(el negro) por haber contado con su tutoría profesional y brindarme su ayuda.

A Anne Rodríguez y a toda la Familia Ferreira Rodríguez por el apoyo y por estar siempre presente y tener una palabra de aliento en los esos momentos de desconsuelo.

A Wilmar González de González por no ser como una segunda madre que estaba siempre estuvo pendiente de su hijo, sino por ser realmente mi otra mama.

A todo el personal perteneciente a las Coordinaciones de Mantenimiento Mecánico y Mantenimiento Eléctricoque laboran en la casa de maquina número 2 de macagua, por brindarme solidaridad, compañerismo y por haberme apoyado en todo lo que necesite.

A CORPOELEC,por ofrecerme la oportunidad de formarme técnicamente como profesional.

A la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” por la formación teórica y técnica ofrecida en mi carrera de Ingeniería Industrial.

A esas personitas especiales, Luis González, Maholis Salazar, Ricardo González, Aura Cabrera, Coran Guerra, Hugo López los cuales hicieron de mi estadía en la coordinación un lugar agradable y emotivo, gracias por las ayudas y por todo su cariño.

## **GRACIAS A TODOS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO.**

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CARGA TÉRMICA EXISTENTE EN  
LAS MÉNSULAS DE LAS UNIDADES GENERADORAS EN LA CASA DE  
MÁQUINA NÚMERO 2 DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “ANTONIO  
JOSÉ DE SUCRE” (MACAGUA).**

**Autor:** Francisco Salazar

**Tutor Académico:** MSc. Ing. Iván Turmero

**Tutor Industrial:** Ing. Mayersis Granados

**Fecha:** Noviembre, 2013

**RESUMEN.**

En el siguiente trabajo se evaluaron las condiciones operativas de las Unidades Generadoras que se encuentran instaladas en la casa de máquina número 2 de la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre, esta evaluación arrojó como resultado la detección de una serie de anomalías en componentes estructurales de la maquinaria, dichas anomalías ocasionan la producción excesiva de ozono y el aumento de la carga térmica en el interior de dichas unidades, esta situación dio pie a la necesidad de determinar las condiciones medioambientales y el impacto de dichas condiciones en los trabajadores de las diversas coordinaciones que intervienen en las labores de mantenimiento, bien sea estos preventivo o correctivo. Para el desarrollo del mismo, fue necesario realizar una serie de estudio de tipo descriptivo-explicativo no experimental. Finalmente fue necesario determinar y cuantificar la cantidad de energía térmica que se produce en exceso y hallar un patrón referencial dentro de la misma unidad, para cumplir con esto fue necesario realizar una serie de reportes de stress térmico, digitalizarlos, depurarlos y finalmente analizarlos matemáticamente y gráficamente. Toda esta serie de actividades dieron como resultado el hallazgo de la relación entre los valores de TGBHi y los valores de TEUG, dicha relación es de  $\pm 10.2^{\circ}\text{C}$ , es decir, la temperatura TGBHi dentro de la unidad es  $10.2^{\circ}\text{C}$  inferior a la TEUG y se expresaría matemáticamente como  $\text{TGBHi} = \text{TEUG} - 10.28^{\circ}\text{C}$ .

**Palabras claves:** Evaluar, Determinar, Cuantificar, Unidad Generadora, Carga térmica, TGBHi y TEUG.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ACTA DE APROBACIÓN.</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN.</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE FIGURAS.</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE TABLAS.</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE GRÁFICOS.</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>EL PROBLEMA.</b>	<b>3</b>
Planteamiento del problema.	5
Objetivos de la investigación.	14
Objetivo General.	14
Objetivos Específicos.	15
Justificación.	16
Delimitación.	18
<b>CAPÍTULO II.</b>	
<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA.</b>	<b>19</b>
Antecedentes.	25
Estructura organizativa.	31
Descripción del área de pasantía y trabajo asignado.	33
Departamento de Seguridad Integral MACAGUA.	33
Funciones del Departamento de Seguridad Integral MACAGUA.	34
Misión.	34

Visión.	35
Valores.	35
Objetivos de la empresa.	36
Generales.	37
Específicos.	37
Descripción de las actividades que desarrolla la empresa.	38
Descripción de proceso del departamento de seguridad integral macagua.	40
Glosario de términos.	40
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MARCO TEÓRICO.</b>	<b>44</b>
Bases teóricas del proceso.	44
Exposición industrial al calor.	44
Factores que influyen en el intercambio de calor.	46
Valores del umbral límites para “estrés” calórico.	47
Mediciones del ambiente.	49
• Para el Termómetro de Bulbo Seco y el Termómetro Natural de Bulbo Húmedo.	49
• Para el Termómetro de Globo.	50
• Categorías de cargas de trabajo.	51
Índice metabólico del trabajador.	52
Abastecimiento de agua con sal y vestimenta.	54
Humedad.	55
Humedad Absoluta (HA).	55
Concepto de Humedad Relativa. (HR).	55
Humedad Específica o Relación de Humedad. (HE).	56
Temperatura de Bulbo Seco (TBS).	56
Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH).	56
Temperatura de Globo (TG).	57

Punto de rocío.	57
Carta psicométrica.	57
Criterios para calcular la temperatura efectiva (evaluación).	58
• Criterio uno. Con ausencia de una fuente radiante de energía.	59
• Criterio dos. Con una fuente radiante de energía. La temperatura dotado dicho instrumento.	61
• Criterio tres. Índice de temperatura de globo TG y bulbo húmedo TGBH.	62
• Criterio cuatro. Índice de Haines & Hatch.	63
Técnicas para calcular la exposición industrial al calor.	65
Cálculo de la Temperatura de Bulbo Seco (TBS).	65
Cálculo de la Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH).	66
Cálculo de la Temperatura Radiante (TG).	66
Riesgo al trabajar bajo niveles elevados de cargas calóricas.	67
Factores personales.	67
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>MARCO METODOLÓGICO.</b>	<b>68</b>
Tipo de investigación.	68
Fase I: Análisis.	71
Fase II: Diseño	71
Fase III: Análisis y Conclusiones	71
Población y muestra	72
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	72
Técnicas de recolección de datos	72
Materiales y equipos utilizados.	73
Recurso Humano.	73
Equipo De Protección Personal.	73
Recursos Físicos.	74

Metodología de trabajo.	74
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>ANÁLISIS Y RESULTADOS.</b>	<b>76</b>
Efectos de las anomalías en el cuerpo humano.	78
Ozono.	78
Impacto térmico.	80
Generación e impresión de reportes de stress térmico.	81
Descripción del reporte de stress térmico.	92
Digitalización y primer filtrado de los reporte.	96
Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.	97
Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.	102
Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.	106
Desarrollo de cálculos.	106
Calculo de diferencia térmica.	109
Segundo filtrado de los reportes digitalizados.	111
Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2do filtrado y los valores TEUG-TGBH.	113
Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. Con el 2do filtrado y los valores TEUG-TGBH.	118
Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior	122

de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012. Con el 2do filtrado y los valores TEUG-TGBH.	
Generación y análisis de gráficas.	123
Análisis de gráficas.	123
Análisis de las gráficas correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2 de fecha 23 de Octubre de 2012.	123
Análisis de las gráficas correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 24 de octubre de 2012.	130
Análisis de las gráficas correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 05 de Noviembre de 2012.	136
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>142</b>
<b>RECOMENDACIONES.</b>	<b>145</b>
<b>LISTA DE REFERENCIAS.</b>	<b>146</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>FIGURA</b>		<b>PÁG</b>
1	Vista lateral de la casa de máquinas 2 de la central hidroeléctrica Antonio José de Sucre (Macagua).	6
2	Vista superior de la nave de montaje y las unidades Generadoras instaladas en casa de maquina N° 2 de macagua.	6
3	Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza (aspirado del aceite que se encuentra en el interior) de la parte interna de la caverna la Unidad Generadora.	8
4	Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza de la caverna de la ménsula superior.	9
5	Componentes y configuración de una Unidad Generadora modelo Francis para Centrales Hidroeléctricas.	10
6	Componentes y configuración de una Unidad Generadora modelo Francis para Centrales Hidroeléctricas.	12
7	Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza de la parte interna de la caverna la Unidad Generadora.	13
8	Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza (extracción del aceite con la ayuda de trapos adsorbentes) de la parte interna de la caverna la Unidad Generadora.	14
9	Toma de temperatura en el interior de la Unidad Generadora.	17
10	Ubicación Geográfica de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” (Macagua), EDELCA.	22

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>FIGURA</b>		<b>PÁG</b>
11	Vista aérea de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”.	23
12	Vista Canal de Descarga de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre.	23
13	Organigrama de Electrificación del Caroní.	32
14	Organigrama Departamento de Seguridad Integral Macagua.	33
15	Línea del contenido.	58
16	Primera hoja del reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.	95
17	Segmento de la Tabla 9: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.	109

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>TABLA</b>		<b>PÁG</b>
1	Factores envueltos en la ecuación de Equilibrio Calórico	46
2	Tabla VULP: Valores Umbrales Límites Permisibles °C TGBH.	48
3	Categorías de Trabajo.	51
4	Tabla de Distribución de la Carga de Trabajo DCT.	52
5	Calificación de los trabajos.	53
6	Costo Energético según el Tipo de Trabajo (CETP).	54
7	Tabla de equipos de medición térmica.	82
8	Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.	83
9	Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°13 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.	87
10	Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.	90
11	Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.	97
12	Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>		<b>PÁG.</b>
13	Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.	106
14	Segmento de la tabla 9: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.	108
15	Tabla de colores.	110
16	Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012, digitalizada y con los valores TEUG-TGBH.	111
17	Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2do filtrado y los valores TEUG-TGBH.	113
18	Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. Con el 2do filtrado y los valores TEUG-TGBH.	118
19	Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012. Con el 2do filtrado y los valores TEUG-TGBH.	122

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA		PÁG.
1	Gráficas TBH vs TBS vs TGBHi vs TEUG correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2 de fecha 23 de Octubre de 2012.	125
2	Gráficas TBS vs TGBHi correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2 de fecha 23 de Octubre de 2012.	127
3	Gráficas TEUG vs TGBHi correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2 de fecha 23 de Octubre de 2012.	129
4	Gráficas TBH vs TBS vs TGBHi vs TEUG correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 24 de octubre de 2012.	131
5	Gráficas TBS vs TGBHi correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 24 de octubre de 2012.	133
6	Gráficas TEUG vs TGBHi correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 24 de octubre de 2012.	135

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>GRÁFICA</b>		<b>PÁG.</b>
7	Gráficas TBH vs TBS vs TGBHi vs TEUG correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 05 de Noviembre de 2012	137
8	Gráficas TBS vs TBH correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 05 de Noviembre de 2012.	139
9	Gráficas TBS vs TBH correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 05 de Noviembre de 2012.	141

## INTRODUCCIÓN.

La capacidad de generar y transmitir la energía eléctrica se ha convertido en un factor fundamental y esencial en la sociedad moderna, ya que es uno de los pilares (junto con el recurso humano, el dominio tecnológico, la disponibilidad de los recursos hídricos potables, entre otros factores) que permiten llevar a cabo mejoras y modernización de los asentamientos humanos, así como el desarrollo de la actividad comercial (tanto a pequeña escala como a nivel industrial).

Basados en la filosofía de unificación y soberanía nacional los representantes del poder ejecutivo público nacional, con previa aprobación de los representantes del poder legislativo nacional designan según la gaceta nacional N° 5.330 emitida el día 31 de julio de 2007 la disolución de Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA), Energía Eléctrica de Venezuela, S.A. (ENELVEN), Empresa Nacional de Generación C.A. (ENAGER), Compañía de Administración y Fomento Eléctrico S.A. (CADAFE), Energía Eléctrica de la Costa Oriental del Lago C.A. (ENELCO), Energía Eléctrica de Barquisimeto S.A. (ENELBAR), Sistema Eléctrico del Estado Nueva Esparta (SENECA), La Electricidad de Caracas (La EDC); así mismo se constituye la **Corporación Eléctrica Nacional. S.A. (CORPOELEC.S.A.)**.

CORPOELEC esta sociedad anónima gubernamental es la encargada en su totalidad del sector eléctrico de la República Bolivariana de Venezuela, es decir, es la única institución encargada de generar, trasladar y distribuir la energía eléctrica necesaria para el consumo nacional y el cumplimiento de los acuerdos comerciales suscritos por la república.

Una de las características de las empresas modernas es el continuo crecimiento, lo que permite diseñar, fabricar instalaciones y equipos de mayor potencial, cuyo objetivo es alcanzar el mejor rendimiento, la reducción de tiempo de los procesos, lo que conducen a disminuir los costos de producción.

CORPOELEC cuenta con tres importantes construcciones como lo son las Centrales Hidroeléctricas “Simón Bolívar” en Guri, “Antonio José de Sucre” en Macagua y “Francisco de Miranda” en Caruachi; conformando estas, piezas clave en la Generación de Energía Eléctrica para cubrir la demanda de todo el territorio nacional e internacional por lo que es preciso Implantar medidas para su óptima Preservación y Conservación y así garantizar de este modo su correcto funcionamiento a lo largo del tiempo.

Por el uso continuo muchos equipos o piezas sufren distintos grados de desgaste y degradación, es por ello, que es necesario realizar primero una serie de análisis del estado en cual operan las diferentes maquinarias. La optimización de procesos persigue la detección de fallas o deficiencias para ir en la búsqueda de la manera más calificada de realizar las actividades de mantenimiento preventivo o correctivo, y así de este modo cumplir e incluso alargar la vida útil de los equipos, ya que, todos los implementos que se encuentran ubicado en las instalaciones son de vital importancia y además representan un inversión financiera de gran envergadura por parte de la antigua EDELCA.

Si bien la maquinaria y los diferentes equipos son activos de gran valor económico, el activo más valioso y esencial para la corporación es su recurso humano.

## **CAPÍTULO I.**

### **EL PROBLEMA.**

En el presente capítulo se plantea la descripción del problema, justificación, alcance y objetivos que se desean obtener en el desarrollo del mismo.

En julio de 2007 el Presidente de la República, Hugo Rafael Chávez Frías, establece la reorganización del sector eléctrico nacional con el fin de mejorar el servicio en todo el país. Como parte de esta reorganización se crea CORPOELEC mediante decreto presidencial N° 5.330, en el Artículo 2° del decreto se define a CORPOELEC como una empresa operadora estatal encargada de la realización de las actividades de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de potencia y energía eléctrica.

Es así como CORPOELEC nace con la visión de reorganizar y unificar el sector eléctrico venezolano a fin de garantizar la prestación de un servicio eléctrico confiable, incluyente y con sentido social. Este proceso de integración permite fortalecer al sector eléctrico para brindar, al soberano, un servicio de calidad, confiable y eficiente; y dar respuestas, como Empresa Eléctrica Socialista, en todas las acciones de desarrollo que ejecuta e implanta el Gobierno Bolivariano. Dentro de la estructura organizativa de operaciones de CORPOELEC se encuentra la Superintendencia de Planta Antonio José de Sucre (DPAJS), la cual está estructurada por Direcciones. Como la Dirección de Producción, que actualmente se encuentra conformada por las siguientes coordinaciones: *Coordinación de Operaciones*, responsable de velar sobre el control de gestión de las

Operaciones realizadas dentro de las instalaciones de la central. La *Coordinación de Ingeniería de Mantenimiento*, encargada de integrar y evaluar las acciones de mantenimiento que se realicen en las instalaciones, además de ser la responsable por el control de gestión de las operaciones de las *Coordinaciones de Mantenimiento de Planta Física, Mecánica, Eléctrica y Control e Instrumentación*, todas estas son responsables de ejecutar el mantenimiento de los componentes asociados a la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”, y por último la Coordinación de Seguridad Industrial (CSI), que cuenta con un compendio de instrucciones de trabajo, estándares de mantenimiento y un manual de procedimientos internos del “Proceso Mantener”, asociados al proceso de “Producir Energía Eléctrica”, certificados en el año 2005 con la Norma Venezolana COVENIN ISO 9001:2000, y consecuentes con su política de calidad; en este momento en la DPAJS se plantea la Mejora Continua (Método Kaizen), identificando oportunidades de mejora, que permitan elevar el desempeño organizacional.

Entre las funciones primordiales de la Coordinación de Mantenimiento de Planta Física se encuentra la administración y generación de una serie de mantenimientos programados por parte del personal adscrito a dicha coordinación.

Su importancia radica en realizar las labores de mantenimiento de manera correcta, efectiva y en el plazo de tiempo establecido. Cualquier actividad de mantenimiento que se haga a las unidades generadoras que se encuentran instaladas en las tres(3) casas de máquinas que conforman la central hidroeléctrica, implica la re-conexión de las unidades generadoras en el menor tiempo posible. De este modo se logra el cumplimiento de cada una de las actividades asignadas y permite el acatamiento de los plazos establecidos determinando con claridad el lapso de tiempo de inoperatividad que cumplirá cada unidad.

Es necesario destacar que esto solo se podrá cumplir, si y solo si, se realizan las labores de mantenimiento requerida y en el orden de actividad preciso. De lo contrario el mantenimiento no será efectivo, lo que implicaría su repetición o en el peor de los panoramas la existencia de un desperfecto en alguno de los componentes vitales de la unidad generadora teniendo como consecuencia la aplicación de actividades adicionales.

Para poder contar con un sano sistema eléctrico nacional es indispensable contar con la oportuna disponibilidad y el correcto funcionamiento de las unidades generadoras. Si se cumple con lo anteriormente expuesto, se puede asumir que las unidades generadoras se encuentran en óptimas condiciones operativas (se define como óptima condición operativa; al periodo operativo frecuente o regular en el cual se desempeñan las actividades gozando de las mejores condiciones posibles tales como: instalaciones y casa de máquina. Es decir, cuando se desarrollan las labores de trabajo en una ambiente regulado desde el punto de vista medio ambiental y al mismo tiempo se cuenta y se utilizan las técnicas y herramienta apropiada para dicha actividad).

Actualmente este planteamiento no es prioridad para la organización. Si bien la operatividad de las unidades es sumamente importante, al momento de realizar las labores de mantenimiento la condición de trabajo es significativo, ya que involucra la salud y bienestar de los trabajadores.

### **Planteamiento del problema.**

Actualmente la casa de máquina número 2 de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” (Macagua) posee una capacidad instalada de 12 unidades generadoras tipo Francis. Cada unidad a su vez, puede generar un máximo de 216 Mega Watt (MW), lo que implica que posea una potencia

máxima instalada de 2592 MW. (Ver Figura 1: Vista lateral de la casa de máquinas 2 de la central hidroeléctrica Antonio José de Sucre (Macagua). yFigura 2. Vista superior de la nave de montaje y las unidades Generadoras instaladas en casa de maquina N° 2 de macagua).



**Figura 1: Vista lateral de la casa de máquinas 2 de la central hidroeléctrica Antonio José de Sucre (Macagua).  
Fuente: Elaboración Propia.**



**Figura 2. Vista superior de la nave de montaje y las unidades  
Generadoras instaladas en casa de maquina N° 2 de macagua.  
Fuente: Elaboración Propia.**

Con la finalidad de llevar un mejor control, cada unidad generadora fue identificada con una numeración. Tal es el caso de las unidades ubicadas en la casa de maquina 2, donde dicha numeración inicia con la número siete (7) y culmina con la número diecinueve (19). Esto se debe a que las seis (6) primeras unidades generadoras se encuentran en la casa de maquina 1.

Aunque las unidades generadoras presentes en la casa de maquina 2, cronológicamente poseen un periodo operativo mucho menor en cuanto a su instalación y a su tiempo activo en comparación a las unidades instaladas en la casa de máquinas 1, estas han requerido la aplicación de frecuentes actividades de mantenimiento preventivo. Y así mismo demandan un número mayor de reparaciones.

Estas actividades generan principalmente pérdidas de tiempo y el consumo de implementos de limpiezas (siendo los retazos de tela, los más utilizados). (Ver Figura 3. Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza la parte interna de la caverna la Unidad Generadora y Figura 4: Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza de la caverna de la ménsula superior).



**Figura 3. Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza (aspirado del aceite que se encuentra en el interior) de la parte interna de la caverna la Unidad Generadora.**

**Fuente: Elaboración Propia.**



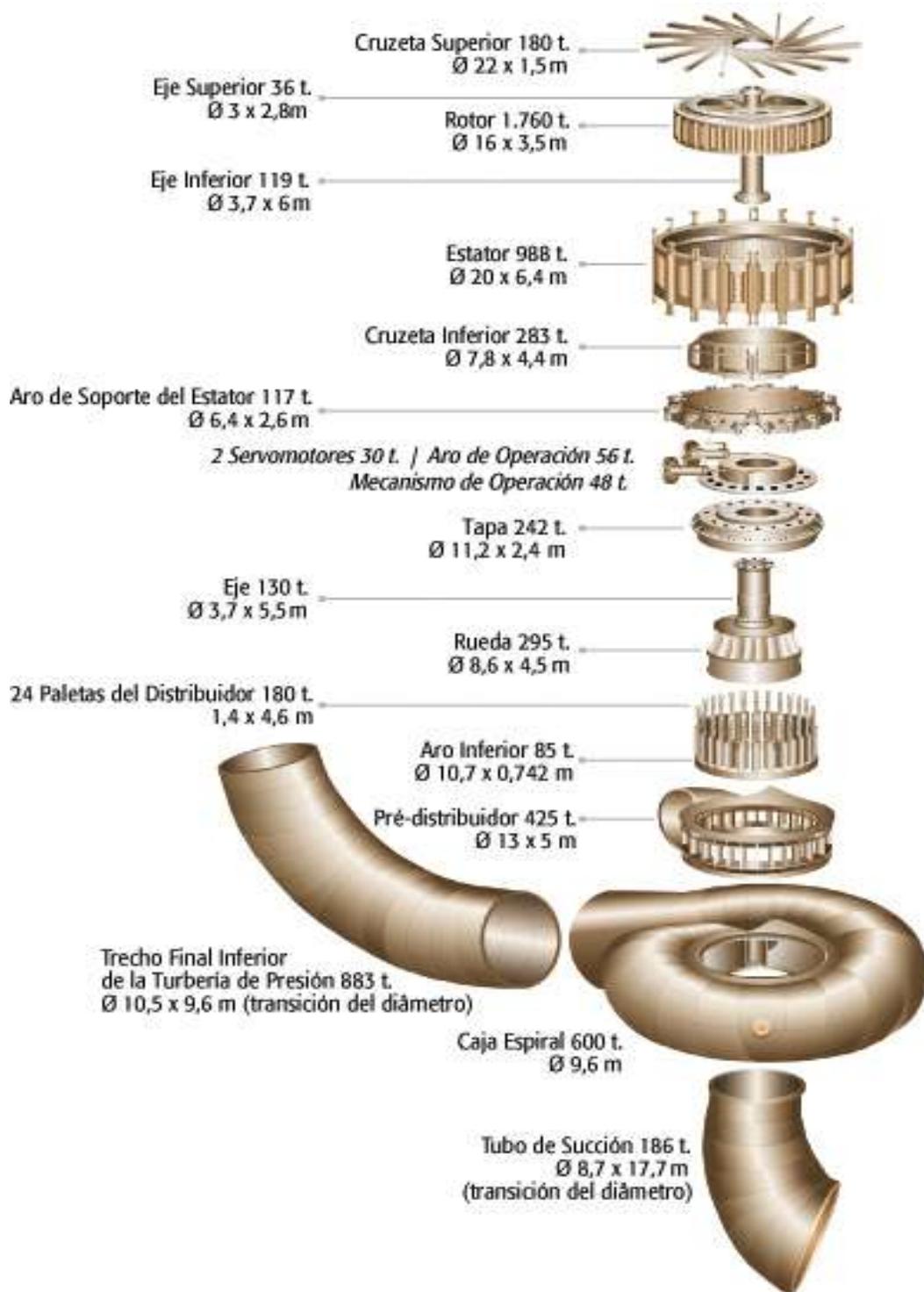
**Figura 4. Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza de la caverna de la ménsula superior.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

Como se explicó con anterioridad, la falla con mayor frecuencia es el aumento de la temperatura de los equipos de disipación térmica, lo que conlleva a aplicar actividades de mantenimiento, no siendo ésta la anomalía más grave.

Dichas unidades presentan una pequeña inclinación que al estar excitada por la energía mecánica, genera pequeñas vibraciones en las paletas del distribuidor (todo esto ocurre en el interior de la caja espiral) generando vibraciones con una intensidad y a una resonancia determinada que han causado la reproducción de micro fracturas en el rotor.

El rotor, es la parte móvil conectada al eje de la turbina. (Ver Figura 5. Componentes y configuración de una Unidad Generadora modelo Francis para Centrales Hidroeléctricas).



**Figura 5. Componentes y configuración de una Unidad Generadora modelo Francis para Centrales Hidroeléctricas.**

**Fuente: Manual del Ingeniero Mecánico-Edición 2008.**

El rotor puede estar constituido por un imán permanente o más frecuentemente, por un electroimán. Un electroimán es un dispositivo formado por una bobina enrollada en torno a un material ferromagnético por la que se hace circular una corriente, que produce un campo magnético. En el caso concreto de esta serie de unidades generadoras el campo magnético es producido por un electroimán, ya que, tiene como ventaja ser más intenso que el de uno producido por un imán permanente y además su intensidad puede regularse.

Posiblemente la causa (ya que el origen de la falla no ha sido determinado ni certificado en su totalidad, son suposiciones basadas en observaciones de anomalías probablemente causadas por la falla principal) las cuales hayan surgido durante la etapa de instalación.

Si bien el desgaste progresivo ha sido mitigado a través de la aplicación de parches metálicos, los cuales son soldados y posteriormente atornillados, es soldada con el fin de reforzar la estructura metálica y atornillada no solo como refuerzo sino que brinda una pequeña holgura de movimiento entre las partes lo a su vez ayuda a disipar la energía cinética. (Ver Figura 5. Componentes y configuración de una Unidad Generadora modelo Francis para Centrales Hidroeléctricasy Figura 6. Componentes y configuración de una Unidad Generadora modelo Francis para Centrales Hidroeléctricas).



**Figura 6. Componentes y configuración de una Unidad Generadora modelo Francis para Centrales Hidroeléctricas.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

Otra consecuencia que se puede percibir es el incremento de temperatura ambiental y del índice de **Temperatura Globo Bulbo Húmedo**, debido a la fricción adicional que se experimenta entre los componentes.

Aunque la integridad física y la disponibilidad de las unidades generadoras son sumamente importantes. No es lo primordial, ya que, la prioridad en las actividades de mantenimiento siempre ha sido y debe ser la salud y la integridad de los trabajadores.

La consecuencia que cobra mayor relevancia producto de esta anomalía es:

- El incremento de la temperatura es la anomalía que influye con mayor fuerza en los retrasos de la reincorporación de las unidades. Debido a que

para realizar las labores de mantenimiento es necesario cumplir con las condiciones mínimas dispuestas en la ley del trabajo en el código de trabajo en espacios calurosos y la norma COVENIN 2254:1995 Calor y Frio Límites Máximos Permisible de Exposición en Lugares de Trabajo, dado que son las normas que regulan en la República Bolivariana de Venezuela las condiciones de trabajo en dichas aéreas (los espacios calurosos). Ver Figura 7. Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza de la parte interna de la caverna la Unidad Generadora y Figura 8. Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza (extracción del aceite con la ayuda de trapos adsorbentes) de la parte interna de la caverna la Unidad Generadora.



**Figura 7. Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza de la parte interna de la caverna la Unidad Generadora.**

**Fuente: Elaboración Propia.**



**Figura 8. Trabajador del Departamento de Servicios Generales en labores de limpieza (extracción del aceite con la ayuda de trapos adsorbentes) de la parte interna de la caverna la Unidad Generadora.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

### **Objetivos de la investigación.**

Para el desarrollo del presente trabajo se desea cumplir los objetivos que se indican a continuación.

#### **Objetivo General.**

Evaluar los niveles de carga térmica existente en las ménsulas superior e inferior de las unidades generadoras que operen bajo régimen de trabajo especial que se encuentran instaladas en la casa de maquina número 2 de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” (Macagua).

## **Objetivos Específicos.**

1. Describir las anomalías técnicas existentes en las unidades de régimen de trabajo especial.
2. Determinar las posibles alteraciones del organismo que pudiesen sufrir los trabajadores, debido a la exposición durante desarrollo de su jornada laboral en el interior de las unidades generadoras que operan bajo régimen de trabajo especial en las instalaciones de la casa de máquina número 2 de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” (Macagua).
3. Determinar los niveles de cargas térmicas presentes en las cavernas de las ménsulas superior e inferior de las unidades generadoras que operan bajo régimen de trabajo especial (se seleccionó la unidad generadora número 8).
4. Determinar la relación numérica entre TBS Y TGBHi en el interior de las unidades generadoras que operen bajo régimen especial (se seleccionó la unidad generadora número 8).

Desarrollar y analizar gráficas comparativas con los datos obtenidos en dichas unidades.

5. Proponer mejoras viables desde el punto de vista técnico-económico desde el punto de vista de la situación actual de la corporación

## Justificación

Para llevar a cabo cualquier actividad laboral, bien sea regular o especial (entiéndase como actividad especial cualquiera actividad planificada o no planificada que se realice de manera esporádica o que represente un alto grado de riesgo para la salud del trabajador), es necesario la aprobación de la coordinación de seguridad industrial.

Una de las actividades que presenta mayor riesgo en las instalaciones de casa de máquina número 2, es el mantenimiento (de cualquier tipo, bien sea preventivo o correctivo) que se realiza en el interior de las unidades generadoras, en específico las que se desarrollan en las unidades que operan bajo régimen especial.

Es por ello que se deben realizar una serie de mediciones y posteriormente informar a los trabajadores cuales son las condiciones de trabajo (desde el punto de vista térmico), la información que se le da los trabajadores es:

1. Cuál es el valor de la temperatura del aire (TBS).
2. Cuál es el valor del TGBHi.

Una vez realizada la exposición de la información obtenida, es necesario indicarles si es recomendable o no realizar las labores dentro de la unidad. De ser posible, se debe indicar:

1. Bajo qué régimen de trabajo se debe desarrollar la actividad.
  - Cuál es el lapso de tiempo permitido de trabajo y de descanso.

2. Cual es plazo de tiempo necesario para aclimatación del organismo (tiempo que necesita el organismo para reducir parcialmente su temperatura y no sufrir daños permanentes).

3. Cual es plazo de tiempo necesario para la relajación del organismo (cuál es el tiempo que necesita el organismo para relajarse).



**Figura 9. Toma de temperatura en el interior de la Unidad Generadora.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

Los trabajadores de cada coordinación y departamento involucrado en estas actividades de mantenimiento (coordinación y departamento de mantenimiento mecánico, coordinación y departamento de mantenimiento eléctrico, coordinación de servicios generales y coordinación de seguridad industrial) se han dado cuenta a través de análisis, racionamientos y discusión (no estructuradas) que existe una relación numérica entre los

valores del TBS y los valores de TGBH, estas interrogantes que surgen durante estas charlas son la razón de ser de este trabajo, ¿numéricamente cuál es la relación entre el TBS y el TGBH?, observar la Figura 9: Toma de temperatura en el interior de la Unidad Generadora.

### **Delimitación.**

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en la Coordinación de Seguridad Industrial (CSI), adscrito a la Superintendencia de Planta Macagua, en estas instalaciones se realizó la captura de los parámetros asociados a los ambientes donde la Coordinación interviene, en esta oportunidad se tomó concretamente dentro de la casa de maquina número 2 de dicha central hidroeléctrica. Para ser más específico en estudio se realizó en la elevación 10.50 que es la elevación en donde se encuentran las unidades generadoras de dicha casa de máquina.

## **CAPÍTULO II.**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA.**

El presente capítulo muestra una descripción general de CORPOELEC centrándose como punto primordial en la Central Hidroeléctrica Francisco de Miranda (Caruachi), donde se manifiestan las actividades que realiza, su misión, visión, objetivos y estructura organizativa.

CORPOELEC, Empresa Eléctrica Socialista, adscrita al Ministerio del Poder Popular de Energía Eléctrica, es una institución que nace con la visión de reorganizar y unificar el sector eléctrico venezolano a fin de garantizar la prestación de un servicio eléctrico confiable, incluyente y con sentido social. Este proceso de integración permite fortalecer al sector eléctrico para brindar, al soberano, un servicio de calidad, confiable y eficiente; y dar respuestas, como Empresa Eléctrica Socialista, en todas las acciones de desarrollo que ejecuta e implanta el Gobierno Bolivariano.

CORPOELEC se crea, mediante decreto presidencial N° 5.330, en julio de 2007, cuando el Presidente de la República, Hugo Rafael Chávez Frías, establece la reorganización del sector eléctrico nacional con el fin de mejorar el servicio en todo el país. En el Artículo 2 del documento se define a CORPOELEC como una empresa operadora estatal encargada de la realización de las actividades de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de potencia y energía eléctrica.

Desde que se publicó el decreto de creación de CORPOELEC, todas las empresas del sector: EDELCA, La EDC, ENELVEN, ENELCO, ENELBAR, CADAFE, GENEVAPCA, ELEBOL, ELEVAL, SENECA, ENAGEN, CALEY, CALIFE Y TURBOVEN, trabajan en sinergia para atender el servicio y avanzar en el proceso de integración para garantizar y facilitar la transición armoniosa del sector.

Ante la creciente demanda y las exigencias del Sistema Eléctrico Nacional, SEN, el Ejecutivo Nacional crea al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica MPPEE, anunció hecho desde el Palacio de Miraflores por el Presidente de la República Hugo Rafael Chávez Frías, el 21 de octubre de 2009. La información fue publicada en la Gaceta Oficial número 39.294, Decreto 6.991, del miércoles 28 de octubre. En ella se informa que el titular de esta cartera tendrá entre sus funciones ser la máxima autoridad de CORPOELEC. "Vamos a fortalecer y reimpulsar el sistema eléctrico nacional", enfatizó el máximo líder de la Revolución Bolivariana de Venezuela.

En el decreto 5.330 el ente rector de la política eléctrica era el Ministerio del Poder Popular para la Energía y el Petróleo, MENPET. Ahora CORPOELEC está bajo la tutela del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, MPPEE. El 12 de julio del 2010, en la Gaceta Oficial 39.463, se aprueban las modificaciones a este decreto que enfatiza la necesidad de dar un mayor impulso a la fusión de las filiales de CORPOELEC en una persona jurídica única. Allí se establece el 30 de diciembre de 2011 como la fecha tope para la integración definitiva.

CORPOELEC tiene como objetivo redistribuir las cargas de manera que cada empresa (CADAFE, ENELBAR, ENELVEN, CALIFE, La EDC, EDELCA, CVG, ENELCO, SENECA, ELEBOL, ELEGUA, ELEVAL, ENAGEN y

CALEY) asuma el liderazgo en función de sus potencialidades y fortalezas. En la actualidad el proceso de reagrupación avanza para la conformación efectiva de equipos de gestión bajo una gran corporación, aprovechando los valiosos recursos humanos, técnicos y administrativos existentes en cada región.

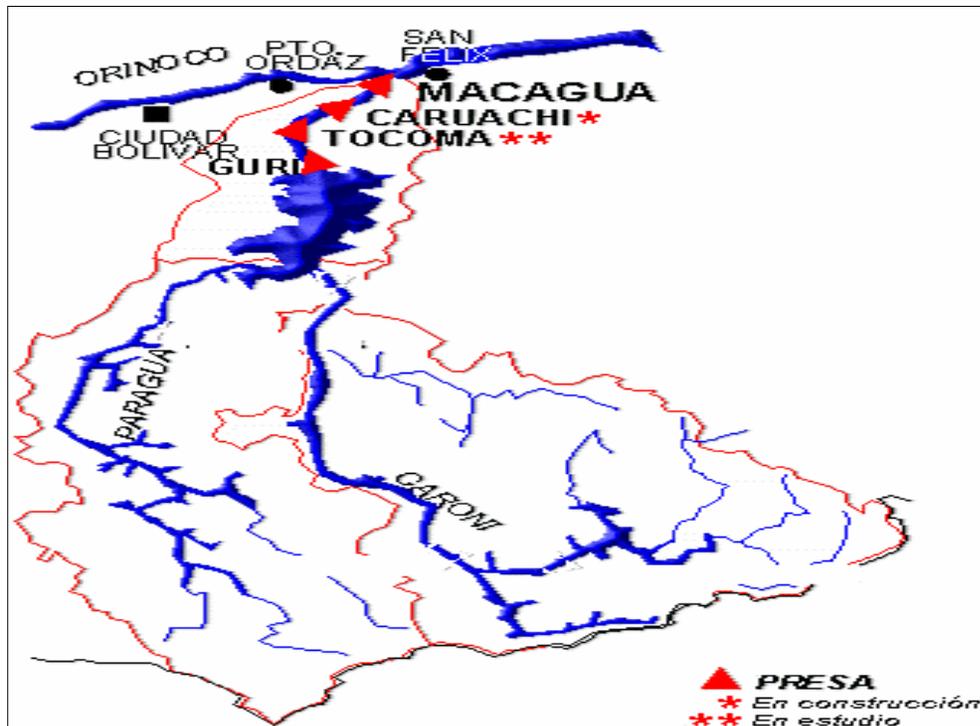
Desde la Asamblea Nacional, y bajo el liderazgo de la Comisión Permanente de Energía y Minas, se aprobó, en Primera Discusión, el Proyecto de Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico (LOSSE), instrumento legal que refuerza las líneas del Plan Estratégico del MPPEE, que busca, en un plazo menor a los cinco años, solucionar las deficiencias del SEN y realizar la efectiva reestructuración de CORPOELEC.

En referencia al MPPEE, su titular, Alí Rodríguez Araque, también Presidente de CORPOELEC, ha destacado que, por primera vez en la historia, Venezuela tiene un organismo que centraliza la planificación del sector eléctrico nacional para mejorar la operación del sistema, la calidad del servicio, y maximizar la eficiencia en el uso de las fuentes primarias de producción de energía, en beneficio de todo el país.

“La reestructuración resulta inaplazable” precisó el Ministro Rodríguez Araque. En concordancia con esa afirmación y siguiendo la planificación del MPPEE, el 11 de febrero de 2011 se inicia exitosamente la mudanza de los trabajadores y trabajadoras de Caracas a las distintas sedes operativas de CORPOELEC en El Marqués, San Bernardino, Chuao y El Rosal. Desde ese momento, 3.670 trabajadores de CORPOELEC, Región Capital, laboran, integradamente, desde sus nuevos puestos de trabajo. Esta experiencia constituye un hito trascendente en el proceso de unificación del sector eléctrico nacional en su avance hacia el cumplimiento de su compromiso legal de completar, para el 31 de diciembre de 2011, con el traspaso

definitivo de los activos de todas las empresas eléctricas y su integración total a CORPOELEC, Empresa Eléctrica Socialista, única organización responsable de la Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de la energía eléctrica en Venezuela.

**La Central Hidroeléctrica Macagua**, oficialmente conocida como Antonio José de Sucre, es una presa cuyo terraplén son secciones concretas a gravedad sobre el río Caroní en Ciudad Guayana, Estado Bolívar, República Bolivariana de Venezuela. Se encuentra a 10 km (6 millas) río arriba de la confluencia de los ríos Caroní y Orinoco, 81 km (50 millas) aguas abajo de la represa de Gurí y 22 kilómetros (14 millas) aguas abajo de la represa de Caruachi. Objetivo principal de la presa es la generación de energía hidroeléctrica, observar figura 10, figura 11, Figura #12.



**Figura 10. Ubicación Geográfica de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” (Macagua), EDELCA.**

Fuente: Intranet CORPOELEC (2012).



**Figura 11. Vista aérea de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”.**

Fuente: Intranet CORPOELEC (2012).



**Figura 12. Vista Canal de Descarga de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre.**

**Fuente: Intranet CORPOELEC (2012).**

La Casa de Máquinas está constituida por 12 Monolitos que albergan 12 unidades generadoras con Turbinas Kaplan, sus correspondientes Naves de Servicios y una Nave de Montaje de 60 m de longitud. La Nave de Generadores tiene un ancho de 25,65 m. y la Plataforma de Transformadores se ubicará a la Elevación de 64, 50 m.s.n.m. con un ancho de 32,15 m.

La Presa de Transición Derecha está ubicada entre la Presa de Enrocamiento con Pantalla de Concreto y la Casa de Máquinas y consta de 4 Monolitos con un ancho de 30 m. cada uno, medido a lo largo de la línea base. El Monolito Intermedio está ubicado entre el Aliviadero y la Casa de Máquinas con un ancho de 51,15 m y una altura de 53 m. La Presa Principal contiene las Estructuras de Toma y está formada por 12 Monolitos de 30 m. de ancho, los cuales se encuentran integrados con los correspondientes a la Casa de Máquinas. La Presa tiene una longitud de 360 m. Las estructuras de Toma cuentan con compuertas de mantenimiento y rejas anti basura, además de tres juegos de compuertas de emergencias. La Presa de Transición Izquierda está ubicada entre el Aliviadero y la Presa de Enrocamiento Izquierda.

El Aliviadero tiene una capacidad de descarga igual a la del Aliviadero de Guri, (30.000 m<sup>3</sup>/seg) con una longitud de 178,16 m., borde de descarga a la Elevación de 70,55 y nueve (9) compuertas radiales con dimensiones de 15,24 m. de ancho por 21,66 m. de altura. La Presa de Enrocamiento con pantalla de Concreto Derecha tiene una longitud de 900 m., una altura de 50 m. y conectará las estructuras de concreto con el estribo derecho; y la Presa de Enrocamiento Izquierda tiene una longitud de 4.200 m., una altura de 45 m. y conecta el estribo izquierdo con las estructuras de concreto.

El Edificio de Operación y Control (EOC) es uno de los elementos más importantes en la obra, destacando su concepción arquitectónica que integra 3 edificios en uno: el cuerpo bajo, donde se encuentra el Centro de Control y las oficinas de la Coordinación de Operaciones y los talleres; el cuerpo alto, donde se encuentran las oficinas de la Superintendencia y las Coordinaciones entre ellas la de Mantenimiento de Planta Física; ambos cuerpos unidos por pasarelas al núcleo de circulación vertical, donde se encuentra el área de servicios y los ascensores y escaleras para toda la estructura. Se trata de un Edificio Inteligente, ya que cuenta con un sistema electrónico el cual regula los niveles de temperatura, la iluminación y los sistemas de seguridad y prevención de accidentes.

### **Antecedentes.**

**En 1949** la firma de Consultores Burn&Roe Inc. realiza los estudios para el aprovechamiento del potencial hidroeléctrico del río Caroní, recomendando el desarrollo de la denominada parte baja del río, se dio inicio a la construcción de la primera central en los saltos inferiores para abastecer la demanda creciente de energía producto del desarrollo acelerado de las industrias básicas en la región.

Venezuela en ese entonces la urgente necesidad de contar con energía eléctrica en cantidades suficientes para el desarrollo económico y social del país, que además pudiera generarse a bajos costos y con garantías de previsión a largo plazo.

1949. Se concreta el primer anteproyecto de desarrollo del salto más bajo del río Caroní, que eventualmente culmina con la Construcción de Macagua I. En 1950 se inicia el Plan Nacional de Electrificación el cual, entre otras cosas,

contempla la adquisición por parte de la CVF de numerosas empresas de suministro de electricidad que operan en muchas partes del país en forma anárquica e ineficiente.

**1953.** El Estado Venezolano, en vista de las necesidades energéticas de los proyectos de desarrollo económico previstos para Guayana, resuelve crear una oficina especial (la Comisión de Estudios para la Electrificación del Caroní), con rango de Dirección, dependiente del Ministerio de Fomento, para desarrollar el Potencial energético del río Caroní ya para 1955, después de revisar todos los estudios efectuados hasta la fecha sobre el potencial energético del río, dicha Comisión define el primer anteproyecto de una central en el sitio denominado Macagua, cuya construcción comienza en 1956.

1959. Entra en funcionamiento la primera de seis unidades de Macagua I, marcando un hito en la historia hidroeléctrica nacional.

1961. Culmina la construcción de Macagua I, hoy Central Hidroeléctrica llamada Antonio José de sucre, con una capacidad instalada total de 360 MW. Macagua I, tuvo una gran significación en la región de Guayana, pues contribuyó poderosamente a crear un dinamismo industrial que aún no se detiene.

1963. La Comisión de Estudios para la Electrificación del Caroní, gerencia técnica de la CVG, se convierte en la empresa Electrificación del Caroní C.A. (EDELCA), teniendo a su cargo el aprovechamiento del potencial hidráulico de todos los ríos al sur del Orinoco. En este mismo año concluyen los estudios de desarrollo del Caroní aguas arriba de Macagua y se recomienda la construcción de una presa en el sitio denominado Cañón Nekuima.

1964. Se desvió el río Caroní hacia su margen derecha así comenzar a construirse la primera etapa de Guri.

1968. Entra en operaciones la primera de diez unidades de la Central Hidroeléctrica de Guri y continúan aceleradamente los trabajos en esa central.

1978. Concluye la primera etapa de Guri I, alcanzando su capacidad máxima de 2.065 MW.

1980. Comienza el proceso de construcción de la Etapa Final.

1984. Entra en operación primera unidad de la casa de máquinas II.

**1986.** La culminación de Guri, hoy Central Hidroeléctrica "Simón Bolívar"; constituyéndose en un hecho histórico. Al finalizar la obra, la capacidad instalada de esa central es de 10.000 MW, la más grande del mundo en ese momento y de la que ahora depende casi 70% de la energía que consume el país.

**1988.** Se inician los trabajos de construcción de la segunda etapa de la Central de Macagua, con dos Casas de Máquinas y una capacidad instalada de 2.540 MW, ya para el año de 1996 se completa el montaje de las unidades generadoras en Casa de Máquinas II y ocho unidades en la Casa de Máquinas III.

Con la culminación de Macagua II se conformó la Central Hidroeléctrica 23 de Enero, actualmente Antonio José de Sucre, inaugurada el 23 de enero de 1997 el Doctor Rafael Caldera, Presidente de ese entonces, inaugura la central Hidroeléctrica en homenaje al sistema democrático y a la continuidad administrativa, aportando a la producción eléctrica nacional 2.540

Megavatios la cual agrupa en sí a los Proyectos Macagua II y III. En febrero de 1991 se realiza el primer desvío del Río Caroní en el sitio de las obras de la Central Hidroeléctrica de Caruachi Hidroeléctrica Francisco de Miranda.

**1993.** Se inicia la construcción de las obras principales de la central Caruachi. Diez años después se da inicio a las labores de montaje de la primera unidad generadora, y así de esta manera, el 31 de marzo de 2006 se inaugura la Central Hidroeléctrica Francisco de Miranda con una potencia instalada de 2.160 MW.

En enero de **2002** se inician las obras preliminares del proyecto hidroeléctrico Tocoma, actualmente Manuel Piar en construcción, cuarto y último proyecto de aprovechamiento del potencial hídrico del Bajo Caroní y se estima su puesta en servicio comercial para el año 2012 con una Potencia total instalada de 2.160 MW.

En el año 2005 se certifica el proceso de generación de energía en las Centrales Hidroeléctricas de Gurí, Macagua y Caruachi con la Norma Venezolana Covenin ISO 9001:2000 y el Laboratorio de Materiales fue acreditado por Sencamer.

En el año **2006** se le otorga a la empresa la certificación internacional ISO 9000 en Gestión de la Calidad, ISO 14000 en Protección al Ambiente y OSA 18001 en Prevención de Riesgos Laborales, como reconocimiento al compromiso con la excelencia. En ese mismo año se inician los planes de diversificación de fuentes de energía, en la cual EDELCA incursiona en el proyecto de Energía Eólica impulsado por el gobierno venezolano para la Isla de Coche, estado Nueva Esparta.

El **31 de Julio de 2007**, por Decreto-Ley del Ejecutivo Nacional, se dispone la creación de la “Sociedad Anónima Corporación Eléctrica Nacional, S.A.”

(CORPOELEC), adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo, como una empresa estatal encargada de la realización de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de potencia de energía eléctrica. En el mismo se especifica que la Sociedad Mercantil CVG Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA) queda adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo como filial de la Corporación Eléctrica Nacional, S.A.

El decreto también establece que las empresas “Energía Eléctrica de Venezuela, S.A. (ENELVEN), Empresa Nacional de Generación, C.A. (ENAGEN), Compañía de Administración y Fomento Eléctrico, S.A. (CADAFE), CVG Electrificación del Caroní, C.A. (CVG EDELCA), Energía Eléctrica de la Costa Oriental del Lago, C.A. (ENELCO), Energía Eléctrica de Barquisimeto, S.A. (ENELBAR), Sistema Eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A. (SENECA), así como todas las demás empresas filiales de la Corporación Eléctrica Nacional, S.A., deberán en un plazo de tres años fusionarse en una persona jurídica única.

**El 8 de octubre de 2007**, según la Resolución 190 del Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo, EDELCA asume la construcción, operación y mantenimiento de las centrales hidroeléctricas que se encuentran en el territorio nacional, las cuales son: Leonardo Ruiz Pineda, Juan Antonio Rodríguez Domínguez y General José Antonio Páez, localizadas en los estados Barinas, Mérida y Táchira. Entre los proyectos por construir esta la segunda etapa del Desarrollo Hidroeléctrico Uribante-Caparo (DESURCA) –Centrales La Vueltona y Masparro-. Igualmente se asumen: la operación y mantenimiento de todas las líneas de transmisión de potencia y energía eléctrica en tensiones a 765 Kv y 400 Kv, la transmisión troncal a 230 Kv, y la operación y mantenimiento del sistema eléctrico de distribución

de la Región Sur, comprendida por los estados Bolívar y Amazonas, con la finalidad de solucionar la problemática energética de la zona.

A partir del **28 de julio de 2008** la denominación social de la empresa es Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA), esta deja de ser tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.), filial de la Corporación Eléctrica Nacional, adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo.

Ante la creciente demanda y las exigencias del Sistema Eléctrico Nacional, SEN, el Ejecutivo Nacional crea al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica MPPEE, anuncio hecho desde el Palacio de Miraflores por el Presidente de la República Hugo Rafael Chávez Frías, el 21 de octubre de 2009. La información fue publicada en la Gaceta Oficial número 39.294, Decreto 6.991, del miércoles 28 de octubre. En ella se informa que el titular de esta cartera tendrá entre sus funciones ser la máxima autoridad de CORPOELEC. "Vamos a fortalecer y reimpulsar el sistema eléctrico nacional", enfatizó el máximo líder de la Revolución Bolivariana de Venezuela.

En el decreto 5.330 el ente rector de la política eléctrica era el Ministerio del Poder Popular para la Energía y el Petróleo, MENPET. Ahora CORPOELEC está bajo la tutela del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, MPPEE. El 12 de julio del 2010, en la Gaceta Oficial 39.463, se aprueban las modificaciones a este decreto que enfatiza la necesidad de dar un mayor impulso a la fusión de las filiales de CORPOELEC en una persona jurídica única. Allí se establece el 30 de diciembre de 2011 como la fecha tope para la integración definitiva.

La reestructuración resulta inaplazable, precisó el Ministro Rodríguez Araque. En concordancia con esa afirmación y siguiendo la planificación del MPPEE, el 11 de febrero de 2011 se inicia exitosamente la mudanza de los trabajadores y trabajadoras de Caracas a las distintas sedes operativas de CORPOELEC en El Marqués, San Bernardino, Chuao y El Rosal. Desde ese momento, 3.670 trabajadores de CORPOELEC, Región Capital, laboran, integradamente, desde sus nuevos puestos de trabajo. Esta experiencia constituye un hito trascendente en el proceso de unificación del sector eléctrico nacional en su avance hacia el cumplimiento de su compromiso legal de completar, para el 31 de diciembre de 2011, con el traspaso definitivo de los activos de todas las empresas eléctricas y su integración total a CORPOELEC, Empresa Eléctrica Socialista, única organización responsable de la Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de la energía eléctrica en Venezuela.

### **Estructura organizativa.**

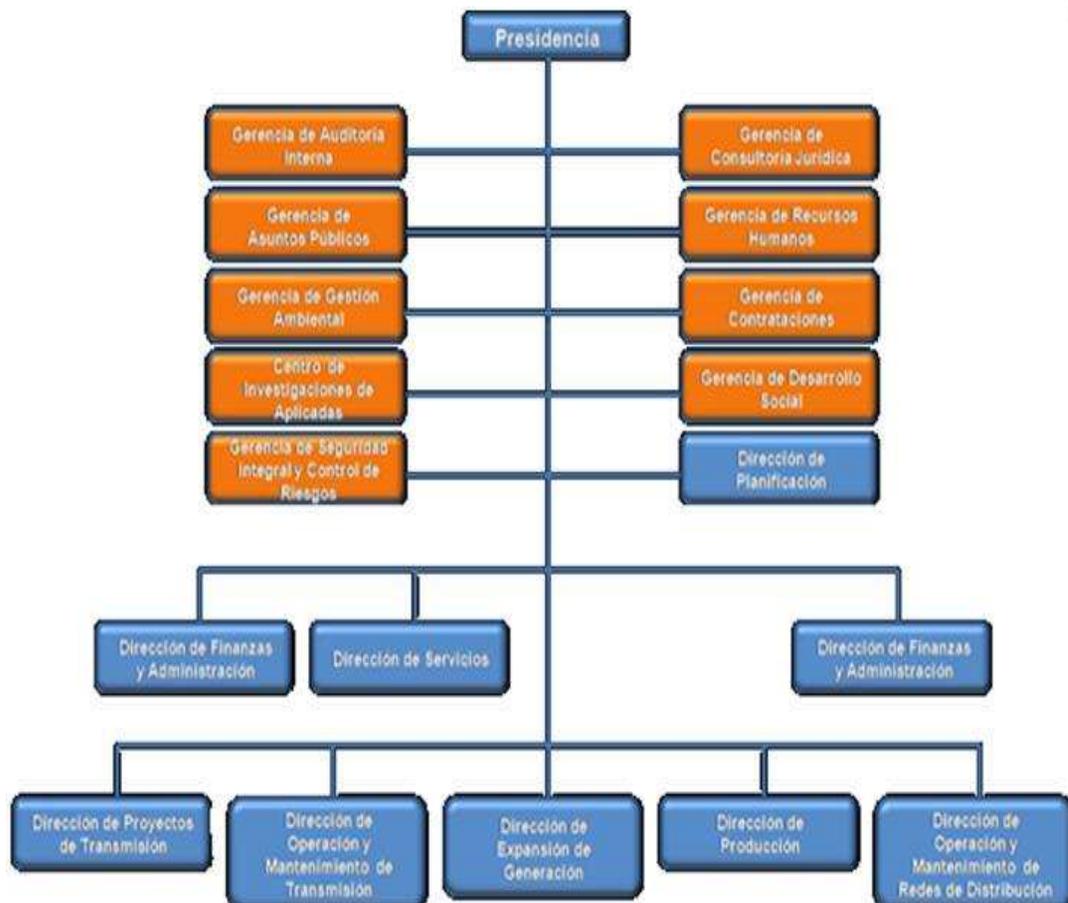
La empresa está dividida en tres niveles, ubicados en diferentes zonas del país y con funciones específicas para cada uno de ellos, los cuales se denominan:

**Nivel Central:** Se encuentra ubicado en Caracas, y posee los más altos poderes administrativo, de planificación general y de comercialización de contratos de energía eléctrica general y de comercialización de contratos de energía eléctrica.

**Nivel Regional:** Se encuentra ubicado en Puerto Ordaz, y sus funciones son las de administrar y supervisar las operaciones de las centrales Macagua y Guri, tiene a su cargo la Dirección del Despacho de Carga, la cual controla el suministro de energía eléctrica a todo el territorio nacional.

**Nivel Local:** Se encuentra ubicado en Macagua y Guri, y tiene como función principal, la correcta operación de las centrales de Macagua y Guri, supervisa la ejecución de los proyectos de estas en el ámbito de planta y campamento.

Observar el organigrama de la empresa, dispuesto en la Figura 13. Organigrama de Electrificación del Caroní.



**Figura 13. Organigrama de Electrificación del Caroní.**

**Fuente: Intranet CORPOELEC (2012).**

## Descripción del área de pasantía y trabajo asignado.

### Departamento de Seguridad Integral MACAGUA.

El Departamento en el cual se realizó el presente estudio está constituido por cuatro (4) secciones, las cuales se denominan: Sección Centro-Occidente, Sección Sur-Oriente, Sección Macagua-Caruachi y Sección Guri-Tocoma. Siendo específicamente la Sección Macagua. Según lo indica la Figura 14. Organigrama Departamento de Seguridad Integral Macagua. En

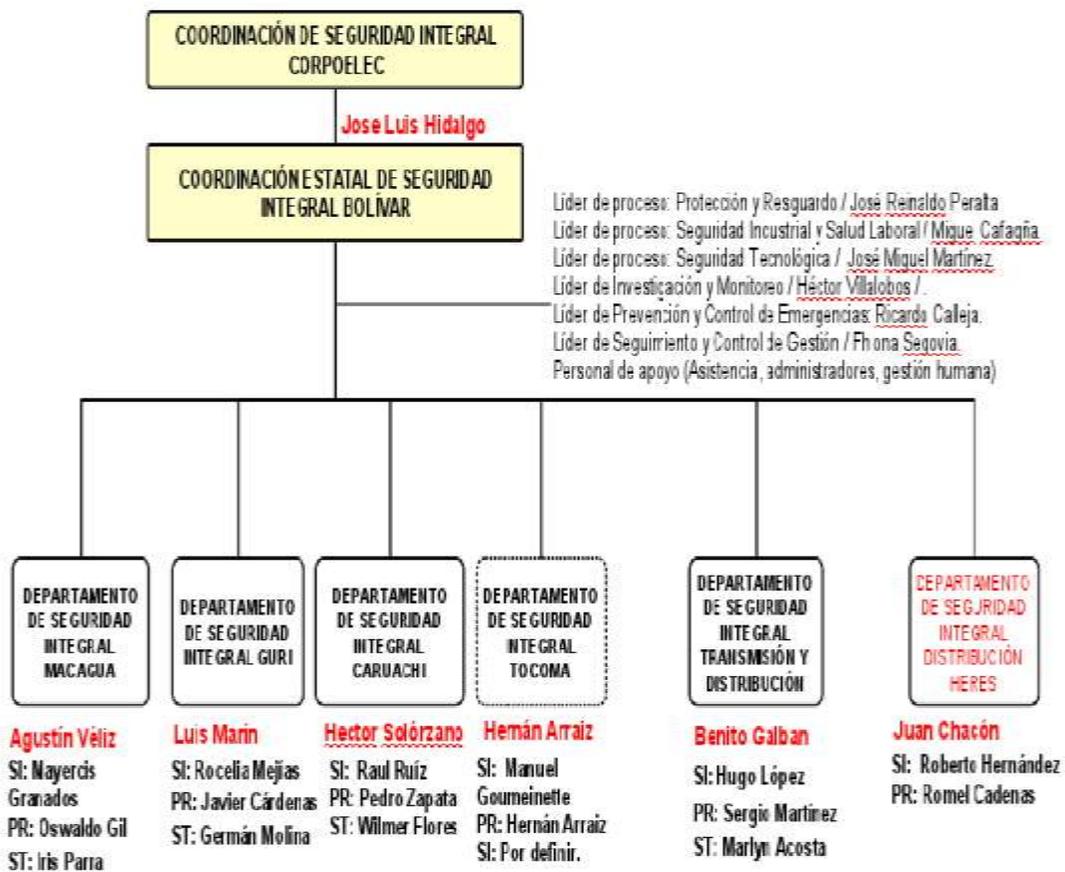


Figura 14. Organigrama Departamento de Seguridad Integral Macagua.

Fuente: Intranet CORPOELEC (2012).

## **Funciones del Departamento de Seguridad Integral MACAGUA.**

1. Recopilar y analizar la información sobre las necesidades derivadas de la gestión de prevención y control de los riesgos ocupacionales, así como la información de planes para CORPOELEC.
2. Ensamblar, validar y aprobar las propuestas de diseño de los planes de prevención y control de los riesgos ocupacionales.
3. Identificar y asignar los recursos requeridos para la ejecución de los planes de prevención y control de los riesgos ocupacional de CORPOELEC.
4. Identificar, programar y monitorear la ejecución de los planes y control de los riesgos ocupacionales de CORPOELEC.
5. Asesorar a las diferentes unidades de la empresa en la aplicación y desarrollo del programa de Salud Ocupacional.
6. Elaborar y actualizar las estadísticas de Morbilidad de los diferentes grupos de trabajadores.
7. Coordinar y supervisar la asistencia de los trabajadores al servicio Médico Preventivo.
8. Planificar, desarrollo y supervisar en coordinación con la unidad de Motivación y Divulgación el programa de Adiestramiento de Salud Ocupacional.
9. Coordinar y ejecutar la elaboración del informe de gestión de la Unidad de Salud Ocupacional.

## **Misión.**

CORPOELEC es prestadora de un servicio eléctrico en condiciones de eficiencia, calidad equidad social y equilibrio económico, en armonía con el ambiente, con gente competente y comprometida con el desarrolla y el bienestar del pueblo de los estados Zulia y Falcón.

## **Visión.**

Ser reconocida por la calidad del servicio eléctrico la integridad de su gente y su compromiso con el pueblo, promotora de los usos eficientes de los recursos humanos energéticos.

## **Valores.**

- **Respeto:** Trato justo, digno y tolerante, valorando las ideas y acciones de las personas, en armonía con la comunidad, el ambiente y el cumplimiento de las normas, lineamientos y políticas de la Organización.
- **Honestidad:** Gestionar de manera transparente y sincera los recursos de la empresa, con sentido de equidad y justicia, conforme al ordenamiento jurídico, normas, lineamientos y políticas para generar confianza dentro y fuera de la organización.
- **Responsabilidad:** Cumplir en forma oportuna, eficiente y con calidad los deberes y obligaciones, basados en las leyes, normas y procedimientos establecido, con lealtad, mística, ética y profesionalismo para el logro de los objetivos y metas planteadas.
- **Humanismo:** Valoración de la condición humana, en la convivencia solidaria, sensibilidad ante las dificultades, necesidades y carencias de los demás, manifestada en acciones orientadas al desarrollo integral y al bienestar individual y colectivo.

- **Compromiso:** Disposición de los trabajadores y la organización para cumplir los acuerdos, metas, objetivos y lineamientos establecidos con constancia y convicción, apoyando el desarrollo integral de la Nación.
- **Solidaridad:** Actitud permanente y espontánea de apoyo y colaboración para contribuir a la solución de situaciones que afectan a los trabajadores y comunidades, para mejorar su calidad de vida.
- **Humildad:** Capacidad de reconocer y aceptar las fortalezas y debilidades, expresadas en la sencillez de los trabajadores, que permita la apertura al crecimiento humano y Organizacional.

### **Objetivos de la empresa.**

CORPOELEC está concebida como una empresa de suministro de grandes bloques de energía, tanto para la zona de desarrollo de Guayana a través del Sistema Eléctrico, como para la zona central del país, mediante el Sistema Interconectado Nacional, el cual tiene como objetivo lograr que las principales empresas generadoras del país, intercambien su energía entre sí, para superar problemas de déficit de generación en las horas en que la demanda de energía se hace mayor.

El objetivo principal de CORPOELEC, es el desarrollo hidroeléctrico y la conservación integral de la cuenca del río Caroní, por esto se ha dedicado a la tarea de desarrollar los aprovechamientos hidroeléctricos en las áreas factibles de estas cuencas y la región Guayana en general. CORPOELEC debe planificar, proyectar, administrar y explotar las plantas hidroeléctricas y sistemas de transmisión necesarios para el aprovechamiento y desarrollo

integral del potencial hidroeléctrico del río Caroní, con el fin de poner a disposición de la región y el país, energía eléctrica en las mejores condiciones posibles, en cuanto a cantidad y precio.

**Generales.**

- Generar y transmitir energía eléctrica en forma confiable, segura y con altos estándares de calidad.
- Desarrollar y construir los proyectos necesarios de acuerdo al crecimiento de la población para cubrir la demanda eléctrica nacional.

**Específicos.**

- Producción de Energía: operar y mantener las instalaciones existentes para el óptimo aprovechamiento.
- Construcción de Obras, Generación y Transmisión: expandir la capacidad de generación y transmisión de energía hidroeléctrica.
- Eficiencia: elevar la eficiencia en el área operativa y administrativa.
- Ventas: maximización del volumen de ventas aumentando su calidad y confiabilidad de servicios.
- Recursos Humanos: elevar el nivel técnico con respecto a la administración de sus recursos humanos.
- Generar beneficio económico, incrementando el valor de la empresa.
- Lograr la satisfacción de los clientes para apoyar el desarrollo del país.

## **Descripción de las actividades que desarrolla la empresa.**

La represa de Macagua, también conocida como Antonio José de Sucre forma parte del parque que genera energía eléctrica en el Estado Bolívar. Está integrado por tres etapas: Macagua I, que tiene 6 unidades pequeñas; Macagua II, que cuenta con 12 unidades; y la más nueva Macagua III, que posee 2 unidades.

El proceso generación se inicia con el potencial hídrico que está en el embalse, al ingresar este al rodete de la unidad atravesando los alabes se produce un movimiento giratorio en el eje y a su vez es transferido al rotor el cual gira dentro del estator, en torno a la excitatriz generándose energía eléctrica que es conducida al transformador de potencia para posteriormente a travesar las líneas de transmisión hacia cada sub-estación.

El complejo tiene la capacidad de generar 2880 Mw. Tiene una longitud de 322 m., y tiene 12 compuertas radiales de 22 m. de ancho y 15,6 m. de alto.

Para mantener el buen funcionamiento de las unidades es necesario llevar a cabo el proceso de mantenimiento que consiste en la ejecución de ciertas actividades mencionadas a continuación:

1. Limpieza del estator y rotor
2. Mantenimiento del cubículo de control y motores de la bomba
3. Mantenimiento del cubículo de control y motores del colector de polvo.
4. Inspección y mantenimiento del sistema de frenado.
5. Inspección del estator al lado de la ménsula superior.
6. Mantenimiento a las barras de alimentación del rotor.
7. Mantenimiento a los enfriadores.
8. Desplazamiento de las bases del estator.

9. Mantenimiento Mayor.
10. Mantenimiento mayor (Sello de la Turbina).
11. Inspección (Para ver si hay desgastes en el rodete o se encuentra en buen estado).
12. Supervisión de iluminación
13. Inspección diaria de la parte de operaciones para la detección de alguna fuga.
14. Mantenimiento del TDT (tablero de distribución de la toma).
15. Mantenimiento semestral a toda la unidad (en caso que amerite correcciones).
16. Limpieza general del módulo de control, revisión, ajustes de conexiones de tablero, modelo hidráulico de PLC.
17. Inspección general (en caso de alguna anomalía, corrección de fugas).
18. Trabajos de pintura a las grúas.
19. Inspección y mantenimiento de las grúas.
20. Izamiento y descarga de carga pesada.
21. Limpieza general al cubículo de seccionador de alimentación de las grúas auxiliares y principales.
22. Desmontaje y montaje de la cubierta del aire generador.
23. Desmontaje de las unidades generadoras.
24. Desmontaje de la ménsula superior e inferior.
25. Limpieza general de los pozos sumideros principal y auxiliar.
26. Limpieza general de los pozos de turbinas.
27. Limpieza general del cubículo de seccionador de alimentación de las grúas auxiliares y principales.
28. Limpieza general a las grúas Puente.
29. Limpieza del rotor y estator lado ménsula superior e inferior.
30. Trabajos de reparación en los pozos generadores.

## **Descripción de proceso del departamento de seguridad integral macagua.**

Este Departamento no posee un proceso estructurado como tal, sin embargo este actúa como soporte técnico y de asesoría para aquellas unidades que hacen una solicitud de su servicio, además de brindar la supervisión y aprobación de aquellas operaciones donde se requiere la asistencia de inspectores de seguridad con el fin de verificar la realización de los trabajos de modo seguro, eficiente y correcto motivo por el cual se les hace necesaria la comprensión de la dinámica de una gran cantidad de trabajos dentro de las instalaciones de CORPOELEC, para así identificar de manera correcta aquellos riesgos implícitos en la ejecución de cada labor, permitiendo así ofrecer los distintos correctivos o medidas de prevención y control destinadas a proteger la salud e integridad física de las personas.

### **Glosario de términos.**

- **Carga Térmica:** Se entiende por carga térmica a la suma de la carga térmica ambiental y el calor generado en los procesos metabólicos.
- El objeto de controlar la carga térmica es determinar la exposición o no del trabajador a calor excesivo en los puestos de trabajo que se consideren conflictivos.
- **Condición Insegura:** Es cualquier situación o característica físicas o ambientales previsible que se desvían de aquella que es aceptable, normal, correcta o capaz de producir un incidente.
- **Covenin:** Significa Comisión Venezolana de Normas Industriales; es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país.

- **Energía térmica:** o calorífica es la parte de energía interna de un sistema termodinámico en equilibrio que es proporcional a su temperatura absoluta y se transfiere en forma de calor en procesos termodinámicos. A nivel microscópico y en el marco de la Teoría cinética, es el total de la energía cinética media presente como el resultado de los movimientos aleatorios de átomos y moléculas, que desaparecen en el cero absoluto.
- **Equipos de Protección Personal:** Son elementos de uso individual, destinados a dar protección al trabajador contra el riesgo de accidentes y enfermedades.
- **Evaluación de Riesgo:** Son todas aquellas actividades que se realizan para determinar cuantitativa y cualitativamente la potencialidad de daño de los riesgos y determinar la probabilidad de ocurrencia.
- **Exposición:** Es la frecuencia con que se presenta la situación o riesgo siendo tal que el primer acontecimiento indeseado inicia a la secuencia del accidente.
- **Factores de Riesgos:** Son aquellos agentes físicos, químicos, biológicos, mecánico y condiciones ergonómicas que pueden generar alteración a la salud o enfermedades ocupacionales.
- **Informe de stress térmico:** Son todos aquellos formatos que permitan la valoración del estrés por calor y del golpe de calor, se emplean para evaluar el riesgo de seguridad y salud de los trabajadores, El proceso de toma de decisión, las condiciones bajo las cuales se cree que casi todos los trabajadores adecuadamente hidratados y en buenas condiciones de salud pueden estar expuestos repetidamente sin presentar efectos adversos en su salud.
- **Riesgo:** Posibilidad o probabilidad de que ocurra un incidente.
- **Seguridad Industrial:** Es la ciencia que se encarga de prevenir los riesgos de sufrir accidentes laborales, con la finalidad de brindar y garantizar el bienestar y la integridad física del trabajador, materiales y equipos.

- **Seguridad:** Es el grado ideal de compenetración del hombre consigo mismo y con el ambiente que lo rodea donde su salud, integridad física y la satisfacción de toda sus necesidades estén garantizadas por un margen del 100% de probabilidades.

- **Sensación de calor:** La sensación térmica es la sensación aparente que las personas tienen en función de los parámetros que determinan el ambiente en el que se mueven, que son:

- Temperatura seca y húmeda.
- Temperatura radiante media o temperatura de bulbo negro.
- Temperatura húmeda o humedad relativa del aire.
- Velocidad del aire.
- Relación del aire y el ambiente.

**Así como en función de sus parámetros personales:**

- Índice metabólico, el calor producido por el cuerpo.
- Índice de indumento, abrigo que proporciona la ropa.

- **TBH:** la **Temperatura de Bulbo Húmedo** es aquella que es medida por un termómetro que tiene el bulbo envuelto en un paño de algodón empapado de agua. Al proporcionarle una corriente de aire, el agua se evapora más o menos rápidamente dependiendo de la humedad relativa del ambiente, enfriándose más cuanto menor sea ésta, debido al calor latente de evaporación del agua.

- **TBS:** **Temperatura de bulbo seco** o **temperatura seca** es la medida con un termómetro convencional de mercurio o similar cuyo bulbo se encuentra seco.

- **TGBHi:** Índice de Temperatura de Globo de Bulbo Húmedo es el cruce entre la temperatura de bulbo húmedo (TBH), la temperatura de globo (TG) y la temperatura del aire de bulbo seco (TBS). El Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, establece:

“Para efectos del reglamento, se entenderá por carga calórica ambiental 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)”.

La carga Calórica Ambiental a que los trabajadores podrán exponerse en forma repetida, sin causar efectos adversos a su salud, será la que se indica en la tabla de Valores de Límites Permisibles (VLP) del índice TGBH, los que se aplicarán a trabajadores aclimatados, completamente vestidos y con provisión adecuada de agua y sal con el objeto de que su temperatura corporal profunda no exceda los 38 °C”.

- **Trabajo:** Es la prestación de todo servicio por el cual recibe una remuneración.

- **Temperatura de Globo (tg):** En Higiene industrial se utiliza el termómetro de globo, que consiste en un termómetro corriente de bulbo, termo resistencia o termopar cuyo elemento sensible se sitúa en el centro de una esfera hueca metálica pintada exterior e interiormente de color negro mate.

## CAPÍTULO III.

### MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan las consideraciones y conceptos que sirvieron de guía para llevar a cabo el presente estudio y logro de los objetivos.

#### **Bases teóricas del proceso.**

##### **Exposición industrial al calor.**

El equilibrio calórico del cuerpo humano en su forma más simple tiene relación con un problema físico del cuerpo y no químico, dado que la parte principal que se encuentra envuelta es la piel y no alguna glándula, está dado por la siguiente relación:

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

En que:

**S** = El rango de cambio de calor almacenado en el cuerpo en BTU / hora. Determina una temperatura de la piel igual a 37 °C.

**M** = Rango de metabolismo BTU / hora que es igual al metabolismo basal mas la actividad física. M siempre va a ser positivo ya que es el calor generado por el cuerpo.

**R** = Rango de intercambio de calor por radiación BTU / hora. Puede ser  $\pm$  si los sólidos presentes están a una temperatura más elevada que la del cuerpo.

**C** = Rango de intercambio de calor por convección de la piel en BTU / hora variará si la temperatura del aire  $t_a > t_p$  o la temperatura de la piel ganó calor por convección o  $t_a < t_p$  de la piel perdió calor por convección.

**E** = Rango de pérdida de calor por evaporación en BTU / hora, siempre será debido a la pérdida por sudor.

En esta ecuación M es siempre positivo, mientras que R y C pueden ser o positivos o negativos, dependiendo si el cuerpo está perdiendo o ganando calor. Se pierde calor cuando se irradia calor al medio de más baja temperatura o se gana si es el medio quién suministra calor al cuerpo. Tanto la variación en el metabolismo como la variación del calor perdido por el cuerpo, varían según varíe el medio ambiente y el organismo humano. Estas variaciones se muestran en la tabla más abajo. Para esta situación diremos que metabolismo es la velocidad de generación de calor por el cuerpo sometido a esfuerzo físico. Luego, en orden a mantener el equilibrio térmico del cuerpo, este debe perder calor a la misma velocidad que lo genera.

La velocidad de evaporación de calor perdido es siempre positiva, esto es, el cuerpo solo puede perder calor por este medio. No gana calor debido a la evaporación. Las pérdidas de calor por radiación y convección no necesitan explicación. Según lo explica la Tabla 1. Factores envueltos en la ecuación de Equilibrio Calórico.

El factor de calor almacenado S que es necesario para el equilibrio de la ecuación es siempre pequeño.

**Tabla 1. Factores envueltos en la ecuación de Equilibrio Calórico.**

<b>Factores envueltos en la ecuación de Equilibrio Calórico</b>		
<b>FACTOR</b>	<b>El Medio ambiente</b>	<b>El Cuerpo Humano</b>
<b>Metabolismo (M)</b>	Pequeño efecto	Actividad Peso Superficie expuesta Edad Sexo
<b>Evaporación (E)</b>	Temperatura de Bulbo Húmedo Temperatura de Bulbo Seco Velocidad	Habilidad de producir sudor Superficie del área Ropa utilizada
<b>Radiación (R)</b>	Diferencia de temperatura entre los cuerpos Emisibilidad de la superficie	Superficie del área Ropa utilizada
<b>Convección (C)</b>	Temperatura de Bulbo Seco Velocidad	Superficie del área Temperatura superficial del cuerpo principal Ropa utilizada

**Fuente: Manual informativo del: 1<sup>er</sup> taller de “El trabajo en ambiente con sobre carga térmica” Marzo 1995, PDVSA-UNEXPO-viceerrectorado Puerto Ordaz.**

## **Factores que influyen en el intercambio de calor.**

Para conocer los factores que influyen en el intercambio de calor, debemos examinar los tipos de exposición industrial al calor.

1) Encontramos una exposición al calor seco, que se da en las fábricas de hojalatas, fundiciones, fábricas de vidrio, etc., en donde se irradia calor al medio ambiente y se producen exposiciones a altas temperaturas pero por cortos tiempos. Se logra conseguir una aclimatación del trabajador a esas condiciones.

2) Exposición al calor húmedo, se dan en algunas minas subterráneas bajo el nivel del mar, tintorerías, industrias textiles, etc., y que se dan casos de irradiación de calor, de aire saturado de vapor de agua y en donde es muy difícil de mantener el equilibrio calórico del cuerpo, dado que sube la temperatura de la piel. (ejemplo: el baño turco).

En consecuencia, aparecen los factores ambientales. Estos son cuatro factores que influyen en el intercambio de calor entre el hombre y el ambiente, y son:

- 1.- Temperatura del aire.
- 2.- Velocidad del aire.
- 3.- Humedad relativa
- 4.- Temperatura media radiante de todos los sólidos presentes.

El problema de la exposición industrial al calor es aquel en el cual una combinación de estos cuatro factores produce una carga fisiológica anormal sobre el organismo, dificultando la mantención del equilibrio calórico del cuerpo.

## Valores del umbral límites para “estrés” calórico.

Estos valores umbrales límites se refieren a las condiciones del estrés calórico a las que se supone casi todos los trabajadores pueden estar expuestos en forma reiterada sin sufrir efectos adversos. Estos están basados en la suposición que todos los trabajadores están aclimatados, totalmente vestidos y con una provisión de agua y sal adecuados para funcionar en forma efectiva bajo las condiciones de trabajo dadas, sin que la temperatura central del cuerpo exceda los 38 °C. Como la medición de la temperatura central del cuerpo no resulta práctica para controlar la ganancia de calor de los trabajadores, es necesario cuantificar los factores ambientales que se correlacionan mejor con la temperatura central y con otras respuestas fisiológicas al calor.

Los valores umbrales límites permisibles (VULP) para la exposición al calor están dados en °C TGBH, se tabularon en la Tabla 2: Tabla VULP: Valores Umbrales Límites Permisibles °C TGBH.

**Tabla 2: Tabla VULP: Valores Umbrales Límites Permisibles °C TGBH.**

Tabla VULP: Valores Umbrales Límites Permisibles °C TGBH				
		Carga de Trabajo según costo energético (M)		
Trabajo regular de descanso		Liviana inferior a 325 Kcal / h	Moderada 350a450 Kcal/h	Pesada superior a 450 Kcal / h
Trabajo continuo		30,0	26,7	25,0
75% trabajo 25% descanso cada hora		30,6	28,0	25,9
50% trabajo 50% descanso cada hora		31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso cada hora		32,2	31,1	30,0

Fuente: Manual informativo del: 1<sup>er</sup> taller de “El trabajo en ambiente con sobre carga térmica” Marzo 1995, PDVSA-UNEXPO- vicerrectorado Puerto Ordaz.

Si los trabajadores están bajo control médico y si se ha establecido que son más tolerables al trabajo caliente que el trabajador promedio, están permitidas exposiciones superiores a la que aparecen en la Tabla 1-VULP.

Cuando la temperatura corporal profunda supere los 38 °C no se les debe permitir que continúen realizando el trabajo.

En estos momentos el índice de Temperatura de Globo de Bulbo Húmedo (TGBH) es la técnica más simple y adecuada para medir los factores ambientales.

La determinación de la TGBH requiere del uso de un termómetro de globo negro, un termómetro de bulbo húmedo natural (estático) y un termómetro de bulbo seco.

### **Mediciones del ambiente.**

Los instrumentos necesarios para determinar estos valores son un termómetro de bulbo seco, un termómetro natural de bulbo húmedo un termómetro de globo y un soporte. Las mediciones debe realizarse de la siguiente manera.

### **Para el Termómetro de Bulbo Seco y el Termómetro Natural de Bulbo Húmedo.**

El rango de para ambos termómetros deberá ser de -5°C a 50°C, con una precisión de  $\pm 0.5$  °C.

El termómetro de bulbo seco deberá estar protegido del sol y de toda otra fuente radiante de calor, sin restringir la corriente de aire alrededor del bulbo.

El paño del termómetro natural de bulbo húmedo debe mantenerse húmedo con agua destilada durante al menos media hora antes que se efectúe la lectura., para conseguir un adecuado acondicionamiento de las condiciones de trabajo del instrumento. El paño debe recubrir (envuelto) el bulbo del termómetro cubriendo el vástago hasta una distancia equivalente a la longitud del bulbo.

El vástago debe estar limpio y los paños nuevos deberán lavarse antes de ser usados.

### **Para el Termómetro de Globo.**

Debe emplearse un termómetro de globo constituido por una esfera de cobre hueca de 15 cm de diámetro, cubierta en su parte externa con una pintura negra mate o equivalente. El rango de medición del instrumento debe estar comprendido entre  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $100^{\circ}\text{C}$  con una precisión de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y debe fijarse en el centro de la esfera. Este termómetro deberá estar expuesto al medio que se desea medir, a lo menos unos 25 minutos antes de proceder a la lectura.

- 1) Para sostener a los tres instrumentos, se empleará un soporte de manera que no restrinja la corriente de aire alrededor de los bulbos y que los termómetros de bulbo húmedo y de globo no estén a la sombra.
- 2) Está permitido emplear cualquier tipo de sensor de temperatura que de una lectura idéntica a un termómetro de mercurio bajo condiciones similares.
- 3) Los termómetros deberán ubicarse de tal manera que las lecturas sean representativas de las condiciones donde los hombres están trabajando o descansando.

### **Categorías de cargas de trabajo.**

La carga total de calor está determinada por el calor producido por el cuerpo más el calor ambiental. En consecuencia, si el trabajo se realiza en condiciones ambientales calientes deberá establecerse la categoría de la carga de trabajo para cada tarea. Se evaluará la exposición límite de calor correspondiente a la carga de trabajo según la norma correspondiente y así proteger al trabajador de una exposición que supere el límite permisible.

La categoría de trabajo puede establecerse ubicando cada trabajo en la categoría de liviano, medio o moderado y pesado, según el tipo de operación, de la siguiente manera:

**Tabla 3: Categorías de Trabajo.**

<b>Categorías de Trabajo</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Valores</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
Liviano	Hasta 375 Kcal / h o 1490 BTU / h.	Control de máquina sentado o parado desarrollando trabajo liviano con mano o brazo.
Medio o moderado	Entre 375 a 450 Kcal / h o 1490 a 1780 BTU / h.	Caminar con moderadas acciones de levantar o empujar.
Pesado	Superior a 450 Kcal / h o 1780 BTU / h.	Trabajo de excavación con pico y pala.

**Fuente: Manual informativo del: 1<sup>er</sup> taller de “El trabajo en ambiente con sobre carga térmica” Marzo 1995, PDVSA-UNEXPO-viceerectorado Puerto Ordaz.**

1 BTU = 252 cal = 0.252 Kcal; 1 Kcal = 3.96 BTU

El límite permisible de exposición al calor para estas categorías de trabajo, será establecido según la Tabla 1-VULP

### Índice metabólico del trabajador.

La calificación del trabajo puede ser realizada midiendo el índice metabólico del trabajador mientras está cumpliendo su tarea o estimando su índice metabólico con ayuda de la Tabla 4 Tabla de Distribución de la Carga de Trabajo DCT, las Tabla 5: Calificación de los trabajos y Tabla 6: Costo Energético según el Tipo de Trabajo CETP.

**Tabla 4: Tabla de Distribución de la Carga de Trabajo DCT.**

Tabla de Distribución de la Carga de Trabajo DCT.	
Posición del cuerpo y movimiento	Kcal / min
Sentado.	0.3
Parado.	0.6
Caminando.	2.0 - 3.0
Caminando cuesta arriba.	Agregar 0.8 por metro ascendido
Tipo de Trabajo	Promedio en Kcal / min
<b>Trabajo con las manos:</b>	
Liviano.	4,4
Pesado.	0,9
<b>Trabajo con los brazos:</b>	
Liviano.	1,0

<b>Trabajo con ambos brazos:</b>	
Liviano.	1,8
Pesado.	1,9
Muy pesado.	2,5
<b>Trabajo con el cuerpo:</b>	
Liviano.	3,5
Moderado.	5,0
Pesado.	7,0
Muy pesado.	9,0

**Fuente: Manual informativo del: 1<sup>er</sup> taller de “El trabajo en ambiente con sobre carga térmica” Marzo 1995, PDVSA-UNEXPO-vice­rectorado Puerto Ordaz.**

**Tabla 5: Calificación de los trabajos.**

<b>Calificación de los trabajos</b>	
Trabajo liviano con las manos	Escribir, tejer
Trabajo pesado con las manos	Dactilografía
Trabajo liviano con dos brazos	Vaciado de metales, rastrillado de jardín, cepillado
Trabajo pesado con un brazo	Martillar clavos
Trabajo moderado con el cuerpo	Limpieza de pisos, sacudido de alfombras
Trabajo pesado con el cuerpo	Excavaciones, cortes de árboles, tendido de rieles

**Fuente: Manual informativo del: 1<sup>er</sup> taller de “El trabajo en ambiente con sobre carga térmica” Marzo 1995, PDVSA-UNEXPO-vice­rectorado Puerto Ordaz.**

**Tabla 6: Costo Energético según el Tipo de Trabajo (CETP).**

<b>Costo Energético según el Tipo de Trabajo(CETP).</b>	
Tipo de trabajo	Valor
Sentado	90 Kcal / h
De pié	120 Kcal / h
Caminando (5 km/hr sin carga)	270 Kcal / h
Escribir a mano o a máquina	120 Kcal / h
Limpiar ventanas	220 Kcal / h
Planchar	250 Kcal / h
Jardinería	336 Kcal / h
Andar en bicicleta	312 Kcal / h
Clavar con martillo (4., 5 kg, 15 golpes/min)	438 Kcal / h
Palear (10 veces por minuto)	468 Kcal / h
Aserrar madera (sierra de mano)	540 Kcal / h
Trabajo con hacha (35 golpes por minuto)	600Kcal / h

**Fuente: Manual informativo del: 1<sup>er</sup> taller de “El trabajo en ambiente con sobre carga térmica” Marzo 1995, PDVSA-UNEXPO-vice­rectorado Puerto Ordaz.**

### **Abastecimiento de agua con sal y vestimenta.**

Cuando el trabajador está expuesto al calor generado artificialmente, el agua para beber debe ser provista de tal manera que los trabajadores se sientan estimulados a beber en pequeñas cantidades en forma frecuente un vaso de unos 150 ml cada 15 a 20 minutos.

Para ello el agua debe mantenerse razonablemente fría, entre 10 a 15 °C y colocarse lo más cerca del lugar de trabajo. Si no están aclimatados, debe

suministrárseles como bebida agua con sal en una concentración de 0,1% o 1 gramo de sal (NaCl) por cada litro de agua. Esta sal agregada debe ser disuelta completamente antes que el agua se a distribuida.

En cuanto a la vestimenta o ropa de trabajo, los valores umbrales límites permisibles (VULP) al calor son válidos para ropa de verano liviana usada durante el trabajo realizado en condiciones ambientales de calor. Si esta es más pesada o impide la evaporación del sudor o tiene un grado de aislamiento superior, se reducirá la tolerancia del trabajador al calor y no serán aplicables los límites permisibles de exposición al calor de la tabla en referencia.

Para cada categoría de trabajo donde se requiera ropa especial, el límite de exposición permisible al calor deberá ser establecido por un experto. Los umbrales límites permisibles (VULP) recomendados para estrés calórico son válidos para trabajadores aclimatados y que son físicamente aptos.

## **Humedad.**

### **Humedad Absoluta (HA).**

Es la masa de vapor de agua contenida en la unidad de volumen de aire.

### **Concepto de Humedad Relativa. ( $H_R$ ).**

Se entiende por Humedad Relativa a la relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en una masa de aire y la que contendría esa masa de aire saturada a la misma temperatura, expresada en %, y la llamaremos  $H_R$ , luego,

$$H_r \frac{g}{G} (\%)$$

g es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire húmedo y G es la cantidad de vapor de agua en el aire húmedo saturado, pero a la misma temperatura.

### **Humedad Específica o Relación de Humedad. (H<sub>E</sub>)**

Es la relación de la cantidad de vapor de agua en el aire expresado en la unidad de peso respecto de la unidad de peso de aire seco:

$$H_E = \frac{\text{Kilogramo de vapor}}{\text{Kilogramo de aire seco}}$$

Se mide en kg de vapor / kg aire seco o lb de vapor / lb aire seco

### **Temperatura de Bulbo Seco (TBS).**

Se define como la temperatura que marca el termómetro común al alcanzar el equilibrio térmico con el aire.

### **Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH).**

Es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una gasa delgada empapada en agua y expuesto a los efectos de una corriente de aire intensa. Al pasar el aire a través de la gasa produce un cambio de estado.

Se produce la temperatura estática cuando el calor perdido por evaporación se iguala al calor sensible ganado por la convección del aire al agua. Las temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco se miden con un Psicómetro.

### **Temperatura de Globo (TG).**

Representa la temperatura radiante que se mide con un termómetro de globo. Cuando la  $T_g > T_{aire}$  indica que en ambiente existe una fuente de calor radiante, que eleva la temperatura interior del globo. Esta característica permite medir la radiación infrarroja.

### **Punto de rocío.**

Se define como la temperatura a la cual hay que enfriar una masa de aire para que se sature de vapor de agua.

### **Carta psicométrica.**

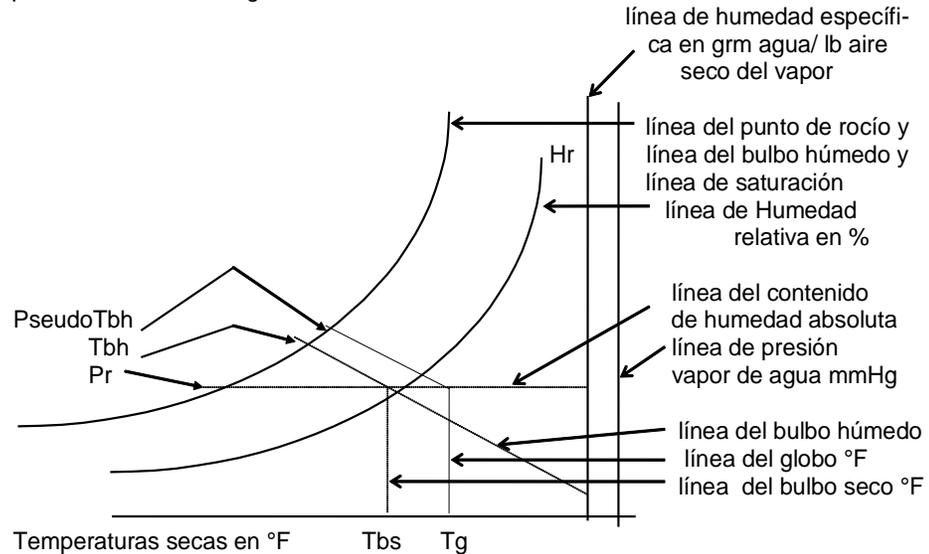
La carta Psicométrica utiliza tres ejes. Dos ejes paralelos verticales en los que se ubican la escala de la humedad específica o relación de humedad gramos de agua por libra de aire seco, primera de la izquierda y le sigue la escala de presión del vapor de agua en mm de Hg.

El eje horizontal muestra las temperaturas secas en °F y en ella se pueden encontrar la temperatura obtenida del termómetro de bulbo seco  $T_{bs}$  y la temperatura obtenida del termómetro de globo  $T_g$ .

Se utiliza la Pseudo temperatura de bulbo húmedo  $P_{t_{bh}}$  cuando existe calor radiante. Todo esto se puede observar de manera gráfica en la Figura 15: Línea del contenido.

Con ayuda de la carta Psicométrica y conocidas tres variables, permite conocer las restantes. La Carta Psicométrica relaciona las siguientes variables ( líneas):

- temperatura de bulbo seco  $T_{bs}$  (Dry Bulb) o temperatura del aire, con la
- temperatura de bulbo húmedo  $T_{bh}$ , (Wet Bulb) con la
- temperatura de globo  $T_g$ , con el
- Punto de rocío  $P_r$  (dew point  $D_p$ )
- Humedad relativa  $H_r$
- Temperatura efectiva  $T_{ef}$ .
- Temperatura efectiva corregida  $T_{efc}$



**Figura 15: Línea del contenido.**

**Fuente: Manual informativo del: 1<sup>er</sup> taller del “El trabajo en ambiente con sobre carga térmica” Marzo 1995, PDVSA-UNEXPO-vice-rectorado Puerto Ordaz.**

### **Criterios para calcular la temperatura efectiva (evaluación).**

Originalmente las escalas de temperaturas efectivas fueron concebidas como escalas de confort con el objeto de establecer que combinación de

temperatura de bulbo seco  $T_{bs}$ , que temperatura de bulbo húmedo  $T_{bh}$  y que velocidad del aire, podrían proporcionar la misma sensación subjetiva de calor o frío experimentada en un recinto de control saturado de vapor de agua, sin movimiento de aire y con una determinada temperatura de bulbo seco  $T_{bs}$ .

- **Criterio uno.** Con ausencia de una fuente radiante de energía.

Esto se consiguió en una sala de control, con HR igual al 100%,  $T_{bs}$  igual a 20°C con velocidad del aire igual a cero, generando bajo estas condiciones una sensación térmica de 30°C.

Existe el índice de temperatura efectiva TE, como índice de confort relativo determinado por sucesivas comparaciones de diferentes combinaciones de temperatura, humedad y aire en movimiento y que da una impresión relativa inmediata a la persona entrando a ese lugar de trabajo.

El valor numérico de esta TE para cualquier condición de aire dada, es fijada por la temperatura de una masa de aire saturado que da de inmediato la sensación de calor o frío. Esta TE queda definida por la referencia de la temperatura de bulbo seco TBS, la temperatura de bulbo húmedo TBH y la velocidad del aire sobre el gráfico "Corbata" como lo demuestra la Figura 16: Gráfico comparativos del Criterio uno.

Gráfico "Corbata -1"  
 Temperatura Efectiva Escala Normal  
 Trabajador en reposo y normalmente vestido

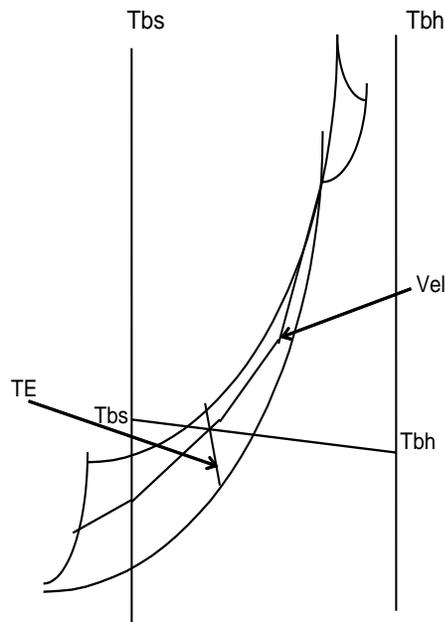
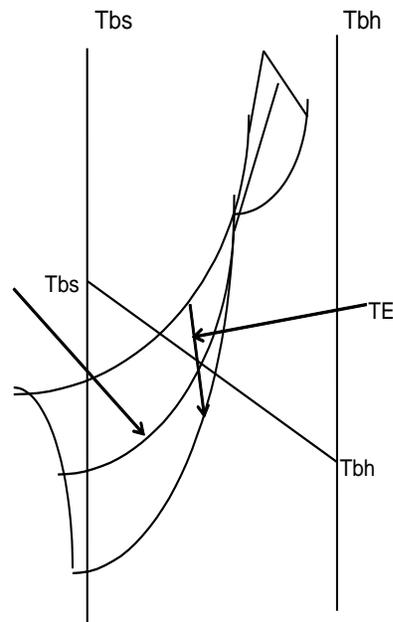


Gráfico "Corbata -2"  
 Temperatura Efectiva Escala Básica  
 Trabajador a torso desnudo



**Figura 16: Gráfico comparativos del Criterio uno.**

**Fuente: Manual informativo de: 1<sup>er</sup> taller de "El trabajo en ambiente con sobre carga térmica" Marzo 1995, PDVSA-UNEXPO-vice-rectorado Puerto Ordaz.**

La intersección entre la recta TBS - TBH y la curva velocidad del viento encuentra la recta de la TE

El criterio de las Temperaturas Efectivas sigue siendo válido aun cuando el sudor aparece, y en ausencia de una fuente radiante de calor, puede ser utilizada para algunas condiciones térmicas permisibles. Para ello podemos utilizar el gráfico "Corbata -1" Temperatura Efectiva Escala Normal, el que sirve en los casos de personas normalmente vestidas, sometidos a una moderada actividad y que incluye el efecto de la velocidad del aire en la sala.

Para encontrar la temperatura efectiva  $T_E$  en esta carta, una los puntos correspondientes a las temperaturas de bulbo seco TBS y de bulbo húmedo TBH. La intersección de estas líneas con la línea de la velocidad del aire determina la temperatura efectiva  $T_E$ .

- **Criterio dos.** Con una fuente radiante de energía. La temperatura efectiva  $T_E$  no considera el efecto de una fuente de calor radiante, a pesar que la radiación es una fuente de carga calórica al trabajador. La forma de medir esta energía de radiación, es por medio de la temperatura de globo  $T_g$ , la que se consigue por la absorción de esta energía radiante por la esfera con que está dotado dicho instrumento.

Para determinar la temperatura efectiva  $T_E$  en un ambiente de energía radiante, se utiliza el termómetro de bulbo seco, el termómetro de bulbo húmedo y el termómetro de globo, de la siguiente manera:

- 1) Determine la humedad absoluta del aire con el termómetro de bulbo húmedo determinando la temperatura de bulbo húmedo  $T_{bh}$  y la temperatura de bulbo seco  $T_{bs}$  con la carta Psicométrica.

- 2) Determine la Pseudo Temperatura de de bulbo húmedo, representada por la humedad absoluta  $HA$  y la temperatura de bulbo seco  $T_{bs}$ .

- 3) Determine la temperatura efectiva  $T_E$  representada por la Pseudo lectura del termómetro de bulbo húmedo y la lectura del termómetro de globo  $T_g$  utilizando el Gráfico "Corbata -1" Temperatura Efectiva Escala Normal, o el Gráfico "Corbata -2" Temperatura Efectiva Escala Básica, para trabajadores a dorso desnudo.

- **Criterio tres.** Índice de temperatura de globo TG y bulbo húmedo TGBH.

Es el criterio utilizado por el DS N° 594 es para dos condiciones de trabajo.

La primera condición es al aire libre con carga solar. Utiliza la siguiente ecuación, en la cual las temperaturas son todas en °C:

$$TGBH = 0,7 TBH + 0,2TG + 0,1 TBS$$

La segunda condición es al aire libre sin carga solar o bajo techos interiores. Utiliza la siguiente ecuación y todas las temperaturas son en °C:

$$TGBH = 0,7 TBH + 0,3 TG$$

En que **TBH**: temperatura de bulbo húmedo natural, en °C

**TG**: temperatura de globo en °C

**TBS**: temperatura de bulbo seco en °C

Estas temperaturas se consideraran una vez alcanzada una lectura estable en termómetro de globo, entre 20 y 30 minutos.

Los valores límites permisibles de Índice TGBH en °C se muestran en el Apéndice #4, Tabla 4 Tabla de Distribución de la Carga de Trabajo DCT, en la pág. 52.

Conocidos los TGBH, la exposición ocupacional al calor debe calcularse como exposición ponderada en el tiempo según:

$$TGBH = \frac{[(TGBH)_1 * t_1] + [(TGBH)_2 * t_2] + \dots + [(TGBH)_n * t_n]}{[t_1] + [t_2] + \dots + [t_n]}$$

En que los (TGBH)<sub>n</sub> son los diferentes TGBH encontrados en las distintas áreas de trabajo y descanso, en las que el trabajador permaneció durante la

jornada laboral, y los  $t_n$  los tiempos en horas de permanencia en las respectivas áreas.

Para determinar la carga de trabajo se deberá calcular el costo energético ponderado en el tiempo, considerando la Tabla 6: Costo Energético según el Tipo de Trabajo CETP, obtenemos la siguiente ecuación:

$$M = \frac{M_1 \times t_1 + M_2 \times t_2 + \dots + M_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

(promedio)

Siendo  $M_n$  los costos energéticos para las diversas actividades y los  $t_n$  tiempos diversos de descanso del trabajador en horas.

- **Criterio cuatro.** Índice de Haines & Hatch.

Es el criterio basado en una ecuación de

**Equilibrio calórico:**  $E = M \pm R \pm C$ .

H&H han propuesto un método físico para evaluar la magnitud de la carga calórica impuesta sobre los trabajadores según el ambiente considerado. Este procedimiento hace uso de coeficientes de intercambio de calor por radiación, convección y evaporación obtenidos sobre los hombres desnudos en laboratorio.

Este método también puede ser usado para determinar las medidas de control más efectivos a objeto de obtener condiciones ambientales dentro de los límites necesarios para mantener el balance calórico.

Este balance calórico establece 95°F de la piel es estar en confort.

$$\text{Exposición requerida} = M \pm 22 (t_w - 95) \pm 2 * V^2 (t_a - 95)$$

Este es el rango de pérdida de calor por evaporación necesaria para mantener el equilibrio calórico o para neutralizar la carga calórica. Es el rango máximo de pérdida de calor por evaporación factible en el ambiente, limitado por el valor 2400 BTU/hr que es aproximadamente equivalente a 4,5 litros de sudor. Este es el rango fisiológico máximo de la transpiración para la jornada de 8 horas de trabajo.

$$\text{La exposición máxima está dada por: } E_{\max} = 10,3 * V^{0,4} (42 - P_a)$$

En que: 42 es la presión parcial de vapor de agua en mm de Hg sobre la piel a 95 °F.

$P_a$  es la presión parcial de vapor de agua en el aire húmedo ( de la carta Psicométrica )  $t_w$  es la temperatura del medio radiante en °F =  $t_w^{0,4} * 10^{(-9)} + 0,103 * V^{1/2} ( t_g - t_a )$  en que la temperatura absoluta en °F =  $t^{\circ}\text{F} + 460$ .

95 °F = temperatura de la piel.

$t_a$  = temperatura del aire o temperatura del bulbo seco en °F.

$v$  = es la velocidad del aire en pie / min 22 (radiación),  $2 * V^{1/2}$  (convección),  $10,3 * V^{0,4}$  (evaporación), son los coeficientes de intercambio de calor por radiación, convección y evaporación respectivamente.

Finalmente conseguimos el Índice de evaporación:

$$\text{IE} = \frac{\text{Exposición requerida}}{\text{Exposición máxima}} * 100$$

El valor máximo es cuando  $IE = 100$  para un individuo vestido aclimatado y joven.

### **Técnicas para calcular la exposición industrial al calor.**

Las técnicas para calcular la exposición industrial al calor obligan a conocer las diferentes temperaturas ya definidas, ya que solo con ellas es posible entrara operar con los gráficos de la Carta Psicométrica y la Carta para el Control de Calor por Ventilación (de la corbata).

### **Cálculo de la Temperatura de Bulbo Seco (TBS).**

Dado que la Temperatura de Bulbo Seco se define como la temperatura que indica el termómetro común al alcanzar el equilibrio térmico con el aire, la obtención de esta se conseguirá por la utilización directa de este en el aire. En estas condiciones, conocida esta, estaremos en condiciones de preparar las variables tendientes a conseguir el valor de la temperatura efectiva.

### **Cálculo de la Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH).**

La determinación de la Temperatura de Bulbo Húmedo se consigue con la utilización del termómetro de bulbo húmedo, el que expuesto a una corriente de aire intensa con una gasa húmeda, la determina.

Esta se establece cuando el calor perdido por la evaporación iguala al calor sensible ganado por la convección del aire.

## **Cálculo de la Temperatura Radiante (TG).**

Dado que la temperatura de globo representa la temperatura radiante conseguida con el termómetro de globo, bastará determinarla con las técnicas debidas, para ser considerada como otra variable tendiente a conseguir la temperatura efectiva.

Si la temperatura de globo  $Tg^{\circ} > t$  aire, indica que en el ambiente existe una fuente de calor radiante. La radiación infrarroja se mide con este termómetro, dado que el calor por radiación actuando sobre el globo de color negro, eleva la temperatura interior de este que es detectada por un termómetro de bulbo seco ubicado en su interior.

Recordemos que Punto de Rocío se define como la temperatura a la cual hay que enfriar una masa de aire para que se sature de vapor de agua.

## **Riesgo al trabajar bajo niveles elevados de cargas calóricas.**

Además del estrés térmico por calor, intervienen:

El tiempo de exposición (duración del trabajo): si es largo, aun cuando el estrés térmico no sea muy elevado, el trabajador puede acumular una cantidad de calor peligrosa.

### **Factores personales.**

1) Falta de aclimatación al calor, obesidad, edad, estado de salud, toma de medicamentos, mala forma física, falta de descanso, consumo de alcohol,

drogas y exceso de cafeína, haber sufrido con anterioridad algún trastorno relacionado con el calor.

2) La falta de aclimatación al calor es uno de los factores personales más importantes. Los trabajadores no aclimatados pueden sufrir daños en condiciones de estrés térmico por calor que no son dañinas para sus compañeros que llevan tiempo trabajando en esas condiciones.

Ningún trabajador debería trabajar la jornada completa en condiciones de estrés térmico por calor sin estar aclimatado.

La aclimatación al calor hace que el cuerpo sea capaz de tolerar mejor los efectos del calor, ya que favorece los mecanismos de termorregulación fisiológica: aumenta la producción del sudor y disminuye su contenido en sales, aumenta la vasodilatación periférica. Con ello la temperatura central del cuerpo no se eleva tanto.

## **CAPÍTULO IV.**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se muestran los aspectos más resaltantes en relación al diseño metodológico empleado para llevar a cabo la investigación, describiendo el tipo de estudio, población y muestra, recursos y procedimientos empleados.

#### **Tipo de investigación.**

El presente estudio es **no experimental**, ya que:

**“Se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no se alteran las variables”. Hernández 1991 p. 184**

Según la definición anterior se formularon los objetivos de investigación y, se pudo observar el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, es decir, mediante la observación directa en la Coordinación de Mantenimiento de Planta física en el método utilizado para el control de inventario.

Se puede decir también que el tipo de estudio que se llevó a cabo, es de tipo **descriptivo-explicativo no experimental**, ya que:

**“Se permite describir situaciones y eventos. Es decir, cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir.”(Dankhe, 1986).**

Motivado a que la información contenida en el Sistema de Información Catastral (SIC), es proveniente de documentaciones que contiene la empresa como lo son; las Instrucciones de Trabajo, los Estándares de Mantenimiento, el Manual de Procedimientos internos del “Proceso Mantener”, los Planos Arquitectónicos y mediante la observación y verificación directa de cada uno de los elementos catastrados, de la forma que lo indica la formulación de los objetivos de la investigación.

También porque a partir de esta investigación, se logró formalizar un Sistema de Información Catastral (SIC), que permitirá simplificar los eventos asociados a la Preservación y Conservación del Edificio de Operación y Control (EOC), mediante el suministro de la información requerida.

Se considera de **tipo mixta**, debido a que es tanto experimental como documental.

El estudio fue realizado en su ambiente natural, es decir, durante la captura de todos los elementos asociados tanto a la Planta Física de generación como al tipo de intervención que se requerirá en el lugar sometido a estudio. Pero además esta información fue comparada y justificada con una data que se poseía con anterioridad y una data que se recogió durante la investigación.

También la metodología utilizada para el desarrollo de este Sistema de Información es la del tipo **proyectiva** ya que.

**“Consiste en estudiar el objetivo de la forma general a lo específico, además es dependiente del diseño y requerimientos a realizar y por consiguiente su implementación es variante”. Hurtado de Barrera (2000).**

Esto debido a que se observan y evalúan las causas que originan el descontrol desde el punto de vista general del medio ambiente que lo rodean, hasta su micro entorno. Claro está, que las observaciones y su posterior evaluación dependen de los que requiera realizar y el foque que se tome.

Este tipo de Investigación es también conocida como **proyecto factible**, y para su desarrollo se precisa la elaboración de una propuesta o modelo para solucionar un problema, por ello en ésta se ubican las investigaciones para inventos, programas y diseños.

### **Fase I: Análisis**

En esta etapa se definió el proceso investigativo. Se precisó el problema que se presenta, los requerimientos de aplicación, se identificaron las áreas a ser catastradas y se expuso el porqué de la investigación. En esta fase se concretan las funciones y las Acciones de Implantación. Logrando de este modo abordar o cumplir con los dos (2) primeros objetivos específicos.

### **Fase II: Diseño**

Una vez establecido, conocido y definido las problemáticas se dio a conocer "la posible formas de determinar la incidencia de las anomalías en los trabajadores que a realizan su labores en las instalaciones afectadas". Esto se llevó a cabo mediante una serie de lluvia de ideas y la recolección de data producto del levantamiento de reportes de stress térmico. Cumpliendo de este modo con el tercero, cuarto y quinto objetivo específico de esta Investigación.

### **Fase III: Análisis y Conclusiones**

Posteriormente se realizaron los respectivos análisis tanto grafico como a través de tablas de los diferentes reportes obtenidos.

Con esto se debe garantizar el correcto generar conclusiones precisa y asertivas de las anomalías observadas

Sólo cuando se conozcacompla en su totalidad con el sexto objetivo específico, se podrá dar respuesta al objetivo general y a la razón de ser de esta investigación.

## **Población y muestra**

**MohammadNaghi (2000)** “se entiende por población, es el conjunto finito de personas, casos o elementos que presentan características comunes, de los cuales podemos indagar, para la cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación”.

Así mismo el autor describe en su obra la muestra de la siguiente manera.

**MohammadNaghi (2000)** “La muestra es un subconjunto tomado de la población y es aquella a la que se aplican las herramientas para llevar a cabo la investigación”.

En el presente estudio, la población y muestra son coincidentes y están conformadas por los almacenes objeto de estudio y que pertenecen a la Coordinación de Mantenimiento de Planta Física.

### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

En esta sección se detallan las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos y análisis de la información.

#### **Técnicas de recolección de datos.**

La recolección de datos se realizó a través de la observación directa, documentación contenida en los instructivos de Trabajo, instructivos de trabajo, la plataforma SAP/R3 y entrevistas no estructuradas al personal que labora en la coordinación de mantenimiento de planta física.

- **Observación directa.** Constituye la principal fuente información, esta permite comprobar, verificar e identificar los distintos componentes ubicados en los diferentes almacenes que se encuentran bajo la dirección de la coordinación de mantenimiento de planta física.
- **Entrevistas:** las entrevistas realizadas al personal de la coordinación es de tipo no estructuradas; con la aplicación de la misma se logra obtener informaciones precisas y detalladas de los elementos que se encuentran en el ambiente de trabajo, así mismo también permite conocer de una manera específica el funcionamiento de los almacenes.

### **Materiales y equipos utilizados**

A continuación se presenta todos los recursos a utilizados para la ejecución de la investigación y recolección de datos.

#### **Recurso Humano.**

- Tutor Industrial.
- Tutor Académico.
- Líder de grupo de la Coordinación de Seguridad Industrial.

#### **Equipo De Protección Personal**

Los equipos de protección personal están diseñados para proteger a los empleados en el lugar de trabajo de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar de contacto con peligros químicos, radiológicos, químicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros. A continuación se mencionan los distintos equipos de protección personal que serán usados para la realización de este trabajo suministrado por la empresa:

- Botas de seguridad.
- Casco de protección.
- Mascarilla.
- Guantes.

### **Recursos Físicos**

Se presentan a continuación las herramientas necesarias para la ejecución del estudio dentro del área de trabajo.

- Papel tamaño carta.
- Lapiceros y lápices
- Computadora.
- Cámara Digital.

### **Metodología de trabajo**

Para llevar a cabo el proyecto fue necesario seguir un procedimiento constituido por un conjunto de pasos que son desarrollados secuencialmente, los cuales serán mencionados a continuación.

Para llevar a cuantificación los niveles de carga térmica existente en las ménsulas de las unidades generadoras que operen bajo régimen de trabajo especial que se encuentran instaladas en la casa de maquina número 2 de la central hidroeléctrica “Antonio José De Sucre” (Macagua); Se debe realizar y presenta de manera estructurada, de acuerdo a los objetivos establecidos y el plan de trabajo para llevar a cabo la ejecución de las tareas, es por esto que se hace seguimiento a las actividades descritas:

Los pasos ejecutados dentro de todo el proceso de investigación, fueron los siguientes:

- Al momento de darle inicio a la investigación lo primero que se hizo fue una observación de la situación actual dentro de las instalaciones, paralelamente a esto se procedió a registrar cada una de las fallas observadas.
- Se realizó un plan de seguimiento que permitió resumir los pasos que serán aplicados en el proceso de la investigación, como fue la obtención de información teórica y práctica, referente a los programas utilizados, así como también de los procedimientos que se emplean en el control de los materiales.
- Se verificó y se analizó las fuentes de información para la realización del marco teórico.
- Se definieron los instrumentos utilizados para la obtención directa de todos los datos necesarios.
- Se detalló el método de trabajo empleado para la apertura de las órdenes de trabajo y la determinación de las condiciones de trabajo.
- Fase 1: En esta etapa se definió el proceso investigativo. Se precisó el problema que se presenta, los requerimientos de aplicación, se identificaron las áreas a ser catastradas y se expuso el porqué de la investigación. En esta fase se concretan las funciones y las Acciones de Implantación.
- Fase 2: Una vez establecido, conocido y definido las problemáticas se dio a conocer "la posible formas de determinar la incidencia de las anomalías en los trabajadores que a realizan su labores en las instalaciones afectadas". Esto se llevó a cabo mediante una serie de lluvia de ideas y la recolección de data producto del levantamiento de reportes de stress térmico.
- Fase III: Posteriormente se realizaron los respectivos análisis tanto grafico como a través de tablas de los diferentes reportes obtenidos.

Con esto se debe garantizar el correcto generar conclusiones precisa y asertivas de las anomalías observadas

- Se revisaron y discutieron todas las conclusiones que arrojó la investigación del proceso investigativo.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS Y RESULTADOS**

Una característica particular de todas las maquinarias y equipos, es que al estar en funcionamiento durante un periodo de tiempo, genera algún tipo de desecho, estos elementos se presentan en alguna forma de desperdicio, y con ello causan la alteración del medio ambiente, siendo las alteraciones más frecuentes el incremento del ruido y la alteración de la temperatura ambiental.

Es por ello que desde la etapa de diseño de todas las instalaciones que en un futuro va albergar algún tipo de maquinaria debe contar con dispositivo o elemento que mitiguen dicha situación, en el caso de la central hidroeléctrica durante esta etapa se enfatizó ampliamente esta necesidad, procurando dar énfasis en el área de generación de la energía eléctrica (aunque la correcta denominación debiese ser el área de transformación de la energía, todo esto basando en la ley de conservación de la energía), dichas áreas son denominadas salas de máquina. Es por esto que se dispuso de manera idónea los diferentes componentes, equipos y maquinarias que debería albergar estas instalaciones con el fin de poder desarrollar cada una de las actividades.

El objetivo principal de toda central hidroeléctrica es la transformación y transmisión de energía eléctrica. Para lograr la máxima eficiencia de dichas instalaciones es indispensable contar con un alto grado de fiabilidad,

disponibilidad e integridad de la de las unidades generadoras; conseguir esto depende en gran medida del mantenimiento preventivo y correctivo que se

debe realizarse en las distintas aéreas y unidades generadoras. El mantenimiento ejecutado por las coordinaciones de mantenimiento mecánico conjuntamente con la coordinación de mantenimiento de planta física es básicamente preventivo, por ende son ejecutados en las fechas que han sido programadas. Siendo las principales actividades de mantenimiento, las limpiezas de barandas de protección del pozo de turbina, las limpiezas de pisos y paredes del tubo aspirador, el mantenimiento civil del pozo generador, el mantenimiento a los pernos de fijación del anillo de descarga y el mantenimiento de las Unidades Generadoras (UG) de la central. Ver la Figura 2. Vista superior de la nave de montaje y las unidades Generadoras instaladas en casa de máquina N° 2 de Macagua).

Esta última actividad es una de las más complejas ya que se ejecuta en una instalación crítica y esencial para el proceso de la transformación de la energía eléctrica, aunado a estas estructuras presenta espacios de difícil acceso, dichas aéreas son denominadas espacios confinados; es por ello que para poder realizar cualquier labor de servicio es primordial velar por la integridad y la salud de los trabajadores que realizarán las diferentes actividades dentro de dichas maquinarias.

Para cumplir con ello antes de iniciar cualquier labor de trabajo es necesario contar con la evaluación y certificación del cumplimiento de las condiciones mínimas para laborar en dicha aérea de trabajo; toda esta serie de estudios y la certificación correspondiente son evaluadas por uno de los técnicos de seguridad industrial pertenecientes a la coordinación de seguridad integral.

Haciendo referencia al CAPITULO I podemos recordar que las Unidades Generadoras que se encuentran instaladas en la casa de máquinas número 2, son unidades que presentan aproximadamente 20 años de servicios,

actualmente en su mayoría operan por lo general en condiciones óptimas, todo esto debido a un al cumplimiento del mantenimiento correspondiente por parte de las unidades encargadas, pero existe un grupo de unidades generadoras, las cuales presenta una serie de anomalías, estas son las unidades generadora número 8, 10, 13,15,17. Las mismas han sido identificadas como unidades operativas bajo régimen especial. La principal anomalías que presentan es, un desgaste excesivo en componentes vitales para su integridad física de dicha unidad, siendo el rotor de la unidad generadora el componente que mayor desgaste. (Ver la Figura 4. Componentes y configuración de una Unidad Generadora modelo Francis para Centrales Hidroeléctricas).

Como se mencionó anteriormente todo proceso que implique una operación de transformación u modificación de otro componente origina una alteración del medio ambiente.

### **Efectos de las anomalías en el cuerpo humano**

#### **Ozono**

Es conocido que todo equipo eléctrico-mecánico al estar funcionando genera como desperdicio ozono, normalmente la concentración de ozono transformado es dependiente de los niveles de energía transformada y a su vez es proporcional a las dimensiones estructurales de la maquinaria, es por ello que las unidades generadoras presentan al inicio de las actividades de mantenimiento altos niveles de ozono transformados. Cabe destacar que el portal web wikipedia (<http://es.wikipedia.org/wiki/Ozono>) define al ozono como:

**“El ozono(O<sub>3</sub>) es una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los 2 átomos que componen el gas de oxígeno. Cada átomo de oxígeno liberado se une a otra molécula de oxígeno (O<sub>2</sub>), formando moléculas de Ozono (O<sub>3</sub>).**

**A temperatura y presión ambientales el ozono es un gas de olor acre y generalmente incoloro, pero en grandes concentraciones puede volverse ligeramente azulado. Si se respira en grandes cantidades, puede provocar una irritación en los ojos y/o garganta, la cual suele pasar luego de respirar aire fresco por algunos minutos”.**

También se encuentra muy bien documentado que la presencia excesiva de ozono produce efectos negativos de los seres vivos, esta información se ve ampliamente plasmada en el portal web Alcobendas.com (<http://www.alcobendas.org/es/portal.do?TR=C&IDR=648>). La cual indica entre otras cosas:

**“...Efectos del ozono en la salud humana:**

- Deterioro de la salud pulmonar.**
- Irritación en ojos, nariz y garganta.**
- Malestar en las vías respiratorias y tos.**
- Mayor incidencia de ataques asmáticos.**
- Cefaleas (Fuerte dolor de cabeza).**
- Alteración del sistema inmunológico.**
- Entre otras cosas.”**

Todos los efectos contra productores mencionados anteriormente afectan a los trabajadores al momento de realizar una actividad de mantenimiento en el interior de las unidades generadoras, siendo una de las principales razones de la generación de incidentes. Siendo un incidente todo evento que da lugar a un accidente o que tiene el potencial para producir un accidente

### **Impacto térmico**

Otra anomalía resaltante que presentan todas las Unidades Generadoras que operan en condiciones especiales, es la emisión excesiva de energía térmica, esta condición afecta el desempeño de las actividades laborales. Al mismo tiempo dicha condición se ve magnificada debido al efecto conocido en termodinámica como efecto horno de cocción y a la existencia de un bajo nivel de dispersión térmica, el efecto horno de cocción responde a los 3 principios esenciales de la termodinámica, los cuales son Sistema cerrado, Principio cero de la termodinámica y equilibrio termodinámico. La definición aceptada con mayor frecuencia de sistema cerrado es, son todos aquellos medios ambiente en los cuales la cantidad de materia y energía inicial es igual a la final, del mismo el efecto horno explica que al circular energía térmica en un sistema cerrado y con un bajo nivel de dispersión térmica, dicha energía circulara y aumentara su entropía de manera finita pero transcurrido un largo periodo de tiempo.

Esta condición de las unidades produce que las mismas requieran de un tiempo más prolongado para entrar en equilibrio térmico con el medio ambiente que les rodea, la página web wikipedia en su dirección: <http://es.wikipedia.org/wiki/Termodinamica>, expresa la teoría de esta

circunstancia a través de los sub-títulos: **Principio cero de la termodinámica y equilibrio termodinámico:**

**“Principio cero de la termodinámica. Este principio o ley cero, establece que existe una determinada propiedad denominada temperatura empírica  $\theta$ , que es común para todos los estados de equilibrio termodinámico que se encuentren en equilibrio mutuo con uno dado.”**

Del mismo modo indica que el equilibrio termodinámico de un sistema:

**“Se define como las condiciones del mismo en el cual las variables empíricas usadas para definir un estado del sistema (presión, ..., energía térmica) no son dependientes del tiempo....; Si pones en contacto un objeto frío con otro caliente, intercambiarán energía hasta igualar su energía”.**

### **Generación e impresión de reportes de stress térmico**

Ahora bien, para poder determinar y designar estas unidades como unidades operativas bajo condición especial, fue necesario realizar una serie de mediciones de stress térmico, para ello se necesitó múltiples mediciones en diferentes ubicaciones en el interior de dichas unidades.

Para la toma de dichas muestras fue necesario hacer uso de 2 equipos con los que cuenta el departamento, los mismos se denominan medidores de carga térmica y confort ambiental, y fueron fabricados por la empresa **QUEST TECHNOLOGIES**. Ver la tabla 7: Tabla de equipos de medición térmica.

**Tabla 7: Tabla de equipos de medición térmica.**

<b>Fabricante</b>	<b>Modelo</b>	<b>Serial</b>
<b>Quest Technologies</b>	QT-34	TEA110007
<b>Quest Technologies</b>	QT-36	TKH100025

**Fuente: Elaboración Propia.**

Ambos equipos son capaces de medir con exactitud y precisión las tres temperaturas (bulbo húmedo, seco y temperatura de globo), asimismo son capaces de determinar la velocidad del flujo del aire a su alrededor y el nivel de humedad.

Finalmente estas unidades poseen la capacidad realizar directamente los cálculos correspondiente a los valores de **TGBH interior y exterior**, para un mejor control cronológico incluyen un reloj de tiempo real y un puerto paralelo para la conexión de la impresora y PC. Así mismo permite guardar una serie de en su memoria interna una serie **sesiones de trabajo**. Además cuentan con dos entadas de sensores adicionales.

Estos equipos son capaces de percibir leves variaciones y por ello cumplen con la norma ISO 7243 (la cual exige que las medición se realicen a 3 alturas, abdomen, tobillos y cabeza), también poseen la certificación ISO 9001 (Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) la cual permite su uso en aplicaciones en ambiente internos, sin importar si el producto o servicio lo brinda una organización pública o empresa privada, cualquiera sea su tamaño, para su certificación o con fines contractuales.). Esta serie de certificaciones le han valido la aprobación de uso por parte del insasel.

Como se mencionó anteriormente dichos equipos son capaces de imprimir los reportes de las secciones guardadas, en este caso puntual se arrojaron los reportes de stress térmicos. (Ver desde la Tabla 8: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012 (1 de 4), Hasta la Tabla 10: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012).

**Tabla 8: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.** (1 de 4)

QUEST TECHNOLOGIES  
 REPORTE STRESS TERMICO

Pagina 1

Nombre Archivo Medicion TGBH U-13 Questemp 36 Rev 1.03  
 Serial # TKH100025

Operador Josue Pacheco

Instalacion Casa de Maquinas II Sesion (1)  
 Inicio: 23-OCT-12 14:53:48

Departamento Sup. Plantas Final: 24-OCT-12 09:32:47

Puesto Unidad 13 Impreso: 24-OCT-12 10:06:24

Comentarios El equipo se edoco en la caverna nro 8 de la mensula superior.

---

Intervalo: 10 minutos  
 Grados Celsius

NIVELES MAXIMOS, Sensor 1

TGBH INT	34.5	23-OCT-12	15:41:44
TGBH EXT	34.4	23-OCT-12	15:41:44
BULBO HUMEDO	30.8	23-OCT-12	16:44:01
BULBO SECO	42.9	23-OCT-12	15:46:01
GLOBO	43.4	23-OCT-12	15:29:34
IND. TERMICO	57	23-OCT-12	15:12:58
HUMEDAD REL	92%	23-OCT-12	14:53:52
FLUJO (m/s)	0.5	23-OCT-12	14:53:48

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 8: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.**

Sesion : 1  
 Sensor: 1  
 Grados Celsius  
 Prog de Tiempos: NINGUNO

HORA	TGBHi	TGBHe	BH	BS	GLOBO	HR	IC	FLUJO
15:03	33.0	32.5	29.5	37.0	41.2	63	53	0.4
15:13	33.9	33.7	30.1	40.5	43.0	50	56	0.4
15:23	34.1	33.9	30.2	41.9	43.3	43	55	0.4
15:33	34.3	34.2	30.5	42.5	43.3	40	56	0.3
15:43	34.4	34.3	30.6	42.9	43.3	37	54	0.3
15:53	34.3	34.3	30.7	42.7	42.8	39	55	0.3
16:03	34.2	34.2	30.7	42.5	42.5	39	54	0.4
16:13	34.2	34.2	30.7	42.3	42.5	38	53	0.4
16:23	34.1	34.1	30.6	42.3	42.4	38	53	0.4
16:33	34.1	34.1	30.7	42.1	42.2	38	53	0.4
16:43	34.2	34.2	30.8	42.1	42.4	38	53	0.4
16:53	34.2	34.1	30.7	42.1	42.4	37	53	0.4
17:03	34.1	34.1	30.6	42.1	42.4	37	53	0.4
17:13	33.9	33.9	30.4	42.1	42.3	37	53	0.4
17:23	34.0	34.0	30.5	42.0	42.3	37	53	0.4
17:33	34.0	34.0	30.5	42.1	42.3	36	52	0.4
17:43	34.0	34.0	30.5	42.1	42.3	36	52	0.4
17:53	34.0	34.0	30.5	42.1	42.3	36	52	0.4
18:03	34.1	34.0	30.6	42.0	42.3	36	52	0.4
18:13	34.0	33.9	30.5	42.0	42.2	36	52	0.4
18:23	33.9	33.9	30.4	42.0	42.2	36	52	0.4
18:33	33.9	33.9	30.4	42.0	42.2	36	52	0.4
18:43	34.0	33.9	30.5	42.0	42.2	36	52	0.4
18:53	33.9	33.9	30.4	42.0	42.1	36	52	0.4
19:03	33.9	33.8	30.4	41.9	42.1	36	51	0.4
19:13	33.8	33.8	30.4	41.9	42.0	36	51	0.4
19:23	33.8	33.8	30.3	41.9	42.0	36	51	0.4
19:33	33.8	33.7	30.3	41.8	42.0	36	51	0.4
19:43	33.8	33.7	30.3	41.8	42.0	36	51	0.4
19:53	33.8	33.7	30.3	41.8	42.0	36	51	0.4
20:03	33.7	33.7	30.2	41.8	42.0	36	51	0.4
20:13	33.6	33.6	30.1	41.7	41.9	35	50	0.4
20:23	33.7	33.7	30.3	41.7	41.9	36	51	0.4
20:33	33.6	33.6	30.2	41.7	41.8	36	51	0.4
20:43	33.7	33.6	30.2	41.6	41.9	36	51	0.4
20:53	33.6	33.6	30.2	41.7	41.8	36	51	0.4
21:03	33.7	33.6	30.2	41.6	41.9	36	51	0.4
21:13	33.7	33.7	30.3	41.6	41.9	36	51	0.4
21:23	33.6	33.6	30.2	41.6	41.8	36	51	0.4
21:33	33.7	33.7	30.3	41.6	41.8	36	51	0.4
21:43	33.6	33.6	30.2	41.6	41.7	36	51	0.4
21:53	33.6	33.6	30.2	41.5	41.7	36	51	0.4
22:03	33.6	33.6	30.2	41.5	41.7	36	51	0.4
22:13	33.6	33.6	30.2	41.4	41.7	36	51	0.4
22:23	33.6	33.6	30.3	41.5	41.6	36	51	0.4
22:33	33.6	33.6	30.2	41.4	41.6	37	51	0.4
22:43	33.5	33.5	30.1	41.4	41.6	37	51	0.4
22:53	34.5	33.5	30.2	41.3	41.5	36	49	0.4
23:03	33.5	33.5	30.2	41.4	41.5	37	50	0.4
23:13	33.5	33.5	30.2	41.3	41.4	37	50	0.4

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 8: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.**

(3 de 4)

a r: 1  
 or: 1  
 dos Celsius  
 og de Tiempos: NINGUNO

Pagina 3

HORA	TGBHi	TGBHe	BH	BS	GLOBO	HR	IC	FLUJO
23:23	33.6	33.6	30.3	41.3	41.5	37	50	0.4
23:33	33.5	33.5	30.2	41.2	41.4	37	50	0.4
23:43	33.5	33.5	30.2	41.1	41.4	37	50	0.4
23:53	33.5	33.5	30.2	41.1	41.4	37	50	0.4
00:03	33.6	33.5	30.3	41.1	41.3	38	50	0.4
00:13	33.5	33.5	30.2	41.1	41.3	38	50	0.4
00:23	33.6	33.6	30.4	41.1	41.3	38	50	0.4
00:33	33.5	33.5	30.3	41.0	41.2	39	51	0.4
00:43	33.6	33.6	30.4	41.0	41.2	39	51	0.4
00:53	33.6	33.6	30.4	41.0	41.2	39	51	0.4
01:03	33.6	33.6	30.4	41.0	41.2	39	51	0.4
01:13	33.6	33.5	30.4	40.9	41.1	39	51	0.4
01:23	33.6	33.5	30.4	40.9	41.1	39	51	0.4
01:33	33.6	33.6	30.5	40.9	41.1	40	52	0.4
01:43	33.6	33.6	30.5	40.9	41.1	40	52	0.4
01:53	33.6	33.6	30.5	40.9	41.1	40	52	0.4
02:03	33.6	33.6	30.5	40.9	41.1	40	52	0.4
02:13	33.7	33.7	30.6	40.9	41.1	40	52	0.4
02:23	33.6	33.6	30.5	40.9	41.1	40	52	0.4
02:33	33.7	33.7	30.6	40.9	41.1	40	52	0.4
02:43	33.6	33.6	30.5	40.8	41.0	40	50	0.4
02:53	33.7	33.7	30.6	40.8	41.0	40	50	0.4
03:03	33.6	33.6	30.5	40.8	41.0	40	50	0.4
03:13	33.6	33.6	30.5	40.8	41.0	40	50	0.4
03:23	33.6	33.6	30.5	40.8	41.0	40	50	0.4
03:33	33.5	33.5	30.4	40.8	40.9	40	50	0.4
03:43	33.5	33.5	30.4	40.7	40.9	40	50	0.4
03:53	33.5	33.5	30.4	40.7	40.9	40	50	0.4
04:03	33.4	33.4	30.3	40.7	40.9	40	50	0.4
04:13	33.4	33.4	30.3	40.6	40.8	40	50	0.4
04:23	33.5	33.5	30.4	40.6	40.9	40	50	0.4
04:33	33.4	33.4	30.3	40.6	40.9	40	50	0.4
04:43	33.4	33.4	30.3	40.6	40.8	40	50	0.4
04:53	33.4	33.4	30.3	40.6	40.8	40	50	0.4
05:03	33.5	33.5	30.4	40.6	40.8	40	50	0.4
05:13	33.4	33.4	30.3	40.6	40.8	40	50	0.4
05:23	33.4	33.4	30.3	40.6	40.7	40	50	0.4
05:33	33.3	33.3	30.2	40.6	40.8	40	50	0.4
05:43	33.4	33.4	30.3	40.6	40.7	40	50	0.4
05:53	33.2	33.2	30.1	40.6	40.7	39	50	0.4
06:03	33.3	33.3	30.2	40.6	40.7	39	50	0.4
06:13	33.1	33.1	30.0	40.4	40.6	39	50	0.4
06:23	33.1	33.1	30.0	40.3	40.5	39	50	0.4
06:33	33.1	33.1	30.0	40.4	40.6	39	50	0.4
06:43	33.0	33.0	29.9	40.3	40.5	39	50	0.4
06:53	33.0	33.0	29.9	40.3	40.5	39	50	0.4
07:03	33.0	33.0	29.9	40.3	40.5	39	50	0.4
07:13	33.0	33.0	29.9	40.3	40.5	39	50	0.4
07:23	33.0	33.0	29.9	40.2	40.5	39	48	0.4
07:33	33.0	33.0	29.9	40.2	40.4	39	48	0.4

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 8: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.**

(4 de 4)

Sesion : 1  
 Sensor: 1  
 Grados Celsius  
 Prog de Tiempos: NINGUNO

Página 4

HORA	TGBHi	TGBHe	BH	BS	GLOBO	HR	IC	FLUJO
07:43	33.0	33.0	29.9	40.2	40.5	39	48	0.4
07:53	33.1	33.1	30.0	40.2	40.5	39	48	0.4
08:03	33.0	33.0	29.9	40.2	40.5	39	48	0.4
08:13	33.1	33.1	30.0	40.2	40.4	39	48	0.4
08:23	33.1	33.0	30.0	40.1	40.4	40	49	0.4
08:33	33.0	33.0	29.9	40.2	40.4	40	49	0.4
08:43	33.0	33.0	29.9	40.2	40.4	40	49	0.4
08:53	33.1	33.1	30.0	40.2	40.4	40	49	0.4
09:03	33.1	33.1	30.1	40.2	40.3	41	49	0.4
09:13	33.2	33.1	30.2	40.0	40.2	41	49	0.4
09:23	33.3	33.3	30.4	40.0	40.3	42	50	0.4

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 9: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°13 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.** (1 de 3)

QUEST TECHNOLOGIES  
 REPORTE STRESS TERMICO

Pagina 1

Nombre Archivo	<u>Medicion TGBH U-13</u>	Questemp 34 Rev 1.09
Operador	<u>José R. Pacheco</u>	Serial # TEA110007
Instalacion	<u>Casa de Maquinas II</u>	Sesion (1)
Departamento	<u>Jug. de Maquina</u>	Inicio: 23-OCT-12 15:04:52
Puesto	<u>Unidad 13</u>	Final: 24-OCT-12 06:08:05
Comentarios	<u>El equipo se colocó en la mensula inferior.</u>	
Impreso: 24-OCT-12 10:03:37		

Intervalo: 10 minutos  
 Grados Celsius

NIVELES MAXIMOS, Sensor 1

TGBH INT	34.8	24-OCT-12	02:19:32
TGBH EXT	34.8	24-OCT-12	02:19:32
BULBO HUMEDO	31.4	24-OCT-12	02:19:32
BULBO SECO	43.4	23-OCT-12	17:04:59
GLOBO	43.5	23-OCT-12	16:50:22
IND. TERMICO	59	23-OCT-12	15:36:54
HUMEDAD REL	82%	23-OCT-12	15:04:52

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 9: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°13de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.** (2 de 3)

Sesion : 1  
 Sensor: 1  
 Grados Celsius

Pagina 2

HORA	TGBHi	TGBHe	BH	BS	GLOBO	HR (%)	I.T.
15:14	32.8	32.4	28.8	37.7	42.4	59	53
15:24	33.2	33.0	29.0	40.9	43.1	49	58
15:34	33.6	33.4	29.5	42.0	43.2	44	57
15:44	33.5	33.5	29.5	42.5	43.0	42	56
15:54	33.5	33.5	29.4	42.7	43.3	39	55
16:04	33.7	33.7	29.7	42.9	43.3	39	55
16:14	33.7	33.7	29.6	43.0	43.4	38	55
16:24	33.8	33.8	29.8	43.1	43.3	38	56
16:34	34.4	34.4	30.6	43.2	43.4	39	57
16:44	34.4	34.4	30.6	43.3	43.4	38	56
16:54	34.4	34.4	30.6	43.3	43.5	38	56
17:04	34.6	34.5	30.8	43.3	43.5	38	56
17:14	34.4	34.3	30.5	43.3	43.5	38	56
17:24	34.5	34.5	30.7	43.3	43.5	38	56
17:34	34.5	34.5	30.7	43.3	43.4	38	56
17:44	34.5	34.5	30.7	43.3	43.4	38	56
17:54	34.4	34.4	30.6	43.3	43.4	38	56
18:04	34.5	34.5	30.8	43.3	43.4	38	56
18:14	34.5	34.5	30.7	43.3	43.4	38	56
18:24	34.5	34.5	30.8	43.3	43.4	38	56
18:34	34.5	34.5	30.7	43.3	43.4	38	56
18:44	34.5	34.5	30.8	43.3	43.4	38	56
18:54	34.6	34.6	30.9	43.3	43.4	38	56
19:04	34.6	34.6	30.9	43.3	43.3	38	56
19:14	34.4	34.4	30.6	43.2	43.3	38	56
19:24	34.4	34.4	30.7	43.2	43.3	37	55
19:34	34.4	34.4	30.7	43.2	43.3	37	55
19:44	34.4	34.4	30.7	43.2	43.3	37	55
19:54	34.5	34.5	30.8	43.2	43.3	37	55
20:04	34.5	34.5	30.8	43.2	43.3	37	55
20:14	34.4	34.4	30.7	43.2	43.3	37	55
20:24	34.4	34.4	30.7	43.1	43.2	37	55
20:34	34.4	34.4	30.7	43.1	43.2	37	55
20:44	34.5	34.5	30.9	43.1	43.2	37	55
20:54	34.5	34.5	30.8	43.1	43.2	38	56
21:04	34.5	34.5	30.9	43.1	43.1	38	56
21:14	34.4	34.4	30.8	43.1	43.1	38	56
21:24	34.5	34.5	30.9	43.0	43.1	38	55
21:34	34.4	34.4	30.8	43.0	43.1	38	55
21:44	34.5	34.5	30.9	43.0	43.1	38	55
21:54	34.5	34.5	30.9	43.0	43.0	38	55
22:04	34.5	34.5	30.9	43.0	43.1	38	55
22:14	34.5	34.5	30.9	43.0	43.0	38	55
22:24	34.5	34.5	30.9	43.0	43.0	38	55
22:34	34.5	34.5	30.9	43.0	43.0	38	55
22:44	34.3	34.3	30.7	42.9	43.0	38	55
22:54	34.3	34.3	30.7	42.9	42.9	38	55
23:04	34.3	34.3	30.7	42.9	42.9	38	55
23:14	34.3	34.3	30.7	42.9	42.9	38	55
23:24	34.4	34.4	30.8	42.9	42.9	38	55

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 9: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°13de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.**

(3 de 3)

...on : 1  
 ...sór: 1  
 ...rados Celsius

Página 3

HORA	TGBHi	TGBHe	BH	BS	GLOBO	HR(%)	I.T.
23:34	34.5	34.5	30.9	42.9	42.9	39	55
23:44	34.3	34.3	30.7	42.8	42.9	39	55
23:54	34.4	34.4	30.9	42.8	42.8	39	55
00:04	34.4	34.4	30.9	42.8	42.8	39	55
00:14	34.5	34.5	31.0	42.8	42.8	39	55
00:24	34.5	34.5	31.0	42.8	42.8	39	55
00:34	34.5	34.5	31.0	42.8	42.8	40	56
00:44	34.5	34.5	31.0	42.8	42.8	40	56
00:54	34.6	34.6	31.1	42.7	42.8	40	56
01:04	34.6	34.6	31.2	42.7	42.7	40	56
01:14	34.6	34.6	31.2	42.7	42.7	40	56
01:24	34.5	34.5	31.1	42.7	42.7	40	56
01:34	34.6	34.6	31.2	42.7	42.7	40	56
01:44	34.6	34.6	31.2	42.7	42.7	41	57
01:54	34.6	34.6	31.2	42.6	42.6	41	57
02:04	34.5	34.5	31.1	42.6	42.6	41	57
02:14	34.6	34.6	31.3	42.6	42.6	41	57
02:24	34.6	34.6	31.3	42.6	42.6	41	57
02:34	34.6	34.6	31.3	42.6	42.6	41	57
02:44	34.6	34.6	31.3	42.6	42.5	41	57
02:54	34.5	34.6	31.2	42.6	42.5	41	57
03:04	34.5	34.5	31.2	42.5	42.5	41	57
03:14	34.5	34.5	31.2	42.5	42.5	41	55
03:24	34.5	34.5	31.2	42.5	42.5	40	55
03:34	34.5	34.5	31.1	42.5	42.5	40	55
03:44	34.5	34.5	31.1	42.5	42.5	40	55
03:54	34.4	34.5	31.1	42.5	42.4	40	55
04:04	34.4	34.5	31.1	42.5	42.4	40	55
04:14	34.4	34.4	31.0	42.4	42.4	40	55
04:24	34.4	34.4	31.1	42.4	42.4	41	55
04:34	34.3	34.3	30.9	42.4	42.4	41	55
04:44	34.4	34.4	31.0	42.4	42.4	41	55
04:54	34.3	34.3	30.9	42.3	42.4	41	55
05:04	34.3	34.3	30.9	42.3	42.3	41	55
05:14	34.3	34.3	31.0	42.3	42.3	41	55
05:24	34.3	34.3	30.9	42.3	42.3	40	55
05:34	34.2	34.3	30.9	42.3	42.2	40	55
05:44	34.1	34.1	30.7	42.2	42.2	40	55
05:54	34.2	34.2	30.8	42.2	42.2	40	55
06:04	34.1	34.1	30.7	42.2	42.2	40	55

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 10: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.**

(1 de 2)

→ QUEST TECHNOLOGIES Pagina 1  
 REPORTE STRESS TERMICO

Nombre Archivo \_\_\_\_\_ Questemp 36 Rev 1.03  
 Serial # TKH100025

Operador Josue Pacheco

Instalacion Casa de Maquinas II Sesion (1)  
 Inicio: 05-NOV-10 01:55:15

Departamento Sup. Maq. Ho - Maquina Final: 05-NOV-10 05:33:41

Puesto UNIDAD 8 - Mensula Superior Impreso: 05-NOV-10 14:50:46

Comentarios \_\_\_\_\_

---



---

Intervalo: 15 minutos  
 Grados Celsius

NIVELES MAXIMOS, Sensor 1

TGBH INT	31.4	05-NOV-10	04:05:06
TGBH EXT	31.4	05-NOV-10	04:05:06
BULBO HUMEDO	29.7	05-NOV-10	04:05:06
BULBO SECO	35.5	05-NOV-10	03:53:48
GLOBO	35.4	05-NOV-10	03:48:35
IND. TERMICO	47	05-NOV-10	02:17:23
HUMEDAD REL	92%	05-NOV-10	01:55:15
FLUJO (m/s)	0.5	05-NOV-10	01:55:15

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 10: Reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.**

(2

de 2)

Sesion : 1  
 Sensor: 1  
 Grados Celsius  
 Prog de Tiempos: NINGUNO

Pagina 2

HORA	TGBHi	TGBHe	BH	BS	GLOBO	HR	IC	FLUJO
02:10	30.6	30.5	28.9	33.6	34.8	73	45	0.4
02:25	30.9	30.8	29.1	34.6	35.1	65	45	0.4
02:40	31.0	30.9	29.2	35.0	35.2	62	46	0.4
02:55	31.0	31.0	29.3	35.1	35.2	60	45	0.4
03:10	31.1	31.1	29.4	35.3	35.3	59	46	0.4
03:25	31.1	31.1	29.4	35.4	35.3	58	46	0.4
03:40	31.1	31.1	29.4	35.4	35.3	58	46	0.4
03:55	31.2	31.2	29.5	35.5	35.4	58	46	0.4
04:10	31.4	31.4	29.7	35.5	35.4	59	46	0.4
04:25	31.1	31.1	29.4	35.4	35.3	58	46	0.4
04:40	31.1	31.1	29.3	35.5	35.3	57	45	0.4
04:55	30.9	30.9	29.1	35.4	35.3	56	45	0.4
05:10	30.9	30.9	29.1	35.4	35.3	56	45	0.4
05:25	30.8	30.9	29.0	35.4	35.3	56	45	0.4

**Fuente: Elaboración Propia.**

Para poder utilizar correctamente la información obtenida, es primordial identificar y asociar correctamente todas las informaciones que allí está plasmada, es por ello que es necesario realizar una descripción del reporte

## Descripción del reporte de stress térmico

Para poder analizar y concluir correctamente es necesario conocer a fondo es por ello se explican los componentes de la Figura 16: Primera hoja del reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.

1. **Quest technologies-Reporte de stress térmico:** la unidad hace uso de la configuración predeterminada del sistema operativo del equipo en este lugar se ubica el Nombre del fabricante y tipo de reporte.

2. **Pagina1:** Dado que todo reporte posee más de una hoja esta sección indica el número de la página, todo esto con la finalidad de llevar un orden y así evitar la pérdida de tiempo y el aumento de la posibilidad de error producto de la pérdida del orden de la información.

3. **Questemp36:** Todos los equipos poseen una codificación numérica simple (en el caso puntual del equipo que arrojo el esta sección, es el equipo numero **36**). Esta numeración será relevante en el caso de que se realicen más de una toma de temperatura simultáneamente, a través de esta numeración podemos identificar la ubicación en la cual se encontraba cada uno de los equipos.

4. **Serial # TKH100025:** Cada equipo al salir de fábrica se le asigna un código, el mismo sirve para llevar un registro detallado de cada equipo y en caso de algún inconveniente poder repetir las mediciones con el mismo equipo.

5. **Sección (1):** Como se mencionó anteriormente todos los equipos de este modelo son capaces de almacenar un número limitado de secciones (una

sección puede poseer múltiples reportes). En este caso en específico esta fue la primera sección, es por ello que se encuentra un (1) posteriormente a la palabra sección.

6. **Inicio y final:** Acá se indica los datos de la fecha de inicio y final del registro de stress térmico para ese equipo. Los datos que se imprimen son: el día-mes-año, además de la hora (en formato militar): minutos: segundos.

7. **Impreso:** Esta sección indica el día-mes-año, además de la hora (en formato militar): minutos: segundos. En que son impresos los reportes. Para este caso puntual los datos impresos son 24-OCT-12 10:06:24.

8. **Nombre Archivo:** En este ítem se debe plasmar el lugar u área en la cual se realizaron las mediciones.

9. **Operador:** Aquí se plasma el nombre del trabajador o el operador del equipo que ejecuto la acción.

10. **Instalación:** En esta casilla se registra el lugar o el área en la cual se realizaron las mediciones de temperatura.

11-12.**Departamento y Puesto:** Estos renglones recogen la información concerniente al departamento encargado del área en el cual se desarrollaron las actividades, mientras que el puesto de trabajo se refiere a la ubicación (desde el punto de vista de micro-localización) del área o puesto de trabajo.

13. **Comentario:** En esta sección se hace referencia a cualquier inquietud, anomalía o cualquiera información en general que sea de carácter relevante que amerite ser comentada.

**Nota:** los últimos 6 ítem narrado deben ser llenados de manera manual (preferiblemente con tinta permanente) por el operador luego de haber sido impreso el reporte de temperatura.

14. **Intervalo:** Aquí se indica el intervalo de tiempo que separa cada una de las mediciones.

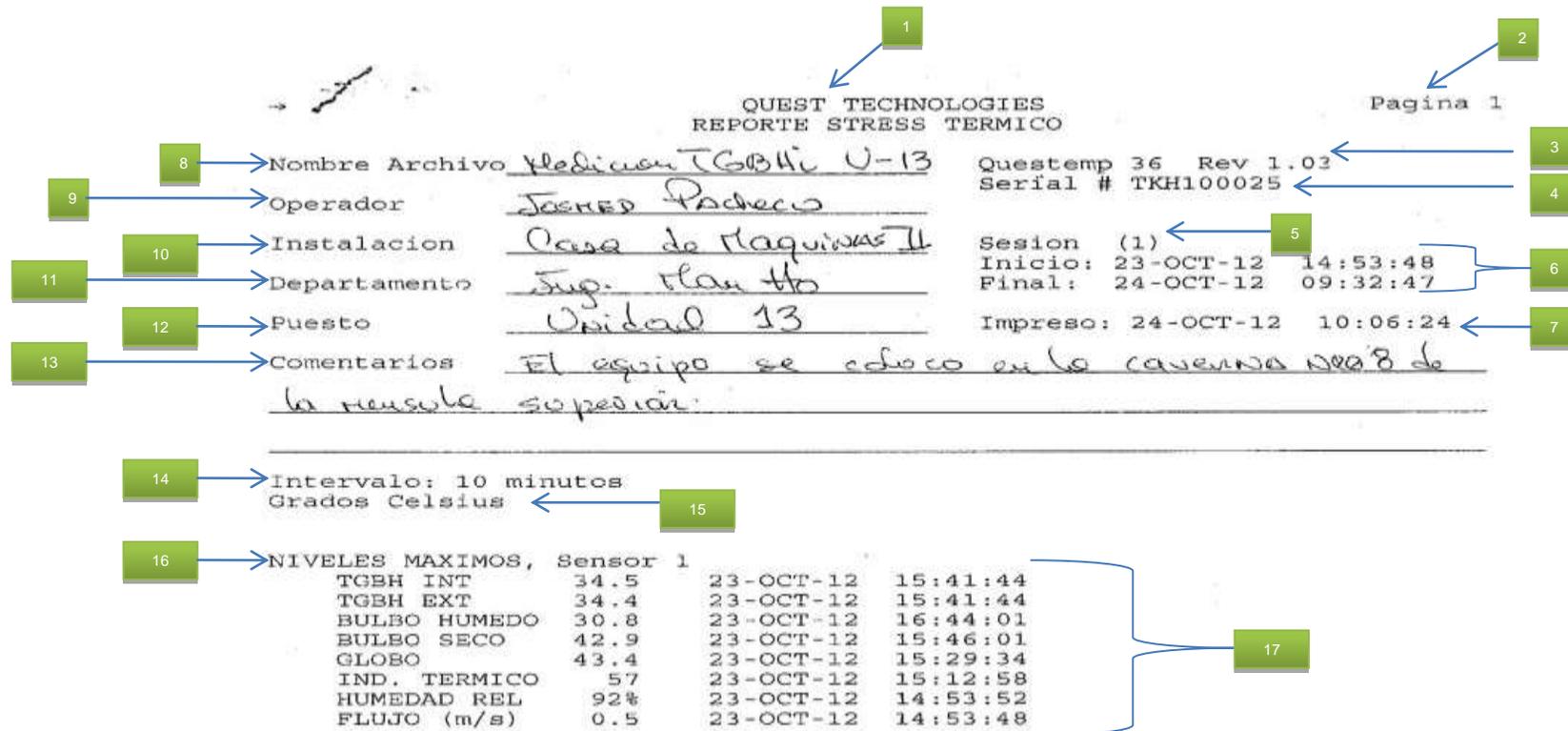
15. **Grados Celsius:** Es la unidad termométrica seleccionada en el panel de control del equipo para medir la intensidad calórica. Esta casilla es modificable ya que, el equipo es capaz de expresar las mediciones en las 3 principales unidades termodinámicas (Grados Celsius, Grado Kelvin y Grado Fahrenheit). La selección de la unidad a utilizar es de libre albedrío por parte del operador.

16. **Niveles Máximo, Sensor 1:** De manera similar al ítem número 1 este ítem también es un título y no puede ser modificado por el operador, es decir, este ítem es el título de la tabla que se encuentra subsiguiente al mismo y este nombre esta predefinido por parte del software del equipo. En dicha tabla se indican el nivel máximo que obtuvo el equipo durante las mediciones realizadas a través del sensor número 1 instalado en el equipo.

17. **Tabla de valores máximos.** Acá se indica los valores máximos de cada uno los elementos testeados durante la recolección de datos del reporte de stress térmico, los elementos que se encuentra en dicha tabla son:

- TGBH para interiores.
- TGBH para exteriores.
- Bulbo Húmedo.
- Bulbo Seco.
- Globo.
- Indicador Térmico.
- Humedad Relativa.

- Flujo de Aire.



**Figura 16: Primera hoja del reporte de stress térmico correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.**

**Fuente: Elaboración propia.**

## **Digitalización y primer filtrado de los reporte**

Una vez obtenido el reporte es necesario convertir esta información a datos útiles, ya que, de lo contrario aunque se cuente con dicha información es total y completamente inútil, es decir, el paso siguiente a la generación del reporte de medición de temperatura es la interpretación de los datos a través de un informe técnico. En el mismo se debe realizar un análisis de manera detallada, efectiva, precisa.

Para facilitar el mismo fue necesario hacer una depuración de la data, es decir, seleccionar cuales de los datos testeados e impresos son útiles y relevantes.

Para el proceso de digitalización fue necesario hacer uso del programa Microsoft Excel perteneciente al Suit de Ofimática Microsoft Office y el programa Libre Office Calc del Suit de Ofimática Libre Office; de estos reportes se eliminó la información correspondiente a::

- TGBHe.
- IC
- Flujo.

Todo esto datos son conseguidos por el equipo durante la etapa de recolección de data e impresos en el reporte de temperatura, pero, para efecto del análisis de datos, los mismos son totalmente irrelevante y por consiguiente se convierten en un total desperdicio de espacio de espacio en el informe técnico y por lo contrario pudiesen convertirse en un elemento que pudiese ampliar la posibilidad de cometer uno o una serie de errores.

Realizada las actividades anteriormente expuestas se obtuvieron los siguientes resultados, los mismos se encuentran expresados en las siguientes tablas:

**Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.**

**Tabla 11: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.** (1 de 5).

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
15:03	29,5	37,0	70	41,2	33,0
15:13	30,1	40,5	65	43,0	33,9
15:23	30,2	41,9	61	43,3	34,1
15:33	30,5	42,5	58	43,3	34,3
15:43	30,6	42,9	55	43,3	34,4
15:53	30,7	42,7	53	42,8	34,4
16:03	30,7	42,5	52	42,5	34,3
16:13	30,7	42,3	52	42,5	34,2
16:23	30,6	42,3	52	42,4	34,2
16:33	30,7	42,1	52	42,2	34,1
16:43	30,8	42,1	52	42,4	34,1
16:53	30,7	42,1	51	42,4	34,2
17:03	30,6	42,1	50	42,4	34,2
17:13	30,4	42,1	48	42,3	34,1
17:23	30,5	42,0	46	42,3	33,9
17:33	30,5	42,1	46	42,3	34,0
17:43	30,5	42,1	45	42,3	34,0
17:53	30,5	42,1	47	42,3	34,0
18:03	30,6	42,0	47	42,3	34,0
18:13	30,5	42,0	47	42,2	34,1
18:23	30,4	42,0	46	42,2	34,0

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 11: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.** (2 de 5).

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
18:33	30,4	42,0	47	42,2	33,9
18:43	30,5	42,0	49	42,2	33,9
18:53	30,4	42,0	50	42,1	34,0
19:03	30,4	41,9	50	42,1	33,9
19:13	30,4	41,9	50	42,0	33,9
19:23	30,3	41,9	50	42,0	34,0
19:33	30,3	41,8	50	42,0	33,9
19:43	30,3	41,8	50	42,0	33,9
19:53	30,3	41,8	50	42,0	33,8
20:03	30,2	41,8	50	42,0	33,8
20:13	30,1	41,7	50	41,9	33,8
20:23	30,3	41,7	50	41,9	33,8
20:33	30,2	41,7	50	14,8	33,8
20:43	30,2	41,6	50	41,9	33,7
20:53	30,2	41,7	50	41,8	33,6
21:03	30,2	41,6	50	41,9	33,7
21:13	30,3	41,6	50	41,9	33,7
21:23	30,2	41,6	50	41,8	33,6
21:33	30,3	41,6	50	41,8	33,7
21:43	30,2	41,6	50	41,7	33,6
21:53	30,2	41,5	50	41,7	33,6
22:03	30,2	41,5	50	41,7	33,6
22:13	30,2	41,4	50	41,7	33,6
22:23	30,3	41,5	50	41,6	33,6
22:33	30,2	41,4	50	41,6	33,6
22:43	30,1	41,4	50	41,6	33,5

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 11: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.(3 de 5).**

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
22:53	30,2	41,3	50	41,5	33,5
23:03	30,2	41,4	50	41,5	33,5
23:13	30,2	41,3	50	41,4	33,5
23:23	30,3	41,3	50	41,5	33,6
23:33	30,2	41,2	50	41,4	33,5
23:43	30,2	41,1	50	41,4	33,5
23:53	30,2	41,1	50	41,4	33,5
00:03	30,3	41,1	50	41,3	33,6
00:13	30,2	41,1	50	41,3	33,5
00:23	30,4	41,1	50	41,3	33,6
00:33	30,3	41,0	50	41,2	33,5
00:43	30,4	41,0	50	41,2	33,6
00:53	30,4	41,0	50	41,2	33,6
01:03	30,4	41,0	50	41,2	33,6
01:13	30,4	40,9	50	41,1	33,6
01:23	30,4	40,9	50	41,1	33,6
01:33	30,5	40,9	50	41,1	33,6
01:43	30,5	40,9	50	41,1	33,6
01:53	30,5	40,9	50	41,1	33,6
02:03	30,5	40,9	50	41,1	33,6
02:13	30,6	40,9	50	41,1	33,7
02:23	30,5	40,9	50	41,1	33,6
02:33	30,6	40,9	50	41,1	33,7
02:43	30,5	40,8	50	41,0	33,6
02:53	30,6	40,8	50	41,0	33,7
03:03	30,5	40,8	50	41,0	33,6

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 11: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.(4 de 5).**

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
03:13	30,5	40,8	50	41,0	33,6
03:23	30,5	40,8	50	41,0	33,6
03:33	30,4	40,8	50	40,9	33,5
03:43	30,4	40,7	50	40,9	33,5
03:53	30,4	40,7	50	40,9	33,5
04:03	30,3	40,7	50	40,9	33,4
04:13	30,3	40,6	50	40,8	33,4
04:23	30,4	40,6	50	40,9	33,5
04:33	30,3	40,6	50	40,9	33,4
04:43	30,3	40,6	50	40,8	33,4
04:53	30,3	40,6	50	40,8	33,4
05:03	30,4	40,6	50	40,8	33,5
05:13	30,3	40,6	50	40,8	33,4
05:23	30,3	40,6	50	40,7	33,4
05:33	30,2	40,6	50	40,8	33,3
05:43	30,3	40,6	50	40,7	33,4
05:53	30,1	40,6	50	40,7	33,2
06:03	30,2	40,6	50	40,7	33,3
06:13	30,0	40,3	50	40,6	33,1
06:23	30,0	40,4	50	40,5	33,1
06:33	30,0	40,3	50	40,6	33,1
06:43	29,9	40,3	50	40,5	33,0
06:53	29,9	40,3	50	40,5	33,0
07:03	29,9	40,3	50	40,5	33,0
07:13	29,9	40,3	50	40,5	33,0
07:23	29,9	40,2	50	40,5	33,0
07:33	29,9	40,2	50	40,4	33,0

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 11: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.(5 de 5)**

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
07:43	29,9	40,2	50	40,5	33,0
07:53	30,0	40,2	50	40,5	33,1
07:53	30,0	40,2	50	40,5	33,1
08:03	29,9	40,2	50	40,5	33,0
08:13	30,0	40,2	50	40,4	33,1
08:23	30,0	40,1	50	40,4	33,1
08:33	29,9	40,2	50	40,4	33,0
08:43	29,9	40,2	50	40,4	33,0
08:53	30,0	40,2	50	40,4	33,1
09:03	30,1	40,2	50	40,3	33,1
09:13	30,2	40	50	40,2	33,2
09:23	30,4	40	50	40,3	33,3

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.**

**Tabla 12: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.(1 de 4).**

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
15:14	28,8	37,7	70	42,4	32,9
15:24	29,0	40,9	65	43,1	33,2
15:34	29,5	42,0	61	43,2	33,6
15:44	29,5	42,5	58	43,0	33,6
15:54	29,4	42,7	55	43,3	33,6
16:04	29,7	42,9	53	43,3	33,8
16:14	29,6	43,0	52	43,4	33,7
16:24	29,8	43,1	52	43,3	33,9
16:34	30,6	43,3	52	43,4	34,4
16:44	30,6	43,3	52	43,4	34,4
16:54	30,6	43,3	52	43,5	34,5
17:04	30,8	43,3	51	43,5	34,6
17:14	30,5	43,3	50	43,5	34,4
17:24	30,7	43,3	48	43,5	34,5
17:34	30,7	43,3	46	43,4	34,5
17:44	30,7	43,3	46	43,4	34,5
17:54	30,6	43,3	45	43,4	34,4
18:04	30,8	43,3	47	43,4	34,6
18:14	30,7	43,3	47	43,4	34,5
18:24	30,8	43,3	47	43,4	34,6
18:34	30,7	43,3	46	43,4	34,5
18:44	30,8	43,3	47	43,4	34,6
18:54	30,9	43,3	49	43,4	34,7
19:04	30,9	43,2	50	43,3	34,6
19:14	30,6	43,2	50	43,3	34,4

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 12: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.** (2 de 4).

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
19:24	30,7	43,2	50	43,3	34,5
19:34	30,7	43,2	50	43,3	34,5
19:34	30,7	43,2	50	43,3	34,5
19:44	30,7	43,2	50	43,3	34,5
19:54	30,8	43,2	50	43,3	34,6
20:04	30,8	43,2	50	43,3	34,6
20:14	30,7	43,2	50	43,3	34,5
20:24	30,7	43,2	50	43,2	34,5
20:34	30,7	43,1	50	43,2	34,5
20:44	30,9	43,1	50	43,2	34,6
20:54	30,8	43,1	50	43,2	34,5
21:04	30,9	43,1	50	43,1	34,6
21:14	30,8	43,1	50	43,1	34,5
21:24	30,9	43,0	50	43,1	34,6
21:34	30,8	43,0	50	43,1	34,5
21:44	30,9	43,0	50	43,1	34,6
21:54	30,9	43,0	50	43,0	34,5
22:04	30,9	43,0	50	43,1	34,6
22:14	30,9	43,0	50	43,0	34,5
22:24	30,9	43,0	50	43,0	34,5
22:34	30,9	43,0	50	43,0	34,5
22:44	30,7	42,9	50	43,0	34,4
22:54	30,7	42,9	50	42,9	34,4
23:04	30,7	42,9	50	42,9	34,4
23:14	30,7	42,9	50	42,9	34,4
23:24	30,8	42,9	50	42,9	34,4
23:34	30,9	42,9	50	42,9	34,5
23:44	30,7	42,8	50	42,9	34,4
23:54	30,9	42,8	50	42,8	34,5
00:04	30,9	42,8	50	42,8	34,5

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 12: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.** (3 de 4).

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
00:14	31,0	42,8	50	42,8	34,5
00:24	31,0	42,8	50	42,8	34,5
00:34	31,0	42,8	50	42,8	34,5
00:44	31,0	42,8	50	42,8	34,5
00:54	31,1	42,7	50	42,8	34,6
01:04	31,2	42,7	50	42,7	34,7
01:14	31,2	42,7	50	42,7	34,7
01:24	31,1	42,7	50	42,7	34,6
01:34	31,2	42,7	50	42,7	34,7
01:44	31,2	42,7	50	42,7	34,7
01:54	31,2	42,6	50	42,6	34,6
02:04	31,1	42,6	50	42,6	34,6
02:14	31,3	42,6	50	42,6	34,7
02:24	31,3	42,6	50	42,6	34,7
02:34	31,3	42,6	50	42,6	34,7
02:44	31,3	42,6	50	42,5	34,7
02:54	31,2	42,6	50	42,5	34,6
03:04	31,2	42,5	50	42,5	34,6
03:14	31,2	42,5	50	42,5	34,6
03:24	31,2	42,5	50	42,5	34,6
03:34	31,1	42,5	50	42,5	34,5
03:44	31,1	42,5	50	42,5	34,5
03:54	31,1	42,5	50	42,4	34,5
04:04	31,1	42,5	50	42,4	34,5
04:14	31,0	42,4	50	42,4	34,4
04:24	31,1	42,4	50	42,4	34,5
04:34	30,9	42,4	50	42,4	34,4
04:44	31,0	42,4	50	42,4	34,4
04:54	30,9	42,3	50	42,4	34,4
05:04	30,9	42,3	50	42,3	34,3

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 12: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.** (4 de 4).

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
05:14	31,0	42,3	50	42,3	34,4
05:24	30,9	42,3	50	42,3	34,3
05:34	30,9	42,3	50	42,2	34,3
05:44	30,7	42,2	50	42,2	34,2
05:54	30,8	42,2	50	42,2	34,2
06:04	30,7	42,2	50	42,2	34,2

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.**

**Tabla 13: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.(1 de 1).**

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.</b>					
<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
02:10	28,9	33,6	70	34,8	30,7
02:25	29,1	34,6	65	35,1	30,9
02:40	29,2	35,0	61	35,2	31,0
02:55	29,3	35,1	58	35,2	31,1
03:10	29,4	35,3	55	35,3	31,2
03:25	29,4	35,4	53	35,3	31,2
03:40	29,4	35,4	52	35,3	31,2
03:55	29,5	35,5	52	35,4	31,3
04:10	29,7	35,5	52	35,4	31,4
04:25	29,4	35,4	52	35,3	31,2
04:40	29,3	35,5	52	35,3	31,1
04:55	29,1	35,4	51	35,3	31,0
05:10	29,1	35,4	50	35,3	31,0
05:25	29,0	35,4	48	35,3	30,9

**Fuente: Elaboración Propia.**

### **Desarrollo de cálculos**

Como se mencionó anteriormente la información impresa en el reporte de temperatura emitido por los equipos de medición de temperatura es útil solo si se analiza y se interpreta correctamente.

Uno de los datos impresos en el reporte original que es sumamente importante es la casilla TGBHi, que no es más que los valores

correspondientes a la intersección de los valores de temperatura de globo y la temperatura de bulbo húmedo y es conocida como índice producto de la intersección de la temperatura del Globo y el Bulbo Húmedo siendo evaluado en un ambiente interno (sin presencia de la emisión de energía térmica producto de la irradiación de los rayos solares).

Como se pudo observar en las tablas. ambos equipos de medición de carga térmica son capaces de determinar e indicar en sus reportes entre otras cosas los valores de TGBHi, pero debido a que desea poseer una serie de tablas dinámicas se introdujo en 2 de ellas (los reportes digitalizados de la tabla correspondiente a las Mediciones en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2 y la tabla correspondiente a las Mediciones en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2) la fórmula matemática utilizada para determinar dichos valores es:

$$\mathbf{TGBHi = 0,7 TBH + 0,3 TGLOBO.}$$

De donde:

**WBGH** = Temperatura de globo y bulbo húmedo según la ecuación en °C

**TBH** = Temperatura natural de termómetro de bulbo húmedo en °C

**TGLOBO** = Temperatura del termómetro de globo en °C.

Se decidió adoptar esta medida, ya que, se desconoce durante cuánto tiempo se podrá disponer con estos equipos de medición. En caso de no poseerse los equipos se puede ocasionar graves retrasos la entrega de los informes o asesorías técnica que realiza la coordinación, todo esto pudiese ocurrir en el hipotético caso de no contar con las tablas dinámicas. El retraso no necesariamente pudiese ser ocasionado debido a la imposibilidad que posea el operador de realizar las mediciones, sino posiblemente se deba a la

incapacidad que posea el operador en determinar algebraicamente los valores resultantes que actualmente emite el equipo en sus informes de registros de temperatura.

Los datos calculados a través de la fórmula son supremamente similares a los impresos por el equipo, debido a que, ambos utiliza la misma fórmula matemática.

**Ejemplo:** la medición realizada el día 24 de octubre de 2012 en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, genero la siguiente tabla:

**Tabla 14. Segmento de la tabla 9: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.**

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.</b>					
<b>Hora</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBHi (°C)</b>
15:24	29,0	40,9	65	43,1	33,2

**Fuente: Elaboración Propia.**

En la tabla anterior se puede observar que el equipo arrojo un TGBH interno equivalente a 33.2, pero al operar los mismos datos en las tablas dinámicas en Microsoft Excel el valor resultante es 32,88, como se observa en la Figura 17: segmento de la Tabla 9: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. Es decir, existe una discrepancia de 0.32, esto debido a no son los mismo operadores de cálculo, no obstante el elemento que incide en mayor medida esta discrepancia es la operación reducción de cifras menos significativas a través del redondeo de valores resultante.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Mediciones en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2</b>						
2	<b>HORA</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBH</b>	<b>TGBHI por calculo</b>
3	15:14	28,8	37,7	70	42,4	32,9	32,88
4	15:24	29,0	40,9	65	43,1	33,2	33,23
5	15:34	29,5	42,0	61	43,2	33,6	33,61

**Figura 17: segmento de la Tabla 9: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

### **Calculo de diferencia térmica**

Una vez obtenido todos los valores del TGBHila siguiente operación algebraica que se debe realizar es hallar la magnitud resultante de la resta algebraica de los valores de la Temperatura Estructural de la Unidad Generadora (TEUG), estos valores fueron suministrados por la coordinación de mantenimiento mecánico y el Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBHi).

Lo anteriormente dicho se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$\mathbf{TEUG-TGBH= TEUG- TGBHi}$$

De donde:

**TEUG-TGBH=** Es el resultado producto de la diferencia entre la Temperatura Estructural de la Unidad Generadora y el Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo.

**TEUG=** Temperatura Estructural de la Unidad Generadora.

**TGBH=**Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo.

Este nuevo valor obtenido refleja la diferencia de temperatura que existe entre la temperatura de la estructura de la maquinaria y la temperatura del TGBHi.

Posteriormente se deben anexar los nuevos datos a las tablas y calcular la media aritmética de cada uno de dichos valores, se debe calcular los valores promedio debido a que estos valores son el valor característico de una serie de datos que son objeto del estudio; Además con el fin de facilitar la lectura, depurar y análisis de la data se decidió generar un código de colores basado en la diferencia resultante del TEUG y el TGBHi, en donde:

**Tabla 15: Tabla de colores**

<b>Color</b>	<b>Magnitud a la cual ha sido ligada:</b>
Verde	9.7
Marrón	10.0
Morado	10.2
Amarillo	10.3
Azul	10.6
Naranja	10.7

**Fuente: Elaboración Propia.**

Como resultado de las operaciones anteriores se obtuvieron una serie de tablas similares al siguiente ejemplo:

**Tabla 16: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012, digitalizada y con los valores TEUG-TGBH.**

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.</b>							
<b>HORA</b>	<b>TEUG (°C)</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBH</b>	<b>TEUG-TGBH</b>
02:10	41,3	28,9	33,6	70	34,8	30,7	10,6
02:25	40,6	29,1	34,6	65	35,1	30,9	9,7
02:40	41,2	29,2	35,0	61	35,2	31,0	10,2
02:55	41,8	29,3	35,1	58	35,2	31,1	10,7
03:10	41,2	29,4	35,3	55	35,3	31,2	10,0
03:25	40,9	29,4	35,4	53	35,3	31,2	9,7
03:40	41,9	29,4	35,4	52	35,3	31,2	10,7
03:55	42,0	29,5	35,5	52	35,4	31,3	10,7
04:10	41,4	29,7	35,5	52	35,4	31,4	10,0
04:25	41,4	29,4	35,4	52	35,3	31,2	10,2
04:40	40,8	29,3	35,5	52	35,3	31,1	9,7
04:55	41,6	29,1	35,4	51	35,3	31,0	10,6
05:10	41,3	29,1	35,4	50	35,3	31,0	10,3
05:25	40,9	29,0	35,4	48	35,3	30,9	10,0
<b>Promedio</b>	<b>41,29</b>	<b>29,27</b>	<b>35,18</b>	<b>55,07</b>	<b>35,25</b>	<b>31,07</b>	
<b>Diferencia de temperatura TEUG Vs TGBH</b>						<b>10,22</b>	

**Fuente: Elaboración Propia.**

### **Segundo filtrado de los reportes digitalizados.**

Casi todos los reportes de temperatura que se obtuvieron poseen una gran cantidad de datos, debido a que el periodo de tiempo durante el cual se realizó la recolección de los mismos fue considerable y esta condición se ve realizada ya que el intervalo de tiempo entre las mediciones fue tan solo de 10 min.

Con el fin de no sobrecargar las tablas y las gráficas, es necesario realizar una segunda selección de los datos, todo esto con el fin de poder realizar un correcto y asertivo análisis de dicha información. Dicha selección se realizó parcialmente al azar, es decir, se seleccionan una serie de datos (dichos datos preferiblemente no deben ser continuo, ni de comportamiento similar), solo se debe seleccionar datos consecutivos si se observa una variación significativa entre las magnitudes de los datos consecutivos o si se observan una serie de valores repetitivos y continuos, ya que, posiblemente se esté en presencia de una anomalía en el sistema o en presencia de una tendencia, ambas condiciones pueden ser sumamente importantes para el análisis del informe técnico.

Se usó un sombreado con el color rojo en la primera cuadrícula de las tablas (esta casilla es la celda que indica la numeración de posición de los datos) como indicador de que estos datos han sido seleccionados para ser utilizados en la construcción de las gráficas.

El resultado de dichas actividades son las siguientes tablas:

**Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.**

**Tabla 17: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.**

(1 de 5)

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.</b>							
	<b>HORA</b>	<b>TEUG °C</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>TGBH (°C)</b>	<b>TEUG- TGBH</b>
<b>1</b>	15:03	43,2	29,5	37,0	70	33,0	10,2
<b>2</b>	15:13	43,6	30,1	40,5	65	33,9	9,7
<b>3</b>	15:23	44,3	30,2	41,9	61	34,1	10,2
<b>4</b>	15:33	44,5	30,5	42,5	58	34,3	10,2
<b>5</b>	15:43	44,6	30,6	42,9	55	34,4	10,2
<b>6</b>	15:53	44,6	30,7	42,7	53	34,4	10,2
<b>7</b>	16:03	44,5	30,7	42,5	52	34,3	10,2
<b>8</b>	16:13	44,4	30,7	42,3	52	34,2	10,2
<b>9</b>	16:23	44,4	30,6	42,3	52	34,2	10,2
<b>10</b>	16:33	44,3	30,7	42,1	52	34,1	10,2
<b>11</b>	16:43	44,3	30,8	42,1	52	34,1	10,2
<b>12</b>	16:53	44,4	30,7	42,1	51	34,2	10,2
<b>13</b>	17:03	44,4	30,6	42,1	50	34,2	10,2
<b>14</b>	17:13	44,3	30,4	42,1	48	34,1	10,2
<b>15</b>	17:23	43,6	30,5	42,0	46	33,9	9,7
<b>16</b>	17:33	43,7	30,5	42,1	46	34,0	9,7
<b>17</b>	17:43	43,7	30,5	42,1	45	34,0	9,7
<b>18</b>	17:53	43,7	30,5	42,1	47	34,0	9,7
<b>19</b>	18:03	43,7	30,6	42,0	47	34,0	9,7
<b>20</b>	18:13	44,8	30,5	42,0	47	34,1	10,7
<b>21</b>	18:23	44,2	30,4	42,0	46	34,0	10,2
<b>22</b>	18:33	43,9	30,4	42,0	47	33,9	10,0
<b>23</b>	18:43	44,1	30,5	42,0	49	33,9	10,2
<b>24</b>	18:53	44,7	30,4	42,0	50	34,0	10,7

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 17: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.**  
(2 de 5)

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.</b>							
	<b>HORA</b>	<b>TEUG (°C)</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>TGBH (°C)</b>	<b>TEUG-TGBH</b>
<b>23</b>	18:43	44,1	30,5	42,0	49	33,9	10,2
<b>24</b>	18:53	44,7	30,4	42,0	50	34,0	10,7
<b>25</b>	19:03	44,6	30,4	41,9	50	33,9	10,7
<b>26</b>	19:13	44,6	30,4	41,9	50	33,9	10,7
<b>27</b>	19:23	44,0	30,3	41,9	50	34,0	10,0
<b>28</b>	19:33	44,6	30,3	41,8	50	33,9	10,7
<b>29</b>	19:43	44,2	30,3	41,8	50	33,9	10,3
<b>30</b>	19:53	44,0	30,3	41,8	50	33,8	10,2
<b>31</b>	20:03	44,5	30,2	41,8	50	33,8	10,7
<b>32</b>	20:13	44,1	30,1	41,7	50	33,8	10,3
<b>33</b>	20:23	43,8	30,3	41,7	50	33,8	10,0
<b>34</b>	20:33	43,8	30,2	41,7	50	33,8	10,0
<b>35</b>	20:43	43,7	30,2	41,6	50	33,7	10,0
<b>36</b>	20:53	43,8	30,2	41,7	50	33,6	10,2
<b>37</b>	21:03	44,4	30,2	41,6	50	33,7	10,7
<b>38</b>	21:13	44,0	30,3	41,6	50	33,7	10,3
<b>39</b>	21:23	44,3	30,2	41,6	50	33,6	10,7
<b>40</b>	21:33	44,0	30,3	41,6	50	33,7	10,3
<b>41</b>	21:43	44,3	30,2	41,6	50	33,6	10,7
<b>42</b>	21:53	43,9	30,2	41,5	50	33,6	10,3
<b>43</b>	22:03	43,6	30,2	41,5	50	33,6	10,0
<b>44</b>	22:13	43,6	30,2	41,4	50	33,6	10,0
<b>45</b>	22:23	43,9	30,3	41,5	50	33,6	10,3
<b>46</b>	22:33	44,3	30,2	41,4	50	33,6	10,7
<b>47</b>	22:43	43,8	30,1	41,4	50	33,5	10,3
<b>48</b>	22:53	43,5	30,2	41,3	50	33,5	10,0
<b>49</b>	23:03	43,8	30,2	41,4	50	33,5	10,3
<b>50</b>	23:13	43,8	30,2	41,3	50	33,5	10,3
<b>51</b>	23:23	43,6	30,3	41,3	50	33,6	10,0
<b>52</b>	23:33	43,7	30,2	41,2	50	33,5	10,2

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 17: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.**  
(3 de 5)

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.</b>							
	<b>HORA</b>	<b>TEUG (°C)</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>TGBH (°C)</b>	<b>TEUG-TGBH</b>
<b>53</b>	23:43	43,8	30,2	41,1	50	33,5	10,3
<b>54</b>	23:53	43,5	30,2	41,1	50	33,5	10,0
<b>55</b>	00:03	43,8	30,3	41,1	50	33,6	10,2
<b>56</b>	00:13	44,2	30,2	41,1	50	33,5	10,7
<b>57</b>	00:23	43,8	30,4	41,1	50	33,6	10,2
<b>58</b>	00:33	44,2	30,3	41,0	50	33,5	10,7
<b>59</b>	00:43	43,6	30,4	41,0	50	33,6	10,0
<b>60</b>	00:53	43,8	30,4	41,0	50	33,6	10,2
<b>61</b>	01:03	44,3	30,4	41,0	50	33,6	10,7
<b>62</b>	01:13	43,8	30,4	40,9	50	33,6	10,2
<b>63</b>	01:23	44,3	30,4	40,9	50	33,6	10,7
<b>64</b>	01:33	43,8	30,5	40,9	50	33,6	10,2
<b>65</b>	01:43	43,8	30,5	40,9	50	33,6	10,2
<b>66</b>	01:53	43,6	30,5	40,9	50	33,6	10,0
<b>67</b>	02:03	43,8	30,5	40,9	50	33,6	10,2
<b>68</b>	02:13	43,7	30,6	40,9	50	33,7	10,0
<b>69</b>	02:23	43,8	30,5	40,9	50	33,6	10,2
<b>70</b>	02:33	44,4	30,6	40,9	50	33,7	10,7
<b>71</b>	02:43	43,8	30,5	40,8	50	33,6	10,2
<b>72</b>	02:53	44,4	30,6	40,8	50	33,7	10,7
<b>73</b>	03:03	43,8	30,5	40,8	50	33,6	10,2
<b>74</b>	03:13	43,8	30,5	40,8	50	33,6	10,2
<b>75</b>	03:23	44,3	30,5	40,8	50	33,6	10,7
<b>76</b>	03:33	43,7	30,4	40,8	50	33,5	10,2
<b>77</b>	03:43	44,2	30,4	40,7	50	33,5	10,7
<b>78</b>	03:53	44,2	30,4	40,7	50	33,5	10,7
<b>79</b>	04:03	43,4	30,3	40,7	50	33,4	10,0
<b>80</b>	04:13	44,1	30,3	40,6	50	33,4	10,7

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 17: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH. (4 de 5)**

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.</b>							
	<b>HORA</b>	<b>TEUG (°C)</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>TGBH (°C)</b>	<b>TEUG-TGBH</b>
<b>81</b>	04:23	44,2	30,4	40,6	50	33,5	10,7
<b>82</b>	04:33	44,1	30,3	40,6	50	33,4	10,7
<b>83</b>	04:43	43,4	30,3	40,6	50	33,4	10,0
<b>84</b>	04:53	44,1	30,3	40,6	50	33,4	10,7
<b>85</b>	05:03	43,5	30,4	40,6	50	33,5	10,0
<b>86</b>	05:13	44,1	30,3	40,6	50	33,4	10,7
<b>87</b>	05:23	44,1	30,3	40,6	50	33,4	10,7
<b>88</b>	05:33	44,0	30,2	40,6	50	33,3	10,7
<b>89</b>	05:43	44,1	30,3	40,6	50	33,4	10,7
<b>90</b>	05:53	43,2	30,1	40,6	50	33,2	10,0
<b>91</b>	06:03	44,0	30,2	40,6	50	33,3	10,7
<b>92</b>	06:13	43,1	30,0	40,3	50	33,1	10,0
<b>93</b>	06:23	43,8	30,0	40,4	50	33,1	10,7
<b>94</b>	06:33	43,8	30,0	40,3	50	33,1	10,7
<b>95</b>	06:43	43,0	29,9	40,3	50	33,0	10,0
<b>96</b>	06:53	43,0	29,9	40,3	50	33,0	10,0
<b>97</b>	07:03	43,0	29,9	40,3	50	33,0	10,0
<b>98</b>	07:13	43,2	29,9	40,3	50	33,0	10,2
<b>99</b>	07:23	43,7	29,9	40,2	50	33,0	10,7
<b>100</b>	07:33	43,0	29,9	40,2	50	33,0	10,0
<b>101</b>	07:43	43,0	29,9	40,2	50	33,0	10,0
<b>102</b>	07:53	43,8	30,0	40,2	50	33,1	10,7
<b>103</b>	08:03	43,0	29,9	40,2	50	33,0	10,0
<b>104</b>	08:13	43,8	30,0	40,2	50	33,1	10,7
<b>105</b>	08:23	43,8	30,0	40,1	50	33,1	10,7
<b>106</b>	08:33	43,0	29,9	40,2	50	33,0	10,0
<b>107</b>	08:43	43,7	29,9	40,2	50	33,0	10,7
<b>108</b>	08:53	43,1	30,0	40,2	50	33,1	10,0
<b>109</b>	09:03	43,8	30,1	40,2	50	33,1	10,7
<b>110</b>	09:13	43,9	30,2	40,0	50	33,2	10,7

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 17: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.(5 de 5).**

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 23 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.</b>							
	<b>HORA</b>	<b>TEUG (°C)</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>TGBH (°C)</b>	<b>TEUG-TGBH</b>
<b>111</b>	09:23	44,0	30,4	40,0	50	33,3	10,7
<b>Promedio</b>		43.90	30.30	41.13	50.37	33.60	
<b>Diferencia promedio de temperatura TEUG Vs TGBH</b>							<b>10,31</b>

**Fuente: Elaboración Propia.**

Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.

Tabla 18: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.

(1 de 4).

Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. Con el 2 <sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.								
	HORA	TEUG (°C)	TBH (°C)	TBS (°C)	HR (%)	GLOBO	TGBH	TEUG - TGBH
1	15:14	43,5	28,8	37,7	70	42,4	32,9	10,6
2	15:24	42,9	29,0	40,9	65	43,1	33,2	9,7
3	15:34	44,2	29,5	42,0	61	43,2	33,6	10,6
4	15:44	44,2	29,5	42,5	58	43,0	33,6	10,6
5	15:54	44,2	29,4	42,7	55	43,3	33,6	10,6
6	16:04	44,4	29,7	42,9	53	43,3	33,8	10,6
7	16:14	44,3	29,6	43,0	52	43,4	33,7	10,6
8	16:24	44,5	29,8	43,1	52	43,3	33,9	10,6
9	16:34	45,0	30,6	43,3	52	43,4	34,4	10,6
10	16:44	45,0	30,6	43,3	52	43,4	34,4	10,6
11	16:54	45,1	30,6	43,3	52	43,5	34,5	10,6
12	17:04	45,2	30,8	43,3	51	43,5	34,6	10,6
13	17:14	45,0	30,5	43,3	50	43,5	34,4	10,6
14	17:24	45,1	30,7	43,3	48	43,5	34,5	10,6
15	17:34	44,2	30,7	43,3	46	43,4	34,5	9,7
16	17:44	44,2	30,7	43,3	46	43,4	34,5	9,7
17	17:54	44,1	30,6	43,3	45	43,4	34,4	9,7
18	18:04	44,3	30,8	43,3	47	43,4	34,6	9,7
19	18:14	44,2	30,7	43,3	47	43,4	34,5	9,7
20	18:24	45,3	30,8	43,3	47	43,4	34,6	10,7
21	18:34	44,7	30,7	43,3	46	43,4	34,5	10,2
22	18:44	44,6	30,8	43,3	47	43,4	34,6	10,0
23	18:54	44,9	30,9	43,3	49	43,4	34,7	10,2

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 18: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.**

(2 de 4).

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.</b>								
	<b>HORA</b>	<b>TEUG (°C)</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBH</b>	<b>TEUG - TGBH</b>
<b>24</b>	19:04	45,3	30,9	43,2	50	43,3	34,6	10,7
<b>25</b>	19:14	45,1	30,6	43,2	50	43,3	34,4	10,7
<b>26</b>	19:24	45,2	30,7	43,2	50	43,3	34,5	10,7
<b>27</b>	19:34	44,5	30,7	43,2	50	43,3	34,5	10,0
<b>28</b>	19:44	45,2	30,7	43,2	50	43,3	34,5	10,7
<b>29</b>	19:54	44,9	30,8	43,2	50	43,3	34,6	10,3
<b>30</b>	20:04	44,8	30,8	43,2	50	43,3	34,6	10,2
<b>31</b>	20:14	45,2	30,7	43,2	50	43,3	34,5	10,7
<b>32</b>	20:24	44,8	30,7	43,2	50	43,2	34,5	10,3
<b>33</b>	20:34	44,5	30,7	43,1	50	43,2	34,5	10,0
<b>34</b>	20:44	44,6	30,9	43,1	50	43,2	34,6	10,0
<b>35</b>	20:54	44,5	30,8	43,1	50	43,2	34,5	10,0
<b>36</b>	21:04	44,8	30,9	43,1	50	43,1	34,6	10,2
<b>37</b>	21:14	45,2	30,8	43,1	50	43,1	34,5	10,7
<b>38</b>	21:24	44,9	30,9	43,0	50	43,1	34,6	10,3
<b>39</b>	21:34	45,2	30,8	43,0	50	43,1	34,5	10,7
<b>40</b>	21:44	44,9	30,9	43,0	50	43,1	34,6	10,3
<b>41</b>	21:54	45,2	30,9	43,0	50	43,0	34,5	10,7
<b>42</b>	22:04	44,9	30,9	43,0	50	43,1	34,6	10,3
<b>43</b>	22:14	44,5	30,9	43,0	50	43,0	34,5	10,0
<b>44</b>	22:24	44,5	30,9	43,0	50	43,0	34,5	10,0
<b>45</b>	22:34	44,8	30,9	43,0	50	43,0	34,5	10,3
<b>46</b>	22:44	45,1	30,7	42,9	50	43,0	34,4	10,7
<b>47</b>	22:54	44,7	30,7	42,9	50	42,9	34,4	10,3
<b>48</b>	23:04	44,4	30,7	42,9	50	42,9	34,4	10,0
<b>49</b>	23:14	44,7	30,7	42,9	50	42,9	34,4	10,3
<b>50</b>	23:24	44,7	30,8	42,9	50	42,9	34,4	10,3

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 18: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.**

(3 de 4).

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. .Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.</b>							
	<b>HORA</b>	<b>TEUG (°C)</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS(°C)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBH</b>	<b>TEUG-TGBH</b>
<b>51</b>	23:34	44,5	30,9	42,9	42,9	34,5	10,0
<b>52</b>	23:44	44,6	30,7	42,8	42,9	34,4	10,2
<b>53</b>	23:54	44,8	30,9	42,8	42,8	34,5	10,3
<b>54</b>	00:04	44,5	30,9	42,8	42,8	34,5	10,0
<b>55</b>	00:14	44,7	31,0	42,8	42,8	34,5	10,2
<b>56</b>	00:24	45,2	31,0	42,8	42,8	34,5	10,7
<b>57</b>	00:34	44,7	31,0	42,8	42,8	34,5	10,2
<b>58</b>	00:44	45,2	31,0	42,8	42,8	34,5	10,7
<b>59</b>	00:54	44,6	31,1	42,7	42,8	34,6	10,0
<b>60</b>	01:04	44,9	31,2	42,7	42,7	34,7	10,2
<b>61</b>	01:14	45,4	31,2	42,7	42,7	34,7	10,7
<b>62</b>	01:24	44,8	31,1	42,7	42,7	34,6	10,2
<b>63</b>	01:34	45,4	31,2	42,7	42,7	34,7	10,7
<b>64</b>	01:44	44,9	31,2	42,7	42,7	34,7	10,2
<b>65</b>	01:54	44,8	31,2	42,6	42,6	34,6	10,2
<b>66</b>	02:04	44,6	31,1	42,6	42,6	34,6	10,0
<b>67</b>	02:14	44,9	31,3	42,6	42,6	34,7	10,2
<b>68</b>	02:24	44,7	31,3	42,6	42,6	34,7	10,0
<b>69</b>	02:34	44,9	31,3	42,6	42,6	34,7	10,2
<b>70</b>	02:44	45,4	31,3	42,6	42,5	34,7	10,7
<b>71</b>	02:55	44,8	31,2	42,6	42,5	34,6	10,2
<b>72</b>	03:04	45,3	31,2	42,5	42,5	34,6	10,7
<b>73</b>	03:14	44,8	31,2	42,5	42,5	34,6	10,2
<b>74</b>	03:24	44,8	31,2	42,5	42,5	34,6	10,2
<b>75</b>	03:34	45,2	31,1	42,5	42,5	34,5	10,7
<b>76</b>	03:44	44,7	31,1	42,5	42,5	34,5	10,2
<b>77</b>	03:54	45,2	31,1	42,5	42,4	34,5	10,7
<b>78</b>	04:04	45,2	31,1	42,5	42,4	34,5	10,7

**Fuente: Elaboración Propia.**

**Tabla 18: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.**

(4 de 4).

<b>Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 24 de Octubre de 2012.. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.</b>							
	<b>HORA</b>	<b>TEUG (°C)</b>	<b>TBH (°C)</b>	<b>TBS (°C)</b>	<b>GLOBO</b>	<b>TGBH</b>	<b>TEUG-TGBH</b>
<b>79</b>	04:14	44,4	31,0	42,4	42,4	34,4	10,0
<b>80</b>	04:24	45,2	31,1	42,4	42,4	34,5	10,7
<b>81</b>	04:34	45,1	30,9	42,4	42,4	34,4	10,7
<b>82</b>	04:44	45,1	31,0	42,4	42,4	34,4	10,7
<b>83</b>	04:54	44,4	30,9	42,3	42,4	34,4	10,0
<b>84</b>	05:04	45,0	30,9	42,3	42,3	34,3	10,7
<b>85</b>	05:14	44,4	31,0	42,3	42,3	34,4	10,0
<b>86</b>	05:24	45,0	30,9	42,3	42,3	34,3	10,7
<b>87</b>	05:34	45,0	30,9	42,3	42,2	34,3	10,7
<b>88</b>	05:44	44,9	30,7	42,2	42,2	34,2	10,7
<b>89</b>	05:54	44,9	30,8	42,2	42,2	34,2	10,7
<b>90</b>	06:04	44,2	30,7	42,2	42,2	34,2	10,0
Promedio		44,76	30,77	42,77	42,92	34,41	
<b>Diferencia promedio de temperatura TEUG Vs TGBH</b>				<b>10,3</b>			

**Fuente: Elaboración Propia.**

Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH.

Tabla 19: Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012. Con el 2<sup>do</sup> filtrado y los valores TEUG-TGBH. (1 de 1).

Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 de Casa de Maquina N°2. Correspondiente al día 05 de Noviembre de 2012.							
	HORA	TEUG(°C)	TBH (°C)	TBS (°C)	GLOBO	TGBH	TEUG-TGBH
1	02:10	41,3	28,9	33,6	34,8	30,7	10,6
2	02:25	40,6	29,1	34,6	35,1	30,9	9,7
3	02:40	41,2	29,2	35,0	35,2	31,0	10,2
4	02:55	41,8	29,3	35,1	35,2	31,1	10,7
5	03:10	41,2	29,4	35,3	35,3	31,2	10,0
6	03:25	40,9	29,4	35,4	35,3	31,2	9,7
7	03:40	41,9	29,4	35,4	35,3	31,2	10,7
8	03:55	42,0	29,5	35,5	35,4	31,3	10,7
9	04:10	41,4	29,7	35,5	35,4	31,4	10,0
10	04:25	41,4	29,4	35,4	35,3	31,2	10,2
11	04:40	40,8	29,3	35,5	35,3	31,1	9,7
12	04:55	41,6	29,1	35,4	35,3	31,0	10,6
13	05:10	41,3	29,1	35,4	35,3	31,0	10,3
14	05:25	40,9	29,0	35,4	35,3	30,9	10,0
<b>Promedio</b>		41,29	29,27	35,18	35,25	31,07	
<b>Diferencia promedio de temperatura TEUG Vs TGBH</b>						10,22	

Fuente: Elaboración Propia.

<b>TEUG=</b> Temperatura Estructural de la Unidad Generadora.
<b>TGBH=</b> Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo.
<b>TBH=</b> Temperatura de Bulbo Húmedo.
<b>TBS=</b> Temperatura de Bulbo Seco.
<b>HR (%)=</b> Porcentaje de Flujo de Aire.
<b>TEUG-TGBH=</b> Diferencia entre el TEUG y el TGBH.

## **Generación y análisis de gráficas**

Una vez depurada la data se puede dar respuesta al siguiente objetivo específico. Para ello se deberán evaluar al unisonó en una primera gráfica los valores del TBH, TBS, TGBHi TEUG; luego en la siguiente grafica se deberá evaluar el TBS vs TGBH y en la gráfica final se comparara los valores de TEUG vs TGBH.

### **Análisis de Gráficas**

**Análisis de las gráficas correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2 de fecha 23 de Octubre de 2012.**

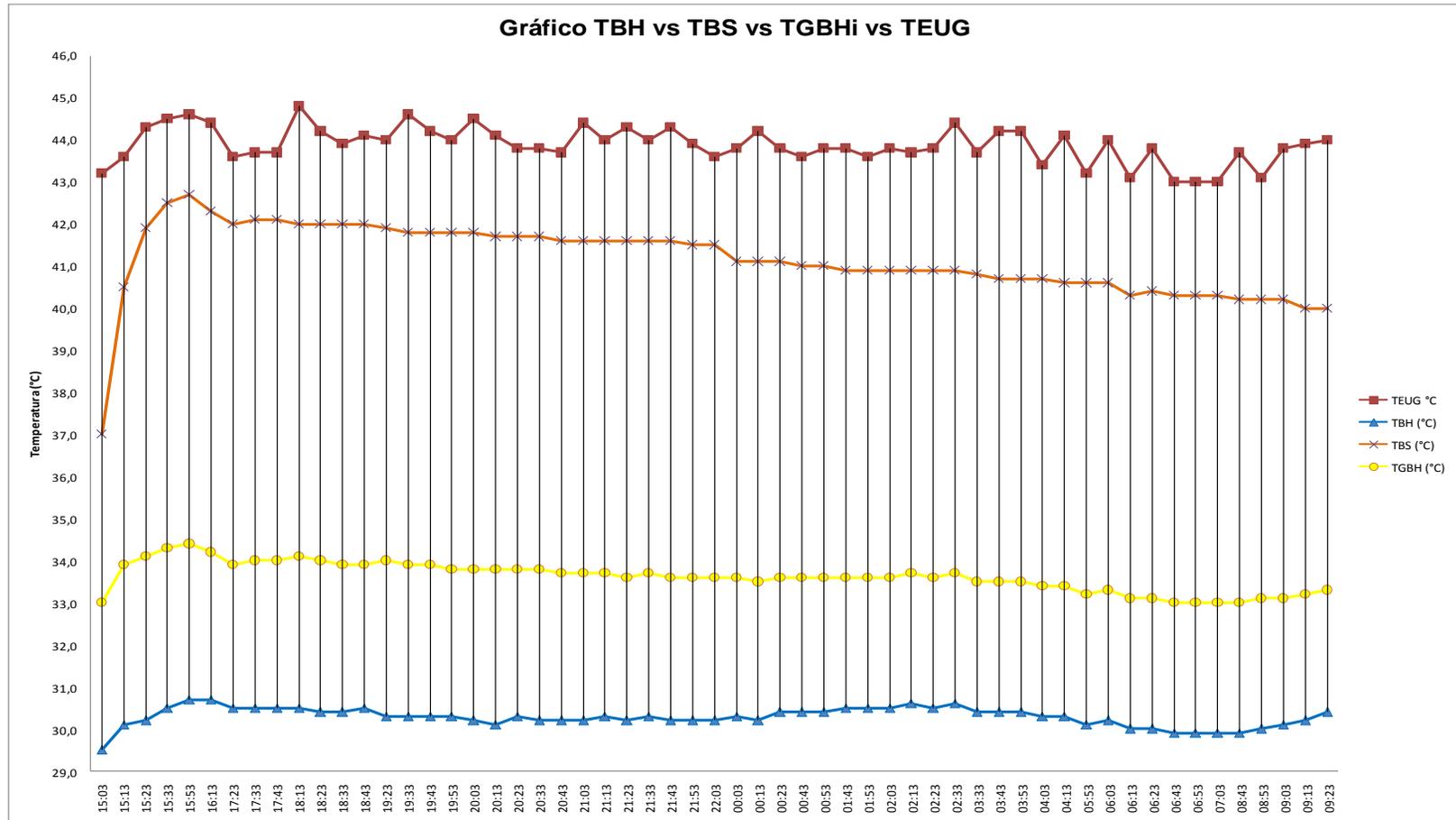
#### **Análisis de la graficas TBH vs TBS vs TGBHi vs TEUG**

Esta Gráfica 1 nos muestra cual es el comportamiento de la energía térmica en los diferentes elementos, del mismo modo nos permite observar cual es la correlación existente entre todas ellas, es decir, se puede evaluar los incremento y los descenso de la temperatura afecta.

El período de tiempo que va desde las quince horas con tres minutos (15:03) hasta las dieciséis con trece minutos (16:13) se observa un incremento continuo en todas las mediciones de temperatura, se pudiese suponer que esta alza de temperatura pudo haber sido originado por algún elemento que altero la temperatura ambiental, se logra llegar a esta suposición debido a que la temperatura de TBS es el valor que presenta la mayor pendiente de todas las gráficas en este periodo estudiado.

Así mismo desde las diecisiete horas con veintitrés minutos (17:23) hasta las veintidós horas con tres minutos (22:03) se observa una leve tendencia continua con pendiente negativa (excepto en los valores de TEUG), en línea general se pudiese asumir que los niveles térmicos entran en un periodo de descenso y estabilización en respuesta al estados de equilibrio térmico de la materia y a través de irradiar del exceso de energía térmica al medio ambiente mediante un proceso de convección térmica. La temperatura de la unidad generadora presento un comportamiento errático, es decir, se observan aumentos de temperatura seguido de descenso de la misma con breve lapso de periodicidad no mayores a 3 ciclos.

Al final del registro se observa una serie de pequeños aumentos continuos en el TBH y TGBH, este incremento de temperatura es precedido por un corto periodo de estabilización de las cargas térmicas, dicho periodo de estabilización va desde la seis horas con cuarenta y tres minutos (6:43) hasta las ocho horas con cuarentena y cuatro minutos (8:43), mientras que el incremento de las temperatura inicia a las nueve horas con tres minutos (9:03) y finaliza a las nueve con veinte tres minutos (9:23).



**Gráfica 1: Gráfica TBH vs TBS vs TGBHi vs TEUG correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2 de fecha 23 de Octubre de 2012.**

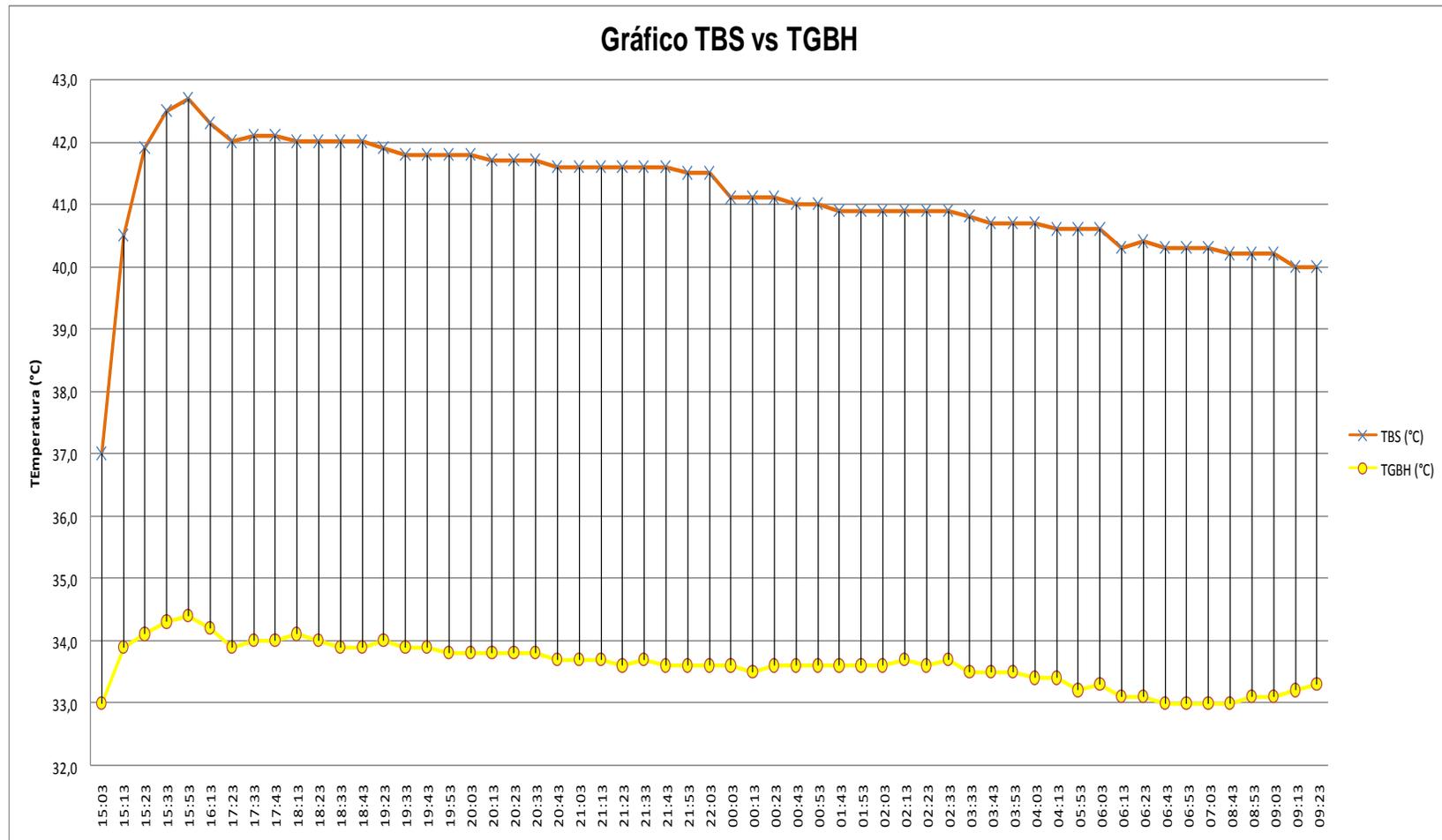
**Fuente: Elaboración Propia.**

## **Análisis de la gráfica TBS vs TGBHi**

Debido a la existencia de un nexo matemática por parte de de TGBHi cualquier acenso o disminucion de la energia termica en el TBS se vera refeleja en los valores resultantes del TGBHi, lo anterioemente expuesto se observa en la Gráfica 2. Las variaciones no necesaria deberan ser simetricas, con esto se quiere decir que, si aumentalos valores del TBS en 5 °C los valores del TGBHi de igual manera deberan aumentar su valores, pero, no necesariamente el incremento tendria que ser equivalente a 5 °C, todo esto debido a que el valor de TBS es un elemento porcentual y parcial del valor de TGBHi y no por ende no son valores simetricos.

Además otra condición que se debe hacer presente para que exista una variacion en la cargas termicas es la anteracion del medio ambien bien sear significativa en un corto periodo de tiempo o poseer una tendencias leves pero continuas durante un largo periodo de tiempo.

El racionamiento anterior se ve reflejado en el abructo incremento de temperatura ocurrido desde las quince horas con tres minutos (15:03) hasta las dieciséis con trece minutos (16:13), la segunda condición se ve presenta desde las diecisiete horas con veintitrés minutos (17:23) hasta las veintidós horas con tres minutos (22:03).



**Gráfica 2: Gráfica TBS vs TGBH correspondiente a las mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2 de fecha 23 de Octubre de 2012.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

## **Análisis de la gráfica TEUG vs TGBHi**

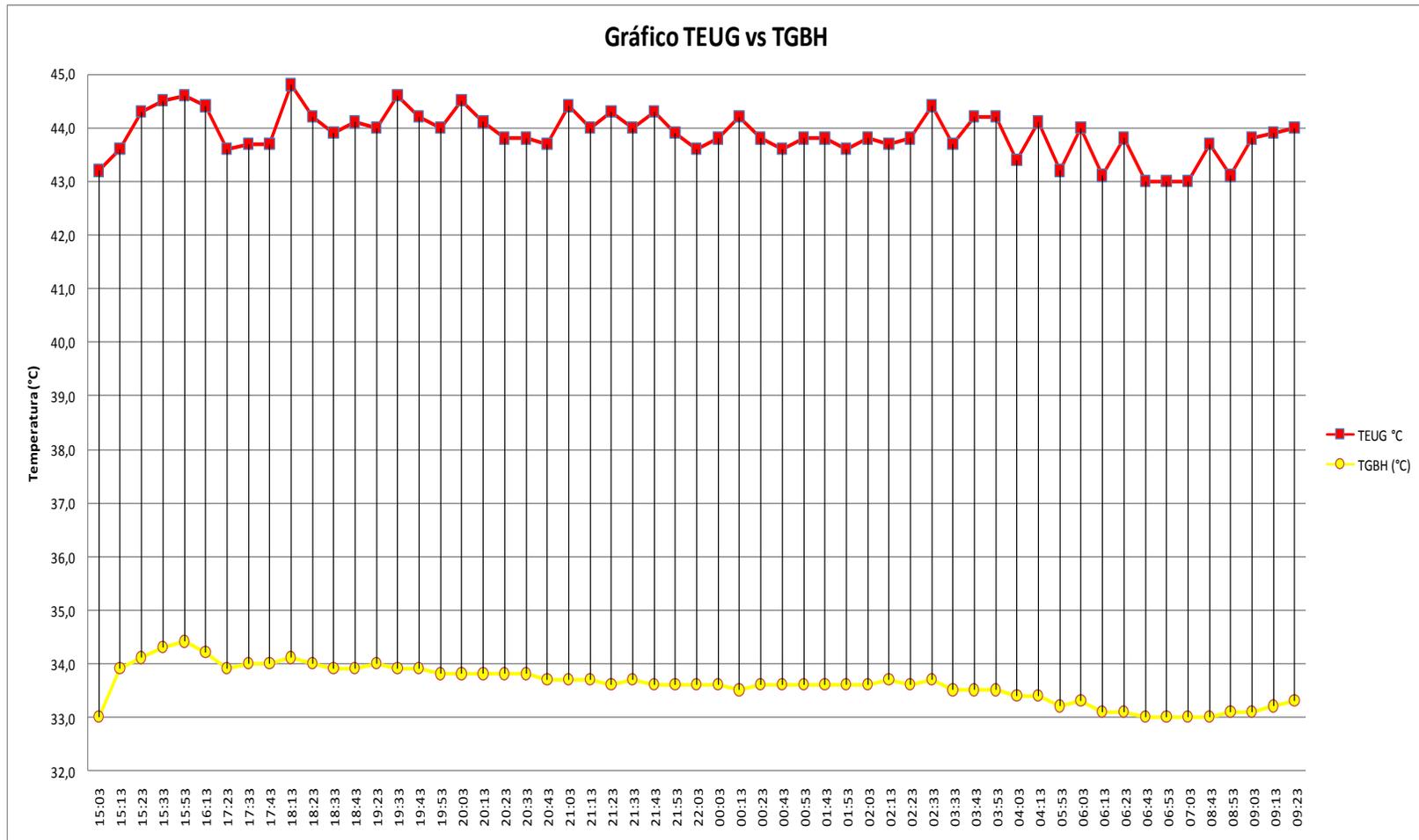
La temperatura de la unidad generadora presento un comportamiento errático, describiendo una gráfica diente de sierra, es decir, se observan aumentos de temperatura seguido de descenso de temperatura con breve lapso de periódicos no mayores a 3 ciclos. Todo esto se pues de observar en la Gráfica 3.

Por el contrario el TGBHi describe una gráfica mucho más lineal con periodos definidos de estabilidad y de periodicidad, los ascensos y descenso de temperatura son leves y ocurren en un periodo de tiempo prolongado.

Si bien las gráficas presentan una amplia y marcada diferencia en su comportamiento, ambas presentan periodos de comportamientos similares como por ejemplo el presente desde las ocho horas con cincuenta y tres horas (8:53) hasta las nueve horas con veintitrés minutos (9:23).

Lo que certifica que:

- La TEUG varía con mayor rapidez que los valores del TGBH
- Se comportan de manera diferente.
- Pero aun así por estar presente en el mismo sistema influyen uno en el comportamiento del otro.



**Gráfica 3: Gráfica TEUG vs TGBH correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Superior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2 de fecha 23 de Octubre de 2012.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

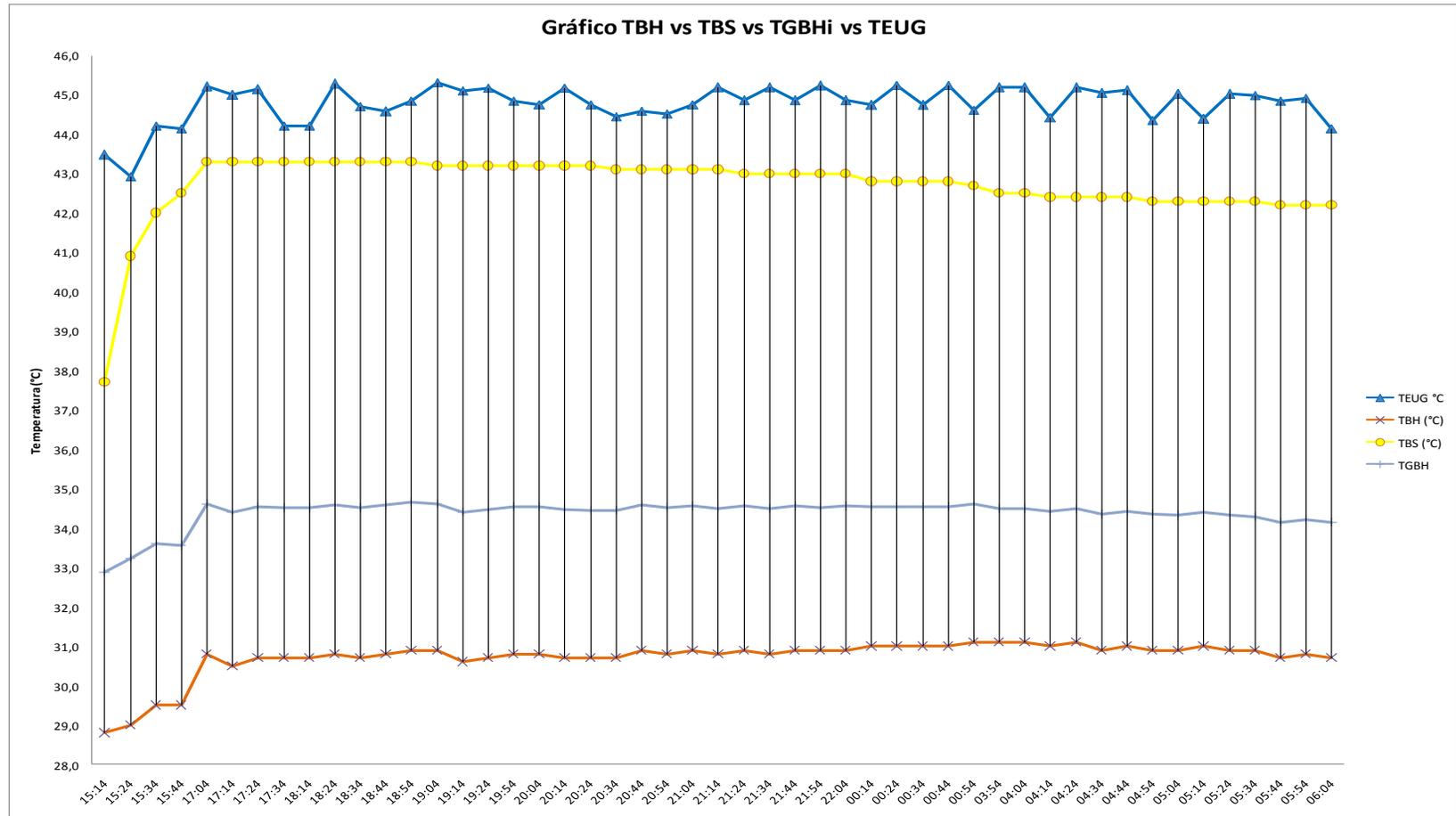
## **Análisis de las gráficas correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 24 de octubre de 2012**

### **Análisis de las gráficas TBH vs TBS vs TGBHi vs TEUG**

Al igual que la primera grafica de la tabla anterior esta gráfica indica cual es el comportamiento de la energía térmica en los diferentes elementos, del mismo modo nos permite observar cual es la correlación existente entre todas ellas, es decir, se puede evaluar si el incremento o descenso en una temperatura afecta a las demás.

La gráfica4 presenta una anomalía muy particular, la cual es que se observa una dispersión de la energía térmica a lo largo de un espacio de tiempo y por ende ocurre una disminución de la misma, es decir, se refleja una reducción en los valores TBS y el TGBHi desde las diecisiete horas con cuatro minutos (17:04) hasta el final de la evaluación, pero por el contrario durante el mismo periodo de tiempo los valores TBH experimenta un crecimiento continuo y sostenido, este crecimiento presenta una tendencia muy pequeña, esto se puede deducir debido a que la ganancia de energía es aproximadamente de 2 °C.

Así mismo el comportamiento que describe la línea de TEUG de esta grafica es análogo encanuto a la tendencia descrita por su equivalente en la tabla anterior.



**Gráfica 4: Gráfica TBH vs TBS vs TGBHi vs TEUG correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 24 de octubre de 2012.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

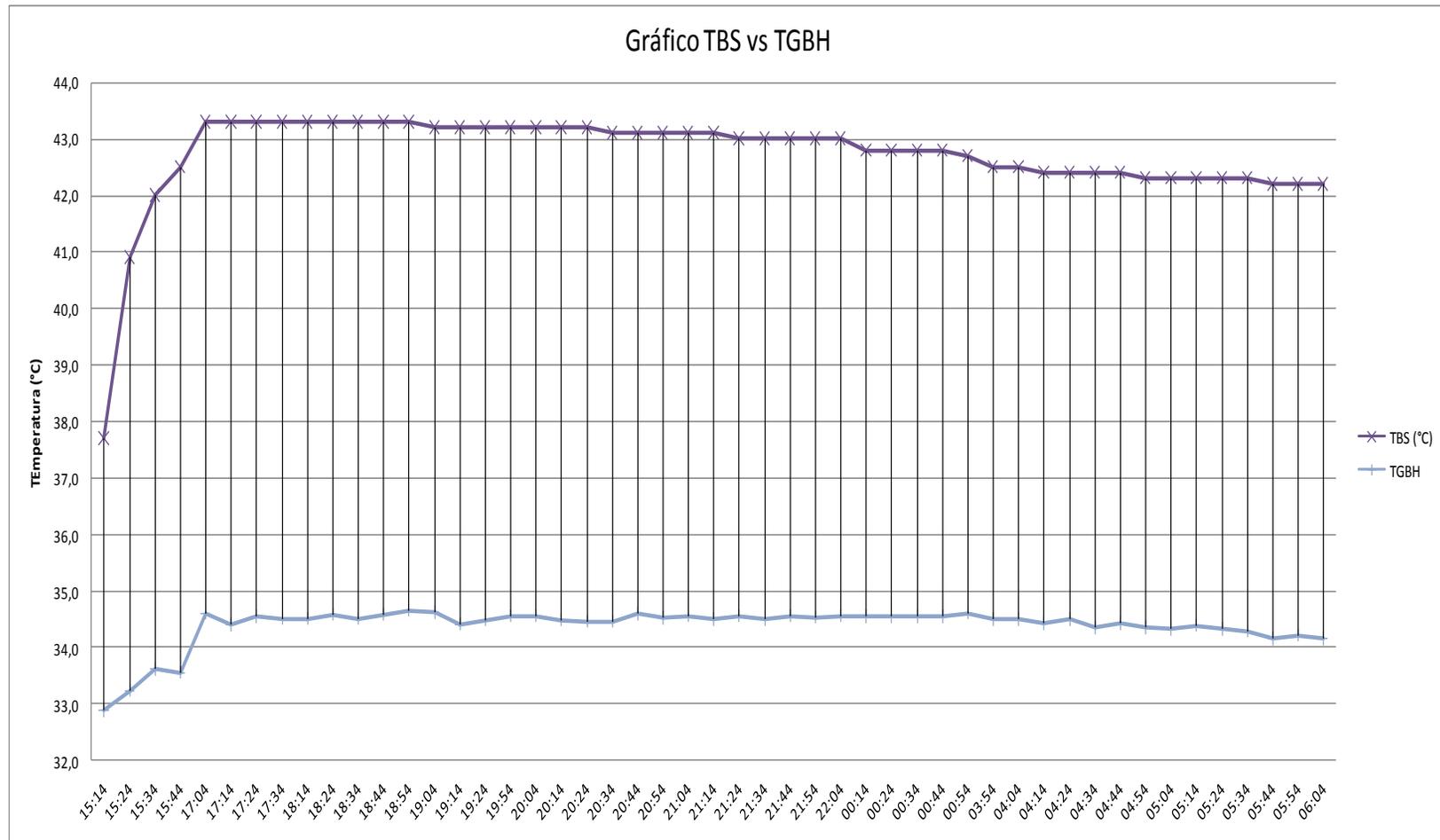
## **Análisis de la gráfica TBS vs TGBHi**

Esta gráfica presenta un comportamiento a su semejante a la tabla anterior; con la salvedad que se aprecian cambios de temperatura muchos más claros en el TGBHi, en especial en los 6 ciclos del estudio.

Esta condicionante produce que la gráfica presente características correspondientes a las gráficas dientes de sierra.

Es posible que este comportamiento sea el resultado del proceso realizado por el segundo filtrado.

Es por ello que se recomienda hacer un análisis de la gráfica haciendo uso de todos los datos. Ver Gráfica 5.

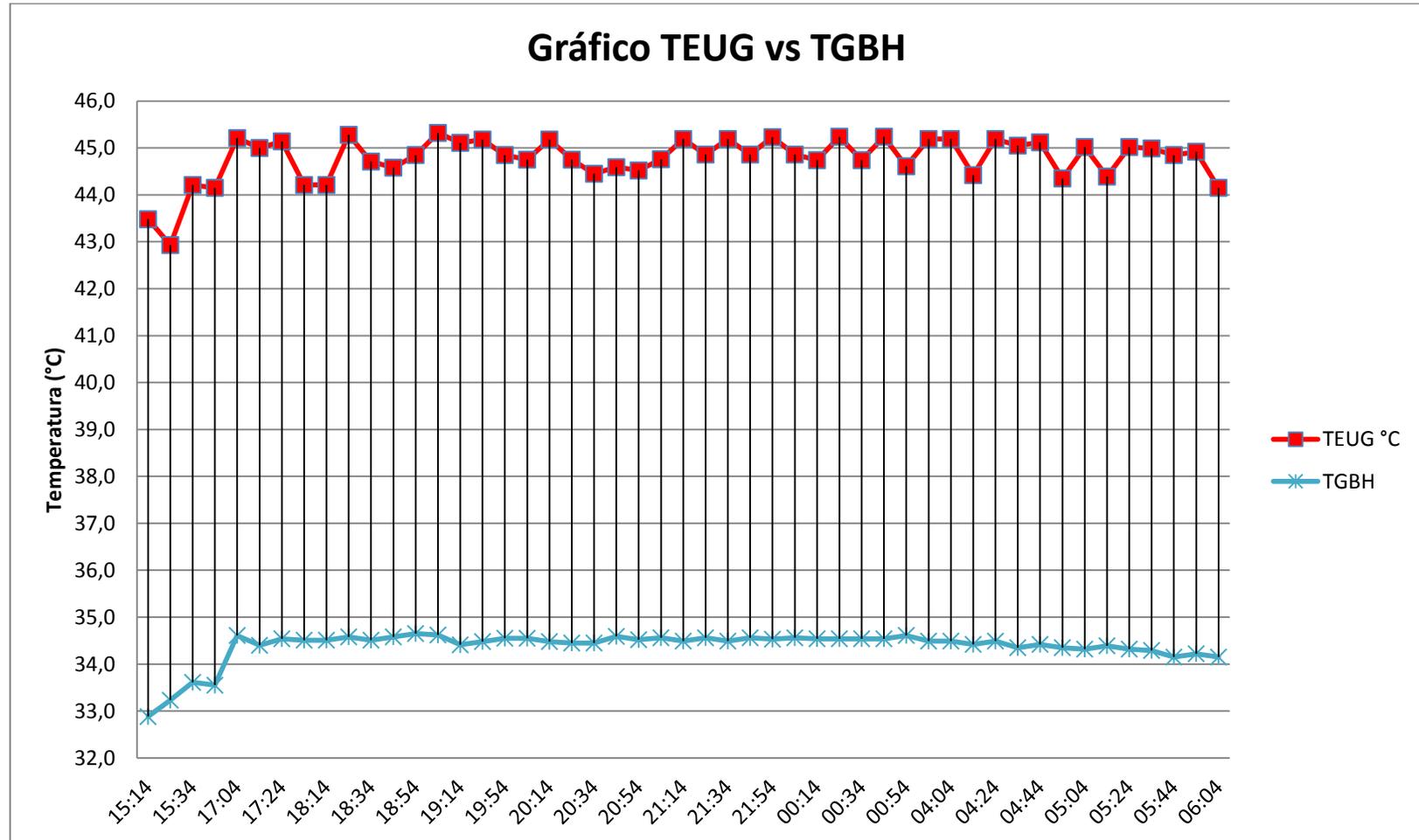


**Gráfica 5: Gráfica TBS vs TGBH correspondiente a las mediciones filtrada y seleccionada en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 24 de octubre de 2012.  
Fuente: Elaboración Propia.**

## **Análisis de la gráfica TGBHi vs TEUG**

La temperatura en la Gráfica 6comportó de manera anormal, describiendo una gráfica diente de sierra, es decir, se observan periodos de gran inestabilidad térmica en los 12 primeros ciclos, se presentas periodos de descenso e incremento de temperatura en cortos lapso de tiempo como por ejemplo desde las veintiuna hora con catorce minutos (21:14) finalizando a las cero horas con cincuenta y cuatro minutos (00:54).

Si bien el TGBHi describe una gráfica mucho más lineal con periodos definidos de estabilidad y de periodicidad, los ascensos y descenso de temperatura son leves y ocurren en un periodo de tiempo prolongado.



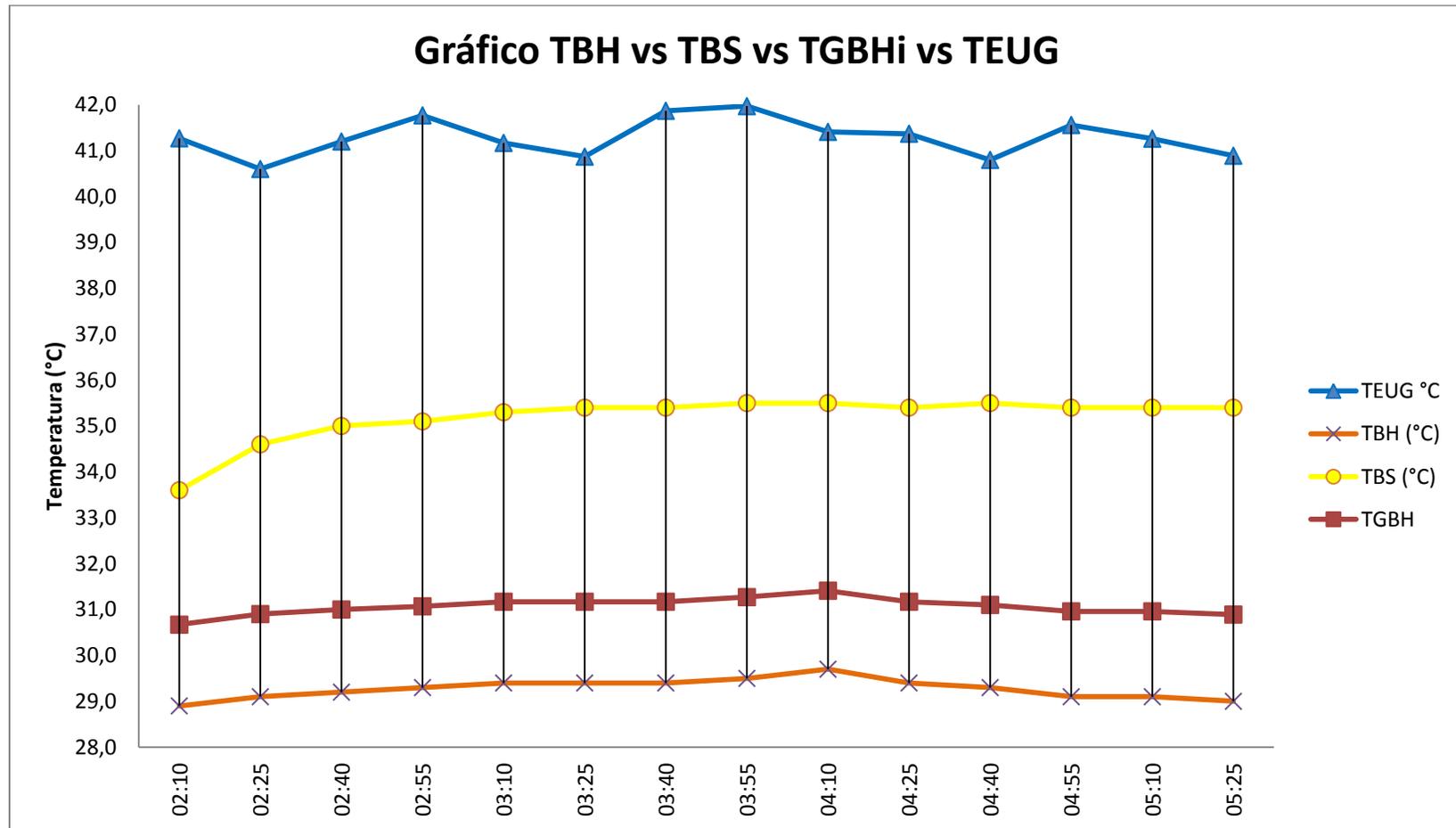
## **Análisis de las gráficas correspondiente a las Mediciones Realizadas en la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 05 de Noviembre de 2012**

### **Análisis de la gráficas TBS vs TGBHi**

La grafica anterior describe en los valores de TBS un crecimiento continuo y prolongado en el tiempo, pero poco significativo, es decir existe un incremento en las temperaturas de menos de  $1.5^{\circ}\text{C}$  en un plazo de 14 ciclos, produciendo como resultado una pendiente positiva, dichos valores describen una tendencia gráfica parabólica. Ver Gráfica7.

Del mismo modo se evidencia una sincronía perfecta entre el TGBH y el TBH, puesto que al aumentar o disminuir en  $1^{\circ}\text{C}$  el TBH, aumenta en igual medida los valores TBH, mientras que estos valores dibuja una línea casi perfecta lo que indica que las variaciones de temperatura son mínimas, lo que a su vez arrojaría como resultado una tendencia casi cero debido a que su pendiente grafica es menor a  $2^{\circ}$

Los Valores de TEUG al igual que en todas las gráficas que la precedieron poseen forma de diente de sierra, si bien no posee periodos de crecimiento o de decrecimientos marcados si posee pequeños lapsos de tiempo en los que se evidencian pequeñas tendencias y ciclos periódicos no mayores a 2 ciclos.



**Gráfica 7: Gráfica TBH vs TBS vs TGBHi vs TEUG correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 05 de Noviembre de 2012.**

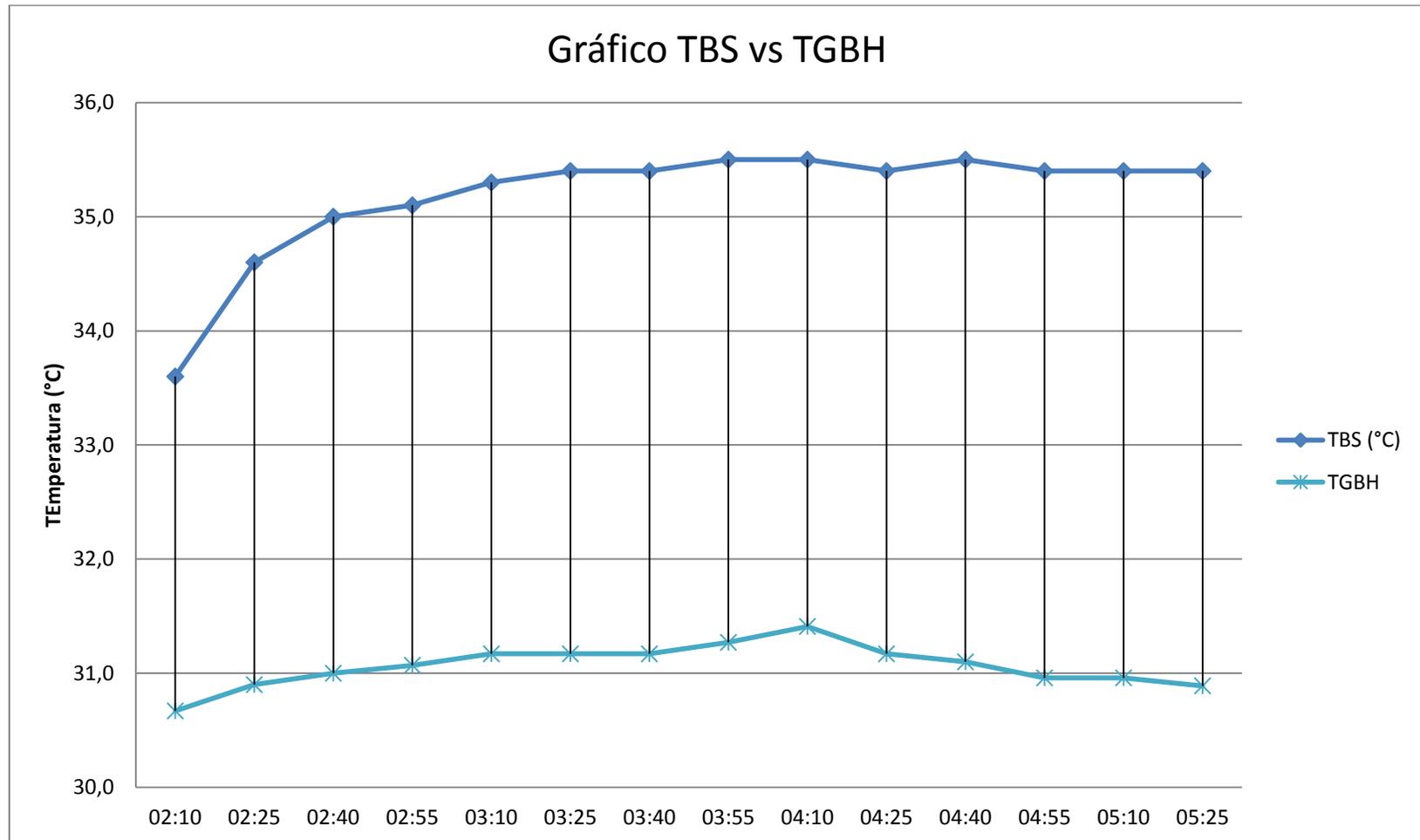
**Fuente: Elaboración Propia.**

## **Análisis de la gráficas TBS vs TGBHi**

Como se menciona con antelación debido a la existencia de un nexo matemático entre TGBHi y TBS, cualquier ascenso o disminución de la energía térmica en el TBS se verá reflejada en los valores resultantes del TGBHi. Las variaciones no necesariamente deberán ser simétricas, con esto se quiere decir que, si aumentamos los valores del TBS en 1 °C los valores del TGBHi de igual manera deberán aumentar, pero, no necesariamente el incremento tendría que ser equivalente a 1 °C, todo esto debido a que el valor de TBS no es el único valor que interviene en el cálculo del TGBHi.

Además otra condición que se debe hacer presente para que exista una variación en las cargas térmicas deben ser significativa en un corto periodo de tiempo o deben poseer una tendencia leve pero continuas durante un largo periodo de tiempo.

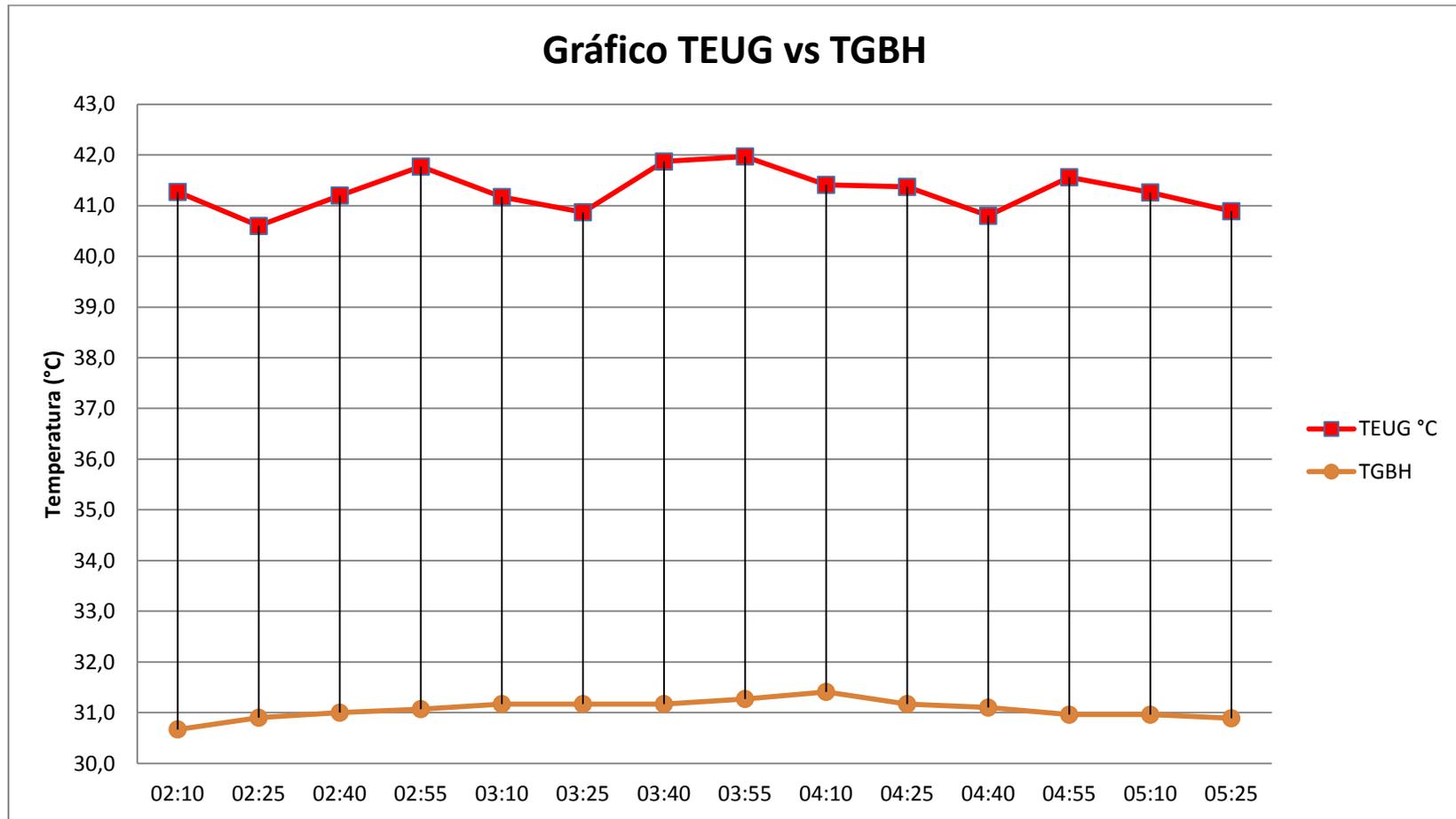
El razonamiento anterior se ve reflejado un incremento de temperatura, el mismo duró un total de 2, puesto que inició a las dos horas con diez minutos (02:10) hasta las cuatro horas con diez minutos (04:10), la segunda condición se ve reflejada desde las cuatro horas con diez minutos (04:10) hasta las cinco horas con veinticinco minutos (05:25). Lo anteriormente descrito se puede observar de manera visual en la gráfica 8.



**Gráfica 8: Gráfica TBS vs TBH correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 05 de Noviembre de 2012.  
Fuente: Elaboración Propia.**

## **Análisis de la gráficas TEUG vs TGBHi**

Se puede observar una total y completa discrepancia entre ambos valores, ya que no poseen ningún tipo de sincronía o relación, con esto se quiere decir, que al aumentar TGBH el TEUG disminuye, esta situación se observa a las dos horas con diez minutos (02:10). La misma situación se presenta en sentido contrario ya que desde las dos horas con cincuenta y cinco minutos (02:55) hasta las tres horas con veinticinco minutos (3:25) el TEUG experimenta una pérdida de energía térmica mientras que para el mismo lapso de tiempo el TGBH registra una ganancia de energía térmica. Ver Grafica 9.



**Gráfica 9: Gráfica TBS vs TBH correspondiente a la Mediciones filtrada y seleccionada de la Caverna de la Ménsula Inferior de Unidad Generadora N°8 Casa de Maquina N°2, de fecha 05 de Noviembre de 2012.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados para el estudio y en concordancia a los resultados obtenidos por la aplicación de las técnicas investigativas, se logró determinar:

1. La exposición prolongada y excesiva por parte los trabajadores a estas condiciones extremas de temperatura genera a largo plazo afecciones cardiacas, problemas renales, y deficiencias cutáneas, siendo la más grave la deficiencia e imposibilidad dela regeneración celular.
2. Las unidades generadoras operan bajo régimen especial son las números 8, 10, 13, 15 y 17.
3. La principal falla detectada en las unidades generadoras es la presencia de fisuras en componentes estructurales, siendo el más afectado el rotor. Dicha anomalía ocasiona la generación excesiva de energía calórica.
4. Con el desarrollo de este informe también se pudo determinar que la unidad generadora que presenta mayor deficiencia es la Unidad Generadora número 8, debido a que, presenta los mayores valores de TGBHi. Siendo el máximo valor desde las 15:33 hasta las 15:43, Durante esteplazo de tiempo se alcanzó un valormáximo de 34.4 °C,ocasionando una anomalía relevante en la Gráfica 1.

5. Se determinó matemáticamente que la relación entre la temperatura de TGBHi y TEUG y esta relación es equivalente a  **$TGBHi=TEUG-10.28^{\circ}$** .

6. Todos los datos describen en las gráficas una serie de fluctuaciones de temperatura (tanto ascendente como descendentes ) características en cuanto al aumento y disminución de las mismas, dichas tendencias son de corta duración en un lapso determinado de tiempo y además de ser reversibles, del mismo describen una tendencia constante y continua para cada una:

- TBS: La Temperatura de Bulbo Seco siempre describió una gráfica senoidal, con una pequeña tendencia positiva.
- TEUG: La Temperatura de la Unidad Generadora generó una gráfica de tipos diente de sierra, así mismo fueron las gráficas que arrojaron los mayores valores de energía térmica y los menos constante.
- TBH: Los valores de energía térmica de la Temperatura de Bulbo Húmedo describieron por la gráfica una línea recta casi perfecta, al mismo tiempo se caracterizaron por poseer los menores valores, pero los más.
- TGBH: El Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo describió un patrón de comportamiento similar a la gráfica de TBH, diferenciándose únicamente en los valores de la coordenada Y fue de un incremento de 2.2 hasta los 2.8 unidades.

## RECOMENDACIONES

Producto de las conclusiones obtenidas se recomienda a los departamentos que desarrollan las actividades de mantenimiento en las unidades que operen bajo régimen especial:

1) Levantar y hacer de dominio público una serie de informes explicativos en los que se detallen las condiciones, razón de origen de las anomalías existente en las unidades que operan bajo régimen. Además de los riesgo y consecuencia a la cual se encuentran expuesto los trabajadores que laborar en el interior de las maquinas, con fin de hacer un llamado de atención. Tomando como base el presente trabajo

2) Desarrollar protocolos de trabajos de mantenimiento, en el que se establezca:

a. La necesidad obligatoria de la aprobación de la Coordinación de Seguridad Industrial para la apertura de cualquier orden de trabajo dentro las unidades que operen bajo régimen especial.

3) Retirar las tapas superior de las unidades generadoras que operen bajo régimen especial, de este modo se podrá disipar la energía térmica en un menor tiempo.

4) Poner en práctica la recomendación número 3 y posteriormente realizar nuevamente la evaluación de stress térmico conjuntamente con los cálculos y la generación de gráficas asociadas, usando como patrón este informe. Todo esto con el fin de comparar y analizar los resultados de ambos estudios.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Baca (1995). Evaluación de proyectos. (4<sup>a</sup>. ed.). México: Mc Graw Hill.
- Dankhe. (1986). Diferentes diseños. Tipos de investigación.
- Garz, J. (2004). Estudio técnico en formulación de proyecto. Ciclo 01.
- Hudson William k. Maynard (2008), manual del ingeniero Mecánico. Editorial M<sup>c</sup> Graw Hill, México.
- PDVSA-UNEXPO-viceerrectorado Puerto Ordaz (Marzo 1995). Manual informativo del: 1<sup>er</sup> taller de “El trabajo en ambiente con sobre carga térmica”.
- Rojas de Narváez Rosa;(1997).Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación. 2<sup>a</sup> Edición ampliada y corregida. Puerto Ordaz: UNEXPO “Antonio José de Sucre”, (pp.152–169).

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Figuras de la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre Macaguas. 23 de noviembre de 2012. [Artículo en línea] disponible en:  
Intranet. CORPOELEC (2012).
- Información varía sobre ozono.2 de enero de 2013.[Artículo en línea] disponible en:  
<http://www.alcobendas.org/es/portal.do?TR=C&IDR=648>.
- Información diversa sobre termodinámica.2 de enero de 2013.[Artículo en línea] disponible en:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Termodinamica>.