 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

# **MODIFICACIÓN DEL CONTROL DE BANCO DE HIELO EN EL DISPENSADOR CEV30i DE SERVEND.**

Hugo Alberto Casas Casas

Tecnología Electromecánica

Director del trabajo de grado

Adrián Felipe Martínez Pérez

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**2019**

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RESUMEN

---

Con este proyecto se realizó un estudio al sistema de control de temperatura a un dispensador de gaseosa para mejorar su funcionamiento, ya que presentaba problemas que incidían en su desempeño, afectaba los gastos que implicaban su reparación, la atención a los clientes y por ende el trastorno en las ventas de gaseosa. Este equipo tiene un sistema de refrigeración auto contenido (todos los componentes del sistema de refrigeración están en el mismo gabinete). Entre estos componentes está una tarjeta de control que actúa sobre varios procesos del dispensado de gaseosa, y uno de los procesos es el tamaño del banco de hielo, el cual se encarga de que las bebidas al momento de ser dispensadas estén entre 4°C y 6°C, la cual es la temperatura ideal para consumir una gaseosa. Este control es electrónico y es el encargado de evitar que el banco de hielo sobrepase el tamaño para el que fue diseñado.

Se hizo un diagnóstico del problema y se concluyó que el control presentaba una falla en uno de los componentes electrónicos, se pasó un informe al área encargada de compras para que proceda a hacer la reclamación al proveedor ya que el problema se ha presentado en alrededor de 35 equipos. El proveedor está investigando para saber cuál de los componentes es el del problema para corregirlo en las próximas entregas, pero debemos intervenir los que ya fueron comprados.

Los resultados obtenidos en este estudio se utilizaron para implementar un dispositivo de control electromecánico que actuará como respaldo al control electrónico de refrigeración, de forma que cuando el electrónico falle, el electromecánico entrará a operar evitando que el banco de hielo siga creciendo. También se diseñó un sistema eléctrico que se activará cuando el control de respaldo empiece a funcionar, e indicará por medio de una señal luminosa que el equipo está siendo controlado por el control electromecánico.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El dispensador puede seguir funcionando con el control de respaldo, pero en el momento de activar el sistema de refrigeración por cambios de temperatura que se presentan por la demanda de bebida no va a ser tan ágil como lo es cuando está operando con el electrónico.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer por sobre todas las cosas a Dios por todas las bendiciones que ha tenido con migo, a mi familia, mi esposa Nelfy Astrid y mi hija Manuela, por todo el tiempo y paciencia que me han brindado para poder realizar mis estudios.

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a los docentes del ITM quienes con su amplio conocimiento me transmitieron la teoría que me ayudó desarrollar este trabajo. Al asesor, el señor Adrián Felipe Martínez Pérez, por su valiosa ayuda en todo el proceso de este trabajo de grado, por la paciencia para corregir mis errores, y por poner sus conocimientos para lograr un buen producto.

Agradezco también al señor Rolando Alberto Vasco supervisor del Departamento de Dispensadores del Cedi de Postobón Itagüí, por su colaboración al permitirme utilizar equipos de la compañía para poner en práctica los conocimientos adquiridos en el Instituto y poder realizar la mejora a uno de los equipos que se utilizan para el dispensado de bebidas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# ACRÓNIMOS

---

PSIG Libras de presión por pulgada cuadrada manométrica.

ETA Enfermedades transmitidas por alimentos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# TABLA DE CONTENIDO

Lista de figuras.....	7
Lista de tablas.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1    Objetivos.....	9
1.2    General:.....	9
1.3    Específicos:.....	9
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Historia de la refrigeración.....	11
2.2 Escalas térmicas:.....	14
2.3 Componentes de un sistema de refrigeración:.....	16
2.5 Filtro secador.....	18
2.6 Capilar.....	18
2.6 Evaporador.....	19
2.7 El agente refrigerante.....	20
2.7 Tipos de dispensadores de gaseosa.....	21
2.8 Sistema de placa fría:.....	21
2.9 Sistemas tipo chiller.....	22
3. METODOLOGÍA.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	36
REFERENCIAS.....	37

## Lista de figuras

Figura 1. Poso de nieve .....	11
Figura 2. Botijo utilizado para enfriar el agua colocándolos en las azoteas en horas de la noche.....	12
Figura 3. Comportamiento de las bacterias según la temperatura.....	13
Figura 4. Curva de saturación de una curva de líquido vapor de una sustancia pura (los valores numéricos son para el agua) .....	15
Figura 5. Manómetro de refrigeración. ....	16
Figura 6. Compresor de refrigeración del tipo recíproco. ....	17
Figura 7. Condensador del tipo aire forzado. ....	17
Figura 8. Filtro secador de piedra. ....	18
Figura 9. Tubo capilar. ....	19
Figura 10. Evaporador.....	19
Figura 11. Refrigerante 134a. ....	20
Figura 12. Sistema de enfriamiento por placa fría. ....	22
Figura 13. Dispensador modelo CEV30i.....	23
Figura 14. Dispensador modelo SV 150.....	24
Figura 15. Dispensador modelo SV 250.....	24
Figura 16. Pinza voltiamperimétrica UNI-T Modelo UT 208 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 17. Ubicación sensor termopar.....	26
Figura 18. Sensor banco de hielo.....	27
Figura 19. Control de baja presión con diferencial.....	32
Figura 20. Válvula Pinchatubo. ....	33
Figura 21. Válvula Pinchatubo instalada en la tubería .....	33

## Lista de tablas

Tabla 1 Referencia de dispensadores de placa.....	23
Tabla 2: Lectura de variables evaluadas. ....	30
Tabla 3: Datos de placa del sistema de refrigeración.....	31
Tabla 4: Valor de los repuestos antes de la intervención.....	35
Tabla 5: Valor de los repuestos después de la intervención. ....	35

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# 1. INTRODUCCIÓN

---

La refrigeración es uno de los grandes inventos de la humanidad, ya que desde hace mucho tiempo el hombre la ha utilizado para diversas actividades como: almacenar alimentos, refrigerar bebidas y para generar confort humano, entre otros. En la actualidad sigue prestando estos mismos servicios, además ampliando su campo de aplicación hasta algunos procesos industriales, una de estas aplicaciones es la de enfriar refrescos. Una empresa líder en ese mercado en Colombia es Postobón, y uno de los procesos de suministro de gaseosa son los dispensadores, estos existe en diferentes tamaños, formas y capacidades de enfriamiento según la demanda del cliente y el lugar donde se solicite la instalación, como son: Equipos de doce válvulas el cual es utilizado en lugares donde hay un flujo alto de personas como los cinemas. También existen de cinco válvulas que son instalados en lugares de menor flujo de personas tales como los locales de comidas rápidas.

Un dispensador de gaseosa es una pequeña fábrica de gaseosa instalada en un local, la gaseosa se produce al mezclar agua carbonatada con jarabe que circulan por unas tuberías llamadas serpentines, luego la mezcla de ambos componentes se produce en una válvula porcionadora, y esta debe estar ajustada y calibrada a unas proporciones exactas de cada uno de los componentes ya establecidas por el departamento de producción, entregando el producto final como bebida gaseosa a una temperatura aproximada de 5°C

Uno de estos equipos, el modelo CEV30i es uno de los más modernos que ha adquirido la compañía, este después de aproximadamente seis meses de ser instalado, empezó a presentar un problema para enfriar la gaseosa, debido a que tiene un sistema de refrigeración que forma un banco de hielo el cual está sumergido en agua y por medio del intercambio de calor entre el banco y el producto que circula por los serpentines, logra bajar la temperatura a la gaseosa.



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los dispensadores vienen de fábrica con un sistema electrónico de control para varias funciones, entre ellas está controlar el tamaño del banco de hielo, y es ahí donde se presentaba el inconveniente. Cuando el control de frío fallaba quedándose cerrado, el banco de hielo crece tanto que congela toda el agua, lo que ocasiona que el agua que circula entre los serpentines se congele y luego los fracture, ocasionando daños al dispensador.

El valor del serpentín, a la fecha es de \$1'540.000 pesos colombianos, además hay otros daños, pues al congelarse el agua en ese punto se impide su circulación y esta viene impulsada por una bomba que eleva la presión a 200 Psig, lo que produce el rompimiento de algunas mangueras, ocasionando inundaciones en el local donde se encuentre instalado el equipo. Inclusive se tienen registros de un caso en el cual la falla de un dispensador provoco inundaciones en una bodega de almacenamiento, causando daños por un valor aproximado de \$200.000.000 de pesos Colombianos, que la compañía tuvo que pagar. También se debe tener en cuenta los costos intangibles asociados a la falla en el dispensador, como son: tiempo que se pierde porque se debe cambiar el equipo completo, bebida gaseosa que se deja de vender en el tiempo que transcurre mientras se diagnostica el daño y se cambia el equipo, estipulado entre 24 y 48 horas.

### **1.1 Objetivos.**

#### **1.2 General:**

Modificar el sistema de enfriamiento en un equipo dispensador de gaseosas, evaluando los problemas que se vienen presentando cuando se congelan los serpentines de enfriamiento del producto.

#### **1.3 Específicos:**

- Diagnosticar las causas que están generando la congelación de los serpentines por donde circula el agua.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Identificar variables que permitan controlar la temperatura en un sistema de refrigeración.
- Implementar un sistema de control que permita garantizar la temperatura de las gaseosas, y proteger los componentes que intervienen en el proceso.
- Evaluar los costos que genera el daño del sistema de control de temperatura en un dispensador de gaseosa en funcionamiento en el mercado.

Para realizar este trabajo se va a definir cuál es el marco teórico en el cual se buscaran los procedimientos y teorías que se tendrán en cuenta para la realización del trabajo.

La metodología a seguir fue, solicitar las autorizaciones necesarias para instalar un dispensador y poder intervenirlo, realizar cambios al sistema original, también contar con el tiempo suficiente para tomar las diferentes lecturas que brinden información para seleccionar una variable diferente a la temperatura que permita controlar el banco de hielo.

Evaluar los resultados obtenidos con el dispositivo seleccionado y la relación costo beneficio para decidir su viabilidad en la ejecución.

Numerar las conclusiones encontradas en el trabajo, que demuestre las bondades logradas con la selección de un sistema de control adicional que brinde soporte al que viene incorporado en el equipo.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 2. MARCO TEÓRICO

---

### 2.1 Historia de la refrigeración.

El arte de la refrigeración basado en el hielo natural es muy antiguo y se practicó mucho antes de construirse cualquier máquina térmica. Hay escritos Chinos, anteriores al primer milenio, A.C. que describen ceremonias religiosas para llenar en invierno y vaciar en verano sótanos de hielo. Los antiguos Romanos utilizaban el hielo de los Apeninos, y según las mil y una noches, en la edad media caravanas de camellos transportaban hielo desde el Líbano, a los palacios de los Califas en Damasco y Bagdad.

Los griegos y los romanos comprimían nieve en pozos aislados con pasto, paja y ramas de árboles. La nieve comprimida se convertía en hielo para ser usada en épocas de mayor calor.

En Las figuras 1 y 2 se pueden observar Imágenes de algunas formas de refrigerar antiguas:



Figura 1. Poso de nieve.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Fuente: (Angel, 2013)



Figura 2. Botijo utilizado para enfriar el agua colocándolos en las azoteas en horas de la noche.

Fuente: (Bartolomé, 2015)

La refrigeración es un proceso donde se saca calor de un lugar donde es perjudicial, y es arrojado en otro donde no ocasiona ningún problema. Mediante este proceso es que la humanidad desde hace mucho tiempo ha aprovechado para almacenar productos que requieren de una baja temperatura para que no se descompongan y así prolongar su vida útil.

Todo ese proceso ha ido evolucionando y después de muchos estudios y pruebas, se han inventado unos elementos que permiten bajar rápido la temperatura a un sitio cerrado como son los sistemas de refrigeración por compresión de vapor, compuestos básicamente por: Compresor, condensador, elemento de expansión y evaporador. (Hernandez, 1988)

La técnica de la refrigeración está íntimamente ligada con la termodinámica y la transferencia de calor. Con el fin de entender bien la acción del proceso de refrigeración es necesario conocer las leyes que lo gobiernan.

La refrigeración consiste en reducir y mantener la temperatura de un espacio determinado por debajo de la temperatura ambiente, básicamente para la conservación de alimentos. Otras operaciones permiten el licuado de gases, enfriamiento de procesos industriales, aire

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

acondicionado. La conservación de alimentos por medio de la refrigeración tiene muchas ventajas sobre el enlatado, el secado o el curado, debido a que permite al producto conservar su frescura y todo su valor nutritivo y vitaminas. En La figura 3, se observa el comportamiento de las bacterias según las temperaturas. La refrigeración retrasa el proceso de descomposición natural realizada por bacterias, enzimas y hongos, aletargando a los microorganismos, pero no eliminándolos, por lo que el almacenamiento no debe ser indefinido. (Bun-CA, 2007).

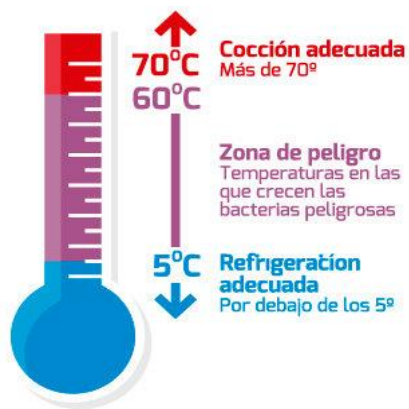


Figura 3. Comportamiento de las bacterias según la temperatura.

Fuente (Distintivo H, 2015)

Según la temperatura de evaporación, las aplicaciones de refrigeración podrían dividirse en tres categorías: El aire acondicionado es un buen ejemplo de refrigeración de alta temperatura, que se encuentra alrededor de los 15°C, el rango de media temperatura está ubicado alrededor de los 4°C, y se utiliza en carnes frías y lácteos, y en baja temperatura encontramos productos almacenados a -25 °C como son pollo, pescado y helados.

En algunas circunstancias, pueden implicar dos o tres temperaturas de evaporación, por ejemplo, en un supermercado, aproximadamente el 50% de su consumo de energía total se asocia con la refrigeración de media y baja temperatura, y 20% se utiliza para el aire acondicionado. Además, en aplicaciones como procesamiento de alimentos, transporte y almacenamiento, en los cuales se pueden presentar tres tipos de temperaturas de evaporación, es decir, + 7°C (Alta temperatura, para el transporte), -5°C (Media temperatura, para el procesamiento) y -30°C (Baja temperatura, para almacenamiento),

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

por lo tanto, se requiere tres equipos para cada necesidad, lo que va a incrementar el consumo de energía. (HVACR, 2007)

La temperatura de un cuerpo es su estado relativo de calor o frío. Cuando tocamos un cuerpo, nuestro sentido del tacto nos permite hacer una estimación aproximada de su temperatura.

## 2.2 Escalas térmicas:

Se han definido dos escalas de temperatura, una en el sistema internacional cuya unidad es el grado centígrado (°C) y el otro en el sistema inglés, la cual su unidad es Fahrenheit (°F). Escala absoluta de temperaturas parte del cero absoluto. Se verá la existencia de una escala absoluta es consecuencia del segundo principio de termodinámica. Por el momento basta recordar los siguientes puntos básicos:

La escala de temperatura absoluta es el valor de la temperatura medida con respecto a una escala que comienza en el cero absoluto (0K o -273,15 °C). Se trata de uno de los principales parámetros empleados en termo dinámica y mecánica estadística. En el sistema de unidades se expresa en Kelvin, cuyo símbolo es K.

Existen dos unidades básicas para medir temperatura en forma absoluta:

El grado Kelvin [K], y el grado Rankin [R]. En magnitud  $1\text{ }^{\circ}\text{K} = 1^{\circ}\text{C}$  y  $1^{\circ}\text{R} = 1^{\circ}\text{F}$ , pero  $1^{\circ}\text{C} = 1,8^{\circ}\text{F}$

El  $0^{\circ}\text{K} = -273,15^{\circ}\text{C}$ . Es límite inferior teórico para la temperatura. (Valero, 2015)

El control de Temperatura de los alimentos es un factor muy importante en su correcta manipulación, ya que nos permitirá evitar las **ETAs (Enfermedades Transmitidas por Alimentos)** debido a que los microorganismos que las causan se multiplican fácilmente a ciertas temperaturas y en especial en los alimentos de mayor riesgo epidemiológico.

Uno de los elementos encargados de controlar la temperatura en un sistema de El factor más importante a tener en cuenta es conocer la temperatura de crecimiento rápido de los

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

microorganismos más conocida como zona de peligro, que está entre los **5 y 65°C**, ya que a esta temperatura algunas bacterias patógenas como Staphylococcus aureus, Salmonella Enteritidis, Escherichia coli, Campylobacter entre otras se duplican en un tiempo aproximado de 20 minutos lo que hace que los alimentos se contaminen rápidamente. (Franco Lijo, 2012)

refrigeración es el termostato, este elemento abre o cierra un contacto eléctrico cuando alcanza la temperatura de regulación activando o desactivando el compresor que está conectado al circuito. Se puede decir que es un interruptor o conmutador eléctrico que funciona por temperatura. Durante un proceso de cambio de fase, resulta obvio que la presión y la temperatura son propiedades dependientes y que hay una relación definida entre ellas, es decir, dentro de un circuito de refrigeración ocurren diferentes cambios en el estado de la materia en el agente refrigerante según las diferentes etapas que se presentan, y en el evaporador la presión sube o baja de forma directamente proporcional a la temperatura que haya alrededor de este haciendo funcionar el control. Una gráfica de temperatura de saturación en función de presión de saturación, como la mostrada para el agua en la Figura 4. Se llama curva de saturación de líquido vapor. Una curva de esta clase es característica de todas las sustancias puras.

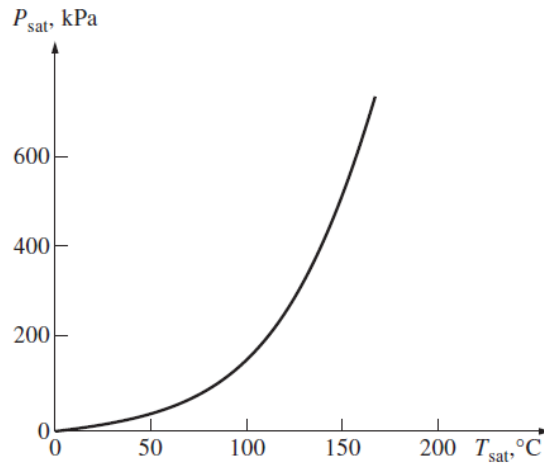


Figura 4. Curva de saturación de una curva de líquido vapor de una sustancia pura (los valores numéricos son para el agua)

Fuente: (Cengel & Boles, 2012)

La relación presión temperatura, como se puede apreciar en la figura 5, en un manómetro de refrigeración donde se observan diferentes escalas, las cuales indican en la escala negra la presión que se está registrando en el manómetro, las escalas azul, blanca y la verde indican la temperatura de saturación de evaporación en tres diferentes refrigerantes 134a, 12 y 22, respectivamente.

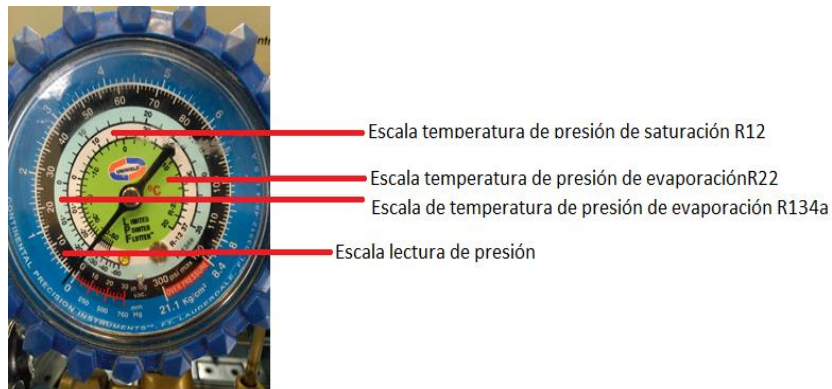


Figura 5. Manómetro de refrigeración.

(Fuente: autor)



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 2.3 Componentes de un sistema de refrigeración:

Para el funcionamiento de un sistema de refrigeración, se debe tener un grupo de componentes ubicados en una secuencia especial y unida por tuberías que varían según la capacidad de enfriamiento del sistema.

### 2.4 El compresor.

Es el encargado de elevar la presión del refrigerante y hacer que este circule por el sistema. Tiene dos conexiones que son alta o también conocida como descarga, que es por donde sale el gas a alta presión, y baja o succión que es por donde regresa el gas cuando termina el ciclo. En la Figura 6, se muestra un compresor hermético alternativo marca Tecumseh.



Figura 6. Compresor de refrigeración del tipo recíproco.

(Fuente: autor.)

### 2.5 El condensador.

Como su nombre lo indica se encarga de condensar, convertir el refrigerante que después de ser comprimido se encuentra en estado gaseoso, y después de pasar por este, pase a estado líquido, los hay de diferentes tipos: de ambiente como el de las neveras convencionales, de condensación por agua y de aire forzado como el que utiliza el equipo

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

que se intervino, ver figura 7, cuando el refrigerante termina su recorrido en este, debe estar en fase líquida.



Figura 7. Condensador del tipo aire forzado.

(Fuente: Autor.)

## 2.5 Filtro secador.

En un sistema de refrigeración no debe haber humedad, pues es el enemigo número uno de la refrigeración, este elemento internamente contiene un producto químico con la capacidad de retener la humedad que haya en el sistema de refrigeración por pequeña que esta sea. En la Figura 8 se observa uno de los muchos tipos de estos filtros.



Figura 8. Filtro secador de piedra.

(Fuente: Autor)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 2.6 Capilar.

Este elemento es un tubo con un diámetro interno que oscila entre 0,27 y 0,32 mm (milímetros) y dependiendo de la capacidad del equipo se selecciona el diámetro y la longitud de este. En la Figura 9, se puede apreciar un tubo capilar.

Cuando el refrigerante va a pasar por este elemento debe estar mínimo en un 70% líquido para que el sistema de refrigeración tenga un buen desempeño. El paso del refrigerante por este elemento le aumenta la velocidad y genera un efecto de rocío a la salida la cual está conectada con el evaporador.

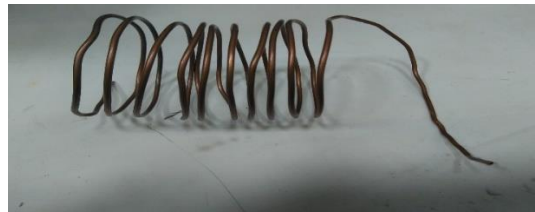


Figura 9. Tubo capilar.

(Fuente: Autor.)

## 2.6 Evaporador.

En esta parte del sistema es donde ocurre el fenómeno de cambio de temperatura, logrando un intercambio de calor entre los elementos a refrigerar y el refrigerante por intermedio del evaporador, para luego transportarlo fuera del sistema al ambiente. Normalmente están contruidos en cobre como el que aparece en la Figura 10, por el alto coeficiente de transferencia de calor que este material posee.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 10. Evaporador.

(Fuente: Autor.)

## 2.7 El agente refrigerante.

Es un fluido con unas características especiales que permite bajar la temperatura de forma rápida. Hay muchos tipos de refrigerantes, naturales como el agua y también químicos creados por empresas dedicadas a esta labor.

Los refrigerantes existen para diferentes aplicaciones según la necesidad de enfriamiento, congelación, acondicionamiento o refrigeración.

En la Figura 10, se puede observar el texto de un contenedor para refrigerante R134a



Figura 11. Refrigerante 134a.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

(Fuente: Autor)

En cualquier proceso de refrigeración, la sustancia empleada para absorber calor o agente de enfriamiento, se le llama refrigerante.

Todos los procesos de enfriamiento pueden calificarse ya sea como sensibles o latentes de acuerdo al calor absorbido y que tienen incidencia sobre el refrigerante. Cuando el calor absorbido causa un aumento en la temperatura del refrigerante, se dice que el proceso de enfriamiento es sensible, mientras que cuando el calor absorbido cause un cambio en el estado físico del refrigerante (Ya sea una fusión o vaporización), se dice que el proceso de enfriamiento es latente. Para cualquiera de ambos casos el resultado es secuencial, la temperatura del refrigerante debe mantenerse en forma continua por debajo de la del material o del proceso que está siendo refrigerado. (Dossat, 2001)

## **2.7 Tipos de dispensadores de gaseosa.**

En el mercado se pueden encontrar diferentes empresas encargadas de fabricar dispensadores de bebidas frías, algunas marcas son Cornelius, Servend, Lancer entre otras.

Todas estas marcas utilizan los mismos principios de enfriamiento de bebidas, que son, el sistema tipo chiller y enfriamiento por placa fría, para lograr que el producto al momento de ser entregado este entre 4°C y 6°C.

## **2.8 Sistema de placa fría:**

Este sistema de enfriamiento funciona cuando se hace pasar los fluidos con que se produce la bebida por unos serpentines de acero inoxidable, los cuales están embebidos en una placa de aluminio, y esta está cubierta por hielo en cubos, que son producidos por un fabricante de hielo que se encuentra ubicado en la parte superior del dispensador. Ver Figura 12, al estar en contacto estos dos elementos se produce un intercambio de calor, dando como resultado que la bebida este fría al momento de ser dispensada.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

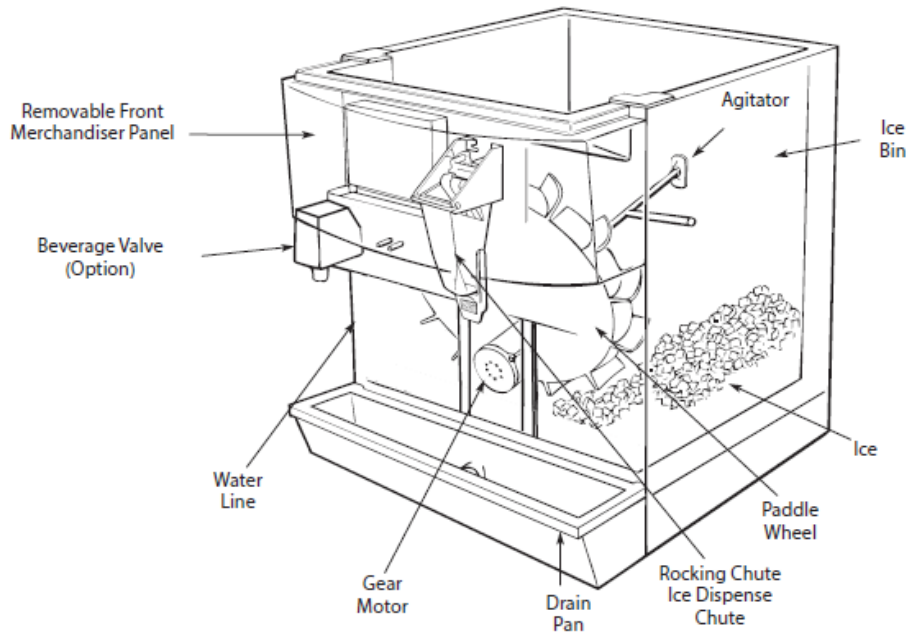


Figura 12. Sistema de enfriamiento por placa fría.  
 (Fuente: Manual de instalación, operación y mantenimiento  
 Dispensadores Servend.)

Este tipo de dispensadores son de una gran eficiencia de enfriamiento y por esto son utilizados en lugares donde se tiene un alto consumo de bebidas, pues por su alta rotación requieren que estas estén frías a todo momento, y son requeridos por restaurantes de cadena y cinemas.

## 2.9 Sistemas tipo chiller.

Estos equipos logran bajar la temperatura a las gaseosas por medio de un intercambio de calor que ocurre entre unos serpentines sumergidos en agua helada, la cual es enfriada por un bloque de hielo formado en el evaporador que también se encuentra sumergido en el mismo recipiente de agua donde están los serpentines, y por medio de un motor agitador que está recirculando el agua entre los serpentines y el banco de hielo. Todo este proceso ocurre en un gabinete plástico, el cual está aislado térmicamente.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Estos dispensadores son más limitados para dispensar grandes cantidades de bebida fría, puesto que cuando hay un flujo continuo de gaseosa esto ocasiona el derretimiento del banco de hielo y después de un tiempo, la gaseosa no cumple con los estándares de temperatura, obligando a esperar que el bloque de hielo se reponga para seguir dispensando de forma adecuada las gaseosas.

Por eso cuando se va a instalar un dispensador, se hace un estudio que demuestre cual es la rotación de bebidas en el sitio, para decidir qué tipo de equipo es el más indicado para ser instalado.

Los caracteres que identifican los modelos de estos equipos tienen un número que hace referencia a la cantidad de hielo que almacenan y el tamaño del banco de hielo.

Como se muestra en la tabla 1 y se pueden observar en las Figuras 13, 14, y 15.

*Tabla 1 Referencia de dispensadores de placa*

<b>Modelo</b>	<b>Capacidad de almacenamiento</b>
CEV30i	Banco de hielo de 30 libras
SV 150	150 Libras de hielo
SV 250	250 Libras de hielo



Figura 13. Dispensador modelo CEV30i.

(Fuente: Autor.)



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 14. Dispensador modelo SV 150.

(Fuente: Autor.)



Figura 15. Dispensador modelo SV 250.

(Fuente: Autor)



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3. METODOLOGÍA

---

Para realizar este trabajo se solicitó la autorización del supervisor del departamento técnico de dispensadores en Postobón Itagüí, el Señor Rolando Alberto Vasco. Luego de obtenerla se procedió a instalar un dispensador de gaseosa del modelo CEV30i en el taller de dispensadores de Postobón, simulando la condición a la cual está sometido en el mercado y que afecta de manera considerable el funcionamiento del equipo, como es la alta temperatura. Para esto se ubicó el dispensador en una bodega que al medio día puede alcanzar una temperatura promedio de 33°C, esta bodega carece de buena ventilación lo que simula un ambiente que se asemeja al de algunos locales en el mercado, y para lograr el alto consumo de gaseosa, el equipo estaba disponible para consumir de forma gratuita las gaseosas instaladas, el personal de la bodega donde se adecuó el equipo son alrededor de 70 personas. Luego se procedió a tomar datos de algunas variables que permitieran controlar el crecimiento del banco de hielo, como son:

- Temperatura.
- Resistencia.
- Presión.
- Tiempo.

La temperatura fue medida con el termopar de una pinza voltiamperimétrica marca UNI-T Modelo UT208, como la mostrada en la Figura 16.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 16. Pinza  
voltiamperimétrica UNI-T  
(Fuente: Autor.)

La cual fue instalada en la salida del serpentín del evaporador, (Ver Figura 17), luego se registraron los datos de forma manual cada 10 minutos por un técnico al que se le asignó entre sus tareas diarias estar monitoreando los registros de temperatura



Figura 17. Ubicación sensor termopar.  
(Fuente: Autor)

En el sensor de banco de hielo del control electrónico original del sistema de refrigeración, se midió la resistencia que hay en las tres terminales de este. Cuando en los tres pines la

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

resistencia tiende a infinito el compresor no funciona porque esto quiere decir que no hay agua, cuando los pines número 1 y 2 detectan una resistencia de 35,82 MΩ, para el control electrónico indica que hay presencia de agua en el gabinete, y en los pines 2 y 3 a medida que la temperatura del agua va disminuyendo la resistencia va aumentando y cuando la resistencia alcanza un valor de 50.30 MΩ esto indica que hay presencia de hielo lo que hace que el control corte el suministro de corriente al compresor. Véase la Figura 18.

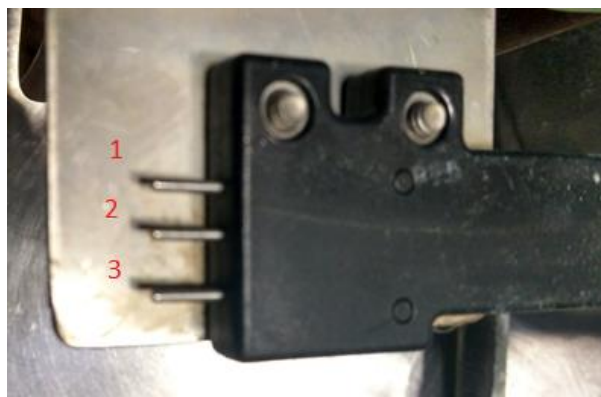


Figura 18. Sensor banco de hielo.

(Fuente: Autor)

La medida de la resistencia en el sensor del banco de hielo se realizó con la misma pinza voltiamperimétrica antes mencionada.

### **La presión**

Esta se registró con un manómetro de refrigeración de baja como el que se muestra en La figura 5, el cual fue conectado en la válvula de servicio del lado de succión del sistema de refrigeración.

Durante el tiempo que se demoró el sistema de refrigeración en formar el banco de hielo, también se monitoreó la corriente que consumen los componentes eléctricos que lo conforman, y la variación fue despreciable, de 5,5 a 5,8 A. Lo que no permite implementar ningún tipo de control sobre esta variable.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El tiempo que se tomó anotar los registros fue de dos (2) horas, que es lo que tarda el sistema de refrigeración del equipo en formar el banco de hielo y detener el compresor.

Este procedimiento se realizó en varias oportunidades y el resultado de estas mediciones era el mismo, la variación que presentaba entre cada medición de los factores a intervenir fue de milésimas.

Se hizo un diagnóstico del problema y se llegó a la conclusión que el control presenta una falla en uno de los componentes electrónicos, se pasó un informe al área encargada de compras para que proceda a hacer la reclamación al proveedor ya que el problema se ha presentado en alrededor de 35 equipos. El proveedor está investigando para saber cuál de los componentes es el del problema para corregirlo en las próximas entregas, pero debemos intervenir los que ya fueron comprados.

Los costos que se generan cuando se presenta una falla en el control de frío en un dispensador pueden ser variables, debido a que el sitio de instalación del equipo es definido conjuntamente con el cliente, y algunas de estas personas no tienen en cuenta algunos riesgos que se corren con equipos conectados al acueducto, por lo tanto se puede presentar un deterioro de equipos y materias primas, pero por la repetida ocurrencia de la falla en algunos equipos de la empresa, se contaba con un histórico de reparaciones y garantías que permiten aproximar los costos de las reparaciones a un rango de entre \$3 y \$4 millones de pesos Colombianos por equipo, y a la fecha hay instalados 274 dispensadores del modelo en cuestión, y teniendo en cuenta que los repuestos que sufren daños además del control son varios y todos son importados, y con una característica en el contrato que hacen los fabricantes con las empresas, y es que no se le puede comprar sino a ellos, so pena de una costosa multa.

Además de los daños antes descritos también se deben tener en cuenta los tiempos del personal técnico cuando ocurre este daño en el equipo, pues para solucionar el daño se debe cambiar el dispensador y para realizar este trabajo se debe enviar cuatro personas,

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

pues cuando se congela toda el agua que hay depositada en el gabinete del equipo queda con un peso aproximado de 60 Kilos.

Otro costo que se genera en algunas ocasiones es el daño en la obra civil de los locales, el agua daña trabajos de mampostería, especialmente cuando el equipo está instalado en un segundo piso, y en algunos casos ha dañado mercancía en locales que almacenan dispositivos electrónicos, ropa, libros y obras de arte.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

En las tabla 2 y 3 se están consignados los datos obtenidos cuando se realizó la medición: Temperatura y presión de succión alcanzada cada 15 minutos.

Tabla 2: Lectura de variables evaluadas.

Temperatura en (°C)	Tiempo (Horas)	Presión de succión (psig)	Continuidad en el sensor de temperatura
18.0	0	32.0	Conduce
15.0	0.5	27.0	Conduce
10.0	1	25.0	Conduce
7.0	1.5	20.0	Conduce
5.50	2.0	15.0	Conduce
4.90	2.5	12.0	Conduce
4.0	3.0	10.0	Conduce
3.0	3.5	9.0	No conduce

Del proceso de medición se observó que a medida que iba pasando el tiempo el termómetro registraba que la temperatura iba disminuyendo y lo mismo ocurría con la presión de succión en el manómetro instalado en la línea de baja del sistema de refrigeración.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 3: Datos de placa del sistema de refrigeración.

Voltaje	115.0 V
Amperaje	6.5 A.
Tipo refrigerante	134a
Carga refrigerante	18.3 gr
Tipo de condensador	Aire forzado
Tipo de evaporador	Inundado

El sistema de refrigeración es auto contenido, esto indica que todos sus componentes se encuentran en el mismo gabinete.

Después de analizar los resultados obtenidos, se dedujo que la forma de controlar el crecimiento del banco de hielo cuando se presente una falla en el control electrónico con el cual viene de fábrica, se podía utilizar otro sistema diferente.

El sistema de control que se eligió fue el de baja presión, ver la Figura 19. Este regula el funcionamiento del compresor por medio de la presión de baja del sistema de refrigeración, se aprovecha la relación directa que existe con la temperatura.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 19. Control de baja presión con diferencial.

(Fuente: Autor)

Durante el periodo de marcha se produce la disminución progresiva de la temperatura y la presión en el evaporador, y cuando se detiene por obra del control de banco de hielo, comienza de forma lenta el aumento de las mismas. Como sea que el presostato se encuentre conectado a esta parte del circuito, este reacciona a las variaciones que se presentan.

Los puntos de ruptura y conexión son determinados por las presiones correspondientes a las temperaturas mínima y máxima deseadas en el lado de baja presión, pues según las lecturas se mostraba una relación directamente proporcional a la temperatura lo que permite aplicar control sobre ella, como se puede apreciar en la Tabla 2.

(Yañes, 2018)

Con los datos tabulados después de 3 meses, se inició un análisis, y según el resultado de cada prueba y los valores que presentaba cada uno de los ítems, se encontró que había una recurrente similitud en los factores de presión y temperatura por lo que se decidió controlar la presión del refrigerante en la línea de succión, que según los datos anotados cambiaba junto con los de la temperatura, por lo tanto permitía controlar la temperatura del banco de hielo de una forma indirecta.



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para la conexión del presostato al sistema de refrigeración hubo que adaptar una válvula que es conocida como válvula pincha tubo que es utilizada normalmente para hacer intervenciones en sistemas de refrigeración que no tienen válvula de servicio y se les debe revisar la presión de refrigerante. Ver Figura 20.



Figura 20. Válvula Pinchatubo.

(Fuente: Autor)

Por medio de esta se puede conectar el control de baja presión al sistema de refrigeración sin interrumpir el flujo de refrigerante, ver la Figura 21, y que este pueda actuar sobre el circuito eléctrico para encender o apagar el compresor según sea la necesidad.



Figura 21. Válvula Pinchatubo instalada en la tubería

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

(Fuente: Autor)

Luego de instalada se tomaron de los valores de presión y temperatura tabulados en las listas, donde el compresor era apagado por acción del control original de la tarjeta electrónica, y se ajustó el control de baja presión dos (2) PSI más abajo, para cuando ocurra una falla en el control electrónico que no apague el compresor, y la presión baje al valor ajustado en el presostato, este empiece a operar impidiendo que crezca el banco de hielo y así evitar que genere los daños antes descritos.

El control de presión va a ser instalado con un sistema eléctrico que tiene un testigo lumínico que cuando el control de presión entra a funcionar, este se va a encender indicando que el control electromecánico es el que está controlando el tamaño del banco y así el técnico cuando vaya a realizar mantenimiento programado, lo detecta y podrá tomar las acciones correctivas.

Con la modificación que se realizó a este equipo, se logró una gran mejora del funcionamiento del mismo, obteniendo un aumento en las ventas de bebida y así prestar un mejor servicio a los clientes donde están ubicados estos equipos.

La implementación se ha ido realizando en forma gradual, cada que se congela un equipo se le hace la modificación ya que la empresa no tiene la logística para intervenirlos de forma masiva, a la fecha hay 25 modificados de los cuales 2 han presentado problema con el control electrónico, pero no se han congelado gracias a la implementación realizada. En total hay alrededor 120 equipos en el mercado pendientes por implementar, y este trabajo se debe hacer de forma gradual.

Los costos de reparación de un dispensador por congelación varían según el tiempo que se tarde en diagnosticar el daño, pero con la mejora realizada se redujo considerablemente los costos sin tener en cuenta las veces que se han producido daños en el local. Ver tablas 4 y 5.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 4: Valor de los repuestos antes de la intervención.

Valores de la reparación de un dispensador	
Serpentín	\$1'540.000
Tarjeta de control	\$1'200.000
Tiempo técnico x 3	\$162.000
Tiempo perdido de ventas	\$126.000
Total	\$3'028.000

Tabla 5: Valor de los repuestos después de la intervención.

Valores de reparación después de realizar la mejora	
Tarjeta de control	\$1'200.000
Tiempo técnico x 1	\$54.000
Presostato de baja	\$30.000
Válvula pincha tubo	\$12.000
Total	\$1'296.000

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

---

Después de realizar la modificación al dispensador se realizó un análisis de su funcionamiento, y se encontraron varias mejoras altamente significativas a los problemas que venía presentando, permitiendo prestar un mejor servicio a nuestros clientes y disminuir los altos costos en que se estaba incurriendo cuando este se congelaba, tales como:

- Se logró disminuir en un 80% las reparaciones ocasionadas por el continuo congelamiento que ocurría cuando se presentaba la falla, pues se han encontrado equipos funcionando con el control de soporte y al revisarlos, se ha detectado problemas en el control electrónico del banco de hielo.
- Disminuyó considerablemente la compra de repuestos que resultaban afectados por la congelación del dispensador.
- Mejoró la productividad en el Departamento de Dispensadores, pues ya el daño se detecta en el momento del mantenimiento preventivo y lo puede solucionar una sola persona y no se necesitan cuatro (4) como antes.
- Los riesgos de posibles daños en los locales disminuyeron de forma considerable.

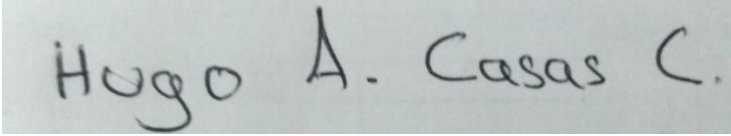
	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## REFERENCIAS

---

- Angel, M. (24 de Abril de 2013). *www.entrecumbres.com*. Obtenido de <https://www.entrecumbres.com/tecnicas-de-recogida-almacenamiento-y-distribucion-de-la-nieve/>
- Bartolomé, M. (junio de 2015). *www.cosasdearquitectos.com*. Obtenido de [www.cosasdearquitectos.com/2015/06/botijo-ceramico-esencial-tiempos-pasados-ejemplo-eficiencia-la-actualidad/](http://www.cosasdearquitectos.com/2015/06/botijo-ceramico-esencial-tiempos-pasados-ejemplo-eficiencia-la-actualidad/)
- Bun-CA, 2. (2007). *Manual técnico de refrigeración comercial*. San José (Costa Rica).
- Cengel, Y. A. (2012). *Termodinámica*. Mexico: Mc graw Hill.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2012). *Termodinámica*. (pág. 116). Mexico: Mc Graw Hill.
- Distintivo H. (10 de Mayo de 2015). Obtenido de : <http://nsdalimentos.blogspot.com.co>
- Dossat, R. J. (2001). *Principios de refrigeración*. Mexico: Compañía editorial continental.
- Franco Lijo, J. M. (2012). *Manual de refrigeración*. Mexico: Reverté.
- Hernandez, G. E. (1988). *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración*. Mexico: Limusa S.A.
- HVACR, R. M. (2007). Cambio climático, Medioambiente. *Mundo HVACR*.
- Valero, B. (17 de Enero de 2015). *www.es.escribd.com*. Obtenido de [es.scribd.com/doc/252912866/Escala-de-Temperatura-Absoluta](http://es.scribd.com/doc/252912866/Escala-de-Temperatura-Absoluta)
- Yañes, g. (23 de nov de 2018). *www.gildardoyanez.com/tips/ciclo-de-refrigeracion/*. Obtenido de [www.gildardoyanez.com/tips/ciclo-de-refrigeracion/](http://www.gildardoyanez.com/tips/ciclo-de-refrigeracion/)

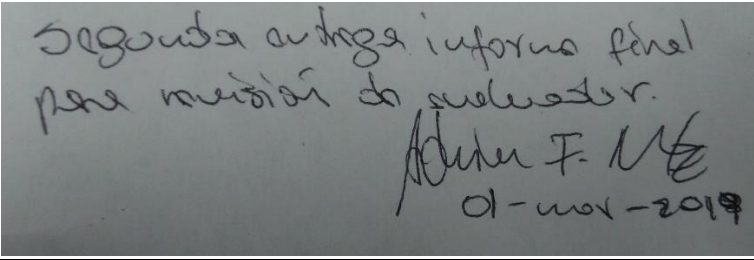
	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



FIRMA ESTUDIANTES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



FIRMA ASESOR \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO\_\_\_      ACEPTADO\_\_\_      ACEPTADO CON MODIFICACIONES\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_