



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA MECÁNICA – MECATRÓNICA

INVESTIGACIÓN, DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA GENERADOR DE HIELO  
PARA CONSUMO HUMANO

MODALIDAD DE GRADUACIÓN: TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
ING. RAFAEL GUILLERMO SUÁREZ NÁJERA

TUTOR PRINCIPAL:  
DR. MARCELO LÓPEZ PARRA

MÉXICO, D. F. NOVIEMBRE 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Dedicatoria

Es muy complicado decir a que personas les estoy agradecido, puesto que son muchas las que conmigo han compartido mi experiencia. Enumerarlas es cosa difícil, extensa y en ocasiones dolorosa; pero de todas ellas he aprendido.

No puedo negar que cada una ha apoyado o incluso diría fomentado la existencia de la persona que me he vuelto y quiero ser, claro que agradezco a cada persona en lo bueno y lo malo.

Sin embargo resaltaré a un grupo de este mar de personas, que me han hecho crecer para convertirme en lo que soy y en un futuro seré.

A los grandes maestros que he tenido y convivido, a estos grandes educadores cuya mente es brillante. Cuyos humores diversos me hacían la vida complicada, pero cuyas pláticas son tan estimulantes que deseaba que nunca pararan, no importaba si eran maestros de esta maravillosa universidad o de universidades extranjeras, son ustedes mis entrañables maestros, por ustedes aquí estoy.

Deseo empezar con mis compañeros, no solo de la maestría si no aquellos que en los días de mayor trabajo nunca dejaron de creer, que nunca huyeron, que siempre estuvieron ahí y de algunos siguen ahí. Mis compañeros de licenciatura de ellos tengo una gran estima a Marioni, a Blackaler, quienes fueron personas que me enseñaron más de lo que imagine, ahora en la maestría pues no puedo negar a Juan, Rubens, a Saulo; sus increíbles ocurrencias como me hacían reír, a Cesar, a Oscar, a Diego, es más a toda mi generación. De quienes me siento grato de haber convivido.

De ellos resaltan personas que de un enorme cariño se volvió amistad; mi amigo entrañable de toda la carrera de las pocas personas que pude confiar realmente Luis León, quien a pesar de las diferencias culturales entre nosotros siempre nos supimos llevar, quien siempre me dejó ayudarlo y del recibí lo mismo ayuda. A mi Compañera de tesis y ahora mi gran amiga Nohemí, me escuchaste en momentos muy difíciles y siempre vi de tu persona esfuerzo; pocas son las mujeres que conozco con tu calidad, no he más que sentido tu amistad desde el inicio y tu atención; eres una persona excepcional cuyas habilidades te hacen a mis ojos talentosa y única.

Rigo, tu eres una persona que me ha sorprendido pues no espere al conocerte entablar la amistad que tengo contigo. Aprendí de ti mucho y he llegado a tenerte admiración, eres una de las mentes más dedicadas que conozco y de origen sorprendente. Sé que en México hay muchos como tú, pero eres de esa ínfima parte que sobre sale y lo hace en grande, espero de ti grandes cosas por tu gran mente. Porque de ti aprendí en carne viva que no hay límites para uno. Gracias por todas la conversaciones que hemos tenido, gracias por enseñarme y finalmente por inspirare. Pronto te veré allá.

No puedo olvidar a mi segunda familia, mis amigos del Colegio de Ciencias y Humanidades; a todos ellos, Beto, Claudia, Ariadna, Víctor; Javier chico, Javier grande, el Cóndor, Uziel y todos; gracias por estar conmigo desde entonces. Bien o mal siempre están, pase o no el tiempo siempre han sido los mejores y ese cariño que les tengo, esos sentimientos que tenemos no son de cualquier persona. Mi segunda familia con quien compartimos años juntos y vivimos de igual manera juntos. Son ustedes de mis mejores recuerdos en la universidad, por qué sin ustedes sé que no estaría aquí. Con gran cariño donde estén todos, y hagan lo que hagan siempre los veré con los mismos ojos que tenía al llegar a las 6 de la mañana e ir a la banca a buscarlos, con la misma sonrisa que ustedes me hace tener siempre y con la atención que siempre me muestran. No hay mejor regalo que su amistad a través de los años, gracias. A Paloma gracias por tu apoyo, por los sentimientos que haces sentir, gracias por todo lo que haces.

A mi papa adoptivo, al Ingeniero Segovia; a este señor no le tengo más que cariño y amor; por enseñarme humildad, por enseñarme a ser sencillo, por enseñarme a no dejarme caer y a seguir adelante. Porque siempre me has oído, y siempre te has preocupado por tu hijo adoptivo; solo espero ser capaz de retribuirte a ti todo este amor y cariño siempre. Gracias por permitirme decirte papa.

A mí familia, sé que esta última temporada no ha sido la más grata con nosotros. Sin embargo ahí siempre están ustedes y siguen haciendo algo por seguir adelante, es creo yo una raíz de nuestra familia. Decía mi abuelo *"atrás ni para tomar impulso"*, en donde quiera que este; que lo que nos enseñó perdure al final de nuestras existencias, que si hombre más fuerte he conocido es porque no ha nacido. Sin importar nada siempre de pie hasta el último momento, a mi abuelo Prisciliano siempre estaré pensando en ti; porque siempre lo hiciste en nosotros.

Al Dr. Mario Suárez Jiménez, a mi padre de ti aprendí mucho más de lo que se puede ver; jamás he conocido médico que tenga la fortuna de llegar a tus talones; tu siempre has sido fiel a la ética, a la vocación de servidor como fiel siervo de Hipócrates. De

tus lágrimas aprendí que tal vez, las circunstancias no sean las mejores pero servir por ser un profesionista debe ser ante todo lo primordial. Te admiro como un antiguo catedrático de la universidad, porque si bien enseñaste con afán también generaste humildad y en tu deber viste a tus pupilos fallecer, sin embargo te levantaste y tomaste tu papel como servidor de la sociedad y seguiste. Te admiro infinitamente, no tengo palabras para decir cuan grato soy de saber que tú eres mi padre y en mi sangre corre tu vocación; tomare tu ejemplo en mi profesión, que tus enseñanzas y la de los grandes maestros caigan en mí. Así yo tomare cada uno de estos para dárselas a mis hijos. Te amo papa, te amo sin palabras, te amo por quien eres y siempre tendrás mi amor y gratitud.

A mi madre, la QFB María de Jesús Nájera Villarroel; eres el claro ejemplo de mi abuelo. Persona que no para y sigue luchando, buscando la manera de cuidar, de proteger a tus seres queridos. Sin importar lo alto que has llegado, has trabajado sin peros y eso nos enseñas. Me enseñaste tantas cosas que hoy uso, de las cuales son las que me han abierto las puertas para llegar aquí. Me has aguantado sin decirme nada y me has dado entera libertad, no considero ser el mejor de tus hijos; pero si soy el más agradecido de ellos, porque eres de las mujeres que se quitan el bocado por dárselo a sus hijos. Mujeres como tu hay muy pocas y sabiendo tu historia, no hay palabras que muestren mi gratitud para decirle a dios que su elección no pudo ser mejor. Eres la mujer que no solo me dio la vida, si no quien me cuida a diario, eres la mujer que siempre estará en mi corazón sin importar lo que pase en la vida.



## Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>8</b>
1.1. Objetivo.....	9
1.2 Alcance.....	9
1.3 Visión del producto.....	10
1.4 Necesidades.....	10
1.5 Especificaciones.....	10
1.6 Matriz QFD.....	11
1.7 Análisis del nivel de afinidad del mercado objetivo con los requerimientos propuestos.....	12
<b>2. Marco Teórico.....</b>	<b>15</b>
2.1. Física y Química de las fases sólida y líquida.....	16
2.2. Fuerzas de atracción de la materia.....	16
2.3. Papel de las Fuerzas intermoleculares en el estado de la materia.....	17
2.4. Fuerzas que interactúan con las fuerzas intermoleculares.....	18
2.5. Procesos o fenómenos utilizados para afectar la temperatura y fase de la sustancia.....	19
2.5.1. Magneto Calorífico o Histéresis Adiabática.....	19
2.5.2. Efecto Peltier (Termoeléctrico).....	20
2.5.3. Efecto Termomagnético.....	22
2.5.4 Efecto Nernst-Ettingshausen.....	22
2.5.5. Efecto Ranque.....	23
2.5.6. Fenómeno Termo acústico.....	23
2.6. Cuadro comparativo.....	24
2.7. Selección del fenómeno físico a Trabajar.....	25
2.8. Investigación de mercado.....	27
2.9. Investigación de patentes.....	29
<b>3. Experimentación.....</b>	<b>32</b>
3.1. Fundamento Teórico.....	34
3.2. Objetivos de la investigación.....	37
3.3. Estandarización de los parámetros variables de la experimentación.....	37
3.4. Parámetros variables de la experimentación que fueron controlados.....	38

3.5	Diseño del módulo de experimentación para la placa de Efecto Peltier.....	39
3.6.	Resultados Iniciales.....	41
3.7.	Estimación de la energía requerida para un cubo de hielo y de la potencia necesaria.....	43
3.8.	Cálculo de la eficiencia de las pruebas del sistema prototipo.....	45
3.9.	Experimentación para la optimización.....	45
3.10.	Discusión de resultados de los experimentos.....	55
4.	Diseño conceptual de la propuesta de máquina de hielo para la Máquina por Efecto Peltier.....	57
4.1.	Sistemas de trabajo base.....	58
4.2.	Propuestas de los bocetos.....	59
4.2.1.	Propuesta “disco giratorio”.....	60
4.2.2.	Propuesta “tipo caja”.....	61
4.2.3.	Propuesta “ <i>molde giratorio</i> ”.....	62
4.2.4.	Propuesta “ <i>flujo continuo</i> ”.....	64
4.2.5.	Propuesta “ <i>Hielo Picado</i> ”.....	65
4.3.	Innovación en función del impacto al consumidor.....	67
4.4.	Estimación de recursos requeridos e inversión monetaria.....	70
4.5.	Dominio de las características subclave de las propuestas.....	78
4.6.	Mercado potencial de las propuestas.....	80
4.7.	Comparación del nivel evolutivo de las propuestas.....	81
4.8.	Evaluación y selección de la propuesta de trabajo.....	86
5.	Diseño de Configuración.....	89
5.1.	Dimensionamiento de las especificaciones.....	90
5.2.	Diseño del sistema de Enfriamiento.....	91
5.3.	Diseño del sistema de disipación de energía.....	91
5.4.	Diseño del sistema de molde y de rotación.....	93
5.5.	Diseño del sistema de dosificación de hielos y agua.....	95
5.6.	Diseño del sistema de control.....	96
5.7.	Diseño del sistema de potencia.....	96
5.8.	Lista de materiales (Bill of Materials, BOM).....	97

5.9. Comparación de las especificaciones límite y las del producto.....	97
5.10. Visualización del Render.....	98
6. Conclusiones.....	102
Fuentes de información.....	104
Apéndice A “Encuesta bajo el Método Kano”.....	105
Apéndice B “Características de los instrumentos de medición “.....	110
Apéndice C “Metodología de Experimentación”.....	114
Apéndice D “Información Gráfica de los datos recabados”.....	118
Apéndice E “Información Técnica de las placas Peltier 12710”.....	143
Apéndice F “Los 40 principios de creatividad del TRIZ”.....	145
Apéndice G “Tabla de Figuras”.....	149
Apéndice H “Tabla de Tablas”.....	152
Apéndice I “Tabla de Gráficas”.....	155

## Glosario

Termino	Descripción
PBT	Placa de Baja Temperatura; es la cara de la placa Peltier que tiene una temperatura menor.
PAT	Placa de Alta Temperatura; es la cara de la placa Peltier que tiene una temperatura mayor en comparación de la otra
Placas TEC	Se refiere a las placas Peltier, que en ingles se denominan o comúnmente se llaman <i>ThermoElectric Cooling</i>
Objeto Técnico	Es la forma como se refiere a las propuestas de diseño, la metodología de la Dra. Cozumel Allanec Monroy.
CREAX	Software utilizado para el diseño mediante la metodología TRIZ

# Capítulo 1

# Introducción

*“Cuando el misterio es demasiado impresionante,  
es imposible desobedecer.”*

*El principito de Antoine de Saint-Exupéry*

## 1. Introducción

La siguiente tesis tiene por propósito solventar una problemática que radica en los dispensadores de hielo para consumo humano. Esta problemática enfocada en los indeseados *hielos con mal olor y sabor*, estos factores de desagrado son generados por la comida que reposa por ejemplo en los refrigeradores, como principal razón. Es por ello que el objetivo radica en la generación de hielo fresco al momento, es así que se pretende modificar la generación de hielo para que esta sea en el tiempo menor posible en el que el consumidor pide el hielo al dispensador. Para lograr este propósito se pretende adentrar en tecnologías de refrigeración diversas y alejadas de la tecnología clásica de refrigeración (compresión por gas), hacer la selección de una, generar módulos de trabajo (prototipos para hacer experimentos) y diseño del producto.

Además de ello se pretende observar la innovación desde un punto de vista de consumo y uno de nivel de evolución técnica. Apoyado en dos diversas metodologías; para comprender el impacto directo del desarrollo en estudio en este texto.

Es por ello que esta tesis secciona en:

- Introducción: Parte que resume el trabajo y menciona los siguientes elementos; objetivo, alcance y visión del producto. Lo cual determina los parámetros deseados a alcanzar y visualizar por este trabajo escrito.
- Marco Teórico: Este menciona y explica cuestiones relevantes a la física y la química del estado líquido y sólido de la materia. Además de Mostrar diversos fenómenos de refrigeración poco usuales o comunes y finalmente muestra tablas comparativas de los existente en el mercado actual. Este último inciso se dividió en tres rublos; hielos genérico, refrigeradores con despachador de hielo y icemakers (Máquinas especializadas para hacer hielo)
- Experimentación con Placas TEC: La investigación generada con las placas TEC o Peltier; esto incluye desde la construcción del modelo pasando por cálculos preliminares, posteriormente por datos arrojados experimentalmente y finalmente por discusión de las conclusiones.
- Diseño Conceptual para la propuesta de la máquina de hielo por Efecto Peltier: Diseño conceptual de la propuesta para un prototipo funcional del modelo de dispensador por efecto Peltier.

Estos son los elementos que componen la arquitectura de la tesis, dicha estructura trata de ser lo más coherente posible con el lector en curso para llevarlo de la mano a lo largo del desarrollo de dicho escrito.

### 1.1 Objetivo

Investigar una tecnología que permita la generación de hielo en tiempos breves, diferente al ciclo de compresión de gas.

Como objetivo secundario diseñar y estimar los costos de un prototipo generador de hielo, haciendo uso de la tecnología investigada.

### 1.2 Alcance

Investigar una tecnología ajena al ciclo de compresión de gas que permitan la generación del hielo en un corto lapso de tiempo, mediante experimentos comprobar dicha afirmación. Finalmente logrando la propuesta conceptual de un prototipo para la producción en forma comercial.

### 1.3 Visión del producto

Desarrollar un sistema o producto innovador para la generación de hielo de consumo al instante, es decir hielo que no es almacenado si no generado al momento que lo pide el consumidor. Usando tecnología no convencional.

Descripción del producto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Innovador</li><li>• Generará hielo al instante</li></ul>
Propuesta de Valor	<ul style="list-style-type: none"><li>• El hielo no está limitado a una cantidad finita</li><li>• El hielo no está expuesto a absorber malos olores o sabores, provenientes del medio</li><li>• El hielo es fresco</li></ul>
Objetivos de negocio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Viable para producción en masa</li><li>• Generación de hielo en minutos</li><li>• Sin residuos que dañen al ambiente</li></ul>
Mercado Primario	<ul style="list-style-type: none"><li>• Empresas de electrodomésticos (MABE)</li></ul>
Mercado Secundario	<ul style="list-style-type: none"><li>• Restaurantes, clubes, todo establecimiento que ofrezca bebidas</li><li>• Hogares</li></ul>
Suposiciones y Restricciones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compacto</li><li>• Económico</li><li>• Usará tecnologías no convencionales o tecnologías no comunes</li><li>• De fácil uso</li></ul>
Involucrados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consumidores</li><li>• Proveedores (Empresas de electrodomésticos)</li><li>• Manufactura</li><li>• Diseñadores e ingenieros</li></ul>

Tabla 1 -Visión del proyecto

### 1.4 Necesidades.

Dada la naturaleza del proyecto, es de obviar que existen necesidades por parte de los involucrados. Es con estas que se menciona un listado de ellas:

- Generar Hielo sin Olores ni sabores desagradables.
- Crear el hielo en tiempos breves.
- Propuesta de bajo costo.
- El Sistema generador debe de ser capaz de ser alojado en refrigeradores, reemplazando el actual.
- Viable a una producción masiva del mismo componente.
- Ser atractivo para los consumidores.
- Para consumo humano.

### 1.5 Especificaciones.

Dadas las necesidades antes expuestas estas deben de ser interpretadas como especificaciones, elementos cuales que se puedan cuantificar para poder cumplir con los parámetros requeridos por los involucrados.

Estos aspectos son:

- Conversión de agua en hielo en tiempos al de la competencia: Este aspecto implica generar el hielo en lapsos breves que permiten que no se absorban ni olores ni sabores desagradables. Así mismo cumple con generar hielo en tiempos breves, y de complementa generando atractivo sobre otros competidores.
- Dimensionamiento en función del volumen de un generador de hielo alojado en un refrigerador, por ende cumple con poder ser alojado con en el espacio del generador de hielo de un refrigerador.
- Monto de constitución del sistema a lo establecido en los resultados de las encuestas (apéndice A) del prototipo, por lo que parcialmente cumple con la capacidad de producción de masa para un producto de bajo costo y directamente ser de bajo costo
- Contenido cero de sustancias tóxicas para el ser humano y el ser ambiente; así se pude abarcar el hecho para el consumo humano.
- Capacidad de generación de hielos por unidad de tiempo, se relaciona con la atracción al consumidor.
- Consumo de potencia, es la energía requerida por el sistema para funcionar.

### 1.6 Matriz QFD

La siguiente matriz QFD (Quality Function Deployment), muestra las relaciones entre las necesidades y las especificaciones en el cuadro central (Figuras de color morado), el sentido de las especificaciones (es decir si es mejor minimizar o maximizar) se encuentra en la flechas de color negro. Finalmente la relación entre especificaciones está en el triángulo superior (figuras de color azul).

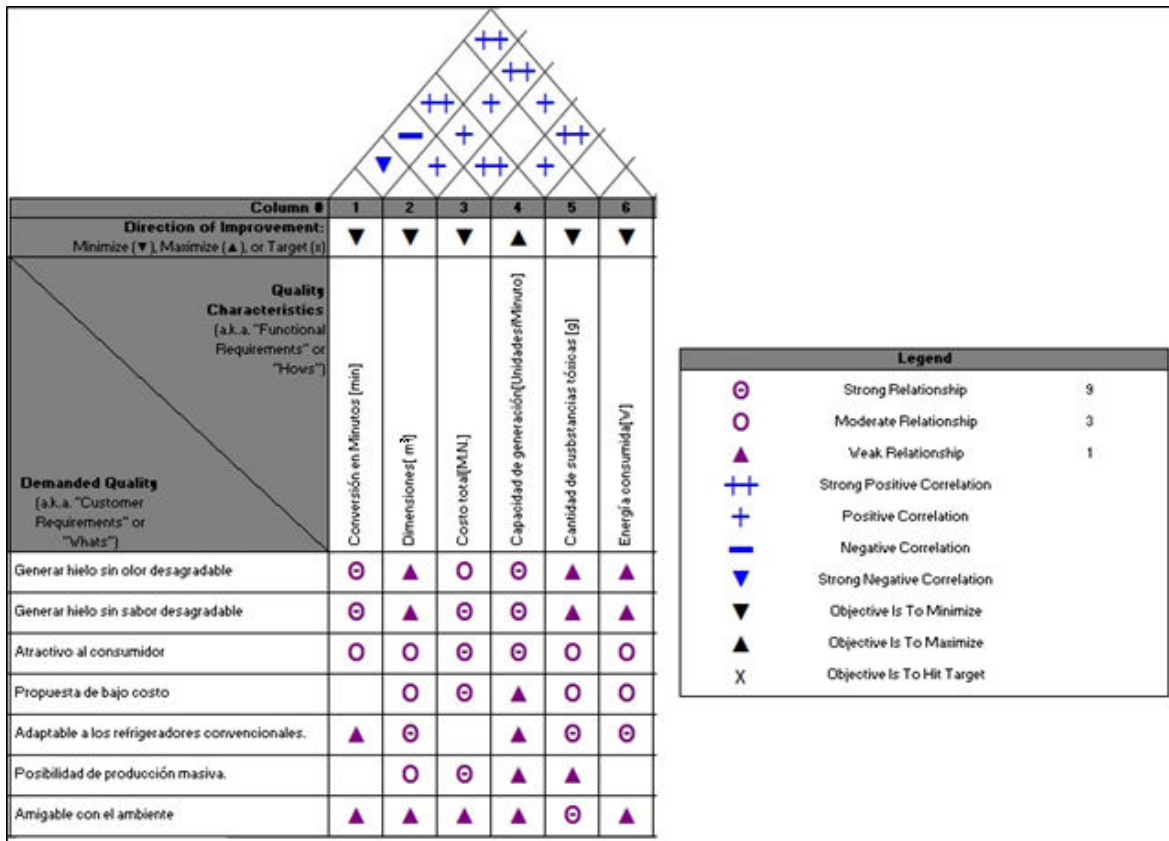


Figura 1.-Matriz QFD del proyecto.



## 1.7 Análisis del nivel de afinidad del mercado objetivo con los requerimientos propuestos

En el siguiente análisis para comprender como ve el mercado objetivo los requerimientos estipulados, se propone estudiar la población capitalina (población del distrito federal). Considerando que población se puede hacer de un refrigerador, se descarta a aquellas personas que no tienen capacidad laboral; bajo este esquema se toma como población objetivo todo que mayor de 18 años, personas que tienen capacidades laborales latentes.

El análisis se realiza con la metodología Kano; la cual consta de la determinación de tres tipos de requerimientos que influcian en el cliente. Estos son:

- Debe de ser: Si estos requerimientos no son totalmente satisfechos el cliente estará insatisfecho, sin embargo cumplirlos no logra mayor satisfacción en el cliente.
- Unidimensional: La satisfacción del cliente es completamente proporcional a lo cumplido por este requerimiento.
- Atractivos: Son los requerimientos a los cuales el cliente le hacen sentir mayor satisfacción entre la funcionalidad del requerimiento es mayor.
- Indiferente: No afecta el grado de satisfacción se cumple o no con este requerimiento
- Inverso: Este caso puede tomarse de dos formas, la primera que entre menos este cumplido un requerimiento el grado de satisfacción es mayor y la segunda es que lo que se piensa que debe de ser lo ideal debe de ser lo contrario para agrado del cliente.

Lo descrito anteriormente se observa en la siguiente gráfica

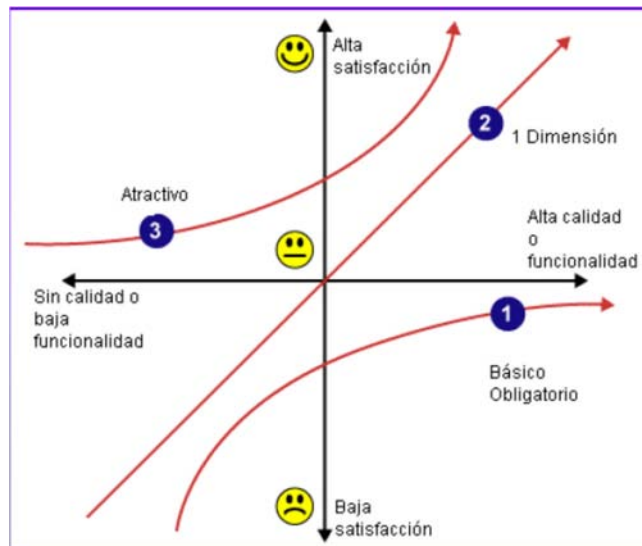


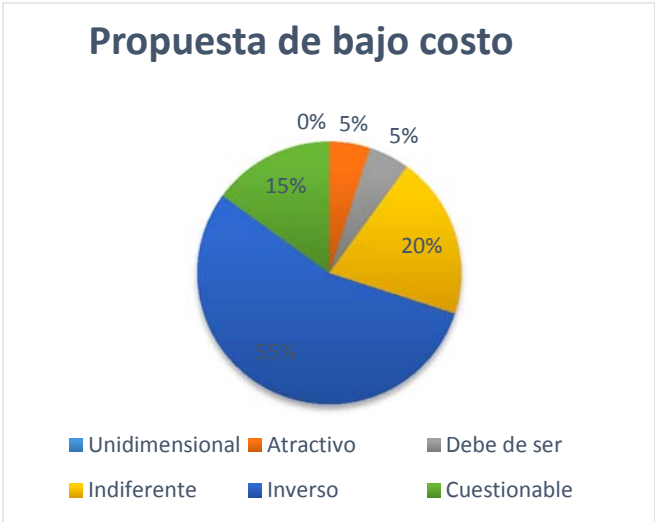
Figura 2.- Curvas del grado de aceptación del cliente con relación a los requerimientos.

Para determinar esto, el método propone preguntas por parejas que sean inversas, esto quiere decir que mientras una afirma algo la otra lo niega; en el método se le denomina *funcional* a lo que el diseñador cree ideal (afirma o es positivo) y lo *disfuncional* (niega o es negativo) a lo que es lo contrario.

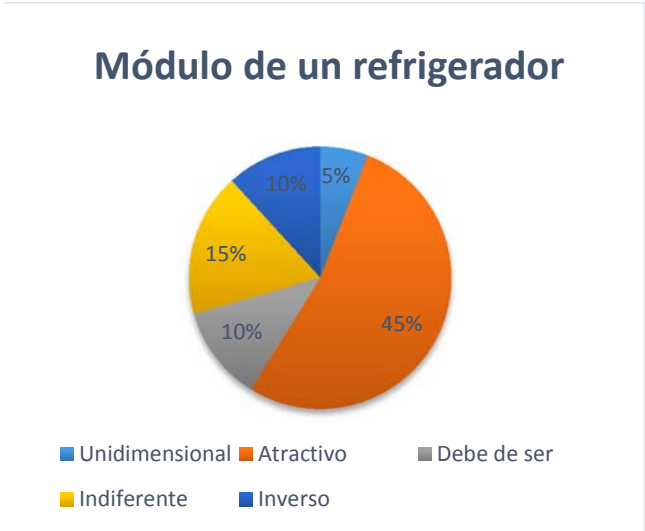
El nivel de afinidad mostrado bajo este método se muestra en las siguientes gráficas:



Gráfica 1.- Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para un tiempo reducido.

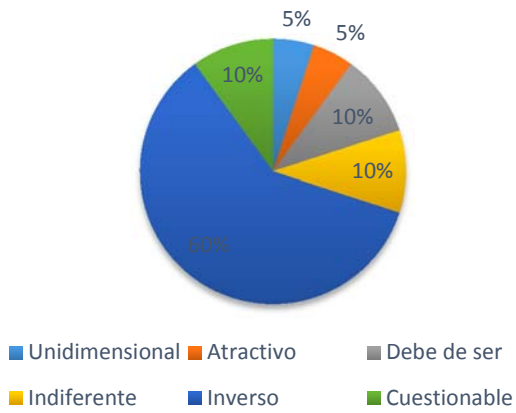


Gráfica 2.- Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para una propuesta de bajo costo.



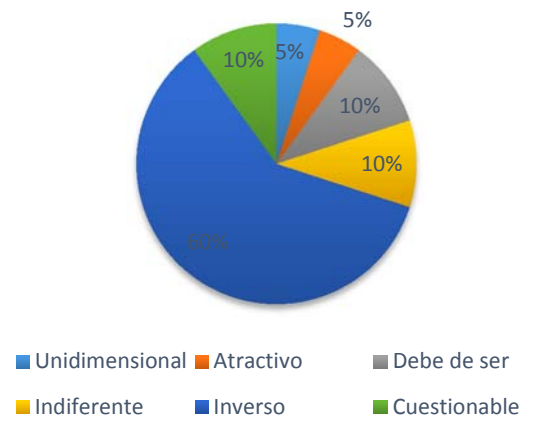
Gráfica 3.- Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para una propuesta como módulo en un refrigerador.

### Amigable con el ambiente



Gráfica 4.- Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para el nivel de impacto ambiental.

### Potencia eléctrica



Gráfica 5.- Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para el consumo de energía eléctrica.

# Capítulo 2

## Marco Teórico

*“El descubrimiento consiste en ver lo que todos  
han visto y pensar lo que nadie ha pensado”*

*Albert Vont Szent-Györgyi,  
Filósofo Húngaro (1893-1986)*

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Física y Química de las fases sólida y líquida

Las siguientes líneas pretende dar al lector una introducción breve del comportamiento a nivel molecular de las fases de los estados de la materia (en especial la fase líquida y sólida) y explicar su interacción con fenómenos que realizan el cambio de estado, es decir, el cambio de fase líquida a sólida en particular. Tal es el caso del agua al convertirse de un líquido, a lo que conocemos como hielo, el cual es su estado sólido; como la sustancia de trabajo.

### 2.2. Fuerzas de atracción de la materia

Dado que la materia está constituida por moléculas, éstas deben de estar unidas entre sí y entre sus similares en su vecindad. Esto es provocado por ciertas fuerzas dentro de la sustancia, las cuales se denominan fuerzas de atracción. Existen dos tipos dentro de este análisis.

El primer tipo son aquellas fuerzas que mantienen unidos los elementos constituyentes de la o las moléculas (átomos), este tipo de fuerza se denomina Intramolecular. Esto quiere decir son las fuerzas que mantienen a los átomos de los constituyentes unidos para formar la nueva molécula.

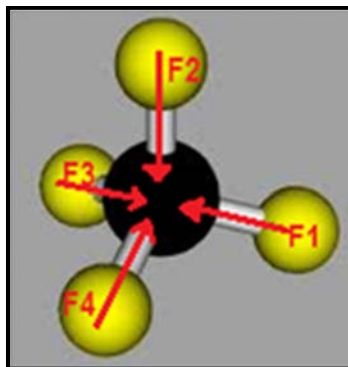


Figura 3- Fuerzas Intramoleculares

Las fuerzas intermoleculares son las encargadas de mantener unidos a las moléculas constituyentes para la arquitectura molecular de la sustancia que componen, definiendo esta arquitectura las propiedades de la forma.

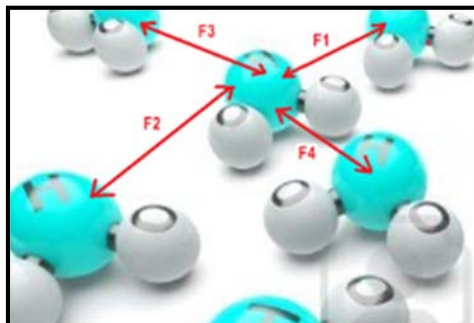


Figura 4-Fuerzas Intermoleculares

El segundo tipo de fuerzas son las fuerzas intermoleculares, estas fuerzas intermoleculares mantienen la atracción entre moléculas generando redes, cadenas o cualquier arreglo de éstas. De esta forma se aglomeran y generan una cantidad finita de masa dependiendo la cantidad de éstas. Las fuerzas intermoleculares se dividen en diversos tipos, los cuales son:

Tipo	Definición
Fuerza dipolo-dipolo	La fuerza se caracteriza por la aparición de dipolos eléctricos, los cuales por atracción eléctrica mantienen las moléculas unidas.
Fuerzas Ion-dipolo	En este caso la fuerza esta originada por un catión o un anión más la suma de un dipolo, la fuerza y estabilidad de esta depende del tamaño del ion.
Fuerzas de dispersión	La característica en esta variedad es dada un elemento como un ion o una molécula polar próxima a una molécula no polar, genera un fenómeno de inducción eléctrica en esta última. Cuestión por la cual sienten una fuerza de atracción.

En caso particular del agua se tiene una unión de una fuerza presente del tipo dipolo-dipolo.

### 2.3. Papel de las Fuerzas intermoleculares en el estado de la materia.

En la naturaleza existen 3 tipos de fase de la materia. Estos se conocen como líquidos, sólidos y gaseosos.

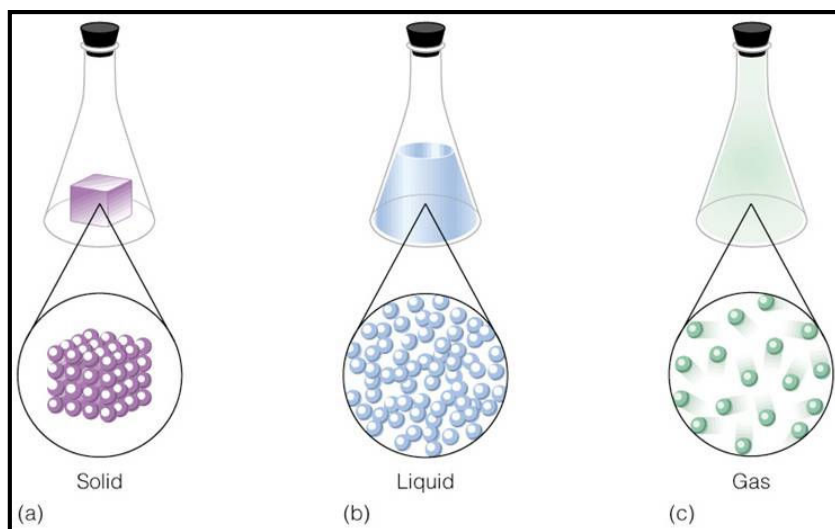


Figura 5- Comportamiento de las moléculas en diversos estados de la materia

Analizando la imagen anterior, se observan las diminutas esferas, las cuales representan moléculas de materia. Son similares (en cada fase) su estructura, forma, la dimensión no cambia; sin embargo, observando más a detalle, se puede llegar a comprender que es el orden de éstas las que cambia y llegando a generar la hipótesis

de que la materia depende del orden en que las moléculas se encuentran en la materia para definir la fase de ésta.

Sin embargo, esta es una verdad a medias, dado a que hay algo primordial en el orden de las moléculas; cabe resaltar que es la distancia entre ellas. Si se observa la fase sólida, la distancia entre moléculas es menor que en la fase líquida, la cual tiene una distancia menor que en la fase gaseosa. Este espacio entre moléculas puede explicar fenómenos como compresión de gases y a su vez la poca capacidad de compresión en líquidos, explicando más adelante porqué los sólidos se deforman en vez de comprimirse.

Regresando a la idea de que la existencia de una distancia determina la fase de la materia, nos debemos de preguntar; ¿qué es lo que genera o provoca esta distancia de moléculas? Esta distancia está en función de una fuerza intermolecular. Regresando a la definición anterior de éste concepto se puede recordar que las fuerzas intermoleculares son aquellas fuerzas que afectan a una molécula vecina de otras para generar atracción entre ellas, generando la distancia vecina.

Esa magnitud de fuerza determina la distancia de las moléculas, generando en condiciones “naturales” el estado de materia o fase de la materia para una sustancia o elemento en específico. Pero esta magnitud es una constante que depende la unión entre diferentes tipos de molécula, dando como resultado diferentes fuerzas de atracción y magnitud. Es por ello que diferentes elementos y/o sustancias se presentan en fases distintas en la naturaleza.

#### **2.4. Fuerzas que interactúan con las fuerzas intermoleculares.**

Es curioso que en la naturaleza los elementos o sustancias que puedan adoptar más de una forma y otros que muy difícilmente lo hagan. Pero ¿de qué depende este cambio del estado de la materia?

Tomando el ejemplo del agua es común encontrarla diariamente en sus tres fases. Las nubes en el cielo es el estado gaseoso del agua, el agua que bebemos su fase líquida y por último la fase sólida de los hielos de nuestra bebida predilecta pero, ¿qué es lo que afecta a la misma sustancia para tener esa capacidad de transformar un estado a otro?

Como anteriormente se comentó, la distancia entre moléculas define el estado o fase de la sustancia. Si la distancia entre moléculas está en función de las fuerzas intermoleculares, se llega a la siguiente conclusión:

*Las fuerzas intermoleculares son constantes que dependen del tipo de unión para cambiar su magnitud, por ende, las distancias entre moléculas son constantes.*

¿Cómo es posible que una sustancia se presente en diferentes fases, dada la condición anterior? Para responder esto tenemos que pensar si es la fuerza unida la que afecta a la materia. Ya con lo comentado anteriormente una persona puede pensar que existen excitadores ajenos a las fuerzas intermoleculares.

Existen agentes o fuerzas propiamente que afectan a la propia distancia entre moléculas, estas son fuerzas de origen físico, de las cuales comúnmente recordamos la temperatura y la presión.

La temperatura es un tanto complicada de imaginar como una fuerza, sin embargo si recordamos que la temperatura es la energía cinética promedio de las partículas de la materia, llega a ser un tanto más obvio que la cinética se traduce en movimiento y ese movimiento es generado por una fuerza, una fuerza que afecta a la fuerza intermolecular ya sea apoyándola (mayor temperatura) o desfavoreciendo (menor temperatura) su efecto entre partículas.

Ejemplo de esto es el cambio de fase del agua por cambios de temperatura, a temperatura ambiente del Distrito Federal el agua se presenta en fase líquida, sin embargo si cambiamos su temperatura a 0 [°C] esta se convierte en hielo; si en caso contrario cambiamos la temperatura a 100 [°C] este líquido pasa a vapor.

Lo anteriormente se piensa tomando en cuenta la presión atmosférica a nivel del mar. Se hace mención de esto ya que la presión junto con la temperatura juega un papel para la fase la materia. Tomando en cuenta el ejemplo anterior, el agua puede llegar a ser vapor cuando la temperatura ambiente sea una constante y la presión sea tan baja que su oposición sea nula o casi nula en determinada sustancia aumentando la distancia entre moléculas, llegando a la fase gaseosa. En caso contrario la presión puede ser tan grande que reduce la distancia entre moléculas llegando a una fase sólida de la materia.

A pesar de que estas fuerzas son las principales protagonistas junto con las fuerzas intermoleculares en la distancia entre molecular, pueden pensarse de la existencia de otras. Se ha observado que fuerzas de origen eléctrico y magnético, han afectado la cristalización del agua, pero no afectan de la misma magnitud como la temperatura y la presión.

En resumen la separación molecular es una suma de diferentes fuerzas intermolecular, temperatura y presión principalmente. Dado que a las condiciones requeridas para este proyecto son condiciones de presión constante (ambiental), se descarta el uso de tecnologías que usen la presión.

## **2.5. Procesos o fenómenos utilizados para afectar la temperatura y fase de la sustancia.**

En las líneas anteriores quedo implícito que el principal actor para cambiar la fase de la materia, es la temperatura, es por ello que se hace énfasis en fenómenos que generen estos cambios energéticos. Se decide el uso de tecnologías de poco uso comercial buscando la innovación y el potencial latente de estas.

### **2.5.1. Magneto Calorífico o Histéresis Adiabática**

Este fenómeno en especial tiene un potencial latente sumamente grande, el cual presenta inconvenientes de fabricación y del material magnético, que han sido los que limitan su uso como tecnología comercial. El fenómeno actúa de la siguiente manera, a un material ferromagnético sufre un cambio de temperatura al ser expuesto a un campo magnético y dicho material eleva su temperatura. Usando este principio en el ciclo Magneto Calorífico subsecuente al paso anterior realiza una extracción de la energía en un intercambiador con una diferencia de temperatura.

Después de que el campo magnético se anula del material, la temperatura disminuye aún más debido al fenómeno de desmagnetización, generando un flujo de calor para llegar a la temperatura ambiente. Este flujo de calor es el que se usa para enfriar y por último se reinicia el proceso convirtiéndolo en un ciclo.

A diferencia del proceso de refrigeración por un gas a compresión, donde el gas es movido para el transporte y el flujo de calor se usa un sistema de conductos, el material magneto calorífico usa el fenómeno de difusión molecular para llevar a cabo esta transferencia en un sistema. Consecuencia de esto es el tiempo, ya que en el fenómeno de compresión de gas el tiempo es el ciclo mediante el cual un gas es mucho más rápido que en el caso del magneto calorífico, por lo que el medio poroso para realizar la difusión representa un reto. En la actualidad se ha probado que una de las mejores soluciones son las *"filigree porous structures"*.

Además de la pequeña distancia que existe entre los intercambiadores de calor y el fluido de trabajo (en este caso el material Magneto calorífico) para la difusión son ideales para acelerar el proceso.

Existen diferentes tipos de sistemas de refrigeración por este método, los cuales se describen a continuación:



1. Sistema lineal y rotatorio de refrigeración magneto calorífica: La diferencia principal entre estos tipos de sistemas es la disposición de los elementos. Observando las figuras siguientes donde el de la izquierda es lineal y el de la derecha es rotatorio, se puede comprender lo antes mencionado.

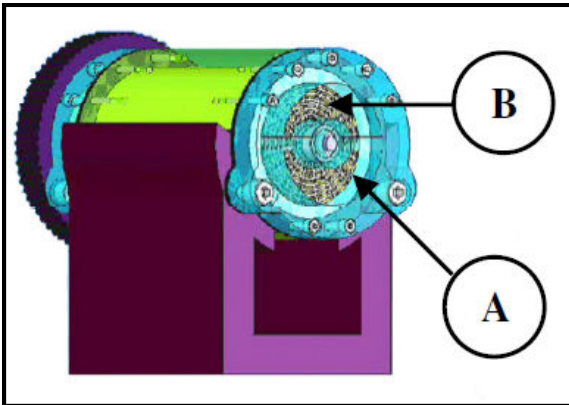


Figura 6- Sistema Lineal de Refrigeración

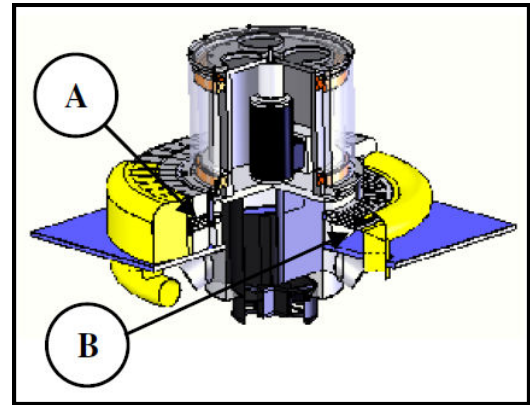


Figura 7- Sistema Rotatorio de refrigeración

La disposición de los elementos y el fluido de trabajo marcan la pauta de estas clases. En el sistema lineal la disposición de los elementos es axial y en segundo los elementos se describen de forma radial a un centro.

Las 4 etapas del fenómeno cíclico de refrigeración se llevan a cabo en estos sistemas. Primero, la magnetización de una estructura sólida porosa magnética debido a un campo magnético, precedida por un aumento de temperatura (punto A).

Segundo, fluye un fluido para la extracción del exceso de temperatura; el tercer paso es la anulación del campo magnético. Para este punto se va a la última parte del ciclo, donde la aleación magnética calorífica absorbe u obtiene un flujo de calor de un fluido que fluye por la región B; este fluido es diferente al primero y fluye en dirección opuesta al primero. Este segundo fluido es enfriado.

Los fluidos utilizados pueden ser usados como fluidos de trabajo en un ciclo donde uno puede disminuir la temperatura generando un sistema de refrigeración y el primer fluido puede ser usado en una bomba de calor.

2. Sistemas de Unietapas o Multietapas: Con la idea de que el desempeño de la máquina sea mejor se piensa en sistemas con regeneración y sistemas en cascada.

### 2.5.2. Efecto Peltier (Termoeléctrico)

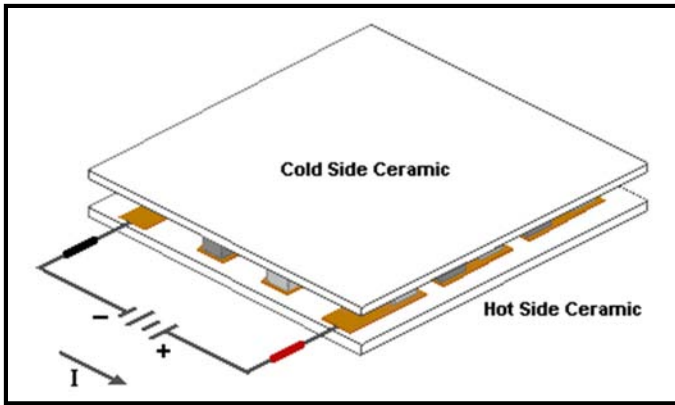


Figura 8- Figura de una placa Peltier o Termoeléctrica

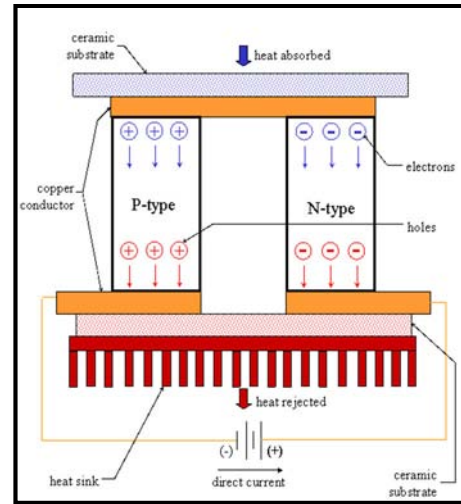


Figura 9-Esquema de una placa Peltier o Termoeléctrica

Efecto Peltier es provocado por una corriente que fluye entre dos placas de diferentes materiales (semiconductores), dicho flujo de corriente genera un gradiente de temperatura en dichas placas. El funcionamiento de este fenómeno está provocado por bloques de aproximadamente 1 [mm] por 1 [mm] por 2 [mm], los cuales son de materiales tipo P y tipo N (usualmente se usan las combinaciones telurio 3 -bismuto 2 en placas comerciales), se realiza un circuito entre el bloque tipo P y tipo N al circular la corriente, la circulación de las partículas es la que provoca el gradiente de temperatura entre las diferentes placas. Las uniones de tipo p y n están unidas al lado que libera calor y las tipos n a p están del lado que absorbe el calor. Los electrones que van al tipo p liberan calor mientras los que van al tipo n absorben el calor.

Este tipo de elementos tienen la ventaja de ser comerciales, de bajo costo, pero de baja eficiencia. El efecto contrario, es decir la generación de una corriente provocado por un gradiente de temperatura es conocida como el efecto Seebeck.

### 2.5.3. Efecto Termomagnético

Se produce cuando dos metales diferentes están conectados en un circuito cerrado de tal manera que los extremos del cable están conectados el uno al otro. Es un fenómeno sumamente similar al efecto Peltier, sin embargo la diferencia radica en la fuente que provoca la circulación de la corriente en el circuito, esta fuente es un campo magnético. Este campo produce la circulación de la corriente, por inducción magnética, y es así como se genera el gradiente de temperatura entre los materiales.

### 2.5.4. Efecto Nernst-Ettingshausen

El efecto Nernst es un efecto de transporte molecular, es un fenómeno en el cual a una muestra un gradiente de temperatura en un material dado, que en sus inicios fue el boro. Este gradiente de temperatura induce una corriente en la muestra digamos que en el eje x respecto al material, esto genera un campo magnético H en el eje z y además de un campo eléctrico y voltaje en el eje y. Tal y como se muestra en la figura.

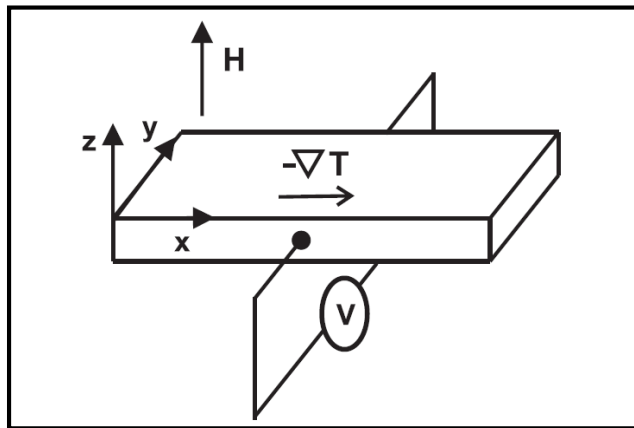


Figura 10-Diagrama del efecto Nernst

El efecto Ettingshausen, es un fenómeno inverso donde usando un campo Magnético o/y un Campo eléctrico o voltaje inducido en un material, sé que en de los extremos de la muestra de material uno de estos disminuirá su temperatura y el otro aumentará su temperatura generando un gradiente de temperatura. Estos fenómenos se

deben a la interacción de electrones entre una corriente y un campo magnético en un determinado material; debido a los anteriormente mencionado los electrones fluyen en un sentido, sin embargo en una parte de la muestra tienden a colisionar (esto comprobado estadísticamente) y es por ello que existe un gradiente de temperatura en un circuito. Este efecto se utiliza en los líquidos de refrigeración, donde una de las uniones de los metales se sumerge en el líquido a refrigerar.

### 2.5.5. Efecto Ranque

El efecto Ranque es un efecto mecánico para un gas de temperatura inicial y presión inicial que se almacena en un cilindro. En consecuencia, el cilindro se hace girar y por efectos exógenos y endógenos, la masa central disminuye su temperatura y la de mayor temperatura viaja o se aloja lo más cerca de la frontera. Este efecto se aplica en tubo vortex, el cual usando una salida o un escape libera el gas de mayor temperatura. De esta forma se aísla el flujo de temperatura más baja para su aplicación.

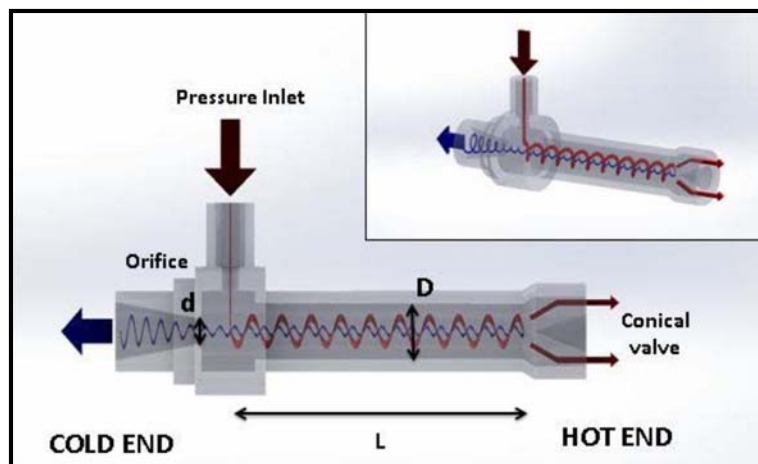


Figura 11- Tubo Vortex de efecto Ranque

El tubo vortex con efecto Ranque es una pieza sencilla de trabajo, el cual tiene una entrada y dos salidas, además de un generador de remolino. Aire comprimido entra al sistema el cual se ve afectado por el generador de remolino que está situado cerca de la admisión, creando un vórtice y separando el aire de entrada en dos flujos de diferente temperatura, estos flujos se alojan en la parte externa (Mayor temperatura) y en la parte interna (menor temperatura), usando válvulas cónicas se separan los flujos.

### 2.5.6. Fenómeno Termo acústico.

Si se toma en cuenta que el sonido es un trabajo de compresión en forma de ondas dentro de un fluido, es hasta cierto punto obvio que parte de este trabajo influyen en la energía térmica dentro de un gas; el inconveniente es que estas fluctuaciones energéticas son tan pequeñas que no se observan en la vida diaria. Esta energía en tránsito hablando del trabajo, se puede generar vía acústica. Las ondas sonoras afectan un elemento una partícula, la cual sufre de varios procesos:

1. Proceso de compresión: La compresión sonora, mueve la partícula de un punto B un punto A. Pero esta sufre de una compresión adiabática, la cual sube la temperatura de dicha partícula y la presión.
2. Proceso de Transferencia: La partícula se aloja en una rendija, en posiciones específica, dentro del tubo hay un fluido encerrado. En este proceso de transferencia de energía se pueden dar tres casos.

Tipo de proceso	Descripción
Bomba de Calor	La Temperatura de la partícula es mayor que la temperatura de la rejilla de transferencia, en cuyo caso el calor Q fluye de la partícula al fluido encerrado.
Máquina refrigerante	La temperatura del corpúsculo es menor que la de la rejilla y el fluido encapsulado, por lo que la transferencia de energía es del fluido encerrado a la partícula.
No hay intercambio	Ambas temperaturas están igualadas. No existe proceso de intercambio energético.

3. Proceso de Expansión: Dado que el corpúsculo se reduce la energía con la placa de transferencia, esta sufre de un proceso de expansión adiabático. Cuestión por la cual regresa a su posición A a B, disminuyendo su temperatura y su presión.
4. Proceso de Intercambio: Ahora que ha cambiado su posición, se sigue alojando en otra sección de la rejilla, pero puede pasar un intercambio de energía debido a diferencia de temperatura con la rejilla y pueden ser tres situaciones iguales que se mencionaron anteriormente.

## 2.6. Cuadro comparativo

Proceso	Ventajas	Desventajas	Características particulares	Precio
Magneto calórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de alta eficiencia.</li> <li>Se llega a temperaturas muy bajas aproximadamente 20 [°K].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales muy especiales.</li> <li>Requiere de un campo magnético realmente grande.</li> <li>El proceso continuo puede afectar a los materiales a largo plazo.</li> <li>Construcción compleja y precisa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales de Baja Histéresis magnética.</li> <li>Requiere materiales de baja temperatura de Curie.</li> <li>Campos de magnéticos de una magnitud igual o mayor 2 [T].</li> </ul>	El material ideal es el Galidinio, su costo es de 2,127.00 pesos mexicanos, para un frasco de 10 gramos.
Procesos de Transporte molecular	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso que ha llegado a temperaturas de 1 [°K].</li> <li>Es un proceso lineal no un ciclo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Depende de campos magnéticos y eléctricos (corriente).</li> <li>La magnitud del gradiente de temperatura depende del material.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los tres principales fenómenos son: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Efecto Nernst-Ettinghausen</li> <li>o Efecto Thompson</li> <li>o Efecto Seebeck</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sin información de dispositivos comerciales.</li> <li>Frasco con 5 gramos de Boro al 99.7% de pureza costo de \$1667.00 [M.N.].</li> </ul>
Termomagnético	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idealmente es sencillo de realizar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere de un generador de campo magnético</li> <li>Mayor cantidad de componentes que el Efecto TEC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un similar del efecto TEC, pero provocado por un campo Magnético.</li> </ul>	-Desconocido
Efecto Peltier	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se puede controlar de manera precisa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de estabilización de la temperatura.</li> <li>Genera una elevada temperatura en la placa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ya existen placas comerciales de diferentes tamaños y diferentes características</li> </ul>	Placa de 40[mm] x40[mm] x3.8 [mm], con una potencia de

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las diferencias de temperatura pueden variar hasta 70 [°C].</li> <li>Algunos dispositivos comerciales alcanzan valores de -20 [°C] en la placa fría.</li> </ul>	caliente, la cual se debe de disipar.		150[W] cuesta \$200 [M.N.].
Efecto Ranque	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de pocas o casi ninguna pieza mecánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La temperatura no supera 40 [°C] de gradiente de temperatura.</li> <li>La menor temperatura es de aproximadamente 5 [°C]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La única pieza eléctrica y mecánica es la bomba de efecto Vortex</li> </ul>	Sin información comercial
Termo acústico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se puede usar del aire como fluido de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere de frecuencias especiales (altas frecuencias)</li> <li>Eficiencias bajas</li> <li>Requiere de piezas especializadas.</li> <li>Son de tamaños grandes volúmenes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las piezas son especializadas</li> </ul>	Sin información comercial.

Tabla 2- Comparativa de los fenómenos de refrigeración

## 2.7. Selección del fenómeno físico a Trabajar.

Para hacer la selección del fenómeno con mayor posibilidad de aplicación a la creación de hielo, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Costo Inicial: costo de inversión tomando en cuenta la materia prima y la manufactura del modelo.
- Costo de mantenimiento: costos implicados en mantener el sistema en condiciones adecuadas.
- Tamaño previsto: Limitación de tamaño del sistema, el cual no debe sobrepasar 350[mm] x 200 [mm] x 95 [mm] (referencia tomada de un dispensador de hielos de la marca Samsung).
- Mínima Temperatura posible: La temperatura más baja que puede llegar el fenómeno físico.
- Factibilidad de Implementación: Facilidad de implementación del fenómeno y la cantidad de piezas mínimas requeridas.
- Sistemas auxiliares: Sistemas requeridos por el fenómeno para su funcionamiento óptimo.

Para calificar cada uno de los rubros mencionados se utilizan matrices de decisión y se usa la metodología de ponderación para cuantificar la calificación de cada uno de estos. Tomando en cuenta la importancia de cada una de estas (jerarquía de cualidades) se dará con la metodología de ponderación.

Usando el método de ponderación tenemos la siguiente matriz:

	Costo Inicial	Costo de Mantenimiento	Tamaño previsto	Mínima temperatura posible	Factibilidad de implementación	Sistemas Auxiliares	Total	Factor de Peso
Costo Inicial	--	0	0	0	1	1	2	12.5
Costo de Mantenimiento	1	--	0	0	1	1	3	18.8
Tamaño previsto	1	1	--	1	0	0	3	18.8
Mínima temperatura posible	1	1	1	--	0	1	4	25
Factibilidad de implementación	0	0	1	1	--	1	3	18.8
Sistemas Auxiliares	0	0	1	0	0	--	1	6.25
<b>Total</b>							<b>16</b>	<b>100</b>

Tabla 3- Matriz de ponderación

Por consiguiente se evalúan las cada uno de los fenómenos usando un sistema de evaluación de 1 a 11 puntos, y cada uno se multiplica por el factor de peso. Por consiguiente se hace la suma de todos los valores y se obtiene la calificación total.

11 puntos de escala	Descripción
0	Totalmente inútil
1	Muy inútil
2	Débil
3	Pobre
4	Tolerable
5	Satisfactoria
6	Buena solución con algunos inconvenientes
7	Buena solución
8	Muy buena
9	Excelente
10	Ideal

Tabla 4- Escala de 11 puntos

La evaluación de los fenómenos físicos queda de la siguiente manera:

	Calificación	Peso	Calificación	Peso	Calificación	Peso	Calificación	Peso	Calificación	Peso
Costo Inicial	3	37	3	37	7	87	4	50	6	75
Costo de Mantenimiento	2	37	3	56	7	131	6	113	9	169
Tamaño previsto	6	112	9	169	8	150	5	94	7	131
Mínima temperatura posible	10	250	9	225	5	125	6	150	1	25
Factibilidad de implementación	8	150	8	150	8	150	6	113	7	131
Sistemas Auxiliares	6	37	8	50	8	50	5	31	8	50
<b>Total</b>		<b>625</b>		<b>688</b>		<b>694</b>		<b>551</b>		<b>582</b>

Tabla 5-Evaluación de los fenómenos de refrigeración

Por lo que el fenómeno seleccionado es el efecto Peltier con el mayor puntaje.

## 2.8. Investigación de mercado

La siguiente investigación de mercado consta de un estudio en tres segmentos, los cuales son competencias en el mercado de los hielos. Dichos segmentos corresponden a los hielos (en su forma cotidiana y formas alternas), máquinas para hacer hielo y dispensadores de hielo de tres refrigeradores diferentes. Dichas tablas presenta la diferenciación del producto en función de la competencia mediante los elementos claves (bajo la visión del innovador o diseñador) y características clave (bajo la visión del consumidor), así como el reflejo de éste en el eslogan y su precio comercial en moneda Americana (Dólares Americanos). La primera tabla presenta los Sea Stones, piedras de granito que se enfrían en el refrigerado (o similar) para ser usados en bebidas; el siguiente es el gigante comercial de hielos en México, "Hielo Fiesta" (hielo de presentación comercial) y finalmente Icy-Cools en su presentación reusable, hielos los cuales pueden ser reusados en muchas ocasiones.

	Sea Stones	Hielo Fiesta	Icy-Cools
Eslogan	Serve your spirits On the Rocks!	Pureza al Cubo	Ice without mess
Elementos Clave	Roca de Granito	Agua potable	Material encapsulador libre de BPA
Característica Clave	Reusable y duradera	Libre de agentes dañinos para la salud	Durable y Reusable
Precio	37.40 USD	2.10 USD	7.99 USD





Tabla 6-Comparación de los hielos Genéricos

La tabla 7 muestra el segmento de máquinas hacedoras de hielo (Ice Makers en Inglés), los dos primeros corresponden a pequeñas Máquinas *portátiles*, la MIM-88 de Mr. Freeze y la AI-215R de NewAir. La última goza de ser una de las más rápidas productoras de hielo en sus segmentos con un tiempo de producción de 6 minutos. Finalmente un equipo más robusto, el MIM452B de la marca Maxximum. Esta máquina tiene una orientación más comercial; esto se ve reflejado en su producción de hielo, que supera por mucho a las anteriores.

	Mr. Freeze Mod.:MIM-88	NewAir Mod.:AI-215R	Maxximum Mod.:MIM452B
<b>Eslogan</b>	Products that cool, chill and Freeze	Never buy an extra ice again!	Maximum performance, superior desing
<b>Elementos Clave</b>	Materiales	Sistema de producción (Tiempo de producción de 6 minutos)	Acero Inoxidable
<b>Característica Clave</b>	Portabilidad	Rápida fabricación de hielo	Diseño impecable
<b>Precio</b>	259.99 USD	259.99 USD	2,769.99 USD
<b>Tiempo de producción</b>	Produce más de 35 Libras de hielo en 24 horas	Produce más de 50 Libras de hielo en 24 horas	Produce más de 460 Libras de hielo en 24 horas
<b>Imagen</b>			

Tabla 7-Comparación de las Máquinas hacedoras de hielo

La tabla 8 muestra el segmento de dispensadores de refrigeradores de tres de los grandes gigantes del segmento de electrodomésticos: GE, Whirlpool y Samsung. Con características similares, el indicador más característico de los refrigeradores es la capacidad de almacenamiento, dicha capacidad va de 28 [pies<sup>3</sup>] a 31[pies<sup>3</sup>], lo cual las ubica en un nivel similar con características semejantes.

	GE	Whirlpool	Samsung
	Mod.:GFE29HSDSS	Mod.:WRF736SDAM	Mod.:RF32FMQDBSR
<b>Eslogan</b>	Imagination at work	Helping you create a better home & better life	Imagine the possibilities
<b>Elementos Clave</b>	Diseño	Interfaz(Botón de bloqueo)	Triturador de hielo
<b>Característica Clave</b>	Ahorro de espacio	Bloqueo de seguridad	Hielo en triturado (frappe)
<b>Precio</b>	2,799.99 USD	2,199.99 USD	3,059.99 USD
<b>Tiempo de Producción</b>	100 a 130 cubos de hielo por día	Produce 3 libras (1.4 [kg]) en aproximadamente en un día	Tiempo para producir hielo en 8 horas, cantidad no especificada
<b>Imagen</b>			

Tabla 8-Comparación de los refrigeradores con dispensador de hielo

De estas tablas antecesoras se observa que el tiempo más corto para la generación de hielo es de 6 minutos. Es por ello que dentro de las características objetivo, se encuentra la generación de hielo menor a esta.

## 2.9. Investigación de patentes

Se realiza una investigación de la tendencia o los caminos de elementos similares con respecto a las patentes. Para realizar esta búsqueda a nivel mundial y Nacional se hacen uso de los siguientes motores de búsqueda:

Organización	Nombre del motor de búsqueda
Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)	SIGA
Oficina Europea de Patentes (European Patent Office, EPO)	SpaceNet
Organización Mundial de la Propiedad Intelectual ( World Intellectual Property Organization, WIPO)	PatentScope

Tabla 9.- Motores de búsqueda

Los resultados del motor nacional, el siga han sido los siguientes:

Título	No. Identificación	Inventor	Empresa
Dispositivo de fabricación de hielo.	5798158 (IMPI)	Alan Federico Camacho Velázquez	Mabe, S.A. De C.V.
Un dispositivo y un método para elaborar cubos de hielo y un dispositivo de medición para cubos de hielo.	5795214 (IMPI)	Wilhelmus Franciskus Schoonen ,Laurentius Hendrikus , Frans Lambertus Van Haren	W. Schoonen Beheer B.V.
Aparato para hacer hielo y refrigerador que lo contiene.	5466713 (IMPI)	Jin Jeong ; Sang Hyun Park ; Do Hyung Kim [;Yong Sung Yoon ; Qasim Khan ; Seung Ah Joo	Samsung Electronics Co., Ltd
Máquina fabricante de hielo de alta eficiencia y bajo costo.	5374377 (IMPI)	Daryl G. Erbs	Manitowoc Foodservice Companies, Llc
Método y sistema para producir hielo claro.	5213971 (IMPI)	Lee Gerard Mueller; Daryl G. Erbs	Manitowoc Foodservice Companies, Llc
Máquina para hacer hielo con molde de hielo rotatorio y ensamble de expulsión contra-rotatorio.	5167940 (IMPI)	Homas Woodrow Mccollough; Aaron Arvia; Edward M. Young;	Electrolux Home Products, Inc
Dispositivo de fabricación de hielo con tanque.	5108755 (IMPI)	Alan Federico Camacho Velázquez	Mabe, S.A. De C.V
Apparatus for producing soft ice cream	14674307 (WIPO)	Dirk Ekenhorst Dan Barron	Robert Bosch GmbH

Rapid freezing of ice cubes comprising method, device, product and uses	14432356 (WIPO)	Manuel Estrada Amo	Propio
An ice making apparatus providing ease of utilization	1378899 (WIPO)	Celik Kadir Ridvan Kaplan Ergin Altay Elif	Propio
Sealing apparatus for ice machine	kr101555862 (EPO)	Jin Yong Uk	Propio

Tabla 10- Tabla de muestras de patentes de los últimos años de patentes relacionadas con el proyecto.

Analizando y comparando las patentes de los diversos motores se observan que los objetivos de las invenciones son:

Objetivos de la invención	Tendencia de solución
Dosificar en formas diferentes al hielo	Cambios de simetría (en el molde principalmente)
Aumentar la eficiencia	Cambio de parámetros y Materiales compuestos
Adaptación a los electrodomésticos (refrigerador)	Multifuncionalidad y cambios de simetría
Aplicación a diversas condiciones (Agua salina)	Cambio de parámetros
Facilidad de uso	Universalidad, Partes dinámicas
Disminución del tiempo	Cambio de parámetros, Materiales compuestos

Tabla 11- Tabla de competencia técnica y tendencias de solución.

Las tendencias de solución se han aplicado conforme a las definiciones de los 40 principios de solución usados en la metodología TRIZ (anexo F).

# Capítulo 3

## Experimentación

“La ciencia enseña, por encima de todo,  
a dudar y a ser ignorante”

Miguel de Unamuno y Jugo,  
Escritor y filósofo español (1864-1936)

### 3. Experimentación

El efecto Peltier es un fenómeno comprobado para la refrigeración, sin embargo es uno de los fenómenos de más baja eficacia energética. Esto debido a que la energía utilizada solo es la usada en la mayoría de las aplicaciones sólo hace uso de una de sus placas, siendo casi siempre la placa fría la utilizada mayormente. Es por ello que se plantea para este trabajo de investigación la cuantificación de energía eficaz en la transformación de fase para muestras de agua y ver cómo se comporta ésta en función de un acoplamiento de placas; con acoplamiento de placas se trata de dar a entender la colocación de placas una fija a otra.

Para ser un poco más explícito en caso de dos placas acopladas; la primera placa expone su lado frío y su lado caliente está pegado o lado con lado con una segunda placa en su lado frío, para que finalmente quede expuesta la placa caliente de la segunda placa. Es decir como si fuera similar con un emparedado de placas, para realizar este acoplamiento se hace uso de una pasta térmica. Basándonos en que la diferencia de temperatura entre placas será sumativa en placas y esto dosificando a cada una menor cantidad de energía eléctrica.

El principio racional de este experimento es que las placas TEC, generan diferencias de temperaturas entre ambas caras, es así que surge la pregunta ¿y si yo acoplo dos o más placas como se comportaran para la generación de hielo?

Dentro del desarrollo experimental existen diversos elementos que afectan este experimento, estos son los que se mencionan en el listado inferior.

- Conducción de calor en los moldes de hielo. Esta se ve afectada por la geometría, grosor y material.
- Capacidad de aislamiento térmico, las capacidades de aislamiento térmico del volumen de control genera menor cantidad de pérdidas de energía. Las variables que lo afectan son, las paredes y las áreas de contacto con diversos materiales.
- Conducción placa- sistema de refrigeración: La capacidad de transferencia de energía para poder ser disipada, en la placa de alta temperatura. La superficie y el sistema de refrigeración son los principales actores en esta configuración.
- Diferencia de temperatura, la diferencia de temperatura de la placa de efecto Peltier depende de la potencia que se suministre, pero a su vez esta diferencia depende de las capacidades de disipación y área de trabajo.

Es por ello que estos fenómenos que afectan la energía eficaz en la transformación del de fase del agua en forma de hielo y por ende la eficiencia del sistema en su totalidad.

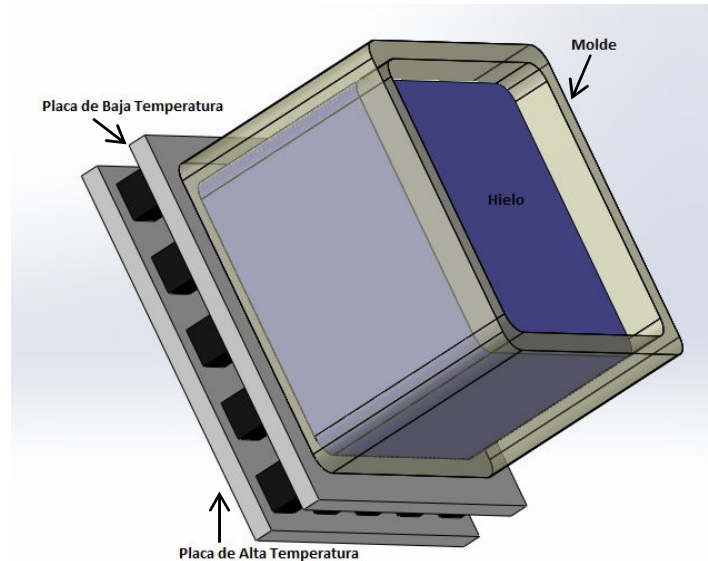


Figura12.- Elementos a analizar

En el caso particular del sistema a analizar esto depende de los elementos mostrados en la imagen superior. La diferencia de temperaturas está dada por las placas de baja y alta temperatura; esta última requiere de un sistema de enfriamiento para no llegar a temperaturas que afecten el proceso. La conducción de calor esta dado en dos superficies en específico la placa de baja temperatura con el hielo y la placa de baja temperatura con el molde. Finalmente la capacidad de aislamiento térmico está dada por la frontera física en el sistema.

### 3.1 Fundamento Teórico:

La transferencia de calor se genera por tres procesos básicamente:

- **Conducción:** Transferencia de energía provocada por un gradiente temperatura a través de una sección transversal de un cierto grosor.
- **Convección:** Transferencia de energía provocado por el cambio de volumen de una masa finita, en un fluido, dicho cambio de volumen cambia la densidad generando un movimiento cíclico con la fuente de energía.
- **Radiación:** Por medio de ondas electromagnéticas, se genera una transferencia de energía en un medio circundante.

En caso particular del proceso involucrado (Placas TEC) el fenómeno principal es el fenómeno de conducción. Este fenómeno de conducción tiene dependencia de la capacidad térmica en diversos medios, imaginando este proceso este tiene involucrado la placa cerámica del dispositivo Peltier, posteriormente tiene dos elementos adyacentes el molde de hielo y por otro lado la capa de agua. La capacidad térmica tiene la característica de ser mejor en casos donde la estructura molecular tenga un arreglo definido. Es decir en arreglos cristalinos bien definidos y posteriormente disminuye a materiales de menor orden como lo son los fluidos. La siguiente imagen muestra lo antes mencionado.

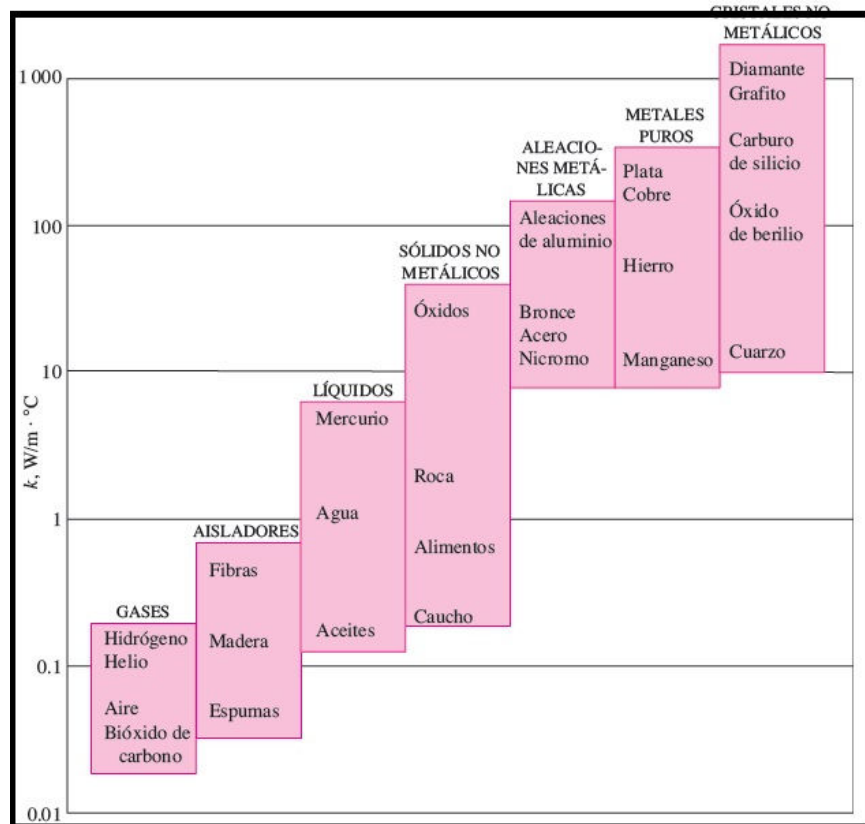


Figura 13 – Coeficiente de transferencia de energía para diversos materiales

Es decir que existe una mejor conducción, para el molde solido que el agua. Pero este no es único factor del cual depende el proceso de conducción, existe un intercambio que depende de la sección transversal. Otro factor que es importante en este proceso es el denominado flujo de calor, lo cual representa la taza de transferencia de calor promedio por unidad de área. Existen dos áreas, para generar el flujo de calor, uno de ellos es el correspondiente a la contacto molde hielo-placa cerámica y otro agua- placa cerámica.

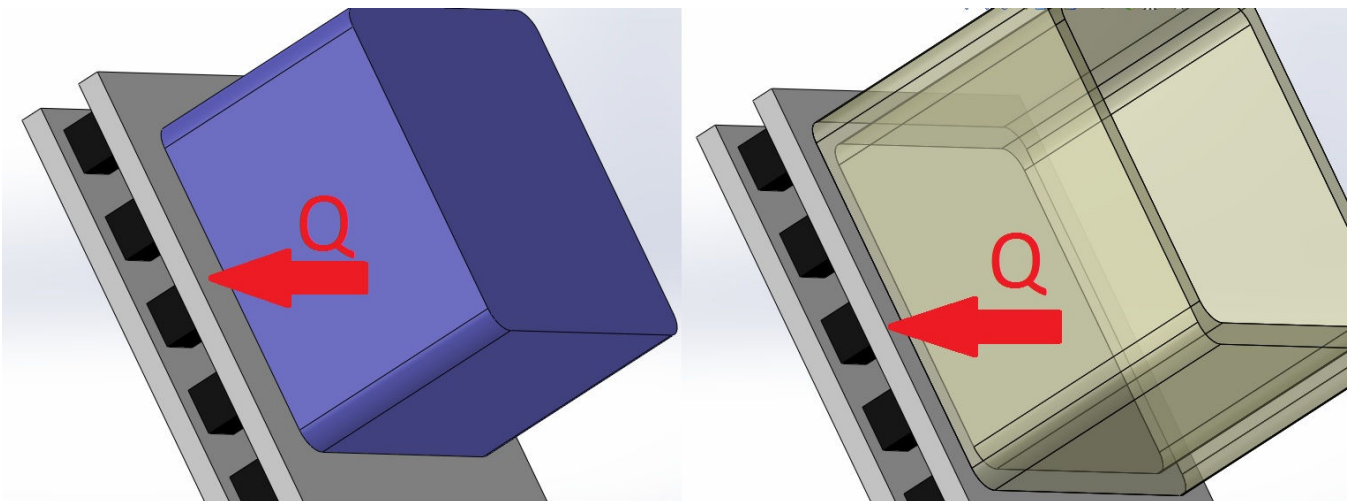


Figura 14 – Sentido del flujo de la energía Q.



Pero a pesar que el proceso se está considerando unidireccional, esto no es del todo cierto. El proceso de convección tiene dirección y sentido, es decir es una función vectorial  $F(x, y, z)$  si consideramos que tomamos en cuenta un sistema cartesiano. En caso en particular de este proceso se tiene la consideración que no existe conducción en los ejes respectivos a X y Y. Esta consideración es concebida tomando en cuenta que la temperatura es uniforme en a lo largo de la placa, por lo que la parte inferior está a la misma temperatura a lo largo del área de transferencia de calor. Considerando que el promotor de transferencia de calor es la diferencia de temperatura, si esta no existe para los ejes X y Y cartesianos mencionados la transferencia de calor es nula.

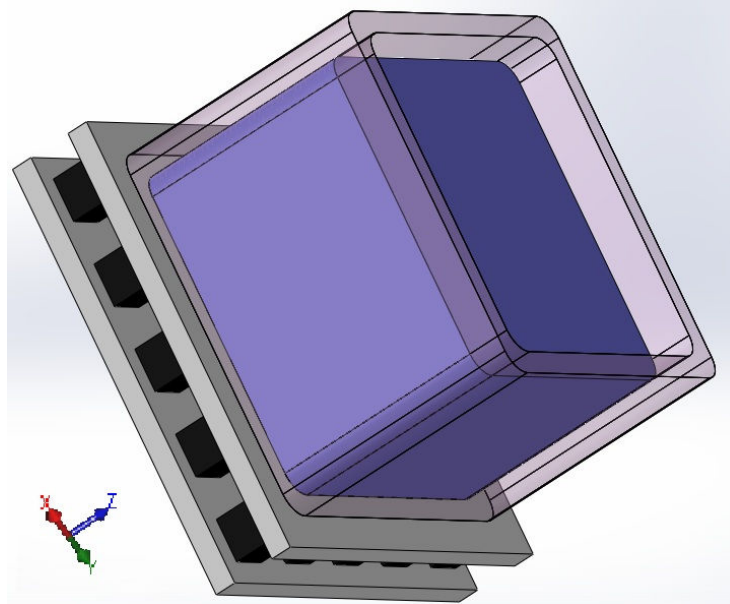


Figura 15 – Referencia al eje coordenado del proceso de transformación de fase.

Este último elemento presentado es otro factor fundamental en la transferencia de calor, la magnitud es directamente proporcional a diferencia de temperaturas presentes, existen tres diferencias importantes en el proceso de trabajo, tomando como punto de referencia la parte de baja temperatura (PBT) en la placa de efecto Peltier:

- Existe una diferencia entre la PBT y el agua (Temperatura 1 y Temperatura 3)
- Además de una delta de temperatura con los elementos PBT y molde. (Temperatura 1 y temperatura 4),
- Finalmente existe una distinta magnitud en la parte de mayor temperatura y la PBT (Temperatura 1 y Temperatura 2)

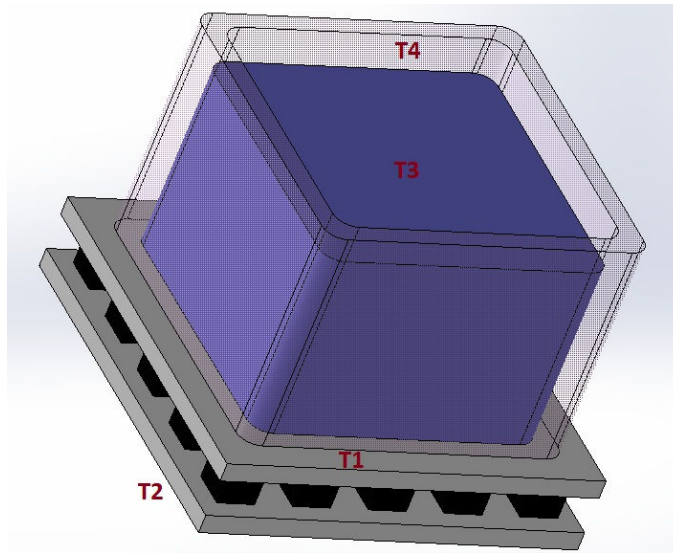


Figura 16 – Temperaturas en el proceso de transferencia.

En lo que corresponde a las temperaturas del agua y el molde no pueden ser controladas de forma directa, sin embargo se considera que están en un equilibrio térmico entre el molde y la PBT. Es decir se hace la consideración que estos han llegado a estado estable, es decir han igualado sus temperaturas y la tasa de transferencia energética es nula.

En la diferencia de temperaturas entre la placa de efecto Peltier pueden ser reguladas, haciendo uso de la potencia eléctrica de entrada y de capacidad de disipación de la placa de alta temperatura.

El agua se trabaja propiamente de una fuente común de consumo como lo es un grifo, lo cual la lleva a trabajar a temperaturas ambientales (18 [°C] a 24 [°C]).

La energía que se debe de transferir para realizar el cambio de fase es finita, pero la velocidad dependerá de la traza de transferencia de calor lograda. Es por ello que un análisis particular en este caso para lograr disminuir el tiempo, es conveniente para ver la interacción particular de cada uno de estos.

### 3.2 Objetivos de la investigación:

Los objetivos de este trabajo, son:

1. La caracterización del comportamiento de las placas de efecto Peltier en el uso de congelación de agua.
2. Observar el comportamiento de eficiencia para diversas configuraciones.

### 3.3 Estandarización de los parámetros variables de la experimentación.

Existen elementos que pueden generar una desviación e inclusive resultados difusos dentro de la experimentación. Es por ello que estos elementos se estandarizan en el proceso iterativo de experimentación. Estos elementos son:

- Molde de generación
- Tipo de agua
- Dimensiones de hielo

- Fuente de alimentación
- Instrumentos de medición

En primera instancia el molde de generación que se usó en las gráficas mostradas más adelante, es un molde de acero el cual tiene de radio de 0.0119 [m], altura de 0.021[m]. Este molde no contiene base, es decir es de forma tubular; así que el agua está directamente en contacto con la placa de efecto Peltier.

Segundo la calidad u origen del agua puede provocar cambios en la estructura interna de ésta, es por ello que esta se maneja bajo un esquema de agua destilada cuya densidad relativa mostrada en la ficha técnica es de uno.

Las del hielo serán controladas bajo volumen, es decir que el volumen será el parámetro para el tamaño o las dimensiones del hielo. Esta se mide con una pipeta graduada, la masa destinada es una masa constante de 1 [ml] o 0.000001 [m<sup>3</sup>]. La importancia del control de la masa se verá más adelante, pues depende directamente la cantidad de energía transferida para la generación del hielo. Es así que tomando en cuenta este valor como una constante en cada iteración se puede observar de forma más fidedigna en los resultados.

Fuente de alimentación, las características de la fuente de alimentación están descritas en el anexo xxx; es importante tomar la selección correcta de la fuente y que esta no varíe. Ya que este sistema regula la potencia eléctrica suministrada a lo largo de la experimentación, debe ser una fuente capaz de generar una regulación de gran precisión; además de manejar corrientes altas y tiempos de operación grandes. Finalmente, la fuente se propone ser la misma en cada ensayo; además de estar separado de la alimentación del sistema de difusión de energía. Esto último denota que existe una segunda fuente separada para el ventilador y/o radiador.

Instrumentación, la fuente de alimentación contiene indicadores analógicos de una resolución que no es aceptable en el experimento, es por ello que se usan amperímetro y voltímetro para regular las características de alimentación para las placas Peltier. De igual forma existe un Termómetro (termopar de tipo "k") que se toma los valores de temperatura de las placas en cada ensayo. Las características de cada instrumento se mencionan en el apéndice A.

### **3.4 Parámetros variables de la experimentación que no fueron controlados.**

Así como se tiene cuidado y atención en cada detalle que afecte la experimentación, existen parámetros que no se logran controlar y afectan la operación del modelo de prueba.

- Densidad de humedad.
- Presión local.
- Temperatura ambiental.

Las características ambientales no son controlables a lo largo del tiempo de experimentación, estos valores cambian conforme a los días. En caso de la humedad afecta directamente la capacidad de operación de los sistemas de disipación; en el caso de la presión atmosférica determina las características de comportamiento del agua.

Como medidas para corregir esto, en el primer caso es decir la densidad de humedad se pudo controlar en un cuarto seco pero no se cuenta con ello. Como medida preventiva después y antes de terminar el ejercicio de experimentación se limpia la placa y el módulo de experimentación para secar toda la humedad condensada. Para el caso de la presión local esta no se toma en consideración en la experimentación se considera constante a lo largo de ésta.

En caso particular de la temperatura ambiental, esta depende de la época del día. La mensura para lidiar con éste inconveniente es tomar la temperatura en cada iteración, la variación es mínima. Esta temperatura se toma en el cálculo de la energía requerida para la transformación.

### 3.5. Diseño del módulo de experimentación para la placa de Efecto Peltier.

Las características deseadas para el modulo son las siguientes:

1. Sistema Cerrado: No debe haber intercambio de masa entre el sistema y el ambiente. En especial humedad del ambiente.
2. Sistema Adiabático: El sistema debe de cumplir que la energía en tránsito (calor) con el ambiente a través de la frontera sea el mínimo. Para esto se emplean paredes adiabáticas.
3. El tamaño: el tamaño ideal del sistema debe de ser similar al tamaño representativo del modelo real, es por ello que se plantea que sea de un tamaño próximo al real.

Este módulo cuenta son es un sistema adiabático (paredes de poli estireno expandido), Por cuestiones implicadas para el modelo inicial se mejoró el modelo se remplazó y se creó un segundo módulo de experimentación denominado modelo 02, el cual consta de paredes de acrílico con un aislamiento de poli estireno expandido, una apertura tipo puerta.



Figura 17 – Modelo experimental 02 de pruebas. Vista frontal

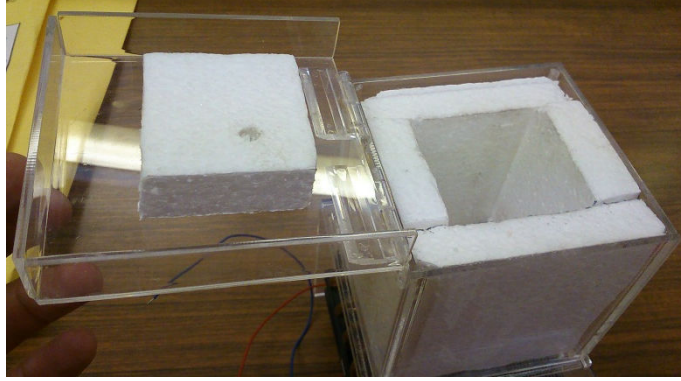


Figura 18 – Modelo experimental 02 de pruebas. Superior

Además de un soporte para ubicar los sistemas de enfriamiento, ya sea por aire (ventilador) o por líquido (radiador).

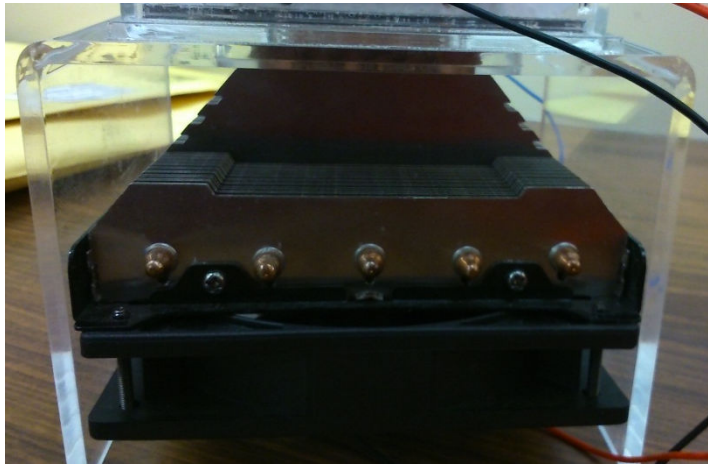


Figura 19– Sección para el alojamiento los sistemas de refrigeración, sistema por aire.

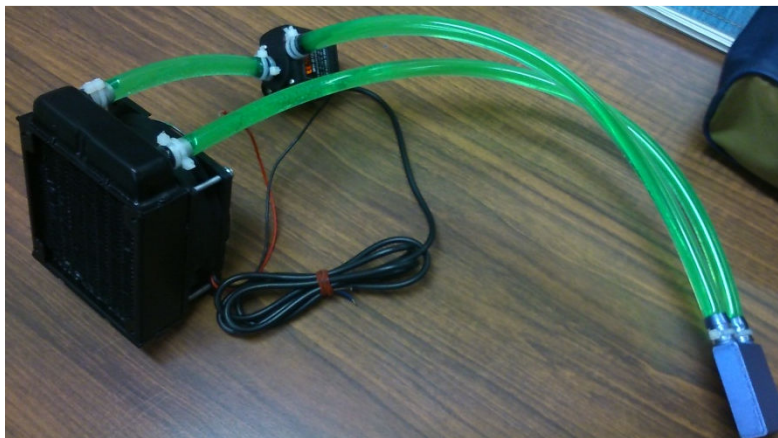


Figura 20 – Sistema de Refrigeración por líquido

Dentro se expone la placa de efecto Peltier mediante una apertura, la cual es para colocar la placa de Peltier y esta se tiene sujeta por una placa metálica en el interior y en el exterior por un sistema de sujeción dependiendo del sistema de enfriamiento. El sistema de sujeción usa materiales que minimizan el intercambio de energético entre ambas placas. Dejando a la placa en medio de estos dos.

El Segundo modelo comprende la mayoría de las pruebas pues a pesar de su sencillez resulto ser más eficiente

### 3.6. Resultados Iniciales

El proceso de investigación se realizó en dos facetas, la primera usando un módulo simple para ver las características de la celda Peltier.



Figura 21 -Modelo experimental 01 de pruebas trabajando

Este primer módulo permitió generar una relación entre la temperatura y la intensidad de corriente, para la placa fría. Esta relación se presenta en la gráfica 22:

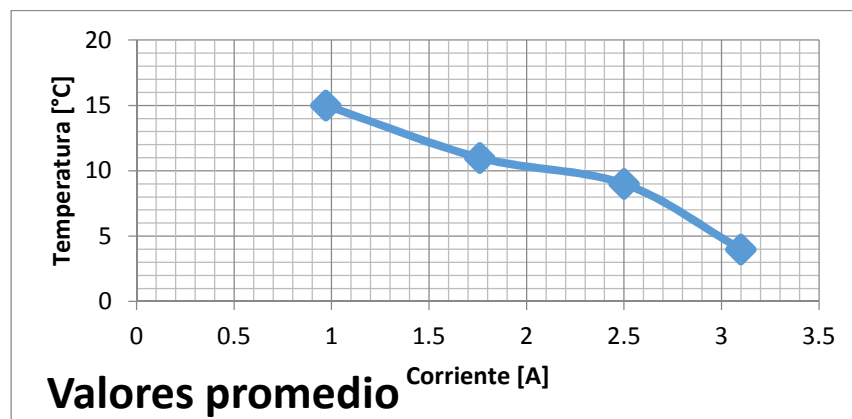


Figura 22- Gráfica de los resultados de la prueba con el modelo 01



Es de mencionar que se realizaron varios experimentos para determinar los valores, cada uno se repitió 7 veces y lo presentado son los valores promedio. Con un rango de desviación de +/- 0.5 °C y +/- 0.4 amperes.

Es decir que la desviación provocada por la diferencia de valores no es sumamente grande. Los resultados mostrados por este primer módulo presentaron los siguientes resultados:

- Temperatura Mínima 4 °C
- Corriente máxima alcanzada 3.2 [A] de 10 [A]
- Tiempo de enfriamiento de temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) a 4 °C de 15 minutos
- Problemas de disipación de calor
- Problemas de enfriamiento del volumen interior de aire

El diseño de un segundo módulo que presentó las siguientes mejoras en consideración de su antecesor:

- Disminución del volumen optimo
- Optimización del sistema de disipación
- Minimización del sistema de ventiladores de 4 a uno solo

Esta remodelación física llegó al prototipo que muestra la figura.



Figura 23 -Modelo experimental 02 de pruebas trabajando

Los resultados de este módulo experimental fueron satisfactorios, se logró lo siguiente:

- Temperatura mínima de la placa de fría de -11 °C
- Tiempo de enfriamientos de temperatura ambiente a -11°C de 63 segundos

Por inconvenientes de diseño se trabajó las primeras pruebas con 15 [W] de los 100 [W] posibles, con esta potencia de trabajo se generaron cubos de hielo de dimensiones de 20[mm] x 20[mm] x 15[mm] en tiempo aproximado de 16 minutos.

Los inconvenientes de diseño de lograron disminuir para aumentar la potencia hasta 43.2 [W] usando pasta de contacto térmico.

### 3.7. Estimación de la energía requerida para un cubo de hielo y de la potencia necesaria

La estimación de la energía requerida para la generación del hielo es de suma importancia para cuantificar la eficiencia que tiene el sistema en diseño. Para ello se considera que el hielo se genera en un ambiente con fronteras adiabáticas y de intercambio nulo de masa (solo existe la masa del hielo).

Es por ello que se aplica la primera ley de la termodinámica para un sistema cerrado, es decir:

$$\Delta U = Q + W$$

Donde:

$\Delta U \rightarrow$  Cambio de la energía interna del sistema

$Q \rightarrow$  Calor suministrado o retirado en del sistema

$W \rightarrow$  Trabajo suministrado o retirado en del sistema

Nuestro cambio de energía entre un estado de energía inicial y final, es el provocado por la placa de efecto Peltier es decir que este cambio de energía se ve reflejado en el calor suministrado, en este caso no existe ningún tipo de trabajo por lo que es equivalente a cero en la ecuación al ser nulo.

$$\Delta U = Q$$

Al simplificar la ecuación podemos especificar las transiciones o los calores presentes en el proceso, en primera instancia se debe de tomar en cuenta el calor sensible presente, aquel que permite disminuir la temperatura a la temperatura de fusión al agua en estado líquido; por otro lado el calor latente requerido para hacer el cambio de fase; y finalmente un segundo calor sensible que corresponde al cambio de temperatura del hielo para llegar al equilibrio térmico con la fuente que retira la energía. Es decir que podemos reescribir nuestra ecuación del sistema usando la primera ley de la termodinámica de la siguiente forma:

$$\Delta U = Q = Q_{sensible} + Q_{latente} + Q_{sensible}$$

Cada uno de estos calores tienen una ecuación que las determina y queda el sistema como:

$$\begin{aligned} \Delta U &= Q_{sensible} + Q_{latente} + Q_{sensible} \\ &= m_{agua} * C_{p_{agua}} * \Delta T_{agua} + \lambda_{agua} * m_{agua} + m_{agua} * C_{p_{Hielo}} * \Delta T_{Hielo} \end{aligned}$$



Donde:

$m_{\text{agua}}$ : Masa del agua destinada a convertirse en hielo

$C_{p\text{agua}}$ : Coeficiente térmico específico o calor específico del agua 4186 [J/Kg \* °C]

$C_{p\text{hielo}}$ : Coeficiente térmico específico o calor específico del hielo 2093 [J/Kg \* °C]

$\Delta T$ : Cambio de temperatura del estado Inicial al final

$\lambda_{\text{agua}}$ : Coeficiente de cambio de estado, en cuestión de fusión del agua es de aproximadamente 334000 [J/Kg]

Existen algunos datos requeridos para hacer el cálculo, en primera instancia las temperaturas inicial y final. La temperatura inicial es obviamente la que corresponde al agua en su temperatura ambiente, para este cálculo se propone de 25[°C] y para la temperatura final es aquella que corresponde al punto de fusión del agua que se considera como 0 [°C] para la presión a nivel del mar, en el caso de trabajo la temperatura de congelación del distrito federal está rodea los 2 [°C]. Sin embargo para estandarizar el cálculo se tomara de referencia el punto de 0[°C] como punto de congelación.

Por otro lado hace falta la masa del hielo la cual se estima considerando de tamaño estándar, ya que es el utilizado a lo largo de la experimentación con las placas TEC. La cual es la masa es la correspondiente a 1 [ml] de agua y dicha masa es de 0.001 [Kg].

Finalmente se tomara la temperatura de equilibrio como la temperatura de la placa de baja temperatura, este cálculo se realiza en cada iteración experimental. Pero para poder ejemplificar, se realizara una estimación tomando esa temperatura de equilibrio como la de -3[°C].

Ya con todas estas consideraciones podemos obtener que:

$$\Delta U = Q_{\text{sensible}} + Q_{\text{latente}} = m_{\text{agua}} * C_{p\text{agua}} * \Delta T_{\text{agua}} + \lambda_{\text{agua}} * m_{\text{agua}} + m_{\text{agua}} * C_{p\text{hielo}} * \Delta T_{\text{hielo}}$$

$$Q = 0.001[\text{Kg}] * 4186 \left[ \frac{\text{J}}{\text{Kg} * ^\circ\text{C}} \right] * 25[^\circ\text{C}] + 334000 \left[ \frac{\text{J}}{\text{Kg}} \right] * 0.001[\text{Kg}] + 0.001[\text{Kg}] * 2093 \left[ \frac{\text{J}}{\text{Kg} * ^\circ\text{C}} \right] * 3[^\circ\text{C}]$$

$$Q = 104.65[\text{J}] + 334[\text{J}] + 6.279 = 444.929[\text{J}]$$

Es decir que se deben de retirar o transferir 444.929 [J] para que 0.001 [Kg], se vuelva hielo. Haciendo una referencia si quisiéramos que esta cantidad de agua se volviera hielo en 5 segundos, requeriríamos de una taza efectiva de transferencia de energía por unidad de tiempo de 88.986 [W]; en caso similar de volver esta masa hielo en un segundo requerimos de 44.929[W] efectivos; para realizar la transformación.

El siguiente paso es la estimación de la potencia de eficaz del sistema para convertir el agua a hielo, tomando encuentra el modelo más veloz en generación de hielo en la investigación de mercado, el cual corresponde al modelo AI-215R de la marca New Air, y tomando en consideración que el volumen de su hielo es de aproximadamente 0.000005 [m<sup>3</sup>] o una masa correspondiente 0.005 [Kg] de agua; la energía requerida para realizar ese cambio de fase es de aproximadamente 2224.656 [J].

Considerando que el tiempo en el cual mencionan que su máquina genera este cubo de en el que generan dicho hielo es de menor que el mejor producto encontrado en la investigación de mercado el cual es el NewAir Modelo AI-215R que genera hielo en 6 minutos o 300 segundos.

Podemos estimar la potencia eficaz sí, recordamos que la potencia es la energía suministrada o retirada cada segundo podemos estimar la potencia eficaz requerida del sistema. Primero conociendo el tiempo y la energía total requerida podemos obtener la energía requerida por segundo o la potencia:

$$Pot_{eficaz} = \frac{2224.656[J]}{300[s]} = 7.415[W]$$

Es la potencia eficaz requerida por el sistema sin considerar pérdidas para solo generar un cubo de hielo en el tiempo de 300 segundos.

### 3.8 Cálculo de la eficiencia de las pruebas del sistema prototipo

Para hacer un ejemplo de cómo se estiman la eficiencia en esta investigación se toma de ejemplo los datos de las primeras iteraciones. En dichas ocasiones el sistema presento una potencia suministrada de 22 [W] aproximadamente por un tiempo de 19 minutos (1140 segundos). Con esto podemos cuantificar que la energía suministrada o consumida por la placa Peltier, el cual corresponde a un valor de 25080 [J]. Dado a que conocemos la masa de estas primeras iteraciones (6 [cm<sup>3</sup>] o 0.006 [Kg]) del hielo y la temperatura ambiental de 22 [°C] podemos estimar la energía requerida para el cambio de fase haciendo uso de la ecuación :

$$Q = m_{agua} * Cp_{agua} * \Delta T_{agua} + \lambda_{agua} * m_{agua} + m_{agua} * Cp_{Hielo} * \Delta T_{Hielo}$$

$$Q = 0.006[Kg] * 4186 \left[ \frac{J}{Kg * ^\circ C} \right] * 22[^\circ C] + 334000 \left[ \frac{J}{Kg} \right] * 0.006[Kg] + 0.006[Kg] * 2093 \left[ \frac{J}{Kg * ^\circ C} \right] * 3[^\circ C] = 2594.226[J]$$

La eficiencia se estima tomando en consideración la energía que si se aprovecha y la que ha sido suministrada:

$$\% \eta_{eficiencia} = \frac{Energía\ aprovechada}{Energía\ suministrada} * 100$$

Para esta prueba la eficiencia es de:

$$\% \eta_{eficiencia} = \frac{2594.226[J]}{25080[J]} * 100 = 10.343\%$$

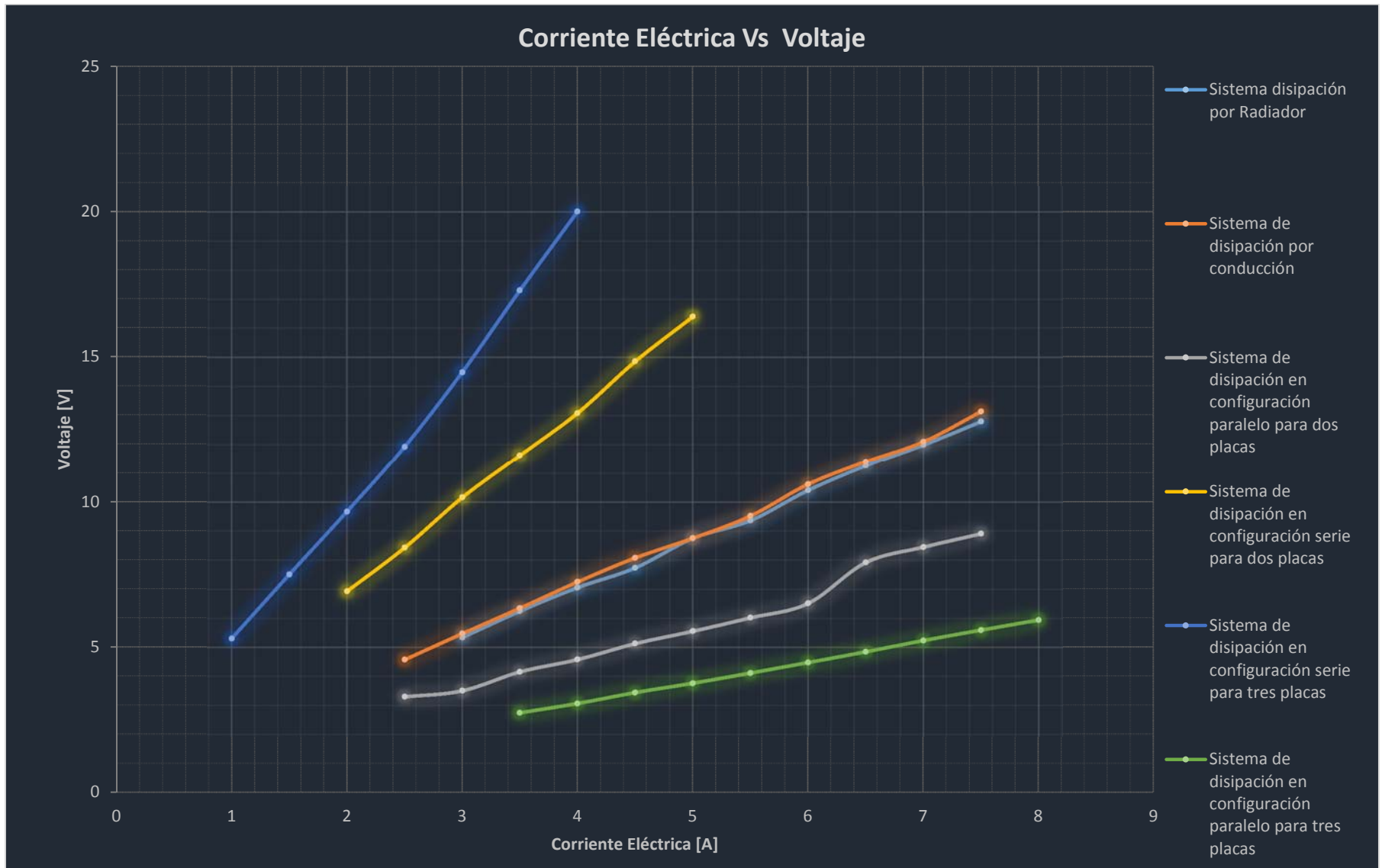
Lo cual muestra una eficiencia sumamente baja, sin embargo entra dentro del rango de operación de la celda de efecto Peltier. Dicho rango de eficiencia esta entre el 10% y el 15%.

### 3.9 Experimentación para la optimización

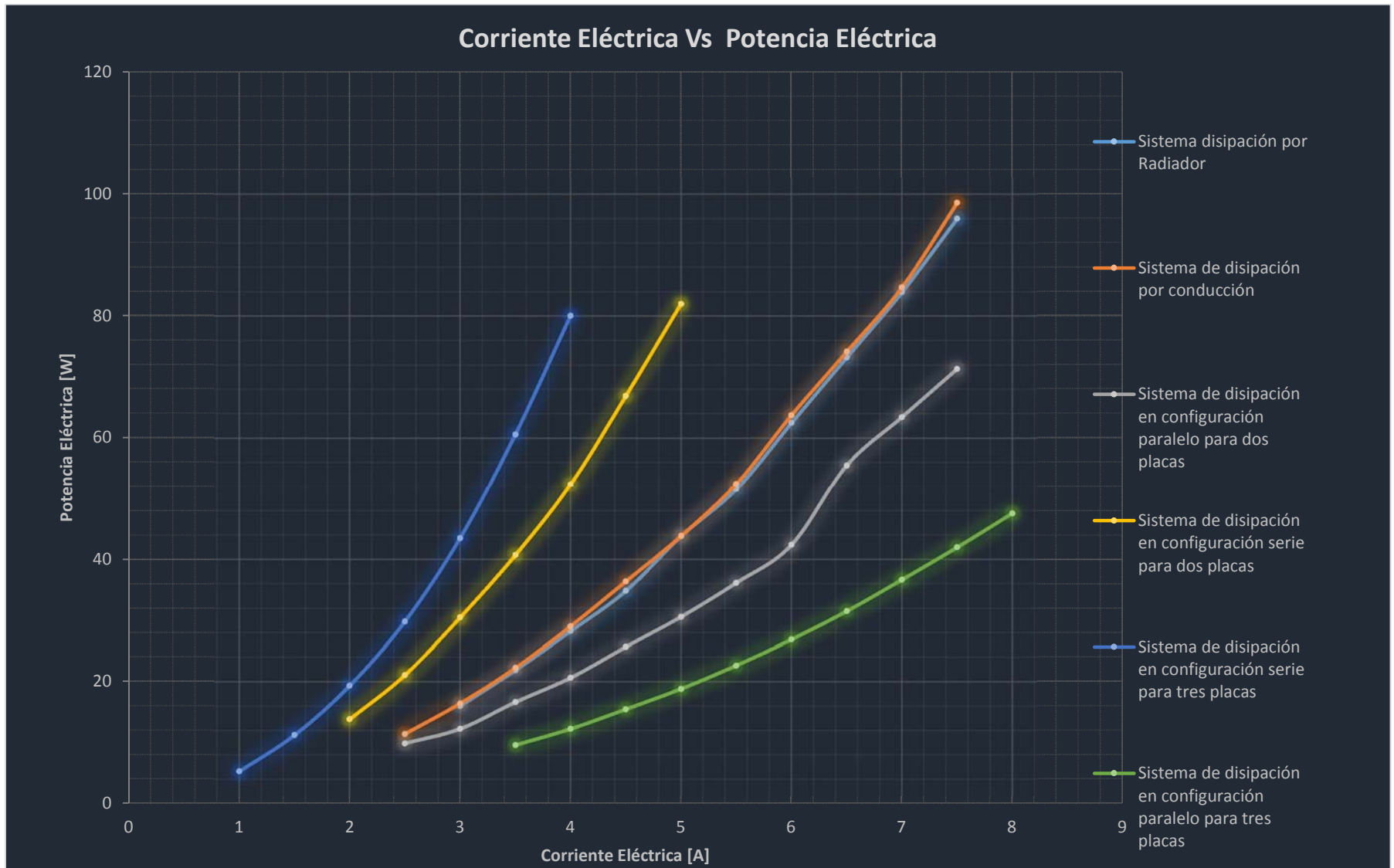
La hoja de especificaciones dada por el fabricante no proporciona datos respecto a la eficiencia, método de disipación, condicione de prueba o trabajo. Solo caracteriza el comportamiento de voltaje y diferencia de temperatura entre placas para determinada corrientes y un par de gráficas más del consumo de potencia en función de corrientes y diferencia de temperaturas (dichos datos se encuentran en el Anexo E). Es por ello que el trabajo presente requiere mayor información con respecto a estas placas.

Es así como se realizan pruebas para un sistema de disipación por líquido y un sistema de disipación por conducción. Pero la investigación da un paso más allá tomando en cuenta el acoplamiento de dos y tres celdas de efecto Peltier en configuración serie y paralelo. El proceso del experimento es descrito en el apéndice C.

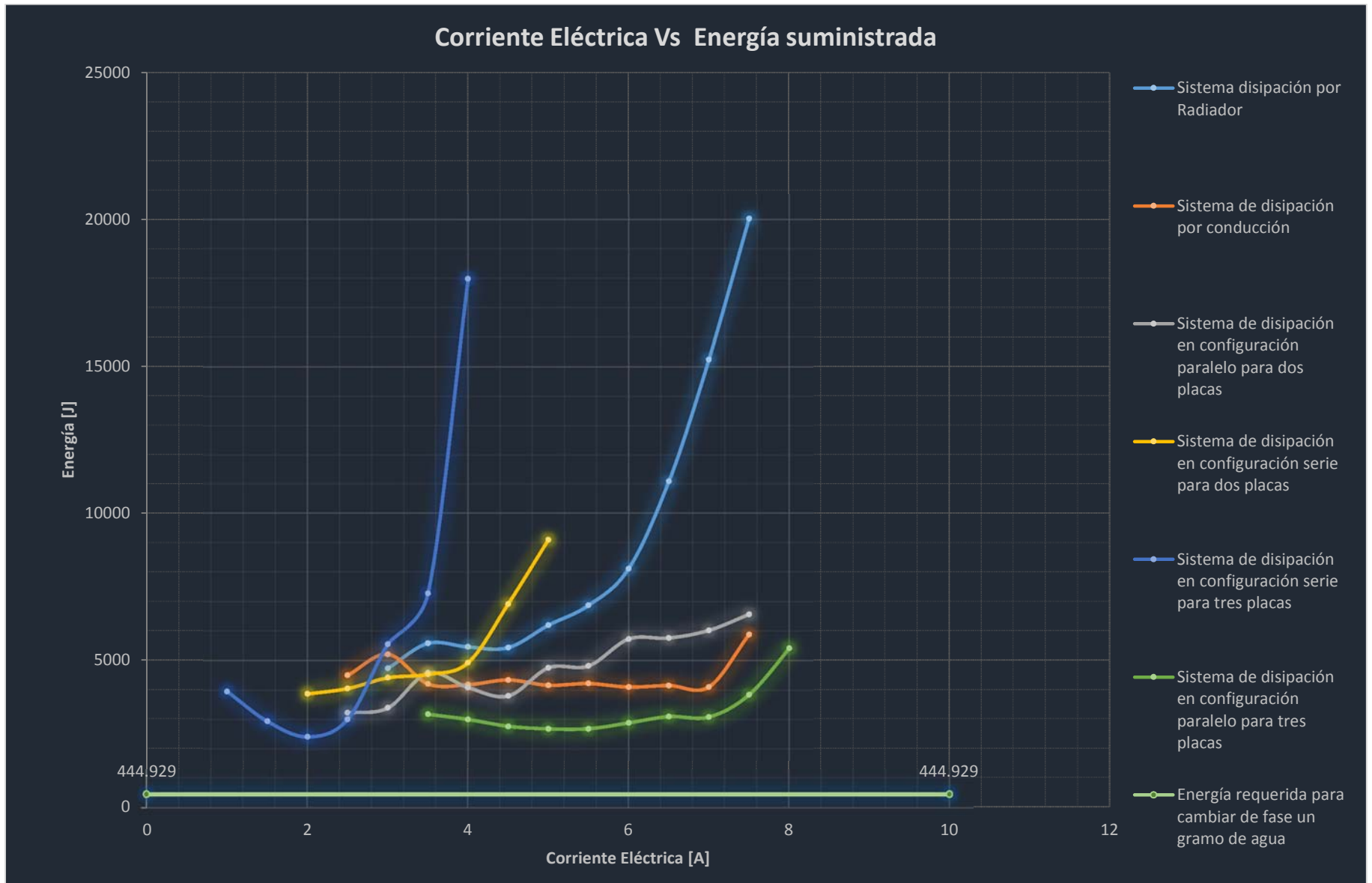
Bajo un resumen de los resultados experimentales, dichos resultados completos se encuentran en el anexo D; el compendio de estos resultados se encuentra en las siguientes gráficas (correspondiente de la 6 a la 13).



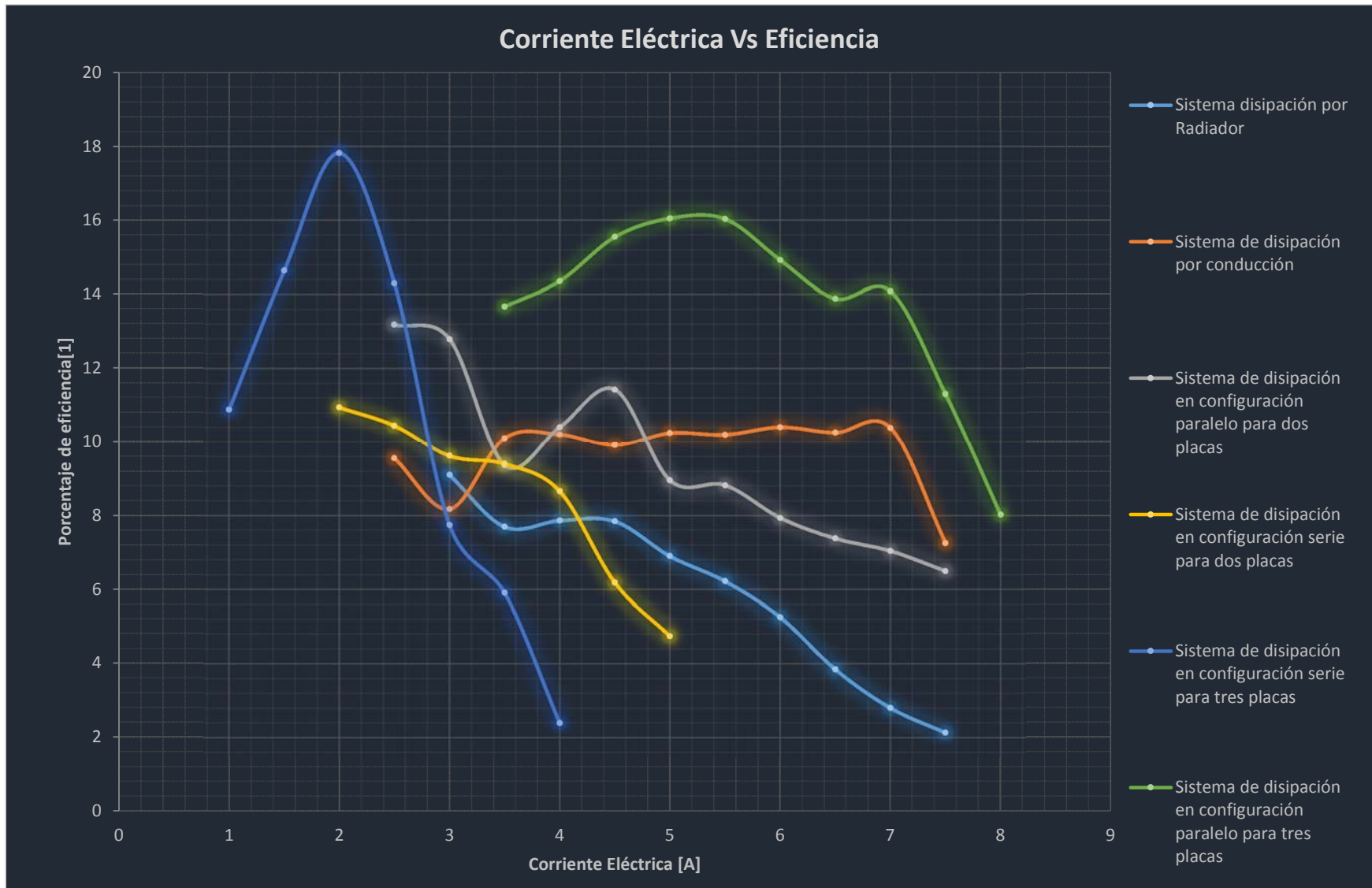
Gráfica 6 -Comportamiento de la corriente eléctrica contra voltaje para las diversas configuraciones.



Grafica 7 -Comportamiento de la corriente eléctrica contra potencia eléctrica para las diversas configuraciones.

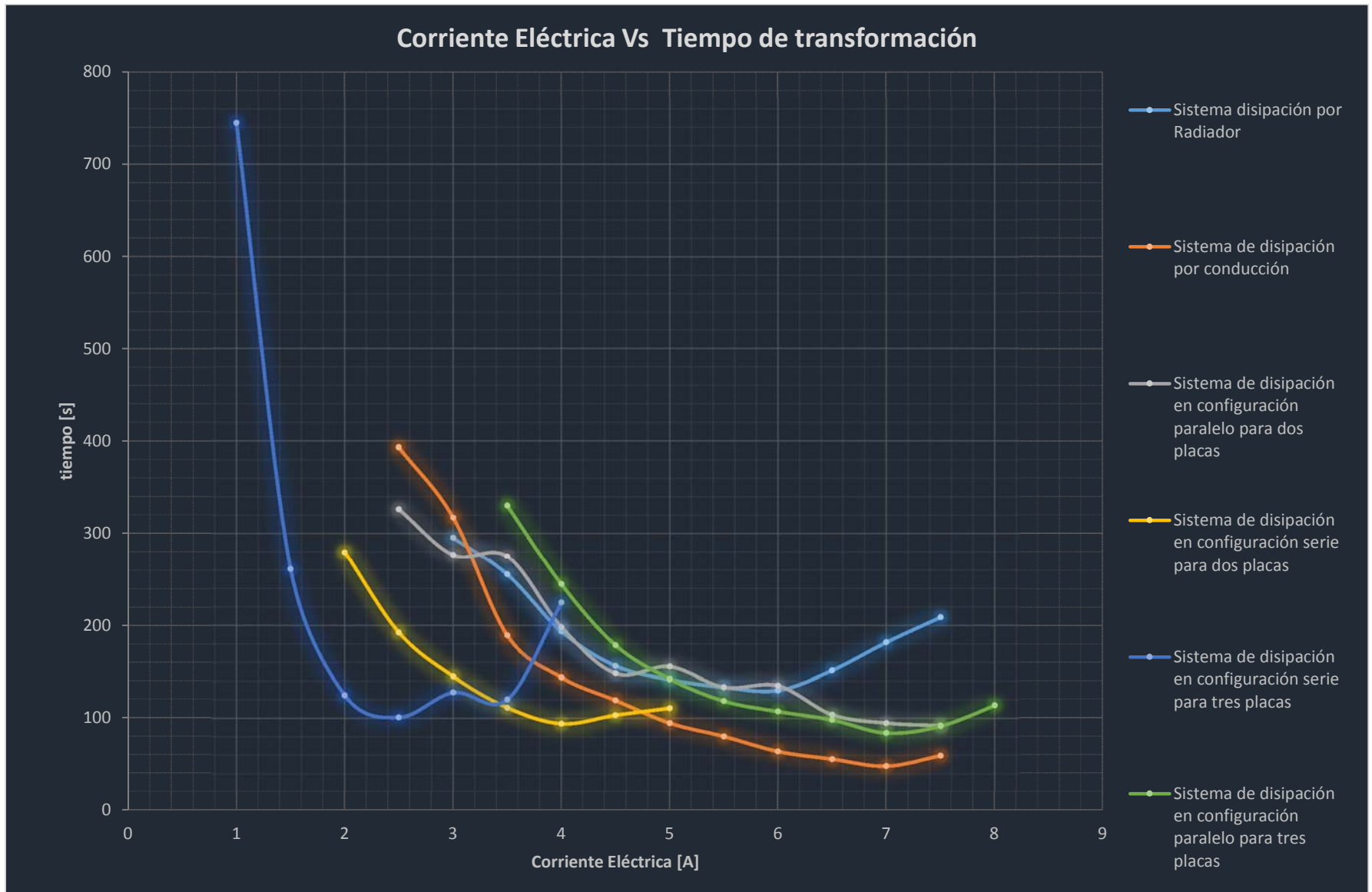


Grafica 8-Comportamiento de la corriente eléctrica contra Energía suministrada para las diversas configuraciones.



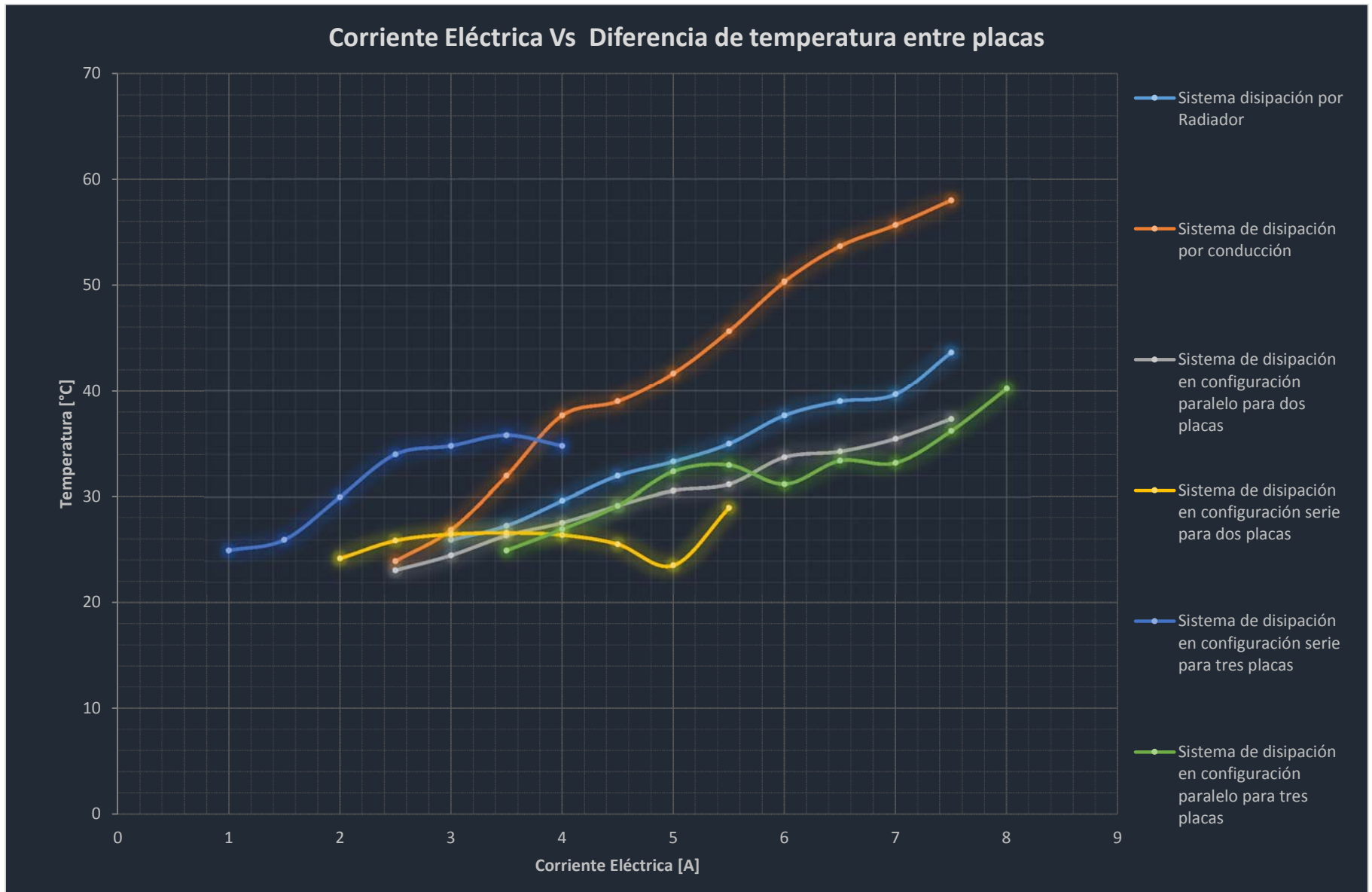
Grafica 9-Comportamiento de la corriente eléctrica contra Eficiencia para las diversas configuraciones.



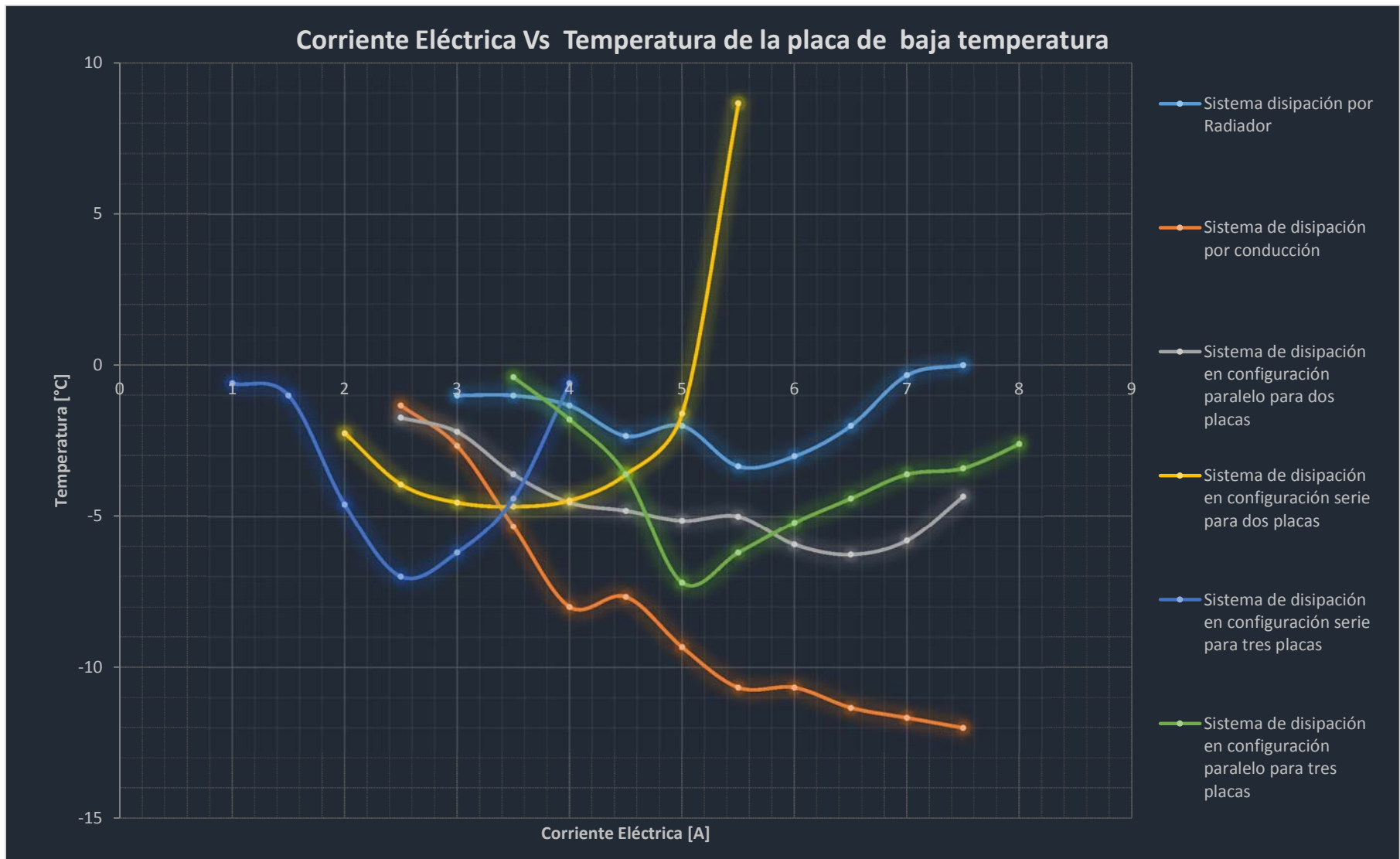


Grafica 10-Comportamiento de la corriente eléctrica contra el tiempo de transformación para las diversas configuraciones.



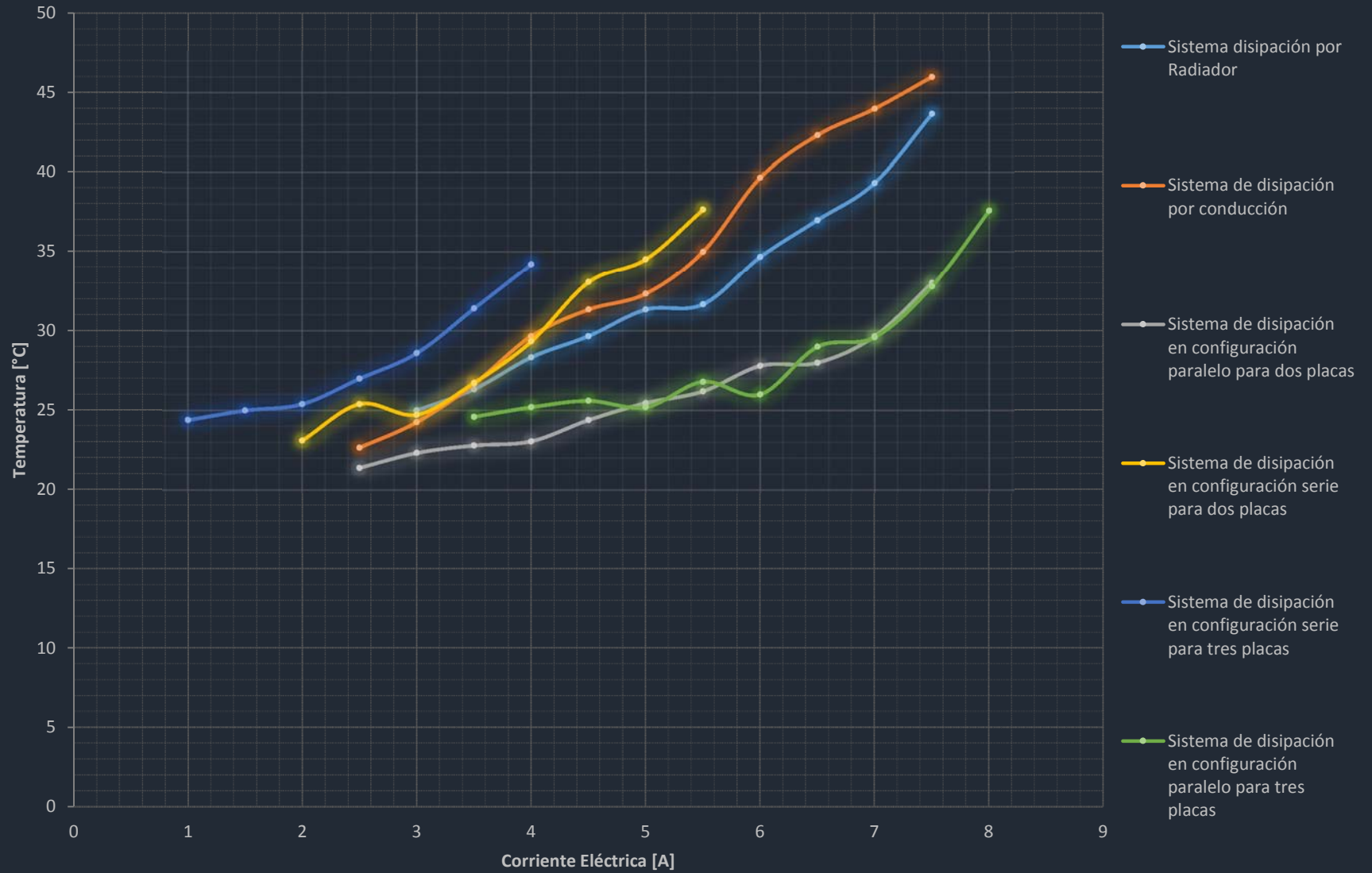


Grafica 11-Comportamiento de la corriente eléctrica contra la diferencia de temperaturas para las diversas configuraciones.



Grafica 12-Comportamiento de la corriente eléctrica contra la temperatura de la placa de baja temperatura para las diversas configuraciones.

### Corriente Eléctrica Vs Temperatura de la placa de Alta temperatura



Grafica 13-Comportamiento de la corriente eléctrica contra la temperatura de la placa de alta temperatura para las diversas configuraciones.

Con el fin de mejorar el rendimiento de la potencia del sistema se generan experimentos haciendo cambios en los materiales del molde primeramente. Se manejan características estandarizadas para realizar el experimento; volumen de 0.00001 [m<sup>3</sup>], Voltaje corriente de 7 [A], configuración sencilla en un sistema de disipación de conducción.

Material	Configuración	Área de trans. [m <sup>2</sup> ]	potencia [W]	Tiempo total [s]	Energía Dositificada [J]	TPF [°C]	TPC [°C]	Energía Teo [J]	Eficiencia
Acero	Concéntrico	0.0024	77	32	2519	-5	31	421	16.8
Acero	sencillo tubular	0.0016	73.5	46	3440	-5	31	426	12.4
Cobre	sencillo tubular	0.0008	73.5	51	3771	-5	31	426	11.3
Cobre	concéntrico	0.0047	73.5	44	3260	-7	28	427	13.1
Acrílico	sencillo tubular	0.0013	73.5	351	25818	-5	31	426	1.7

Tabla 12- Resultados de la experimentación de material y aumento de área de contacto.

### 3.10 Discusión de resultados de los experimentos.

Como se observa en las gráficas se tiene que un conjunto de datos experimentales que muestran los siguientes puntos:

- La eficiencia generada con el proceso tiene un rango de 2% a un casi 18% de eficiencia en este proceso de generación de hielo.
- Los tiempos de generación de hielo son muy oscilantes, el mínimo valor registrado es de 48 segundos y en contra parte el máximo valor es de 745 segundos, para un gramo de hielo.
- Tenemos que tomar en cuenta la energía requerida para la transformación de un mililitro de hielo de agua, esta es de 4444.929 [J], si tomamos que fracción corresponde al descenso de temperatura y la fracción que corresponde a la transformación de fase observaremos lo siguiente; una cuarta parte de la energía es la que se usa para el descenso de temperatura y las otras tres cuartas partes se aplican al cambio de fase. En porcentajes el 75% de la energía se aplica en la formación del estado sólido y el 25% para llegar al mismo valor de temperatura que la placa.
- La tasa de transferencia efectiva mínima requerida para realizar unos hielos similares es de 7.5 [W] para tener un valor competitivo con la competencia comercial que se usa de referencia.
- El comportamiento existente de las placas Peltier parece comportarse de forma similar a las resistencias. Si se recuerda que el voltaje es la diferencia de energía potencia para mover la partícula de punto A al punto B y la corriente como la tasa de transferencia de partícula por

unidad de tiempo. Encontramos una relación entre ambas variables experimentales, esta relación de proporción es la resistencia que la podemos estimar de forma experimental haciendo uso de la pendiente en una regresión de mínimos cuadrados para los datos experimentales la resistencia promedio según esta estimación es de 1.685  $[\Omega]$ . En caso de la resistencia en serie que se comporta de forma igual a una reducción en serie, esto quiere dar a entender que la resistencia en serie se reduce con la suma de la resistencia. En contra posición las resistencias en paralelo obtienen la resistencia equivalente con la inversa de la suma de los inversos.

Cuando son dos placas en serie la resistencia estimada es de 3.158  $[\Omega]$ , un 99.937% de exactitud con respecto del valor teórico. Para la configuración de tres placas en serie el valor experimental estimado de resistencia es de 4.896  $[\Omega]$ , en este caso la exactitud es de 96.855% de exactitud igualmente con respecto del valor teórico. Sin embargo en el comportamiento de las placas en paralelo fue el siguiente; con respecto a dos placas el valor experimental obtenido fue de 1.162 $[\Omega]$  con una exactitud de 62.099% y en caso de tres placas en paralelo el valor de oposición corresponde a 0.715 con un valor de 72.716% de aproximación al valor teórico.

- El comportamiento anterior ayuda a comprender la potencia eléctrica, puesto que podemos ver como la potencia eléctrica que se puede alcanzar en placas en paralelo es mayor que en serie, tal cual fuera la potencia de disipación de resistencias.
- Existen otros parámetros que afectan la generación del hielo, cuando la temperatura de la PTB es similar a cero la capacidad de transformación disminuye o el tiempo de transformación aumenta.
- En caso de la eficiencia tienen un comportamiento no lineal, y parece mostrar un punto de máxima eficiencia donde antes y después estos valores disminuyen. El comportamiento de las placas en una arquitectura en paralelo tiene un comportamiento más estable al que la configuración en serie.
- La eficiencia energética disminuye de forma drástica cuando las placas llegan al valor aproximado o nominal máximo de los sistemas de disipación y también al valor máximo de potencia de la placa.

# Capítulo 4

## Diseño conceptual

“La simplicidad es la mayor de las sofisticaciones”  
Leonardo Di ser Piero Da Vinci,  
Polimata Forentino (1452, 1519)

#### **4. Diseño conceptual de la propuesta de máquina de hielo para la Máquina por Efecto Peltier**

La siguiente parte del desarrollo de diseño se basará en la Metodología TRIZ (del ruso "*Teoriya Risheniya Izobriatelskij Zadach*", que traducido al español es Teoría para Resolver Problemas de Inventiva) para la solución de los sistemas que contemplan las propuestas de solución. Dicha metodología se basa en los análisis de su fundador Genrich Altshuller, basado en principios de hallados en la solución de diversos problemas.

Las soluciones y problemas en diversos ámbitos (ciencia, tecnología e industria) son repetidos en diversas ocasiones.

De igual manera es que el desarrollo de la tecnología se ha logrado haciendo uso de pautas repetitivas.

El último principio de su investigación muestra que la aplicación de conceptos de áreas diferentes a una en específico, es la que genera el proceso de innovación.

Dicha investigación llevo a generar los 40 principios de creatividad que se encuentran en el anexo F.

Estos son los cuarenta principios que se utilizan en el proceso de diseño de la metodología TRIZ, los cuales serán usados para resolver parte de los problemas en los diversos sistemas involucrados.

##### **4.1. Sistemas de trabajo base**

El diseño del generador de hielo se propone con la mayor simpleza posible para requerir de la menor cantidad de manufactura y mantenimiento, seccionando los sistemas básicos se enumeran:

1. Sistema estructural: encargado de soportar cada uno de los elementos de los sistemas que se tienen, además definir la ubicación de cada uno de estos. Este elemento es el que se considera de mayor tamaño y extensión, debido a que es en él donde se alojan, se ordenan y ubican los componentes del sistema generador de hielo.
2. Sistema de aislamiento térmico: Su función es evitar el intercambio energético con el medio, mediante una frontera cerrada. Debe tener una capacidad de transferencia térmica baja para minimizar pérdidas efectuadas por proceso de conducción entre el volumen frío y el ambiente exterior.
3. Sistema de dosificación de agua: La función básica es alimentar los contenedores donde se generan los hielos. Esta agua debe de ser de naturaleza potable, ya que así se asegura parte de la sanidad del hielo. Este sistema debe de contener a su vez dos subsistemas; un sistema de bombeo, con la capacidad de trasladar el agua y un segundo subsistema de filtrado quitar partículas indeseables en el líquido.
4. Sistema de enfriamiento: Conjunto con la función de disminuir la cantidad de energía del líquido de trabajo, hasta el punto de solidificación. Para el caso propuesto son las placas de

efecto Peltier. Este sistema tiene un subsistema que es el de modelado del hielo, su función es contener mientras se pasa de agua a líquido y dar forma geométrica al hielo.

5. Sistema de dosificación de hielos: Aquel monto de elementos que transportan el hielo desde su punto de generación (sistema de enfriamiento) hasta el consumidor de éste.
6. Sistema Eléctrico y de control: Sistemas que provee la energía para realizar las diversas acciones y controlar otras funciones como lo son el suministro de agua, indicación de dosificación, etc. Este sistema requiere de un parte de potencia para las celdas TEC ya que estas requieren de una cantidad suntuosa de energía eléctrica, llegando a corrientes de 10 [A] de naturaleza directa.
7. Sistema de disipación de energía: Diversos elementos que tienen por objetivo controlar la temperatura elevada en la placa Peltier, específicamente en su lado de alta temperatura.

Cada uno de estos sistemas se puede analizar por diversas opciones y conjuntarlas para generar las propuestas. Los sistemas pueden ser resueltos de infinidad de maneras, es por ello que se hace uso de los 40 principios del TRIZ para hacer de forma más evidente las soluciones posibles en los sistemas.

#### 4.2 Propuestas de los bocetos

La forma de tratar el diseño conceptual de esta propuesta de prototipo es diseñando varias propuestas haciendo uso de diversas combinaciones de los principios del TRIZ en cada sistema y de las cuales se elegirá la mejor evaluada bajo los parámetros propuestos de evaluación.

Como se puede ver en el siguiente cuadro se proponen los siguientes sistemas y cada uno puede ser solucionado bajo diferentes principios del TRIZ. Es esta combinación la que da luz a las diversas propuestas presentadas posteriormente.

Sistema
Sistema estructural
Sistema de aislamiento térmico
Sistema de dosificación de agua
Sistema de dosificación de hielos

Tabla 13.- Tabla de sistemas base de diseño.



#### 4.2.1 Propuesta “disco giratorio”

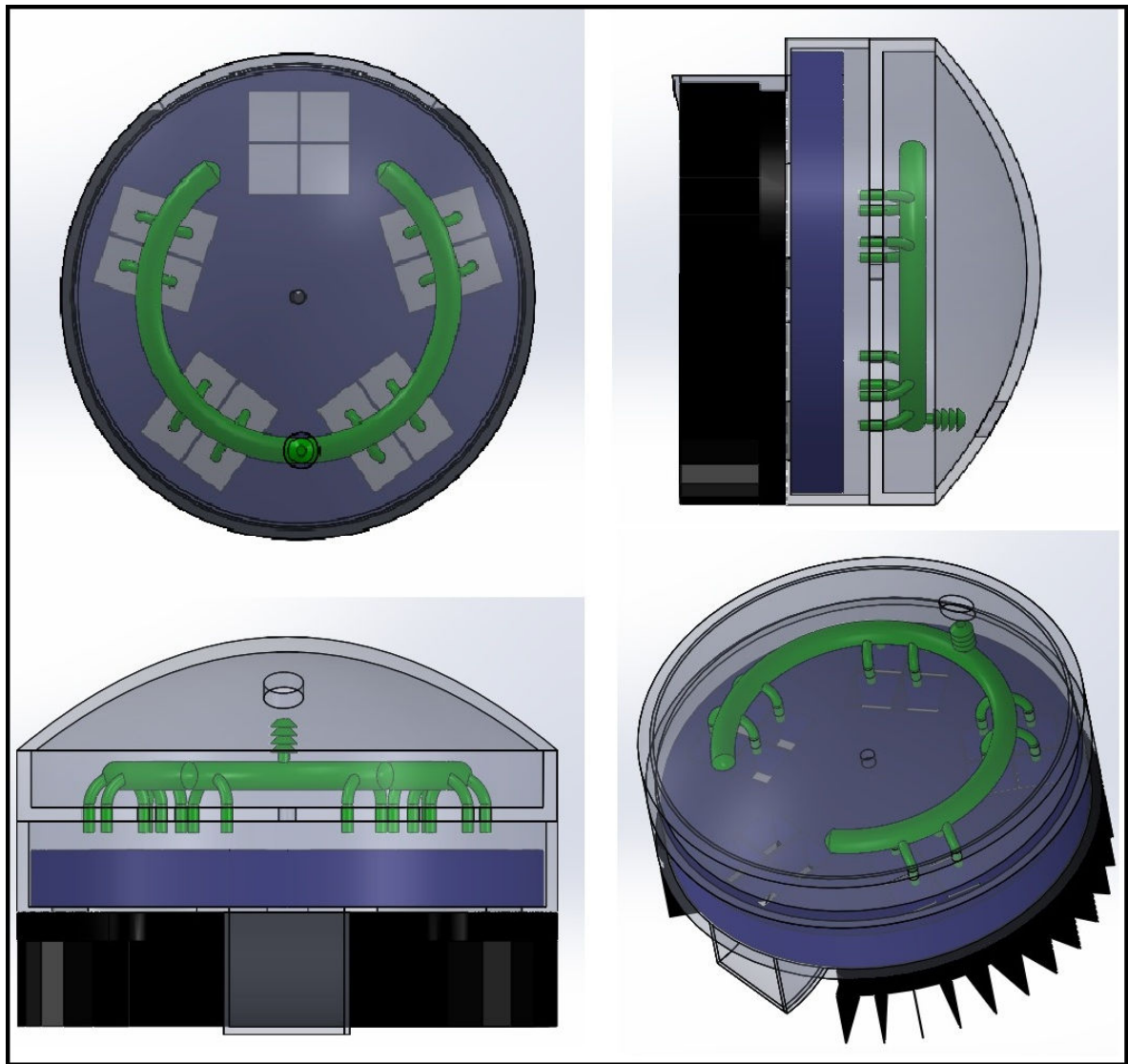


Figura 24.- Render de la propuesta denominada “disco”.

El modelo propuesto anteriormente, se le denominara para referencias futuras de “esfera”; este modelo se divide de la siguiente forma enumerada:

1. Sistema estructural (línea punteada y continua en color negro) en forma de cúpula y cilindro.
2. Sistema de (líneas negras) dosificación por atomizadores.
3. Secciones para moldear el agua (círculos punteados de color negro) mientras se congela.
4. Celdas de efecto Peltier (líneas punteadas de color azul) colocadas en una configuración circular.
5. Salida para dosificar (línea continua negra) el hielo a los consumidores.
6. Disco rotatorio con la función de mover progresivamente el hielo desde la primera celda TEC .pasando por las demás para llegar a la sección de dosificación.

7. Difusor de alta temperatura por medio de aire y placas (color lila).
8. Ventilador para el difusor de aire (negro).

Sistema	Principios usados
Sistema estructural	Calidad Local
Sistema de aislamiento térmico	Porosidad
Sistema de dosificación de agua	Acción periódica
Sistema de dosificación de hielos	intermediario
Sub sistema de modelado de hielo	partes dinámicas

Tabla 14.- Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de Disco Rotatorio.

#### 4.2.2 Propuesta tipo caja

El siguiente modelo propuesto es nombrado de “tipo caja”, el cual corresponde al siguiente boceto:

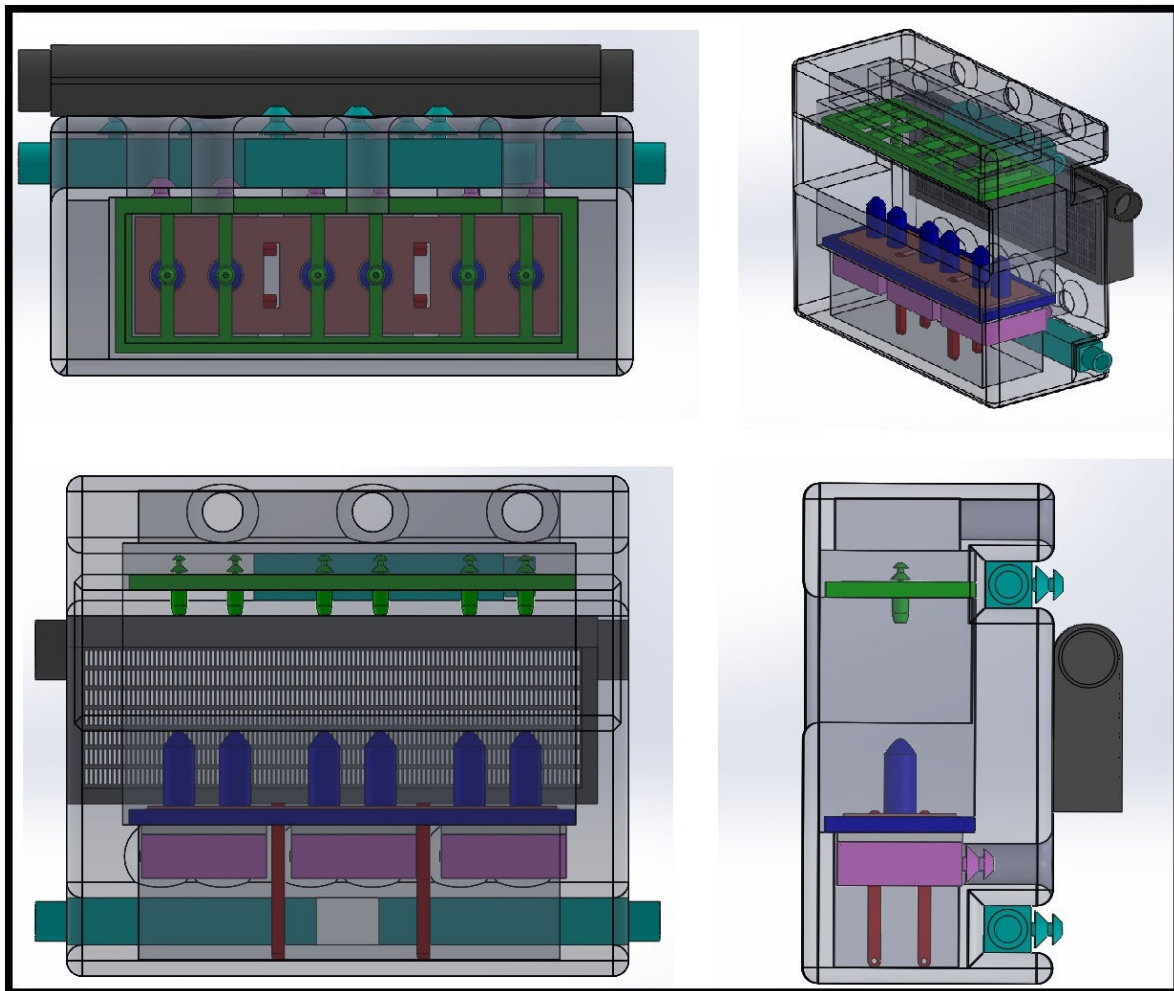


Figura 25.- Render de la propuesta denominada “Tipo caja”.

La numeración posterior explicada cada uno del elemento que componen la propuesta mostrada:

1. Sistema de dosificación de agua (color verde)
2. Bloques para hacer fluir el líquido frío y caliente (color gris) a los bloques de efecto Peltier.
3. Moldes del agua congelada en forma cilíndrica (color azul) con cúpula superior, con objeto de hacer correr el agua mientras se congela, bajo el flujo de los moldes.
4. La placa de color rojo es un sistema mecánico para distribuir los hielos cuando el proceso finalice y este bote los hielos y los lleve al consumidor.
5. Las celdas de efecto TEC (color gris), alineadas bajo los moldes de hielo.
6. Bloques (color lila) por donde fluye líquido para disminuir la temperatura de la celda caliente.
7. El radiador (color negro) con objeto de enfriar el líquido refrigerante se usa conjuntamente con un ventilador
8. Sistema estructural y de aislamiento térmico (línea punteada), para enfriar el líquido refrigerante cuando este salga.

Sistema	Principios usados
Sistema estructural	Separación
Sistema de aislamiento térmico	Porosidad
Sistema de dosificación de agua	Acción periódica
Sistema de dosificación de hielos	Acción periódica
Sub sistema de modelado de hielo	Cambio de simetría

Tabla 15.- Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de Tipo caja.

#### 4.2.3 Propuesta *molde giratorio*

La siguiente imagen muestra el boceto de la idea del molde giratorio y su funcionamiento a rasgos muy generales:

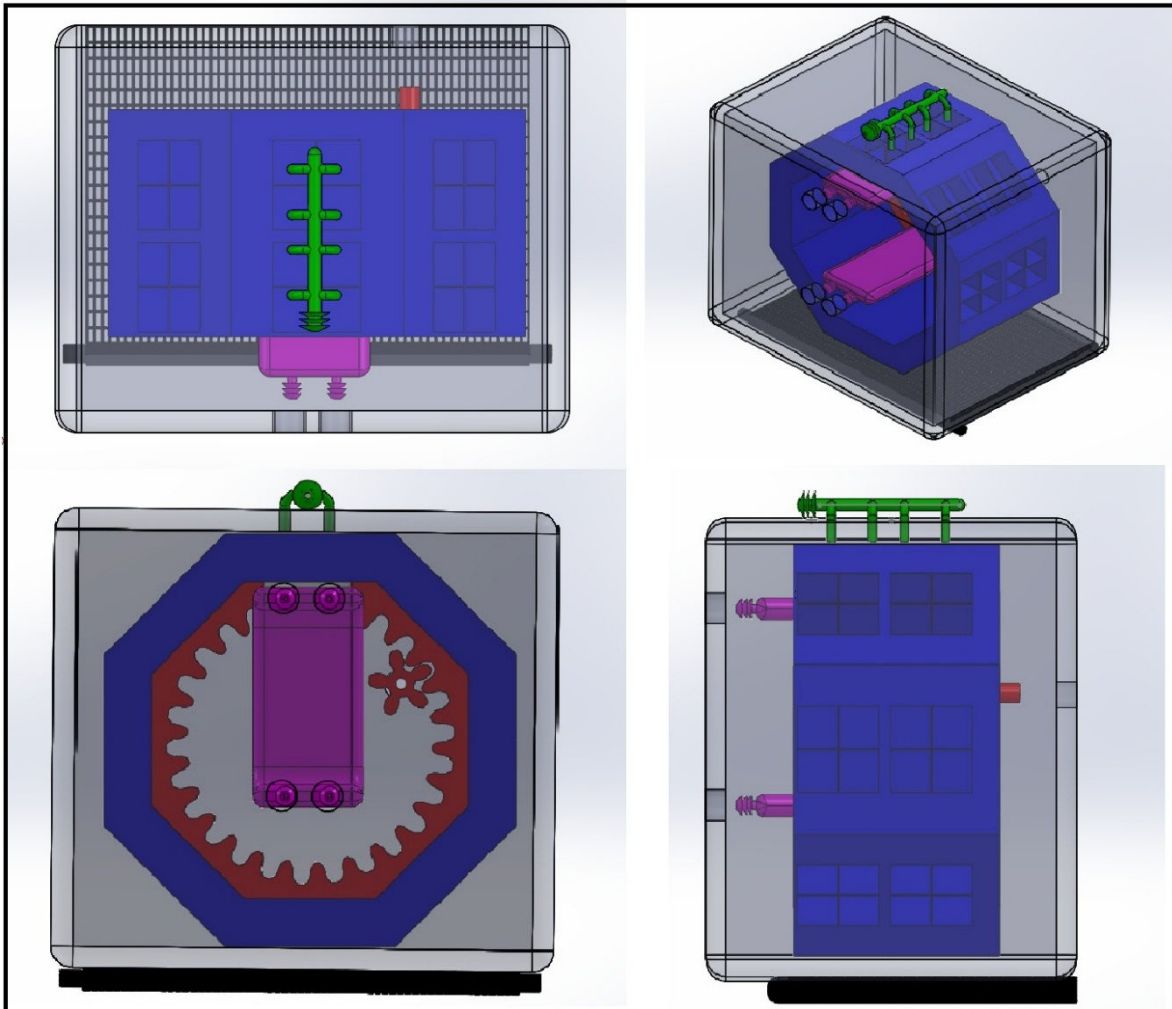


Figura 26.- Render de la propuesta denominada "Molde Giratorio"

Como en los anteriores modelos se tiene una numeración para definir los elementos dentro de las propuestas.

1. Sistema de dosificación de agua (color verde) por medio de goteros, estos están ubicados y alineados en la parte superior de los moldes de agua.
2. Sistema disipación de energía. Esta manguera se encuentra en la parte interior del molde rotatorio y tiene dos secciones. La primera sección corresponde a una plana para realizar el mayor intercambio posible con el conjunto de placas Peltier; posteriormente tenemos la una sección de menor área transversal y en forma oval con objeto de realizar un menor intercambio con el ambiente y solo lo necesario para derretir el hielo y deslizarse.
3. Sistema de enfriamiento y dosificación de hielo, Son moldes con una forma clásica cubica, los cuales están alineados en cada uno de los lados del molde prismático hexagonal. La idea cae en rotar este molde e ir generando hielo en cada uno de los lados, posteriormente el cubo de hielo gira 180 grados y al dejar de ser enfriado se deshiela, lo que permite que este caiga por gravedad.
4. Sistema de rotación, encargado de realizar los giros del molde cada determinado momento.

Sistema	Principios usados
Sistema estructural	Separación
Sistema de aislamiento térmico	Porosidad
Sistema de dosificación de agua	Acción periódica
Sistema de dosificación de hielos	Multifuncionalidad
Sub sistema de modelado de hielo	Copiado

Tabla 16.- Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de Molde giratorio.

#### 4.2.4 Propuesta *flujo continuo*.

Con la siguiente ilustración nos podemos dar cuenta de la propuesta

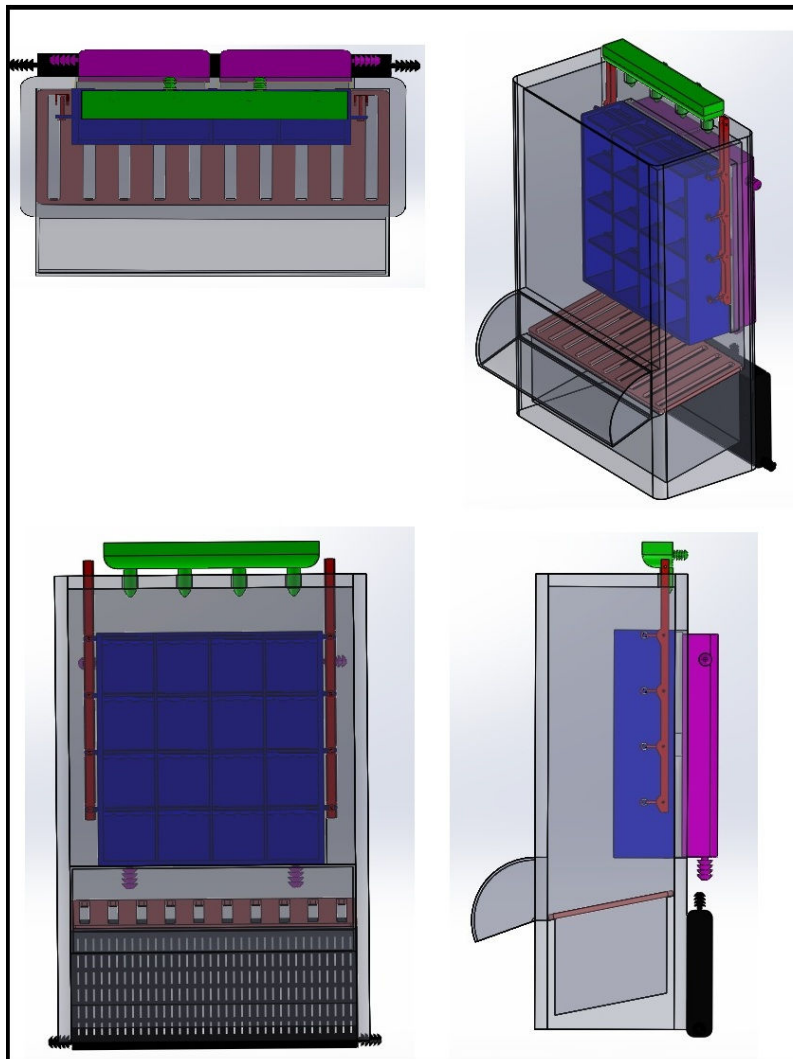


Figura 27.- Render de la propuesta denominada "Flujo continuo".

Como en los anteriores modelos se tiene una numeración para definir los elementos dentro de las propuestas.

1. Sistema de dosificación de agua (color verde), es un sistema de flujo continuo ubicado en la parte superior, haciendo uso de la gravedad como fuerza motriz para inundar el molde.
2. Sistema de disipación de energía. Con el apoyo de las placas de contacto y un sistema re ventiladores se realiza la acción de enfriamiento,
3. Sistema de enfriamiento, es un sistema similar a una cuadrilla que tiene orificios para por donde fluye el agua. Este sistema de cuadrillas permite que apoyado por una bomba fluya el agua de manera constante por ella, una parte tiene contacto con él con las placas de efecto Peltier y haciendo uso de esto se va congelando poco a poco el agua dado a que le flujo es constante el hielo se genera de forma más higiénica al limpiar constantemente los moldes.
4. Sistema de dosificación de hielo, el cual es parte de la rejilla, las bandas o láminas horizontales son móviles; el piñón y motor permiten que estas giren haciendo que funciones como paletas que expulsan el hielo para ser dado al usuario.
5. Sistema de recirculación, Actúan como un sistema de recirculación del agua al caer por gravedad el agua esta cae al depósito el cual usa una bomba y un filtro para generar el flujo continuo.

Sistema	Principios usados
Sistema estructural	Separación
Sistema de aislamiento térmico	Porosidad
Sistema de dosificación de agua	Acción continua
Sistema de dosificación de hielos	Multifuncionalidad
Sub sistema de modelado de hielo	Copiado

Tabla 17.- Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de Flujo continuo.

#### 4.2.5. Propuesta Hielo Picado

Apoyándose de la siguiente imagen se observa una nueva propuesta.



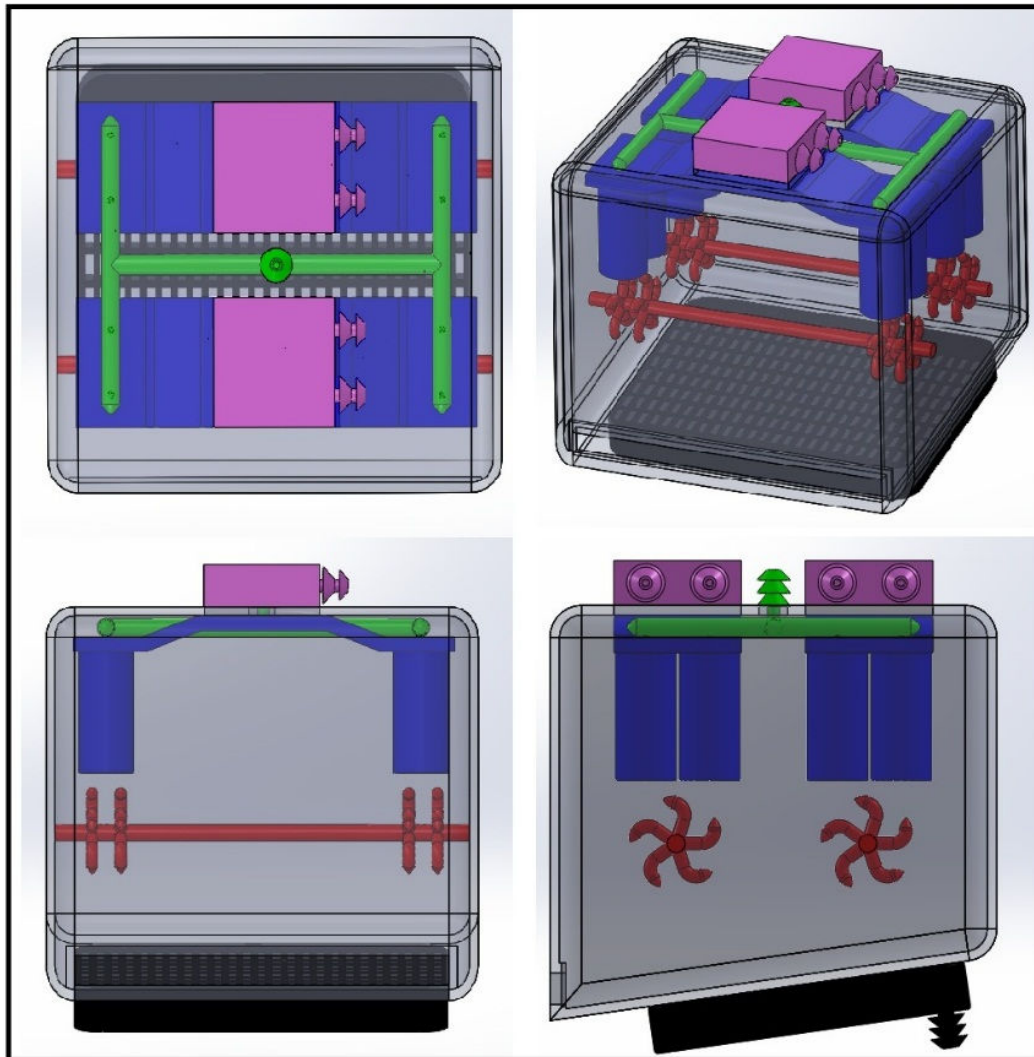


Figura 28.- Render de la propuesta denominada "hielo picado".

Los elementos básicos de la propuesta obtenida.

1. Sistema de dosificación de agua, en esta propuesta se propone inicialmente un sistema de goteo continuo o de un flujo mínimo.
2. Sistema de disipación de energía. Se plantea el uso de un sistema de líquido, el cual pasara por diversos bloques de para realizar el intercambio de energía y la disipación apoyada en intercambiadores.
3. Sistema de enfriamiento, la propuesta de hielo picado hace uso de una red tubular la cual está a baja temperatura, gracias al contacto que tiene con las celdas TEC. El agua en su estado líquido recorre tanto interior como exteriormente el tubo de baja temperatura; lo que genera el hielo al disminuir su temperatura. Por lo que se generan dos bloques de forma tubular del hielo, que continuamente se están deslizando por los tubos molde.
4. Sistema de dosificación de hielo. La dosificación de hielo requiere de la segmentación de los bloques de hielos provenientes de los moldes tubo. Es así que se hace uso de

una picadora que rompe los hielos para que lleguen al usuario. Los picadores de componer de pinchos en un eje, el cual rota y pica el hielo, para que posteriormente llegue a la locación de distribución al usuario.

Sistema	Principios usados
Sistema estructural	Separación
Sistema de aislamiento térmico	Porosidad
Sistema de dosificación de agua	Acción continua
Sistema de dosificación de hielos	Partes dinámicas
Sub sistema de modelado de hielo	Cambio geométrico

Tabla 18.- Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de hielo picado

#### 4.3 Innovación en función del impacto al consumidor.

Dentro de la metodología desarrollada por la doctora Cozumel Alanec Monroy, una de las herramientas dentro del proceso de la doctora es el uso del posicionamiento de los objetos o propuestas según las rupturas que generan estas, estas rupturas califican el impacto que tiene la innovación dentro de los hábitos de consumo y además del impacto en los activos de la organización.

Las rupturas que maneja esta metodología es:

- Ruptura Tecnológica.
- Ruptura Económica.
- Ruptura de Uso.

En función de estas se define 4 zonas de posición de la innovación:

Tipo de Innovación	Ruptura de uso	Ruptura Económica	Ruptura Tecnológica
Mayor	✓	✓	
Radical	✓	✓	✓
De Desarrollo		✓	
Estratégica		✓	✓

Tabla19.- Rupturas ubicadas en cada tipo de innovación.

El plano de posicionamiento es una herramienta que conjunta y relaciona tres elementos; Rupturas generadas, Tipo de innovación, zona de certidumbre, impacto en hábitos de consumo e impacto en activos.



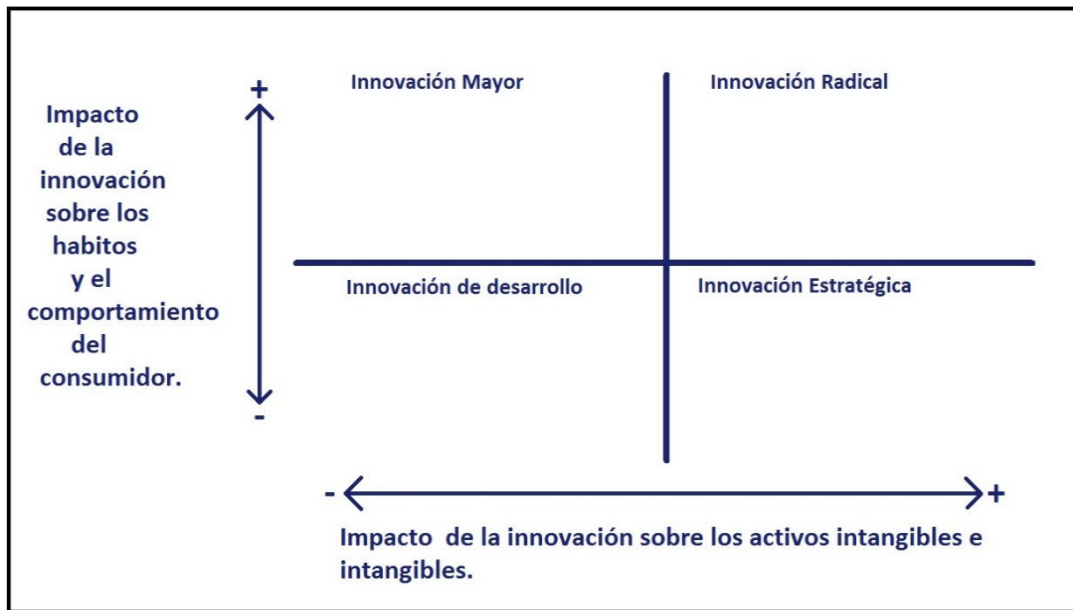


Figura 29.- Matriz de ubicación de la innovación.

Para ubicar espacialmente a la competencia de los helos y helos genéricos, los elementos comparados se encuentran en:



Figura 30.- Matriz de ubicación de la innovación para los helos genéricos

En caso particular de los generadores de hielo "ice-maker", sus zonas de ubicación son:



Figura 31.- Matriz de ubicación de la innovación para las Máquinas de hacer hielo.

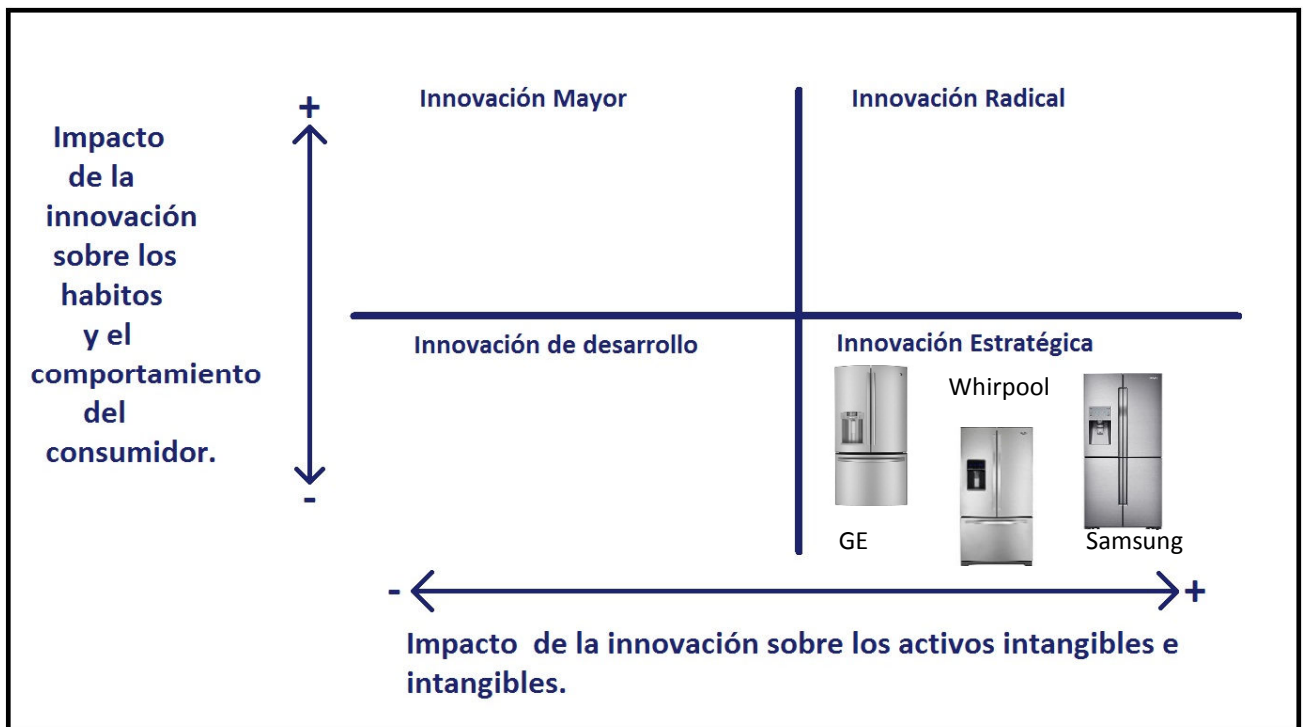


Figura 31.- Matriz de ubicación de la innovación para los refrigeradores con módulo de hielo.



Figura 32.- Matriz de ubicación de la innovación para los objetos técnicos.

#### 4.4. Estimación de recursos requeridos e inversión monetaria.

Dentro del escrito por de la Dr. Cozumel denominado “*el papel de las rupturas de uso, tecnológica, económica en el proceso de innovación*”; se tiene una herramienta denominada “tabla de elementos técnicos”; donde en esta tabla se enumeran los siguientes rubros:

- Conocimientos Teóricos: Conocimientos requeridos para realizar la materialización de la propuesta en curso; estos pueden ser cursos, especializaciones, libros, grados y más.
- Experiencia: Conocimientos previamente obtenidos en la experiencia ya vivida.
- Materia prima: Recursos materiales que son transformados para lograr la constitución de la propuesta.
- Recursos Materiales: Recursos materiales que permiten la transformación de la materia prima, a diferencia del anterior aquí se habla del cómo y no del que. Otra forma de dar a entender que son os recursos materiales, son todas las herramientas requeridas.
- Recursos Humanos: Individuos especialistas requeridos para la producción del objeto técnico.

Que hace un compendio de cómo cada propuesta, ahora denominada objeto Técnico requiere de elementos tangibles y no tangibles para su materialización. En esta herramienta no nada más se enumera los elementos requeridos (denominado en la tabla como elemento técnico); si no que nos define los siguientes rubros o parámetros:

- **Característica Técnica:** Particularidad del elemento técnico dentro de la propuesta, define la característica que provee dicho elemento requerido. Un ejemplo sería un para un disipador su característica técnica es que extrae o difumina la energía exceso en nuestro objeto técnico.
- **Característica económica:** Define la inversión monetaria requerida para obtener el elemento técnico. Ya sea esta por unidad o por cantidad (es decir por pieza, por tramo o por kilo), dependiendo del elemento técnico requerido.
- **Elemento clave:** Define la particularidad técnica que establece la característica técnica, es decir si se trata del material, de un fenómeno físico, etcétera. Esto quiere decir bajo que propiedad o principio físico genera tal característica técnica, retomando el ejemplo anterior el elemento clave de un disipador es por proceso de conducción, ya que permite el rápido flujo de energía para retirar el exceso y no provocar un sobrecalentamiento en la planta. Se pueden definir elementos subclaves que estos definan con mayor particularidad como el elemento clave genera tal característica, haciendo alusión al ejemplo en curso el material se puede definir como elemento subclave ya que bajo sus propiedades de conducción térmica logra que el flujo de temperatura con una mayor velocidad dependiendo de que material realice la conducción.
- **Proveedores:** Persona, institución o grupo empresarial que nos permite obtener el elemento técnico.

Las siguientes tablas corresponden a las tablas de cada una de los objetos técnicos propuestos:

Propuesta "Disco Giratorio"					
<i>Elemento Clave: Placas De efecto Peltier, Característica clave: Creación de hielo en pocos instantes.</i>					
<i>Elemento Subclave: Molde del hielo, Característica subclave: Simplicidad de diseño</i>					
Elemento Técnico	Característica Técnica	Característica Económica	Elemento clave	Proveedor	
Conocimientos Teóricos	El libro "Análisis dimensional discriminado en mecánica de fluidos y transferencia de calor" por Alhama López Francisco.	Selección y/o diseño del mejor sistema de disipación de energía.	1,160 (M.N)	Proceso de conducción y convección	de Librerías y Ghandi
Experiencia	Conocimiento sobre el manejo del proceso Peltier	Diseño de la arquitectura más provechosa para la aplicación.	0.0 (M.N)	Comportamiento de las Placas Peltier Acopladas y Sencillas.	UNAM, FI.
	Conocimiento sobre el proceso de diseño e Innovación.	Diseño de la propuesta técnica.	0.0 (M.N)	Metodología y/o metodologías aplicadas al diseño de productos.	UNAM, FI.
Materia Prima	Material aislante	Provoca una pared Adiabática.	94 [M.N]	Material poroso	Touch'n Foam
	Atomizadores O nebulizadores de bajo caudal.	Dosificación del agua potable al molde de hielo.	16 [Unidades] x 16 [M.N]= 267 [M.N]	Sistema de atomización.	de ISRATEC

	Bomba	Transmitir el volumen de agua desde el punto de suministro hasta el punto de dosificación.	275 [M.N]	Bombeo roto dinámico	Evans
	Manguera Flexible	Conducto de transferencia del caudal del agua.	47 [M.N]	Material Antibacterial	SURTEK
	Manguera rígida	Conducto de abastecimiento para las diversas salientes	10 [M.N]	Material antibacterial	Rotoplas
	Conexión	Interconexión entre las mangueras y el atomizador.	16 [Unidades]*33 [M.N]= 528 [M.N]	Mecanismo de sujeción	HomeDepot
	Motor	Rotar el disco Molde	345 [M.N.]	Mecanismo de reducción	ElectriFly
	Ventilador y disipador	Provocar flujo de aire a menor temperatura.	467 [M.N]	Proceso de conducción y convección	ThermalTake
	Placas de efecto Peltier	Proceso de transformación de fase	3[Unidades] X 57	Efecto Peltier	Newark
	Lamina de acero	Materia para el molde	2 [unidades] *45.00[M.N]=90	Grosor y recubrimiento antibacterial	Yokadi
	Plástico ABS	Resistente a impactos y a bajas temperaturas	630.00[M.N]	Componentes del polímero	Avance
Recursos Materiales	Pinzas para cortar lamina	Recortar la lámina de acero	300 [M.N]	Material de las tijeras	Erdí
	Máquina Puntea dora	Une las láminas que forman el molde	300 [M.N x hora]	Arquitectura del circuito	-----
	Termo formadora	Da forma a las láminas de ABS para formar la carcasa.	1,150[M.N. hora]	Sistema de vacío y calentamiento.	-----
Recursos humanos	Técnico en estructuras metálicas	Da forma al molde del hielo	5,000.00 a 7,000.00 [M.N. x Mes]	Habilidad en las máquinas de soldadura.	OCC
	Técnico en Máquinaria de proceso	Da la forma a la carcasa del modelo.	5,000.00 a 7,000.00 [M.N. x Mes]	Habilidad en máquinas de termo formado	OCC

Tabla 20.- Tabla de elementos técnicos para la propuesta de "Disco giratorio".

### Propuesta "tipo caja"

*Elemento Clave: Placas De efecto Peltier, Característica clave: Creación de hielo en pocos instantes.*

*Elemento Subclave: Molde del hielo, Característica subclave: Tamaño reducido*

Elemento Técnico	Característica Técnica	Característica Económica	Elemento clave	Proveedor
------------------	------------------------	--------------------------	----------------	-----------

Conocimientos Teóricos	El libro "Análisis dimensional discriminado en mecánica de fluidos y transferencia de calor" por Alhama López Francisco.	Selección y/o diseño del mejor sistema de disipación de energía.	1,160.00(M.N)	Proceso de conducción y convección	de Librerías y Ghandi
Experiencia	Conocimiento sobre el manejo del proceso Peltier	Diseño de la arquitectura más provechosa para la aplicación.	0.0 (M.N)	Comportamiento de las Placas Peltier Acopladas y Sencillas.	UNAM, FI.
	Conocimiento sobre el proceso de diseño e Innovación.	Diseño de la propuesta técnica.	0.0 (M.N)	Metodología y/o metodologías aplicadas al diseño de productos.	UNAM, FI.
Materia Prima	Material aislante	Provoca una pared Adiabática.	94.60[M.N]	Material poroso	Touch'n Foam
	Goteros	Dosificación del agua potable al molde de hielo.	6 [Unidades] x 8.30 [M.N]= 49 [M.N]	Sistema de dosificación.	ISRATEC
	Bomba	Transmitir el volumen de agua desde el punto de suministro hasta el punto de dosificación.	2 [Unidades] x 129 [M.N]= 258 [M.N.]	Bombeo roto dinámico	Coelserv
	Manguera Flexible	Conducto de transferencia del caudal del agua.	47[M.N]	Material Antibacterial	SURTEK
	Motor	Generar movimiento del sistema de dosificación de hielo.	261 [M.N.]	Mecanismo de reducción	ElectriFly
	Ventilador y Radiador	Provocar flujo de aire a menor temperatura.	301[M.N]	Proceso de conducción y convección	de Coelserv y
	Placas de efecto Peltier	Proceso de transformación de fase	3[Unidades] X 57 [M.N]= 171 [M.N]	Efecto Peltier	Newark
	Bloques para placa Peltier	Ponen en contacto un líquido refrigerante y la PAT de la placa TEC, para disminuir disipar la energía.	3 [Unidades]X 181 [M.N]= 543 [M.N]	Proceso de conducción.	de Colserv
	Bloques de flujo	Conexiones y distribución del fluido de refrigeración, entre los bloques de placa y el radiador.	4 [Unidades] x 203 [M.N]= 812 [M.N]	Forma geométrica	Coelserv
	Lamina de acero	Materia para el molde	2 [unidades] *45[M.N]= 90 [M.N.]	Grosor y recubrimiento antibacterial	Yokadi
Recursos Materiales	Plástico ABS	Resistente a impactos y a bajas temperaturas	630.M.N]	Componentes del polímero	del Avance
	Pinzas para cortar lamina	Recortar la lámina de acero	300 [M.N]	Material de las tijeras	Erdí
	Máquina Puntea dora	Une las láminas que forman el molde	300 [M.N x hora]	Arquitectura del circuito	del -----

	Termo formadora	Da forma a las láminas de ABS para formar la carcasa.	1,150[M.N. hora]	x	Sistema de vacío y calentamiento.	-----
Recursos humanos	Técnico en estructuras metálicas	Da forma al molde del hielo y el mecanismo	5,000.00 7,000.00 [M.N. Mes]	a x	Habilidad en las máquinas de soldadura.	OCC de
	Técnico en Máquinaria de proceso	Da la forma a la carcasa del modelo.	5,000.00 7,000.00 [M.N. Mes]	a x	Habilidad en máquinas de termo formado	OCC

Tabla 21.- Tabla de elementos técnicos para la propuesta de "Tipo Caja".

### Propuesta "Molde giratorio"

*Elemento Clave: Placas De efecto Peltier, Característica clave: Creación de hielo en pocos instantes.*

*Elemento Subclave: Molde del hielo, Característica subclave: Dosificación por gravedad*

	Elemento Técnico	Característica Técnica	Característica Económica	Elemento clave	Proveedor
Conocimientos Teóricos	El libro "Análisis dimensional discriminado en mecánica de fluidos y transferencia de calor" por Alhama López Francisco.	Selección y/o diseño del mejor sistema de disipación de energía.	1,160(M.N)	Proceso de conducción y convección	Librerías y Ghandi
Experiencia	Conocimiento sobre el manejo del proceso Peltier	Diseño de la arquitectura más provechosa para la aplicación.	0.0 (M.N)	Comportamiento de las Placas Peltier Acopladas y Sencillas.	UNAM, FI.
	Conocimiento sobre el proceso de diseño e Innovación.	Diseño de la propuesta técnica.	0.0 (M.N)	Metodología y/o metodologías aplicadas al diseño de productos.	UNAM, FI.
	Conocimiento del Diseño de mecanismo	Diseño de un mecanismo giratorio para el molde		Diseño de leva	UNAM, FI
Materia Prima	Material aislante	Provoca una pared Adiabática.	94[M.N]	Material poroso	Touch'n Foam
	Goteros	Dosificación del agua potable al molde de hielo.	8 [Unidades] x 8 [M.N]= 66 [M.N]	Sistema de dosificación.	ISRATEC
	Bomba	Transmitir el volumen de agua desde el punto de suministro hasta el punto de dosificación. Transmisión del flujo del líquido refrigerante a lo largo del circuito de flujo.	2 [Unidades] x 129 [M.N]= 258 [M.N.]	Bombeo roto dinámico	Coelserv
	Manguera rígida	Conducto de transferencia del caudal del agua.	47[M.N]	Material Antibacterial	SURTEK

	Motor	Generar movimiento del molde rotatorio	261 [M.N.]	Mecanismo de reducción	de	ElectriFly
	Ventilador y Radiador	Provocar flujo de energía a menor temperatura.	301[M.N.]	Proceso de conducción y convección	de	Coelserv y
	Placas de efecto Peltier	Proceso de transformación de fase	2[Unidades] X 57 [M.N.]= 114 [M.N.]	Efecto Peltier		Newark
	Bloques para placas Peltier	Ponen en contacto un líquido refrigerante y la PAT de la placa TEC, para disminuir disipar la energía.	468 [M.N.]	Proceso de conducción.	de	Colserv
	Acrílico	Materia prima para el diseño del mecanismo de rotación del molde.	134 [M.N.]	Facilidad de corte por laser		Acriplas
	Lamina de acero	Materia para el molde	2 [unidades] x 45[M.N.]=00	Grosor y recubrimiento antibacterial		Yokadi
	Plástico ABS	Resistente a impactos y a bajas temperaturas	630[M.N.]	Componentes del polímero	del	Avance
Recursos Materiales	Pinzas para cortar lamina	Recortar la lámina de acero	300 [M.N.]	Material de las tijeras		Erdí
	Máquina Punteadora	Une las láminas que forman el molde	300 [M.N x hora]	Arquitectura del circuito	del	-----
	Termo formadora	Da forma a las láminas de ABS para formar la carcasa.	1,150[M.N. hora]	Sistema de vacío y calentamiento.	y	-----
	Cortadora laser	Dar forma a la leva en el acrílico	25.00 [M.N. minuto]	Laser de corte		Acriplas
Recursos humanos	Técnico en estructuras metálicas	Da forma al molde del hielo y el mecanismo	5,000.00 a 7,000.00 [M.N. x Mes]	Habilidad en las máquinas de soldadura.	en las de	OCC
	Técnico en Máquinaria de proceso	Da la forma a la carcasa del modelo.	5,000.00 a 7,000.00 [M.N. x Mes]	Habilidad en máquinas de termo formado		OCC

Tabla 22.- Tabla de elementos técnicos para la propuesta de "Molde Giratorio".

### Propuesta "Molde de flujo continuo"

*Elemento Clave: Placas De efecto Peltier, Característica clave: Creación de hielo en pocos instantes.*

*Elemento Subclave: Molde del hielo, Característica subclave: Diseño multifunciones.*

Elemento Técnico	Característica Técnica	Característica Económica	Elemento clave	Proveedor
------------------	------------------------	--------------------------	----------------	-----------



Conocimientos Teóricos	El libro "Análisis dimensional discriminado en mecánica de fluidos y transferencia de calor" por Alhama López Francisco.	Selección y/o diseño del mejor sistema de disipación de energía.	1,160.00(M.N)	Proceso de conducción y convección	de Librerías y Ghandi
Experiencia	Conocimiento sobre el manejo del proceso Peltier	Diseño de la arquitectura más provechosa para la aplicación.	0.0 (M.N)	Comportamiento de las Placas Peltier Acopladas y Sencillas.	UNAM, FI.
	Conocimiento sobre el proceso de diseño e Innovación.	Diseño de la propuesta técnica.	0.0 (M.N)	Metodología y/o metodologías aplicadas al diseño de productos.	UNAM, FI.
	Conocimiento del Diseño de mecanismo	Diseño de un mecanismo de dosificación de hielo	0.0 (M.N)	Diseño de una biela manivela.	UNAM, FI
Materia Prima	Material aislante	Provoca una pared Adiabática.	94.60[M.N]	Material poroso	Touch'n Foam
	Bloque de flujo	Dosificación del agua potable al molde de hielo.	1 [Unidades] x 1080.00 [M.N.]	Sistema de dosificación.	Coelserv
	Bomba	Transmitir el volumen de agua desde el punto de suministro hasta el punto de dosificación. Transmisión del flujo del líquido refrigerante a lo largo del circuito de flujo.	2 [Unidades] x 129.31 [M.N]= 258.61	Bombeo roto dinámico	Coelserv
	Manguera flexible	Conducto de transferencia del caudal del agua.	47.00[M.N]	Material Antibacterial	SURTEK
	Motor	Generar movimiento de mecanismo que dosifica el hielo.	261.00 [M.N.]	Mecanismo de reducción	ElectriFly
	Ventilador y Radiador	Provocar flujo de energía a menor temperatura.	301.72[M.N]	Proceso de conducción y convección	de Coelserv y
	Placas de efecto Peltier	Proceso de transformación de fase	2[Unidades] X 57.04 [M.N]= 114.08 [M.N]	Efecto Peltier	Newark
	Bloques para placas Peltier	Ponen en contacto un líquido refrigerante y la PAT de la placa TEC, para disminuir disipar la energía.	2 [Unidades] x 356.54 [M.N]= 713.08 [M.N]	Proceso de conducción.	de Colserv
	Pasador de acero	Sujeción en del mecanismo de dosificación y el molde.	8 [Unidades] x 1.20[M.N]=12.00[M.N.]	Facilidad de corte por laser	Perfiles "La Paloma"
	Redondo de acero	Eje de giro de las placas abatibles en el molde.	28.00[M.N]	Forma cilíndrica	Perfiles "La Paloma"
Lamina de acero	Materia para el molde	3 [unidades] *45.00[M.N]=135.00	Grosor y recubrimiento antibacterial	Yokadi	

	Plástico ABS	Resistente a impactos y a bajas temperaturas	630.00[M.N]	Componentes del polímero	Avance
Recursos Materiales	Pinzas para cortar lamina	Recortar la lámina de acero	300 [M.N]	Material de las tijeras	Erdí
	Máquina Puntea dora	Une las láminas que forman el molde	300 [M.N x hora]	Arquitectura del circuito	-----
	Termo formadora	Da forma a las láminas de ABS para formar la carcasa.	1,150[M.N. hora]	x Sistema de vacío y calentamiento.	-----
	Taladro de banco	Dar forma los pasadores de acero	990.00	Broca fina	Truper
Recursos humanos	Técnico en estructuras metálicas	Da forma al molde del hielo y el mecanismo	5,000.00 a 7,000.00 [M.N. x Mes]	Habilidad en las máquinas de soldadura.	OCC
	Técnico en Máquinaria de proceso	Da la forma a la carcasa del modelo.	5,000.00 a 7,000.00 [M.N. x Mes]	Habilidad en máquinas de termo formado	OCC

Tabla 23.- Tabla de elementos técnicos para la propuesta de "Molde de Flujo continuo".

Propuesta "Molde de hielo picado"					
<i>Elemento Clave: Placas De efecto Peltier, Característica clave: Creación de hielo en pocos instantes.</i>					
<i>Elemento Subclave: Molde del hielo, Característica subclave: Dosificación continua</i>					
Elemento Técnico	Característica Técnica	Característica Económica	Elemento clave	Proveedor	
Conocimientos Teóricos	El libro "Análisis dimensional discriminado en mecánica de fluidos y transferencia de calor" por Alhama López Francisco.	Selección y/o diseño del mejor sistema de disipación de energía.	1,160.00(M.N)	Proceso de conducción y convección	de Librerías y Ghandi
Experiencia	Conocimiento sobre el manejo del proceso Peltier	Diseño de la arquitectura más provechosa para la aplicación.	0.0 (M.N)	Comportamiento de las Placas Peltier Acopladas y Sencillas.	UNAM, FI.
	Conocimiento sobre el proceso de diseño e Innovación.	Diseño de la propuesta técnica.	0.0 (M.N)	Metodología y/o metodologías aplicadas al diseño de productos.	UNAM, FI.
Materia Prima	Material aislante	Provoca una pared Adiabática.	94.60[M.N]	Material poroso	Touch'n Foam
	Atomizadores O nebulizadores de bajo caudal.	Dosificación del agua potable al molde de hielo.	8 [Unidades] x 16.70 [M.N]= 133.6 [M.N]	Sistema de atomización.	de ISRATEC
	Bomba	Transmitir el volumen de agua desde el punto de suministro hasta el punto de dosificación. Transmisión del flujo del	2 [Unidades] x 129.31 [M.N]= 258.61	Bombeo roto dinámico	Coelserv

		líquido refrigerante a lo largo del circuito de flujo.			
	Manguera rígida	Conducto de transferencia del caudal del agua.	68.00[M.N]	Material Antibacterial	Rotoplas
	Manguera flexible	Conducto de transferencia del caudal del agua.	47.00[M.N]	Material Antibacterial	SURTEK
	Ventilador y Radiador	Provocar flujo de energía a menor temperatura.	301.72[M.N]	Proceso de conducción y convección	Coelserv
	Placas de efecto Peltier	Proceso de transformación de fase	2[Unidades] X 57.04 [M.N]= 114.08 [M.N]	Efecto Peltier	Newark
	Bloques para placas Peltier	Ponen en contacto un líquido refrigerante y la PAT de la placa TEC, para disminuir disipar la energía.	2 [Unidades] x 181.03 [M.N]= 362.06 [M.N]	Proceso de conducción.	Colserv
	Tubo de acero	Sección del molde por donde corre el hielo formado	54.00[M.N.]	Forma tubular	Perfiles "La Paloma"
	Lamina de acero	Materia para el molde	3 [unidades] *45.00[M.N]=135.00	Grosor y recubrimiento antibacterial	Yokadi
	Plástico ABS	Resistente a impactos y a bajas temperaturas	630.00[M.N]	Componentes del polímero	Avance
Recursos Materiales	Pinzas para cortar lamina	Recortar la lámina de acero	300 [M.N]	Material de las tijeras	Erdí
	Máquina Punteadora	Une las láminas que forman el molde	300 [M.N x hora]	Arquitectura del circuito	-----
	Termo formadora	Da forma a las láminas de ABS para formar la carcasa.	1,150[M.N. hora]	Sistema de vacío y calentamiento.	-----
Recursos humanos	Técnico en estructuras metálicas	Da forma al molde del hielo y el mecanismo	5,000.00 a 7,000.00 [M.N. x Mes]	Habilidad en las máquinas de soldadura.	OCC de
	Técnico en Máquinaria de proceso	Da la forma a la carcasa del modelo.	5,000.00 a 7,000.00 [M.N. x Mes]	Habilidad en máquinas de termo formado	OCC

Tabla 24.- Tabla de elementos técnicos para la propuesta de "hielo picado".

#### 4.5. Dominio de las características subclave de las propuestas

Prosiguiendo en con las herramientas del escrito de la Dr. Cozumel, se debe generar una matriz que permite observar en qué punto el consumidor se percata de la particularidad que identifica de los demás a la propuesta Técnicas. Esta etapa divide al ciclo de vida en las siguientes etapas; Compra, entrega, utilización, complementos, mantenimiento y reciclaje.

Dado que dentro de los objetivos se estipula que debe de ser la generación en un tiempo mínimo, este caso en particular puede observarse que la característica competitiva debe de estar en cada una de las propuestas. Es así que pasaremos a las característica subclave. Tomando esta consideración se presenta la siguiente matriz de utilidad del comprador:

Compra	Entrega	Utilización	Complementos	Mantenimiento	Reciclaje	Característica subclave
				X		<i>Simplicidad del diseño</i>
				Disco Giratorio		
X						<i>Tamaño del diseño</i>
Tipo Caja						
				X		Dosificación por gravedad
				Molde Giratorio		
				X		Diseño multifuncional
				Flujo continuo		
		X				Dosificación continua
		Hielo picado				

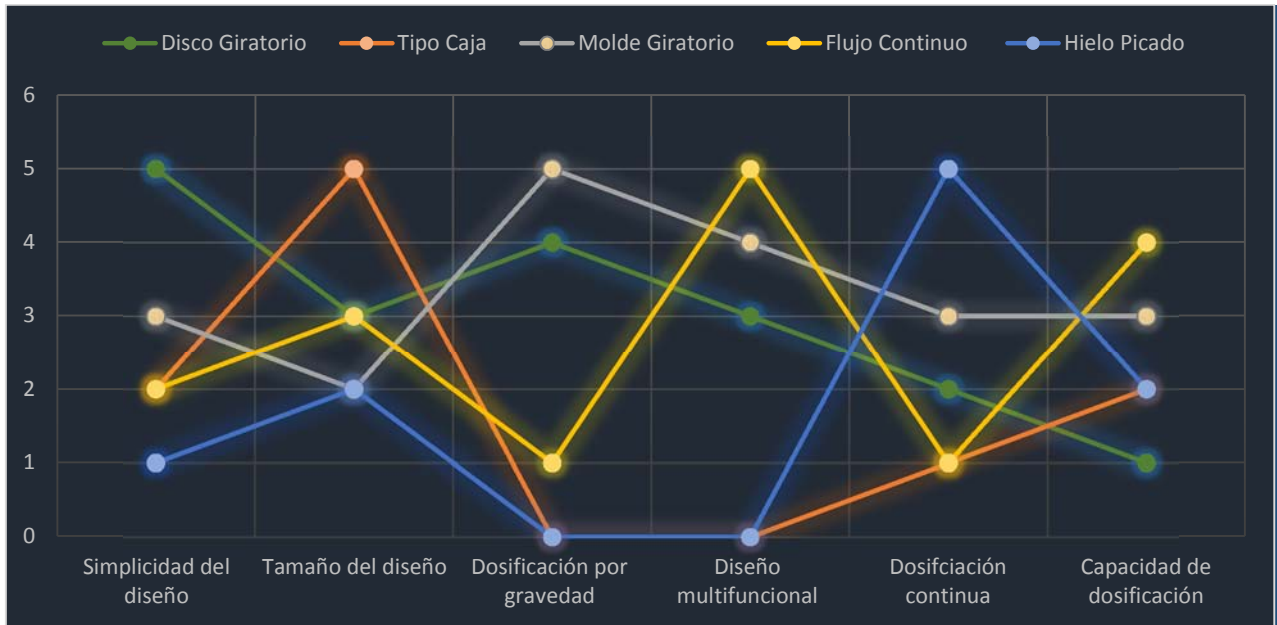
Tabla 25.- Tabla de ubicación de la característica subclave de los objetos técnicos.

Se genera una comparación de las características claves (en este caso subclave) entre los objetos técnicos propuestos. Esto identifica el nivel de competitividad de forma más cuantitativa y no cualitativa, dentro del método la comparación se toma realizando una comparación con dos niveles como límites de referencias, nivel de dominio elevado y un nivel de dominio bajo. Sin embargo dentro de este desarrollo se cuantificara tomando una escala del cero al cinco; donde cada uno representa el siguiente nivel de dominio.

Nivel	Dominio
0	Nulo
1	Bajo
2	Bajo-alto
3	Medio
4	Medio-Elevado
5	Elevado

Tabla 26.- Tabla de nivel de dominio, con una escala de cinco niveles.

Se hace la consideración de que la característica subclave que lo identifica o lo domina será el que tenga el valor más alto de dominio (nivel 5) en la gráfica comparativa. Complementando esta comparación se agrega otra característica que es la “capacidad de producción de hielo”.



Gráfica 14.- Gráfica de valor de la propuesta con respecto a la competencia entre los objetos técnicos.

Como un complemento de la gráfica anterior se hará un promedio del nivel de dominio de las características subclave de las propuestas. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Propuesta	Disco Giratorio	Tipo Caja	Molde giratorio	Flujo continuo	Hielo Picado
<b>Promedio</b>	3.00	1.67	3.33	2.67	1.67

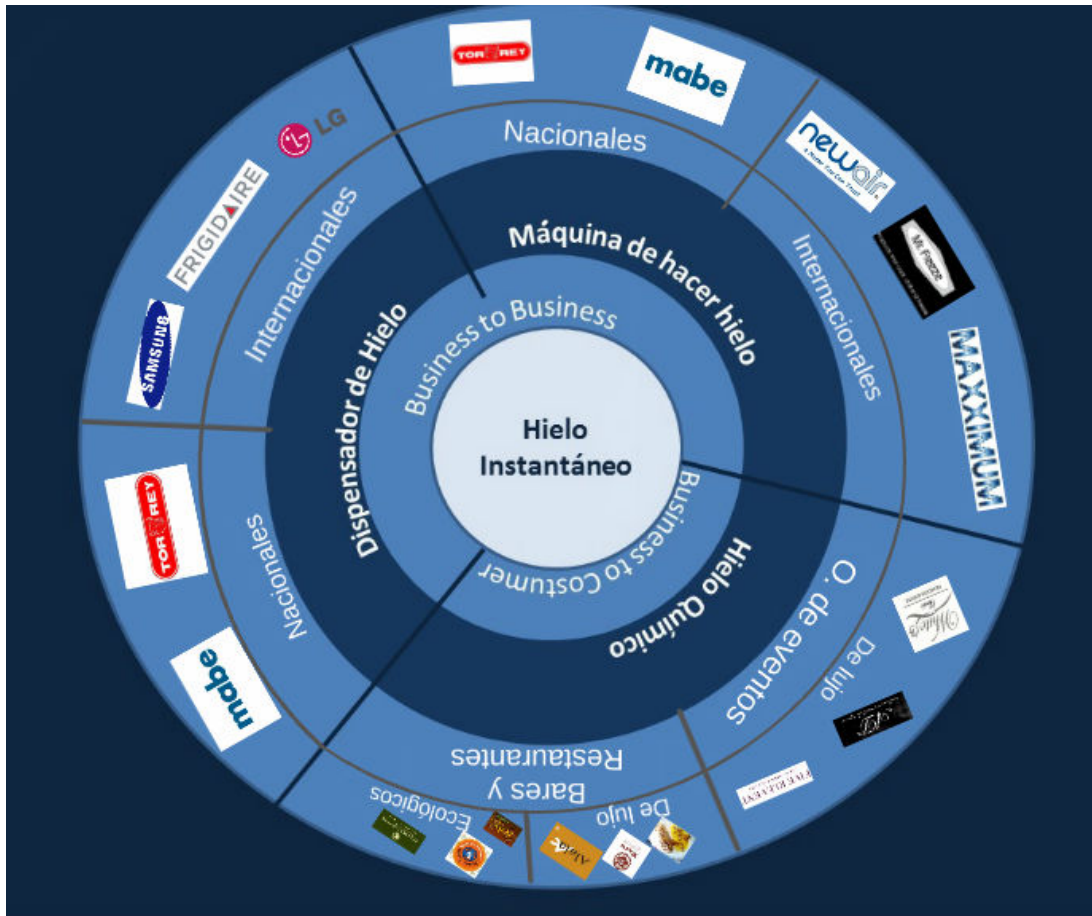
Tabla 27.- Tabla de nivel promedio de dominio de las características particulares.

#### 4.6. Mercado potencial de las propuestas.

Se tiene un gráfico de mercado, de igual forma una de las herramientas explicadas en el texto de la Dra. Cozumel. Este gráfico de mercado divide la capacidad de mercado en dos grandes vertientes:

- BtoB (Business to Business, traducción “negocio a negocio”): Esta vertiente propone o visualiza que el objeto técnico sea vendido o comercializado a través de compañías ya establecidas. Básicamente es comercializar la idea apoyado por compañías establecidas.
- BtoC (Business to Customer, traducción “negocio a cliente”): En esta categoría se hace alusión que la persona generadora de la idea sea quien emprenda un negocio para llegar directamente al cliente.

El siguiente análisis presenta la posibilidad de las propuestas y en que rubros puede introducirse al mercado. Así como ejemplos de los integrantes de estos mercados objetivos. No se muestra el hogar como un mercado objetivo tomando en consideración que llegaría a este a través del rubro de BtoB en el radar de mercado.

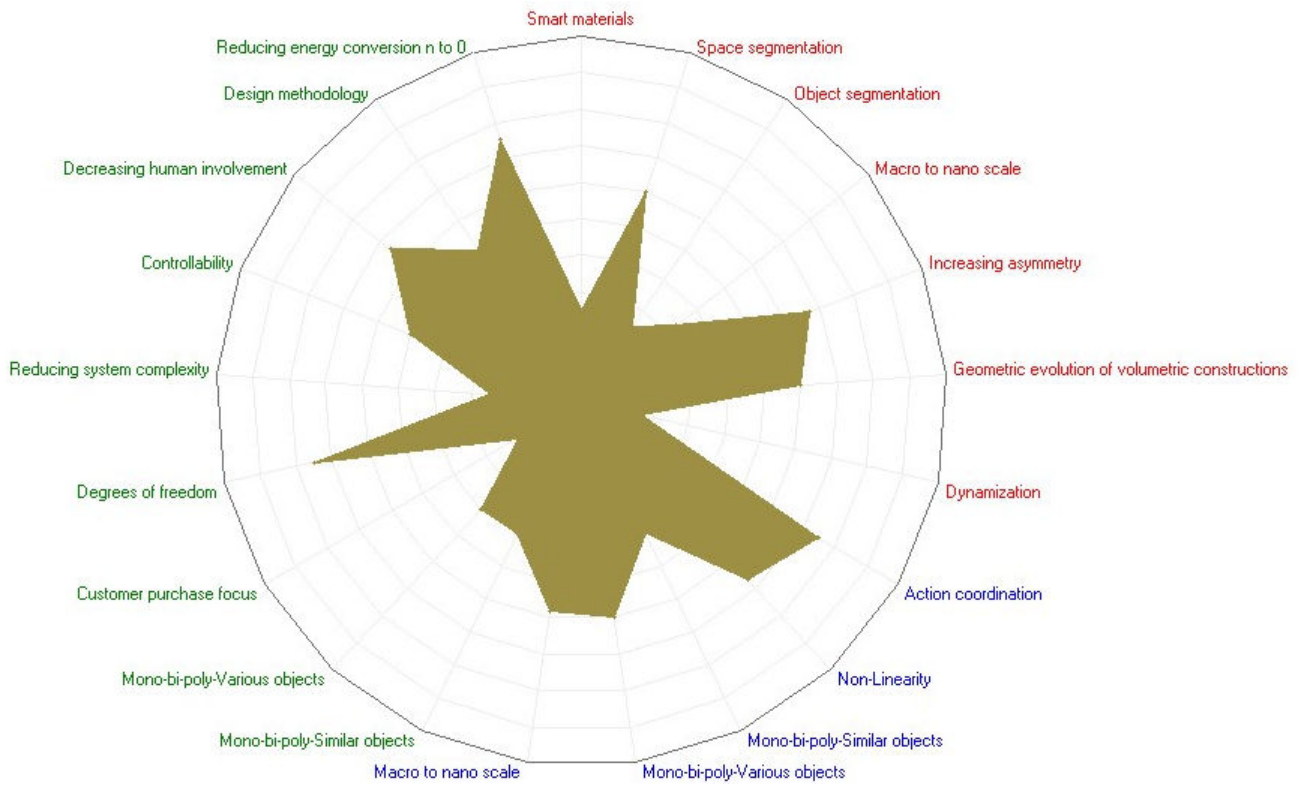


Gráfica 15.- Gráfica de radar para el mercado potencial objetivo.

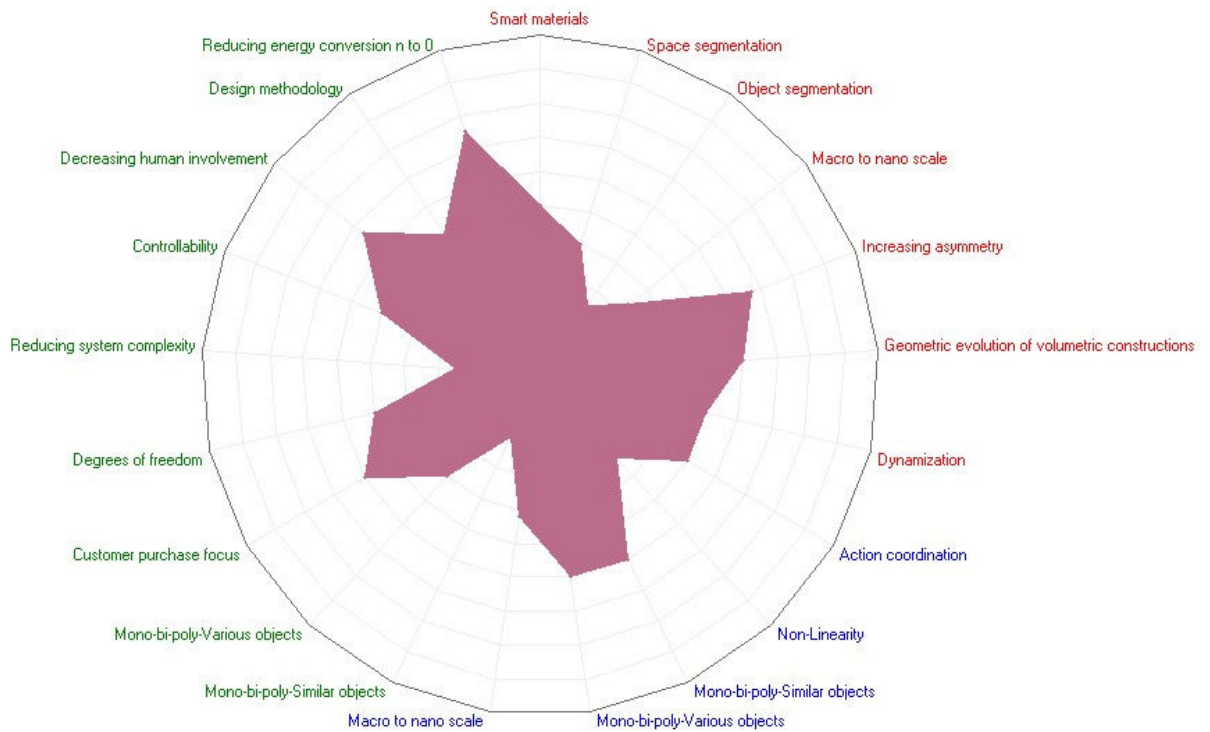
#### 4.7. Comparación del nivel evolutivo de las propuestas.

Dentro de la metodología del TRIZ, existe una herramienta que nos demuestra en un gráfico el gráfico. Dicha Herramienta se denomina "Radar de evolución", esta herramienta se realiza con apoyo del software *CREAX Innovación suite*. El radar del tris divide las tendencia de evolución dentro de tres diversas categorías; espacio (rojo), tiempo (azul) e interface (verde).

Para tener una comparación más objetiva se presenta el radar de evolución de la competencia descrita en el capítulo dos (Marco teórico). Las siguientes gráficas de radar corresponden al hielo genérico, Máquinas de hacer hielo y los refrigeradores.

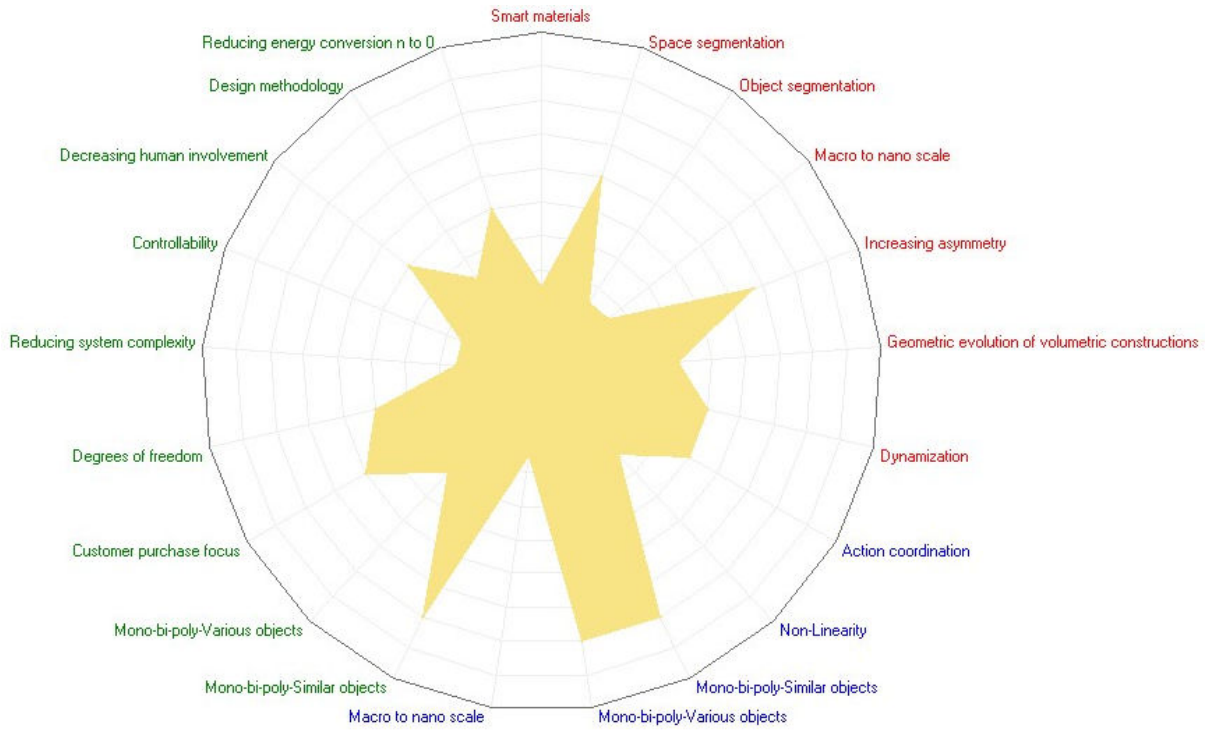


Gráfica 16.-Radar de evolución para el Hielo Genérico.



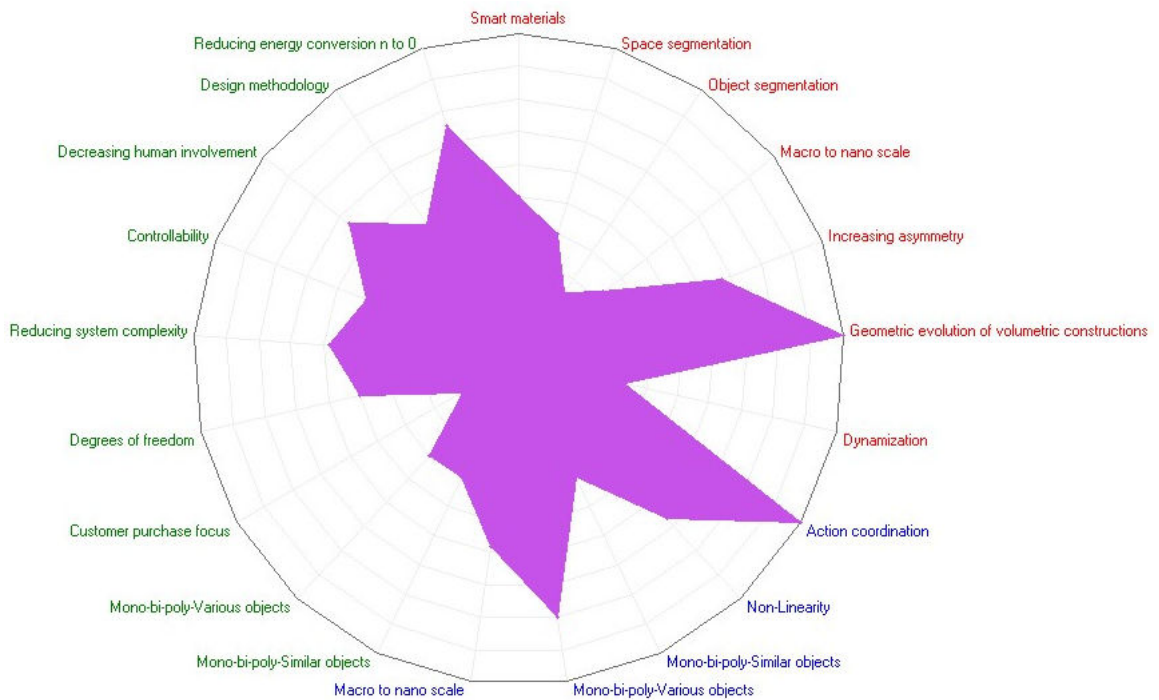
Gráfica 17.-Radar de evolución para máquinas de hielo.





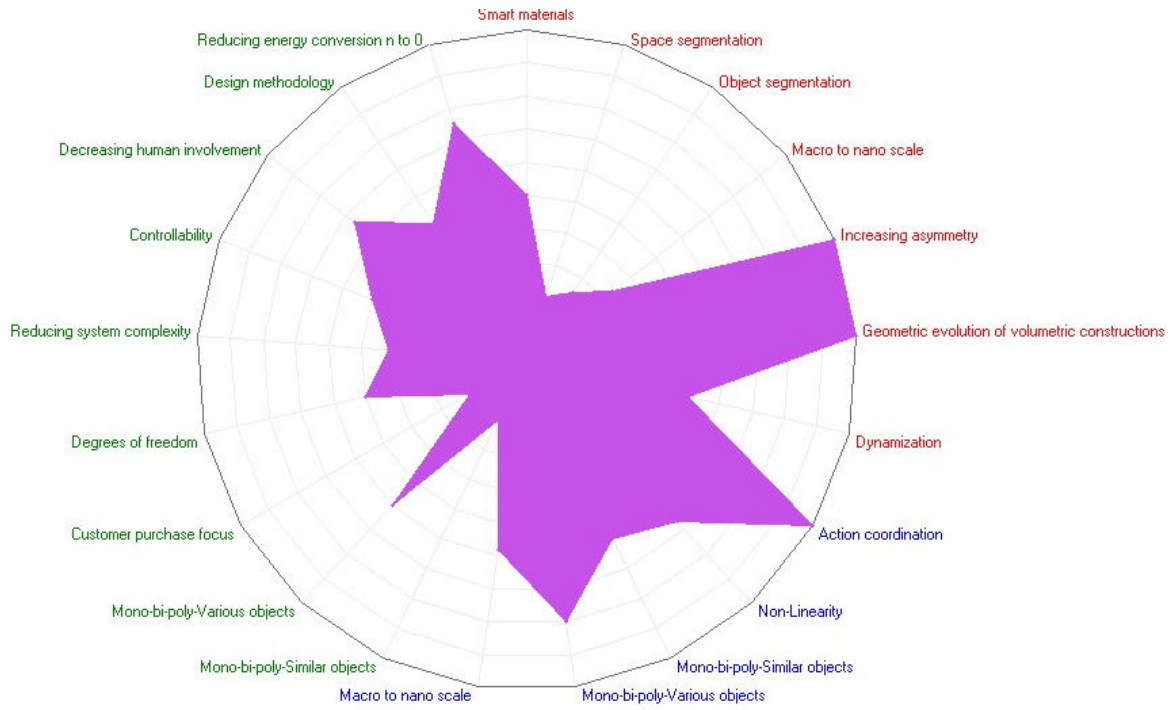
Gráfica 18.-Radar de evolución para los refrigeradores.

Con este marco de referencia se pretende tener una visión más amplia y objetiva de las propuestas de diseño para realizar una comparación. Los siguientes gráficos de radar corresponden a las cinco propuestas de diseño.

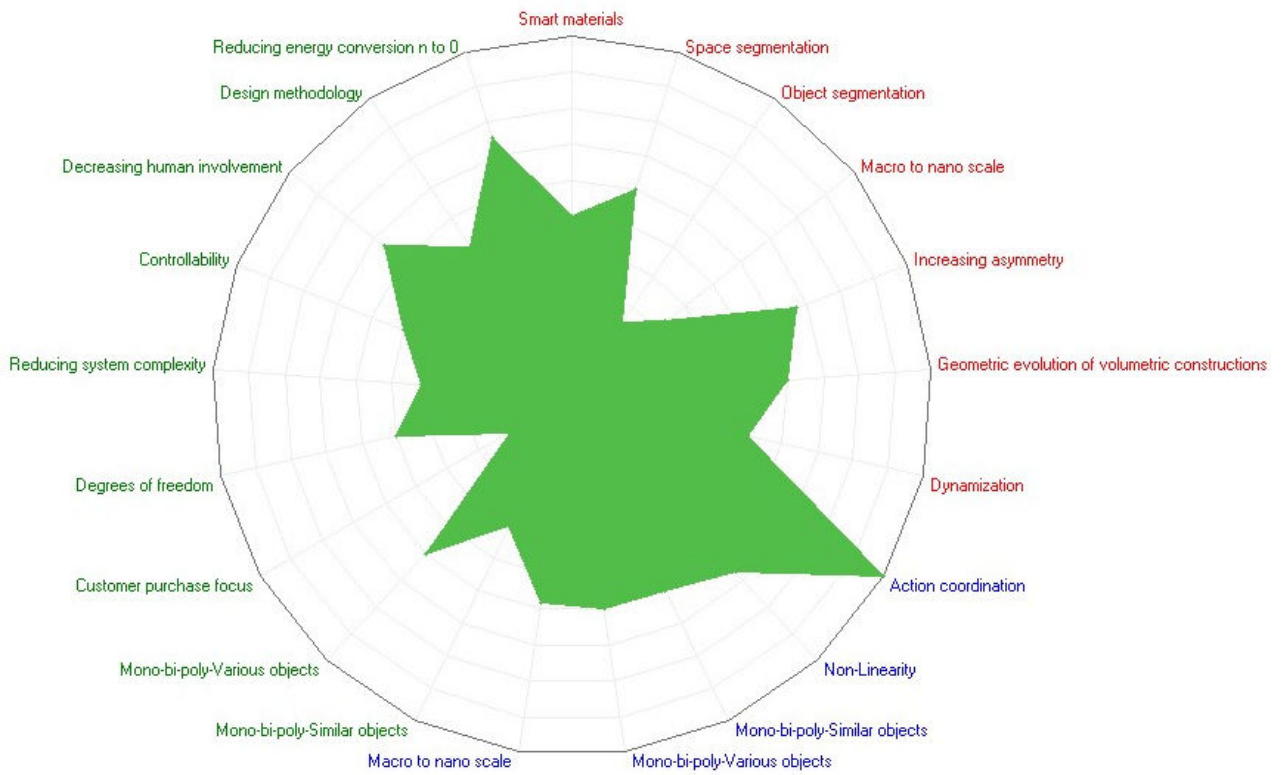


Gráfica 19.-Radar de evolución para la propuesta denominada "Disco giratorio".

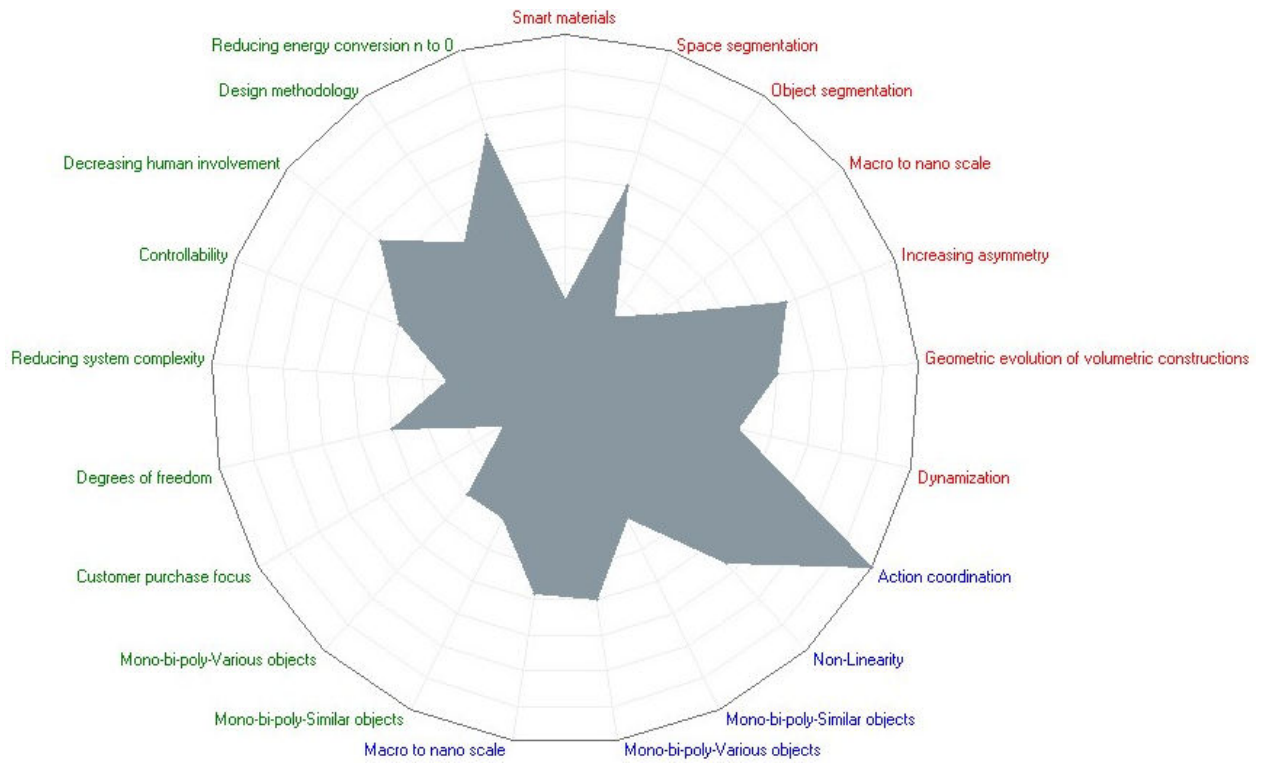




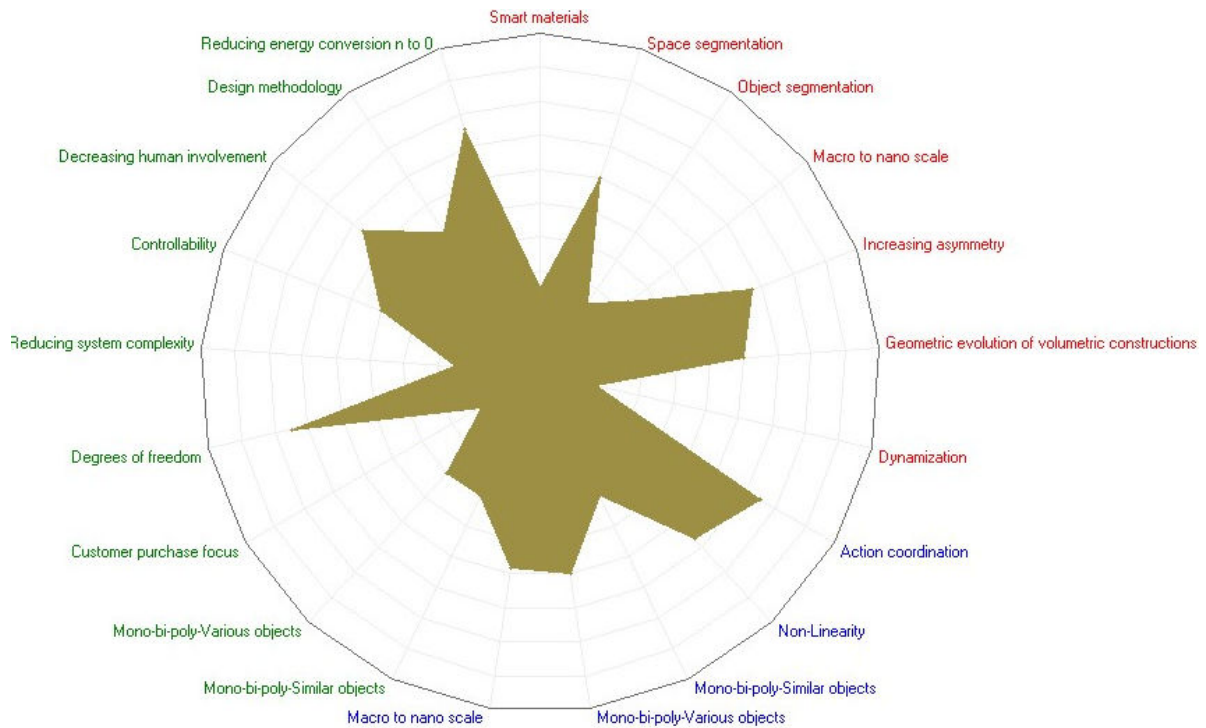
Gráfica 20.-Radar de evolución para la propuesta denominada "Tipo caja".



Gráfica 21.-Radar de evolución para la propuesta denominada "Molde Rotatorio".



Gráfica 22.-Radar de evolución para la propuesta denominada "Flujo continuo".



Gráfica 23.-Radar de evolución para la propuesta denominada "Hielo picado".

A Primera instancia se consideraría que las propuestas tienen un radar idéntico, pero cada una provee de características diferentes (características subclave) cuestión que genera la diferencia de las propuestas. Esta evaluación se hace comparando dos elementos la evolución interna de las propuestas y la evolución con respecto a la competencia.

#### **4.8. Evaluación y selección de la propuesta de trabajo.**

Para realizar un juicio entre las propuestas de diseño u objetos técnicos, se toma en cuenta que diferentes aspectos para realizar la evaluación. Estos aspectos para estimar la mejor opción son:

- **Potencial de Características Competitivas (PCC):** Podemos ver este aspecto como los potenciadores tecnológicos o tendencias comerciales que proveen de su diferencia o capacidad de competir en el mercado global. Esta característica se define con respecto a las características de las tres vertientes competitivas que se manejan; hielo genérico, Máquinas de hacer hielo y Refrigeradores con Módulo de hielo.
- **Nivel de Innovación con Respecto al Consumidor (NIRC):** Con apoyo de la metodología de innovación en el impacto del consumidor se determina cual propuesta tienen la mayor capacidad de afectar al consumidor.
- **Nivel de Innovación Evolutiva de la Técnica o Tecnología (NIET):** El método de diseño TRIZ permite en base a su Radar de evolución, encontrar en qué punto la técnica aplicada a la propuesta esta evolucionada. De esta forma cuantificar en un grado el nivel de evolución de la aplicación en los sistemas.
- **Capacidad de Producción (CP):** Este rubro habla de la cantidad que tiene cada uno de los generadores para crear hielo.
- **Costo de Inversión de Propuesta (CIP):** Respaldo por la tabla de elementos técnicos, podemos cuantificar o estimar el costo de la realización de un modelo prototipo, algunos elementos de esta prueba serán excluidos. Los elementos que serán tomados como referencia del costo de inversión son los que corresponde a las materias primas, es decir los elementos constituyentes de la propuesta. El nivel positivo corresponde al menor costo posible.
- **Nivel de Dominio de las Características Particulares de las propuestas en comparación de las demás (NDCP):** Como se menciona cada una de las propuestas tiene una característica propia (característica subclave), es por ello que también se compara el nivel de dominio o aproximación de las características propias entre los diversos objetos técnicos.

Para proseguir con la evaluación se hace uso de matrices de decisión, prosiguiendo este método se requiere saber el peso o el impacto de cada uno de los rubros de evaluación mediante una matriz de peso.

	PCC	NIRC	NIET	CP	CIP	NDCP	Puntos	Peso
PCC	0	1	1	0	1	0	3	0.200
NIRC	0	0	1	0	1	1	3	0.200
NIET	0	0	0	0	0	1	1	0.067
CP	1	1	1	0	1	0	4	0.267
CIP	0	0	1	0	0	0	1	0.067
NDCP	1	0	0	1	1	0	3	0.200
Total							15	1

Tabla 28.- Matriz de peso de los rublos de evaluación bajo la metodología de ponderación.

Se hace uso de un sistema de 11 puntos para calificar las características de cada propuesta, el valor de cada número es el siguiente:

11 puntos de escala	Descripción
0	Totalmente inútil
1	Muy inútil
2	Débil
3	Pobre
4	Tolerable
5	Satisfactoria
6	Buena solución con algunos inconvenientes
7	Buena solución
8	Muy buena
9	Excelente
10	Ideal

Tabla 29.- Tabla descriptiva de la metodología de once puntos

Con estas generalidades, se presenta a continuación la evaluación que corresponde a cada uno de los rubros de trabajo. Así se la siguiente tabla se muestra la evaluación y se toma la decisión del mejor candidato.

	Calif.	Peso Calif.	Calif.	Peso Calif.	Calif.	Peso Calif.	Calif.	Peso Calif.	Calif.	Peso Calif.
PCC	6	1.2	7	1.4	7	1.4	7	1.4	8	1.6
NIRC	6	1.2	6	1.2	6	1.2	6	1.2	6	1.2
NIET	5	3.3	7	4.7	6	4.0	5	3.4	4	2.7
CP	4	10.7	5	13.4	6	16.0	7	18.7	5	13.4
CIP	5	0.3	4	0.3	6	0.4	3	0.2	7	0.5
NDCP	6	1.2	3	0.6	7	1.4	5	1	3	0.6
Total:	32	17.9	32	21.5	38	24.4	33	25.8	33	19.9

Tabla 30.- Tabla de evaluación por matrices de decisión.

Finalmente la propuesta que se ha seleccionados para el diseño es la de **Flujo continuo**, sí se toma en cuenta la máxima puntuación. Sin embargo el segundo **“Molde Rotatorio”** ésta muy próxima a la calificación de la propuesta de mejor puntuación. Dentro de sus parámetros se observa un mejor equilibrio con respecto a l vencedor. Se propone realizar una segunda selección bajo una observación de los puntos positivos y negativos de cada uno. El siguiente recuadro lo muestra:

Propuesta	Puntos positivos	Puntos Negativos
Molde Rotatorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos placas Peltier</li> <li>• Menos piezas móviles</li> <li>• Dosificación por gravedad</li> <li>• Molde sin piezas rotatorias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor capacidad de producción</li> <li>• Requiere de un mecanismo auxiliar para la rotación del molde</li> </ul>
Flujo Continuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran capacidad de generación</li> <li>• Molde Fijo</li> <li>• Sistema de dispersión de energía externo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor cantidad de celdas Peltier</li> <li>• Mayor cantidad de piezas móviles</li> <li>• Mecanismo auxiliar de bombeo</li> <li>• Mecanismo de biela- manivela.</li> <li>• Requiere de doble filtro</li> </ul>

Tabla 31.- Tabla de Comparación de las propuestas mejor evaluadas.

Finalmente la propuesta a diseñar es Molde rotatorio y el diseño de cada uno de los sistemas se describe en el siguiente capítulo.

# Capítulo 5

## Diseño de configuración

“Los Científicos estudian el mundo como es, los  
ingenieros crean el mundo que nunca ha sido”  
Theodore Von Karman  
Físico E Ingeniero,  
Húngaro-Estadounidense (1881-1963)

## 5.1. Dimensionamiento de las especificaciones

Retomando la información de la matriz QFD, se define cuáles son las especificaciones sin embargo no se hace consideración de la cuantificación de éstas. Se enuncian estas nuevamente, para ser tomadas en cuenta en este capítulo.

Necesidad	Especificación.
Generar Hielo sin olor desagradable	Tiempo de conversión [S]
Atractivo al consumidor	Tiempo de conversión [S], Dimensiones [m <sup>3</sup> ], Energía consumida [W]
Propuesta de bajo costo	Costo Total [M.N.]
Adaptable a refrigeradores convencionales	Dimensiones [m <sup>3</sup> ]
Posibilidad de producción Masiva	Energía Consumida [W], Costo Total [M.N.]
Amigable al ambiente	Cantidad de substancias toxicas [g]

Tabla 32.- Traducción de necesidades a especificaciones.

A pesar de hacer la conversión de necesidades a especificaciones en ningún momento ha hablado de los límites de estos o de las cuantificaciones de estos valores. Es así que se toma en consideración. Estos valores se tienen que tener un fundamento para seleccionar su magnitud. Es así como se dimensionan.

Primer aspecto que corresponde al tiempo de conversión toma de referencia el análisis de las cualidades del mercado, donde se observa que el generador de hielo más rápido o de menor tiempo de conversión es el correspondiente al de la marca NewAir. Quien muestra de ser de los más rápidos del mercado con un tiempo de 360 segundos de conversión (6 minutos para una dosificación). Es por ello que la especificación de generación de una partida debe de ser menor a este valor.

Las dimensiones de la propuesta deben ser similares o menores a los módulos usados comercialmente en los refrigeradores, tomando como referencia los modelos usados estos rondan por 0.03 [m<sup>3</sup>], para lo que es un refrigerador de 20 a 26 [ft<sup>3</sup>]. Tamaños que comercialmente tienen generador de hielo.

Considerando la potencia de consumo, no existe una referencia como tal. Sin embargo se hace alusión a la potencia de consumo de los refrigeradores analizados en consideración para determinar cuánto es el consumo promedio comercial.

El costo total de la propuesta se considera bajo los resultados de las encuestas obtenidas, en este rubro se observa que el precio estimado de los potenciales compradores fue el de 2910.00 [M.N.]. La propuesta debe estar por debajo de este precio.

La parte de amigable con el ambiente se relaciona con la capacidad humana de consumo, cosa que se establece bajo la norma NOM-127-SSA1-1994.

Es así como se establecen los valores numéricos de referencia para el diseño a detalle de la propuesta.

Especificación.	Valor numérico.
Tiempo de conversión [S]	360 [S]
Dimensiones [m <sup>3</sup> ]	0.03 [m <sup>3</sup> ]
Costo Total [M.N.]	2,910.00 [M.N.]
Energía Consumida [W]	65[W]
Cantidad de substancias toxicas [ml/g]	NOM-127-SSA1-1994

Tabla 33.- Listado de especificaciones y valores

## 5.2. Diseño del sistema de Enfriamiento

Ya que el punto principal del trabajo presente es realizar la generación de hielo en el tiempo más breve, este criterio goza de tener más jerarquía, es por ello que se propone la configuración bajo los parámetros que muestran mayor rendimiento. En conclusión se selecciona la configuración de una sola placa TEC montada sobre un sistema de disipación por conducción, bajo una corriente de 7 [A] y 12 [V], los que nos lleva a denotar una potencia de consumo de 84 [W], aproximadamente la mitad de la potencia de las Placas tipo 12710 (potencia nominal de 150 [W]).

Dado que la propuesta, se toma en consideración el uso de dos placas de efecto Peltier, quedando por resolver la interrogante de ¿qué configuración es la más pertinente realizar el circuito?, ¿Serie o Paralelo?

Para resolver este inconveniente se analiza en cual parámetro se tiene mayor impacto o se quiere minimizar; ya que la corriente presenta en este caso el parámetro a minimizar la configuración más adecuada corresponde a una arquitectura serie; dado que en un caso paralelo la corriente se tendría que doblar, llegando a un valor de 14 [A], bajo esta selección el voltaje que se deberá suministrar es de 24 [V].

El siguiente paso es tomar en consideración el molde que corresponde a parte de este sistema, dado que como se explicará posteriormente se realiza un cambio de la disipación por uno de conducción, este no puede estar alojado dentro de la estructura, es por ello que pretende hacer un cambio en la configuración de la simetría. En este caso en vez de que la región donde se aloja el agua para cambio de fase se encuentre en la parte externa del molde, ésta se encontrará en la parte interna.

## 5.3. Diseño del sistema de disipación de energía

Tomando en consideración los resultados mostrados en el capítulo 4, donde la gráficas 6 a la gráfica 13, que muestran el desempeño de la disipación por conducción, al comparar configuraciones sencillas de las placas. En primera instancia el modelo requiere de un cambio en el sistema de disipación de energía con respecto a la propuesta realizada, en este caso se pretende realizar un cambio en el principio de disipación.



Bajo este esquema se realiza una búsqueda de elementos que ya existentes para realizar dicha función, encontrando diversas opciones de las cuales se toma un disipador de la marca Thermaltake serie Contact modelo 21; dadas sus características de disipación y su tamaño adecuado. Dentro de sus características estándar ésta la capacidad de disipar hasta 140 [W] cuestión que sobrepasa por mucho el margen de trabajo, le da un factor de 1.667 de margen para operar. Esta consideración tan grande se hace tomando en cuenta los diversos parámetros que pueden afectar la disipación y características en el proceso.



Imagen 34.- Vista frontal del disipador Thermaltake Contact 21

Se tienen dos disipadores para cada una de las placas activas, además de eso tienen una orientación opuesta. Esto con el fin de generar una corriente que se usara posteriormente para apoyar el deshielo, de los cubos ya formados.

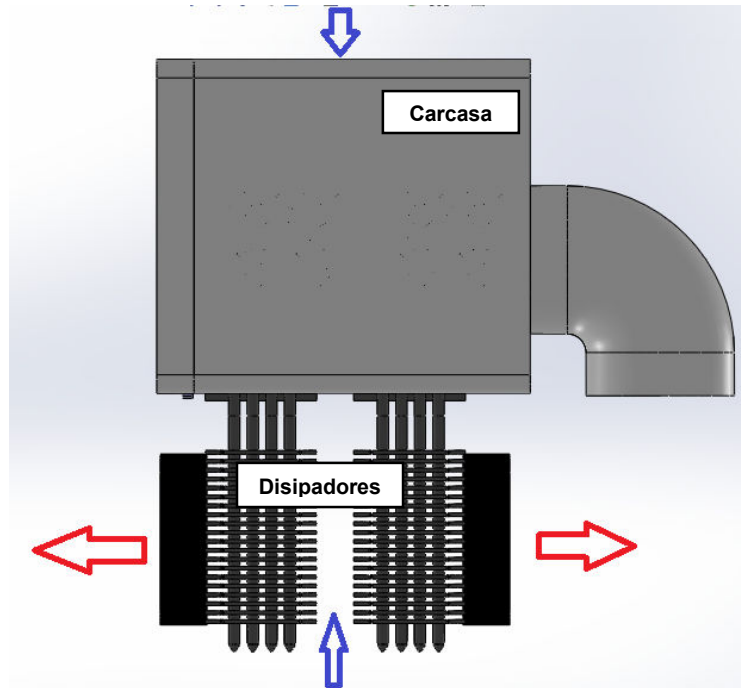


Imagen 35.-Flujo del aire aplicado en la disipación

#### 5.4. Diseño del sistema de molde y de rotación.

Se ha cambiado un molde de forma prismática, por uno de forma cilíndrica. En el caso del sistema que alojara el agua en cambio de estado serán de forma cilíndrica con un centro, esto relacionado a lo demostrado en las pruebas experimentales las cuales demuestran que aumentando el área de contacto o bajo este cambio geométrico. De esta forma se favorece la generación del cubo de hielo en un menor tiempo.

El cambio a un molde rotatorio, permite que exista una determinada cantidad de alojamientos en su forma, se propone una formación de cuatro conjuntos separados a la misma distancia. Con lo anterior se quiere mostrar que existen agrupaciones de alojamientos separados a noventa grados en la circunferencia interna del molde rotatorio.

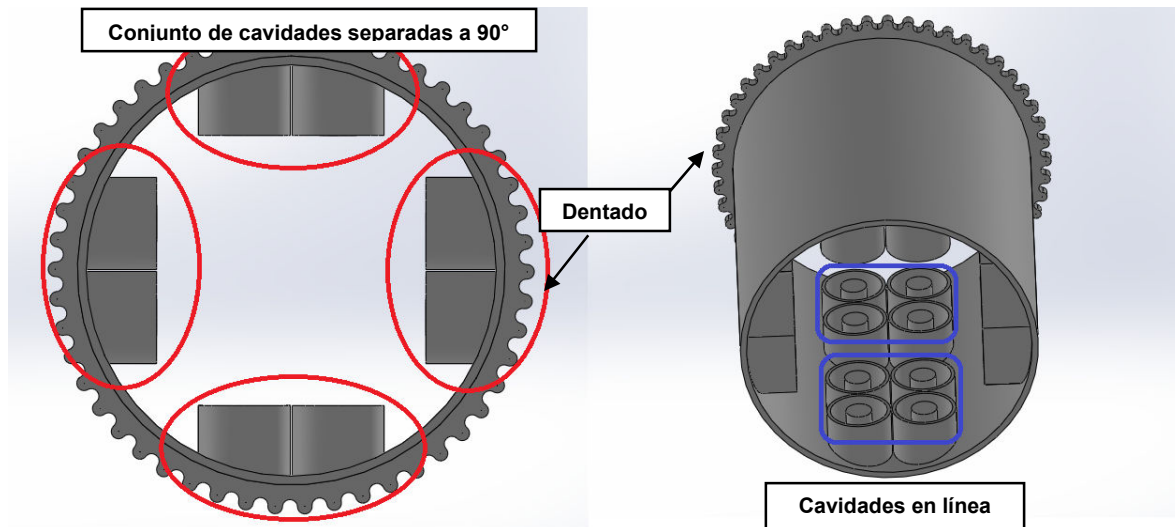


Imagen 36.- Vista del molde y sus alojamientos.

Estos conjuntos de alojamientos o grupos están formados por dos grupos bajo una misma línea. Están separados a distancia correspondiente para que el centro de estos corresponda al centro de la placa de efecto Peltier, a pesar de que el agrupamiento supera el tamaño de la placa; por efecto de conducción se considera que la temperatura será aproximada la misma en este conjunto. Estas agrupaciones de cavidades están formadas por 4 elementos, es decir cada Placa TEC generara 4 hielos; lo que nos da una suma de 8 hielos por iteración.

Como se muestra en la imagen 36 en uno de los extremos del molde existe un dentado, este conjunto de muescas conforma un sistema de engranes para que el sistema rote al terminar cada generación de hielos. Se hace uso de otro engrane para que un molde genere el par necesario para la mover el molde.

Se tienen 3 puntos de apoyo para el molde uno entre la carcasa y la tapa que generan un alojamiento con una superficie curva para permitir el giro. El segundo punto de apoyo son las placas TEC, se hace punto de contacto en ambas placas y por último dentro del lado opuesto de la carcasa existe una muesca o saliente circular que aloja el tubo para que no exista un movimiento inesperado o fuera del eje rotacional deseado.

Dado las características del molde, se hace uso del calculador de propiedades físicas en Solidworks, asignado un material como lo es un acero inoxidable por sus características de baja corrosión y densidad; con este material asignado se estiman 2.800 [Kg] de masa. Ahora si se tienen en consideración que existen 32 compartimientos que alojan al hielo y la masa aproximada es de 7 [gr] por alojamiento se tiene que son 224 [gr] de hielo en los contenedores. Es así que se tiene 3.024 [Kg] de masa en un caso crítico para el motor y este tendrá que mover esta masa, es así que tiene que ejercer la fuerza necesaria para realizar tal objetivo.

El motor seleccionado para realizar el proceso de rotación, es un motor de pasos con las siguientes características;

- Motor de par de 3.2 [Kg/cm]
- Alimentación de 1.2 [A] a 4 [V]

Seleccionado el motor de la marca NEMA modelo 17, piensa en un engrane conductor para manejar el molde, considerando las nociones del paso del dentado del molde.

### 5.5. Diseño del sistema de dosificación de hielos y agua.

El sistema de dosificación de hielos se compone de la sencillez, este no requiere de partes mecánicas ni móviles. El sistema consta de una rampa que capta los hielos después de haber sido deslizados del molde por la gravedad, este tiene una rampa para que se deslicen por ella a través de su longitud y llegar al final del molde donde son captador por segmento de forma tubular que genera la dosificación al consumidor.

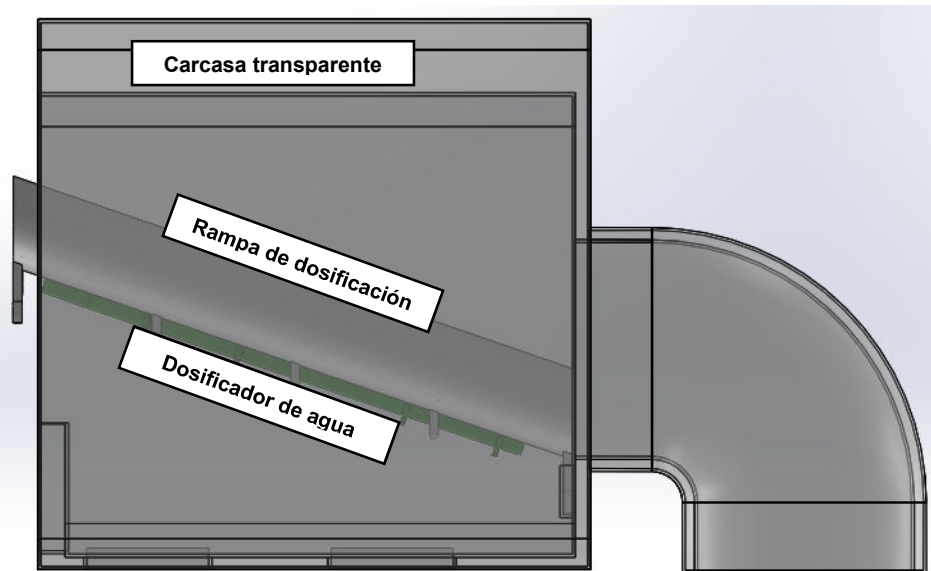


Imagen 37.- Vista Interna de la carcasa del rediseño del prototipo.

Como ya se mencionó en el diseño se tiene una rampa, la cual se aprecia en la imagen, esta rampa tiene dos pestañas a los extremos. Las cuales van alojadas en unas cavidades tanto en la tapa de la, como en la carcasa. En la parte inferior de dicha rampa se puede observar la existencia de una tubería de color verde, está es el dosificador de a los alojamientos o cavidades del molde.

El flujo requerido para generar el hielo es de un aproximado de  $0.311 \cdot 10^{-3} [\text{Kg/s}]$  o  $0.311 \cdot 10^{-6} [\text{m}^3/\text{s}]$  (tomando en consideración la densidad del agua como 1000), este flujo másico, este flujo está estimado para llenar los contenedores es un estimado de 180 [s].

Dado estos datos se determina que a bomba de flujo debe de ser de un estimado de 6.1 [W] de potencia. Dicha potencia es la requerida para generar el trabajo de flujo, que provoca llenar los alojamientos bajo las condiciones estipuladas. Con este estimado de potencia se propone el uso de una bomba de marca Evans de la serie AQUA, modelo 12W. En apoyo al sistema de flujo se propone el uso de una electroválvula, cuya función es generar una barrera fija al retorno del flujo.

## 5.6. Sistema de control

El sistema control se basa en un modelo de entradas y salidas que tiene que controlar, en este caso se tiene las siguientes señales.

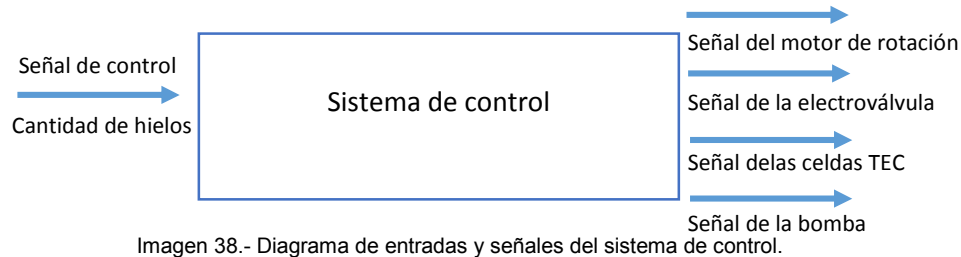


Imagen 38.- Diagrama de entradas y señales del sistema de control.

Para el manejo de estas señales se propone el uso de un micro procesador, para ser específico se propone el uso de un ATMEGA328. En esta consideración se basa en la aplicación de un sistema configurado como combinatorio, con control del tiempo.

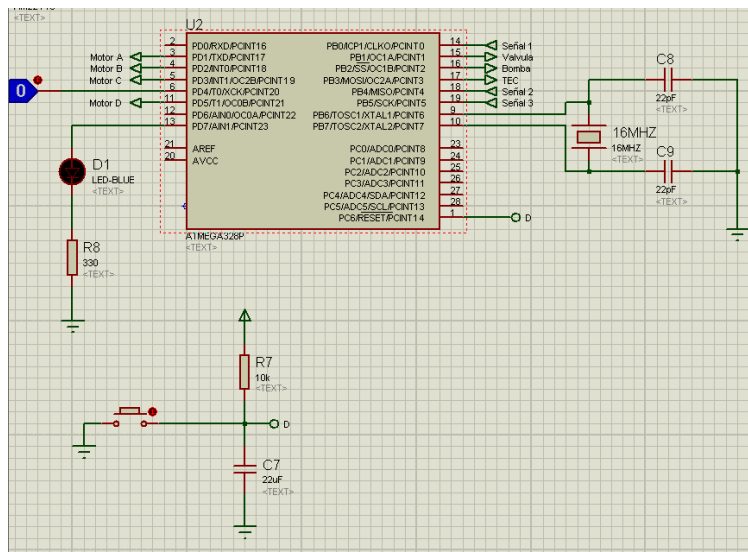


Imagen 39.- Simulación de las señales de entrada y salida en el microcontrolador.

En otras palabras hacer uso de una lógica combinatoria para el control realizando señales controladas por tiempo. La figura 39 es una representación de la simulación de los elementos requeridos para montar el microcontrolador y las señales que se aplicarán. Se tienen cuatro señales del motor a pasos para poder realizar el control de los embobinados de que componen el motor de pasos. En caso particular del motor realizar el control de los pasos para girar estimados de 90 grados por cada dosificación.

## 5.7. Sistema de potencia.

Para el diseño de la parte de potencia se realiza una placa de potencia para cada uno de los elementos. El uso de un transistor para la alimentación de la electroválvula, bomba y placas TEC; en el caso de la electroválvula y la bomba se hace uso de un L293D, un puente h con una corriente

máxima estimada de 600 [mA]; para las placas TEC se usa un TIP100 (Cuya corriente del colector es de aproximadamente 8 [A]). Para el control del motor se propone el uso de un puente H del tipo L298, ya que soporta un máximo de 2 [A] y el motor seleccionado requiere de 1.2 [A].

### 5.8. Lista de materiales (Bill of Materials, BOM)

Cada uno de los sistemas diseñados tiene un conjunto de elementos, para realizar el estimado de materiales se tiene un listado de materiales.

Elemento	Costo	Proveedor
Material aislante	94.60[M.N]	Touch 'n Foam
Dosificador	32.40 [M.N]	----
Bomba	329.31 [M.N]	Evans
Manguera rígida	47.00[M.N]	SURTEK
Motor	361.00 [M.N.]	Electrónica Estudio
Ventilador y disipador	2 [unidades] * 459.3 [M.N.] = 918.6[M.N]	ThermalTake
Placas de efecto Peltier	2[Unidades] X 57.04 [M.N.] = 114.08 [M.N]	Newark
Molde de hielo	560 [M.N]	-----
Rampa de dosificación	50.00[M.N]	-----
Carcasa	130 [M.N]	-----
Tapa	50.00[M.N]	-----
Puente H L293	65.34 [M.N]	AG Electrónica
Transistor TIP41	12.56 [M.N]	
Puente H L298	78.49	AG Electrónica
Micro procesador ATMEGA328	100.00 [M.N]	AG Electrónica
Total Estimado	2940.97[M.N]	

Tabla 34.- Listado de materiales para armar un prototipo

El costo estimado de este prototipo es de 2940.97 [M.N.], costo muy similar al límite especificado por los consumidores.

### 5.9. Comparación de las especificaciones límite y las del producto

La siguiente tabla muestra las especificaciones del rediseño y de las estipuladas al inicio del capítulo.

Especificación.	Valor Limite	Valor del producto
Tiempo de conversión [S]	360 [S]	261[S]
Dimensiones [m <sup>3</sup> ]	0.03 [m <sup>3</sup> ]	0.0185 [m <sup>3</sup> ]
Costo Total [M.N.]	2,910.00 [M.N.]	2,940.97[M.N.]
Energía Consumida [W]	65[W]	172[W]
Cantidad de substancia toxica [ml/g]	NOM-127-SSA1-1994	-----

Tabla 35.- Comparativa de las especificaciones esperadas y las estimadas para el rediseño.

El tiempo de generación esta aproximadamente un minuto por abajo del competidor seleccionado, las dimensiones establecidas son cercanas a la mitad del usado en los refrigeradores analizados. En caso del costo aquí se supera sin embargo es por un aproximado de 1.78% del costo establecido, se tiene que mencionar dos aspectos en este caso; este es el costo de materiales sin tomar en consideración mano de obra y segundo se tiene el costo de una unidad prototipo, no comercial. En cuanto al consumo de potencia se hace la consideración de dos dosificaciones al día, resultado de las encuestas. Sin embargo la consideración es que este sistema no está encendido todo el día, a comparación del refrigerador; pero su consumo es casi 3 veces mayor que el de un refrigerador. El aumento de energía tiene impacto en las condiciones de alimentación energética del hogar, pero no de forma repercutirá en el bolsillo del consumidor, quien tendría un aumento de aproximadamente 2.68 pesos de aumento bajo dos dosificaciones al día y con los costó de KW/h estipulados por la CFE.

#### 5.10. Visualización del Render.

Las siguientes son imágenes del render del prototipo, dado el rediseño aplicado.

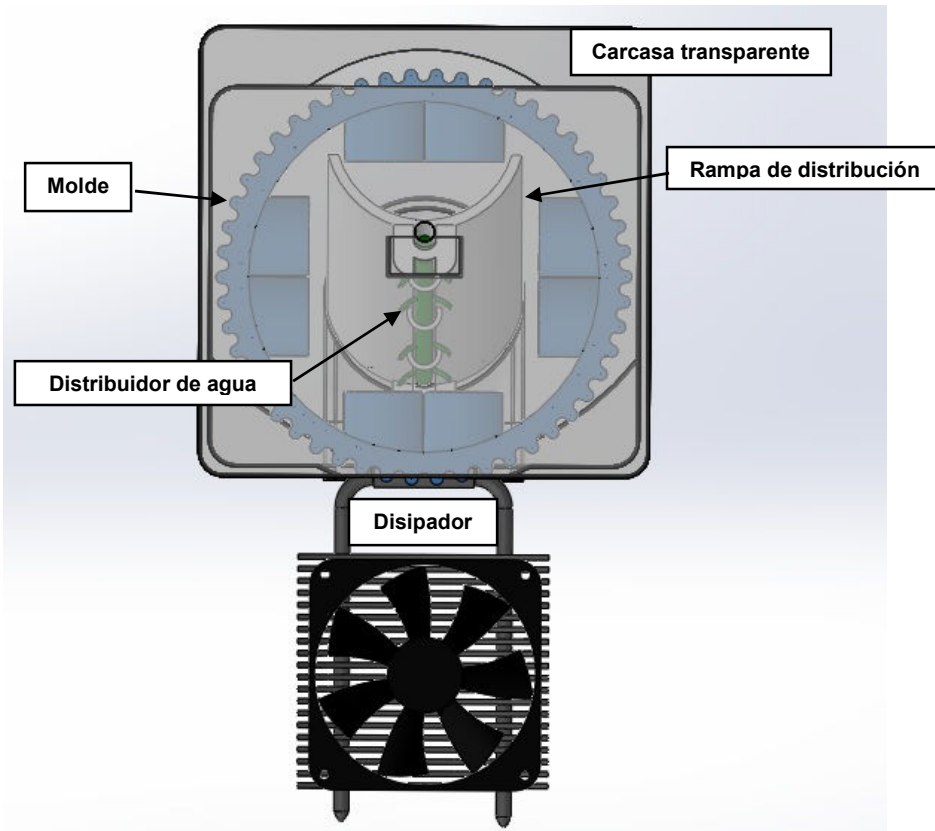


Imagen 40.- Vista Frontal del Rediseño

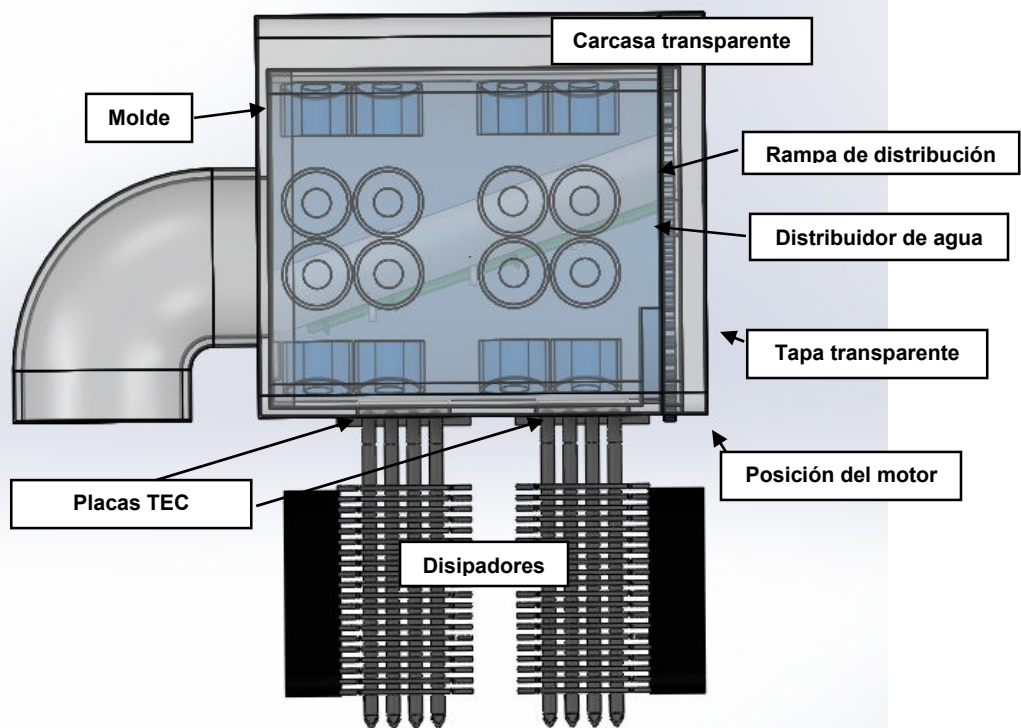


Imagen 41.- Vista Lateral del Rediseño



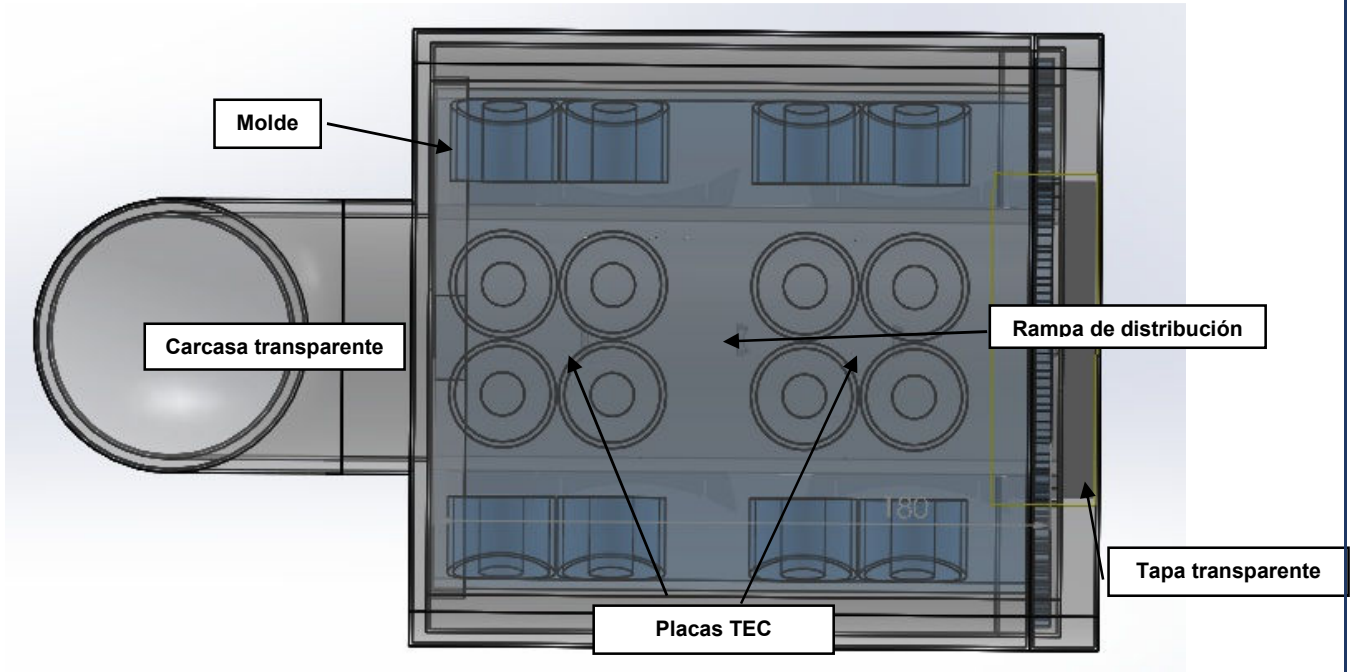


Imagen 42.- Vista superior del Rediseño

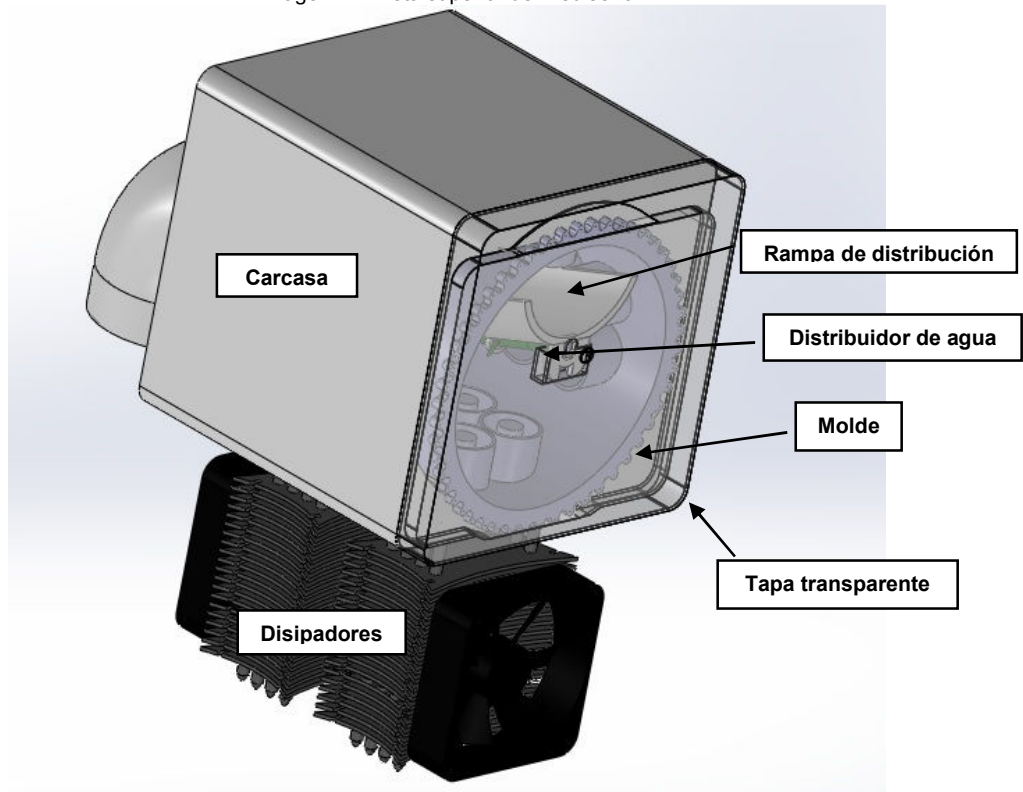


Imagen 43.- Vista Isométrica del Rediseño

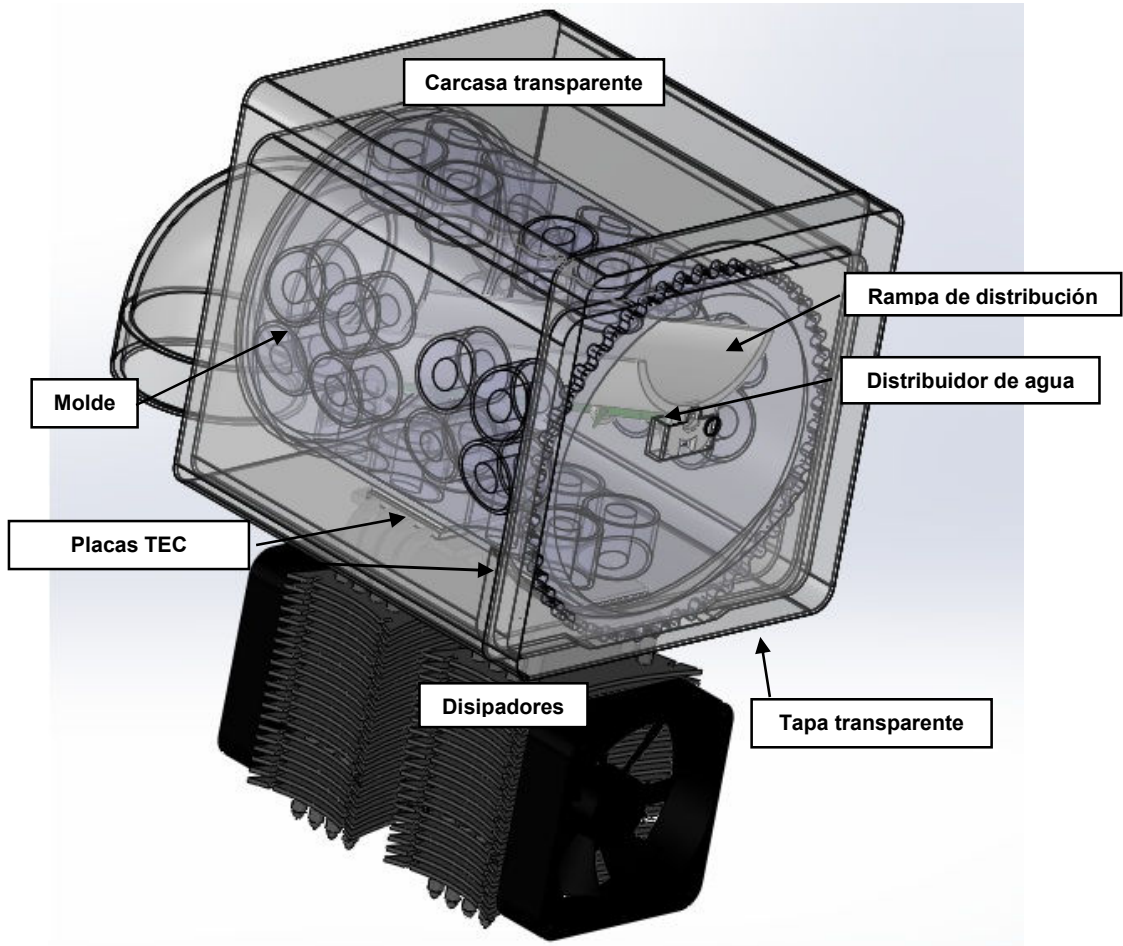


Imagen 44.- Vista Isométrica con transparencia del Rediseño

# Capítulo 6

## Conclusiones

“El Ingeniero debe de ser humilde”  
Luis Cesar Vázquez Segovia  
Ingeniero y Académico de la UNAM

El trabajo realizado tiene por objetivo realizar un estudio de la capacidad que existe de una tecnología ajena a la compresión de gas para la generación de hielo en tiempos disminuidos, en este caso la tecnología con la que se compara el efecto Peltier. Dentro de las gráficas muestro que el menor tiempo registrado para generar una muestra de hielo, ha sido de 48.5 [S], tomando en consideración un hielo de un estimado de 8 [gr] (aproximadamente 20 [mm] por lado en un cubo). El tiempo de generación es de 261 [S]. La potencia utilizada para realizar esto es de un valor de 170 [W]; deseo aclarar que el punto de generación es el de menor tiempo, no así el de mayor eficiencia. El valor de eficiencia se logra casi duplicar en los estudios realizados.

Comparando con el generador de hielo de NewAir, quien muestra que su generación de hielo se realiza en 6 minutos (360 [s]) y su potencia de consumo es de 120 [W], cabe aclarar que este sistema hace uso de un sistema de compresión por gas.

Se concluye que la capacidad de otra tecnología en este caso las celdas de efecto Peltier en cuestión de tiempo pueden reducir el tiempo frente al consumidor en un 28 % (un aproximado de 99 [s]), sin embargo el costo de reducción de tiempo tiene un precio en el consumo de energía cuyo valor supera en 41% la potencia mencionada por la compañía NewAir.

En cuestión del dimensionamiento, bajo ésta tecnología tiene un volumen estimado en 0.0185 [m<sup>3</sup>] en comparación con el especificado de 0.03 [m<sup>3</sup>] (tomado de refrigeradores con sistema de generación), en este caso la reducción de tamaño es de 39% de reducción del tamaño. Pero para tomar esta consideración en función del mismo patrón, es decir el generador de hielo NewAir su tamaño estimado es de 0.042 [m<sup>3</sup>], si se realiza la comparación de la propuesta final la reducción de tamaño supera el 50% de reducción del tamaño.

Los inconvenientes de la tecnología Peltier son obvios, el principal defecto que se tiene es la potencia suministrada, valor muy relacionado con la eficiencia lograda. En caso contrario las cualidades de esta tecnología lo son igualmente visibles, primero el tiempo de generación de disminuye por arriba de una cuarta parte y la disminución del tamaño fue a la mitad. El resultado del tiempo reducido es de los más relevantes pues el objetivo de la tesis, la comparación de la capacidad de generar hielo de una tecnología ajena a ciclo de compresión de gas, dicha comparación resulta en un valor positivo para la tecnología Termoeléctrica.

## Fuentes de información

### Bibliografía

- Dieter, George E. Schmidt, Linda C. "Engineering Desing". McGraw-Hill, 4° edición.
- Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger. "Diseño y desarrollo de productos". McGraw-Hill, 5° Edición.
- Chang Raymond. "Química", McGraw-Hill, 3° Edición.
- Yunus Cengel. "Transferencia de Calor y Masa", McGraw-Hill. 5° Edición
- Kalevi Rantanen & Ellen Domb. "Simplified TRIZ". Auerbach Publication, 2° Edition, 2008.
- Tomas Holzschuh. "TRIZ business trend". Campus 02
- Christensen, Clayton M. "The innovator's Dilema, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1997.
- Noel Leon, "Trend and Patterns of evolution for product innovation", First Iberoamerican congress on technical innovation, September 2006.
- Alanec Monroy Cozumel. "El papel de las rupturas de uso, tecnológica y económica en el proceso de innovación". Por publicar
- Peter W. Egolf, Andrej Kitanovski, Didler Vuarnoz. "An Introduction to Magnetic refrigeration". University of applied Science of Western Switzerland, 2009.
- A. T. Saito, H. Tsuji & T. Kobayashi. "Magnetocaloric Effects and Magnetic Properties in Intermetallic Compounds". Enviromental Technology Laboratory, Corporate R&D Center, Toshiba Center, 2005.
- Hiroaki Nakamura, Kazuaki Ikeda & Satarou Yamaguchi. "Physical Model of Nernst Element". Venture Business Laboratory, Nagoya University, 1998.
- Wirachman Wisnoe, Nurhasanah Ismail. "Experimental Investigation on the effect of conical Valve ans swirl generator to the performance of Ranke-Hilsch vortex tube". Universiti Teknologi MARA (UiTM), 2011.
- L.I. Molodezhnikva, O. V. Porutchikova. "Laboratory-Scale Plant for Ranke-Hilsh Effect Research". Modern Technique and Tecnologies 2001. Page 29.
- Germán Bridoux, Tesis Doctoral " Efecto Nernst en superconductores de alta temperatura", Universidad Nacional de Cuyo, Abril de 2008.

# Apéndice A

## Encuesta bajo el método Kano

Estimación de la muestra recabada para la población de estudio, se toma en consideración la población del Distrito Federal al ser la Población Local. Para estimar la muestra mínima requerida de análisis se realiza la siguiente iteración, tomando en cuenta lo que la población es finita; se realiza bajo la siguiente regla de correspondencia:

$$N = \frac{K^2 * p * q * n}{(e^2(n - 1)) + K^2 * p * q}$$

Donde:

N es el tamaño de la muestra

K es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. Es decir muestra el nivel de acercamiento a la realidad o que la investigación sea cierta.

e corresponde al error muestral deseado. Considerado como la diferencia que existe preguntando a la muestra de la población y el que obtendríamos al preguntar a toda la muestra.

p es la proporción de individuos que poseen la característica de estudio. Se proporciona como valores de 0 a 1.

q es la proporción de individuos que no poseen esta característica, es decir, 1-p (el residuo)

n es el tamaño de la población o el universo a tratar.

Cada uno de estos parámetros se determina de la siguiente manera:

N es el tamaño de la muestra, dado que la población local es la del Distrito Federal. Según el dato estadístico de mostrados por el INEGI la población contemplada para en el año 2010, esta tiene una magnitud de 8, 851,080 personas. K que se estima como nivel de confianza se puede observar su valor en la siguiente tabla:

Nivel de confianza	99	95.5	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
K	2.58	2	1.96	1.65	1.44	1.28	1.15	1.04	0.94	0.85	0.76	0.69

Tabla 31.- Relación de nivel de confianza y valor de la literal K.

Dado que la encuesta es anónima y solicitada, se considera que los involucrados tienen un nivel de confianza medio-alto. Bajo estos parámetros se toma el nivel de confianza de 70 y su correspondiente valor de K es de 1.04. Para el valor que corresponde al error muestral "e" de un valor de 5 por ciento.

El valor de la población con la característica correspondiente al estudio, es aquellos que tienen la capacidad monetaria de comprar un refrigerador, esta se toma a partir de los 25 años de edad. La población con este rasgo es el 67.1% de la población que corresponde al 0.671 de para el valor p. El residuo de este valor es 0.329 que corresponde a q.

Ya con estos valores se estima que el tamaño de la muestra es de 96 individuos, se propone bajo este dato tomar una muestra de 100 individuos. La muestra tomada presenta los siguientes datos:

Datos de la disposición económica por la innovación		Datos de las ocasiones de consumo de hielo por día		Datos de la edad de la muestra	
Promedio	2,910	Promedio	2	Promedio	36
Media	2000	Media	1	Media	25
Mediana	2,000	Mediana	1	Mediana	31
Máximo	10,000	Máximo	4	Máximo	66
Mínimo	0	Mínimo	0	Mínimo	19

Tabla 32.- Valores estadísticos de la muestra tomada.

En las siguientes hojas anexas, se tiene el formato del cuestionado conjuntamente con su método de evaluación.

Edad: \_\_\_\_\_

### Formato del cuestionario

*Instrucciones: El siguiente cuestionario esta realizado para determinar el nivel de aceptación de un individuo a fin a un producto que permita subir-bajar escaleras. Se debe de responder que es lo que le haría sentir si el dispositivo tuviera la cualidad descrita en el enunciado. Las respuestas marcan diferentes grados de captación, usar la más aproximada a lo que le haga sentir la cualidad evaluada.*

No	Pregunta	Respuesta
1	Si el tiempo para hacer hielo en su refrigerador disminuye a unos cuantos minutos	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolero
2	Si el costo del módulo de generación rápida de hielo aumentara el costo del refrigerador un estimado de 3,000 pesos M.N.	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolero
3	Si el dispositivo de generación de hielo rápido estuviera incluido en un refrigerador	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolero
4	Si el dispositivo generara desechos nocivos al ambiente	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolerarlo
5	Si el dispositivo aumenta en consumo eléctrico de la casa en un 0.3 [kW-h] equivalente a 0.60 pesos mensuales y en un comercio en 7.3 [kW-h] equivalente a 13.70 pesos mensuales	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolero
6	Si el dispositivo de generación de hielo rápido fuera un aparato aparte	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolero
7	Si el costo del módulo de generación rápida de hielo no elevara el costo del refrigerador	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolerarlo
8	Si el tiempo para hacer hielo en su refrigerador no cambia	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolero
9	Si el dispositivo no genera desechos nocivos al ambiente	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolero
10	Si el dispositivo no eleva el consumo eléctrico en su hogar	a) Me gusta b) Es necesario c) Me da igual d) No me gusta, pero puedo tolerarlo e) No lo tolero
11	Considerando que el precio aproximado de los refrigeradores que proveen hielo tienen un promedio de 16,000.00 pesos M.N., ¿cuánto estaría dispuesto a pagar de más si el tiempo de generación de hielo se disminuye a unos minutos?	
12	¿Cuántas veces al día consumes hielo en su hogar y fuera de él?	Hogar: Fuera de el :



## Formato de Evaluación

Para evaluar el cuestionario se agrupa la respuesta de las preguntas relacionadas a la funcionalidad o disfuncionalidad del requerimiento evaluado, y con ellas se va a la siguiente tabla relacionando estas respuestas, determinando la evaluación del requerimiento.

Disfuncional						
Funcional		a) Me gusta	b) Es necesario	c) Me da igual	d) No me gusta, ...	e) No lo tolero
	a) Me gusta	Cuestionable	Atractivo	Atractivo	Atractivo	Unidimensional
	b) Es necesario	Inverso	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Debe de ser
	c) Me da igual	Inverso	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Debe de ser
	d) No me gusta, ...	Inverso	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Debe de ser
	e) No lo tolero	Inverso	Inverso	Inverso	Inverso	Cuestionable

Fig. 33. Cuadro de apoyo

Usando la pregunta acerca de si es ligero o no ligero podemos realizar un ejemplo de cómo usar el cuadro de apoyo, suponiendo que en la pregunta 3, si es ligero el producto, se contesta a) me gusta y en la pregunta 41, si no es ligero, se contesta e) no lo tolero; haciendo la relación columna y fila llegamos a que ese requerimiento debe de ser unidimensional.

Así esto se tiene que marcar en la tabla siguiente donde se evalúan cada uno de los requerimientos. Llenándolo de la siguiente forma

Requerimiento	Pregunta		Nivel de afinidad					
	Funcional	Disfuncional	Unidimensional	Atractivo	Debe de ser	Indiferente	Inverso	Cuestionable
Sistema adaptable a la silla	1) A	32) B	X					
Sin ayuda de otras personas	2) C	39) A			X			
Ligero	3) C	41) A					X	
Manejo Táctil	4) B	28) D		X				
Económico	34)	5)						
Seguro	37)	6)						
Compensación de la inclinación	35)	7)						
Confort al subir la escalera	23)	8)						
Escaleras de diferentes dimensiones	21)	9)						
Silencioso	26)	10)						
Barato en la reparación	36)	11)						

Figura. Ejemplo de tabal de evaluación

Tabla de evaluación

Requerimiento	Pregunta		Nivel de afinidad					
	Funcional	Disfuncional	Unidimensional	Atractivo	Debe de ser	Indiferente	Inverso	Cuestionable
Tiempos breves	1	8						
Propuesta de bajo costo	2	7						
Modulo en un refrigerador	3	6						
Amigable con el ambiente	4	9						
Potencia eléctrica	5	10						

Tabla 33.- Tabla de Evaluación para la metodología Kano.

# Apéndice B

## Características de los instrumentos de medición

Fuente voltaje que alimenta las placas Peltier

Marca	LAMBDA
Modelo	LK 3404 FM
Voltaje	
Rango	0 [V]-20 [V]
Resolución	0.5 [V]
Legibilidad	Buena
Error de Exactitud	+/- 0.05%
Corriente	
Rango	0[A]-10[A]
Resolución	0.25[A]
Legibilidad	Buena
Error de exactitud	+/- 0.2%

Tabla 34.- Características de la Fuente de voltaje para las placas TEC

Desviación de los valores de voltaje y corriente eléctrica al alimentar las placas de efecto Peltier (estos valores se determinaron tomando datos al realizar los ensayos)

Corriente	
Límite superior promedio de la desviación	0.045 [A]
Límite inferior promedio de la desviación	0.025 [A]
Voltaje	
Límite superior promedio de la desviación	0.022 [V]
Límite inferior promedio de la desviación	0.019 [V]

Tabla 35.-Tabla de datos de desviaciones estimadas.

Fuente de voltaje que alimenta el sistema de disipación:

Marca	BK PRECISION
Modelo	9110
Voltaje	
Rango	0 [V]-60 [V]
Resolución	0.0001 [V]
Legibilidad	Excelente
Error de Exactitud	+/- 0.05%
Corriente	
Rango	0[A]-5[A]
Resolución	0.0001[A]
Legibilidad	Excelente
Error de exactitud	+/- 0.2%

Tabla 36.- Características de la Fuente de voltaje para el sistema de disipación.

Multímetro usado para medir la temperatura:

Marca	STEREN
Modelo	Mul-500
Legibilidad	Excelente
Voltaje CD	
Para la escala de 4 [mv]	
Rango	-0.004 [V] a 0.004 [V]
Resolución	0.001 [V]
Precisión	+/- 0.05%
Para la escala de 40 [v]	
Rango	-40 [V] a 40[V]
Resolución	0.01 [V]
Precisión	+/- 0.05%
Para la escala de 400 [v]	
Rango	-400 [V] a 400 [V]
Resolución	0.1 [V]
Precisión	+/- 0.05%
Para la escala de 1000 [v]	
Rango	-1000 [V] a 1000 [V]
Resolución	1 [V]
Precisión	+/- 0.08%
Corriente CD	
Legibilidad	Excelente
Para la escala de 400 [mA]	
Rango	0[A]-0.004[A]
Resolución	0.000001[A]
Precisión	+/- 1.2%
Para la escala de 10 [A]	
Rango	0[A]-10[A]
Resolución	0.01[A]
Precisión	+/- 2.0%
Temperatura	
Termopar tipo	"K"
Rango	-20 [°C] a 400[°C]
Resolución	1 [°C]
Precisión	+/-3.0%

Tabla 37.- Características del Multímetro usado como termómetro.

Multímetro usado para medir la Voltaje y Corriente:

Marca	FLUKE
Modelo	87
Legibilidad	Excelente
Voltaje CD	
Para la escala de 50 [v]	
Rango	-50 [V] a 50[V]

Resolución	0.01 [V]
Precisión	+/- 0.04%
Corriente CD	
Legibilidad	Excelente
Para la escala de 10 [mA]	
Rango	0[A]-10 [A]
Resolución	0.01[A]
Precisión	+/- 1.5%

Tabla 38.- Características del Multímetro, que registra las variaciones.

Pipeta graduada:

Marca	KIMAX
Modelo	sin
Legibilidad	Excelente
Rango	0 [ml] a 1[ml]
Resolución	0.01 [ml]
Legibilidad	Buena

Tabla 39.- Características de la Pipeta.

# Apéndice C

## Metodología de experimentación.

El siguiente diagrama de flujo demuestra cómo se realiza el proceso de experimentación. Existen condiciones iniciales para realizar este proceso, estas condiciones son:

- Se realiza el siguiente ensamble de los elementos tomando como guía el siguiente diagrama de conexión.

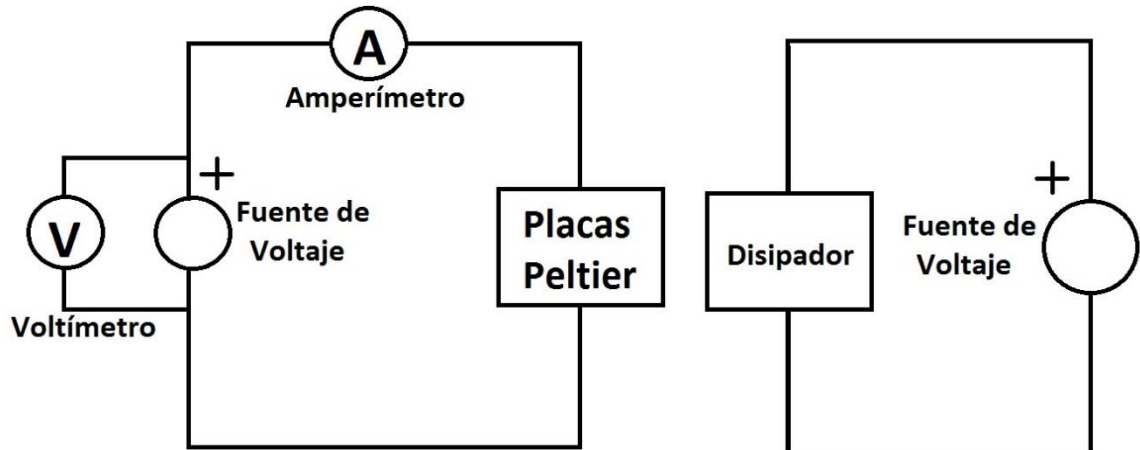


Figura 35: Diagrama de conexión de los elementos del sistema de pruebas.

- Encender la fuente de alimentación del sistema de disipación y colocarla a los valores nominales (12 Volts).
- Ajuste de la fuente de alimentación de las placas de efecto Peltier, dado que se realizara un control de la fuente por voltaje. La perilla correspondiente a corriente debe girarse en sentido horario hasta el tope, para “abrir al máximo valor”. En el caso de la perilla de voltaje se gira en sentido anti horario, para “cerrar”. Esto hará que el valor de corriente se a controlada por voltaje.

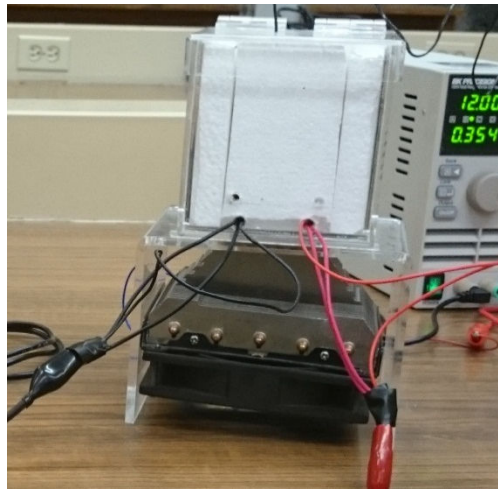


- Encender el Voltímetro y el amperímetro, seleccionando el rango adecuado de operación.





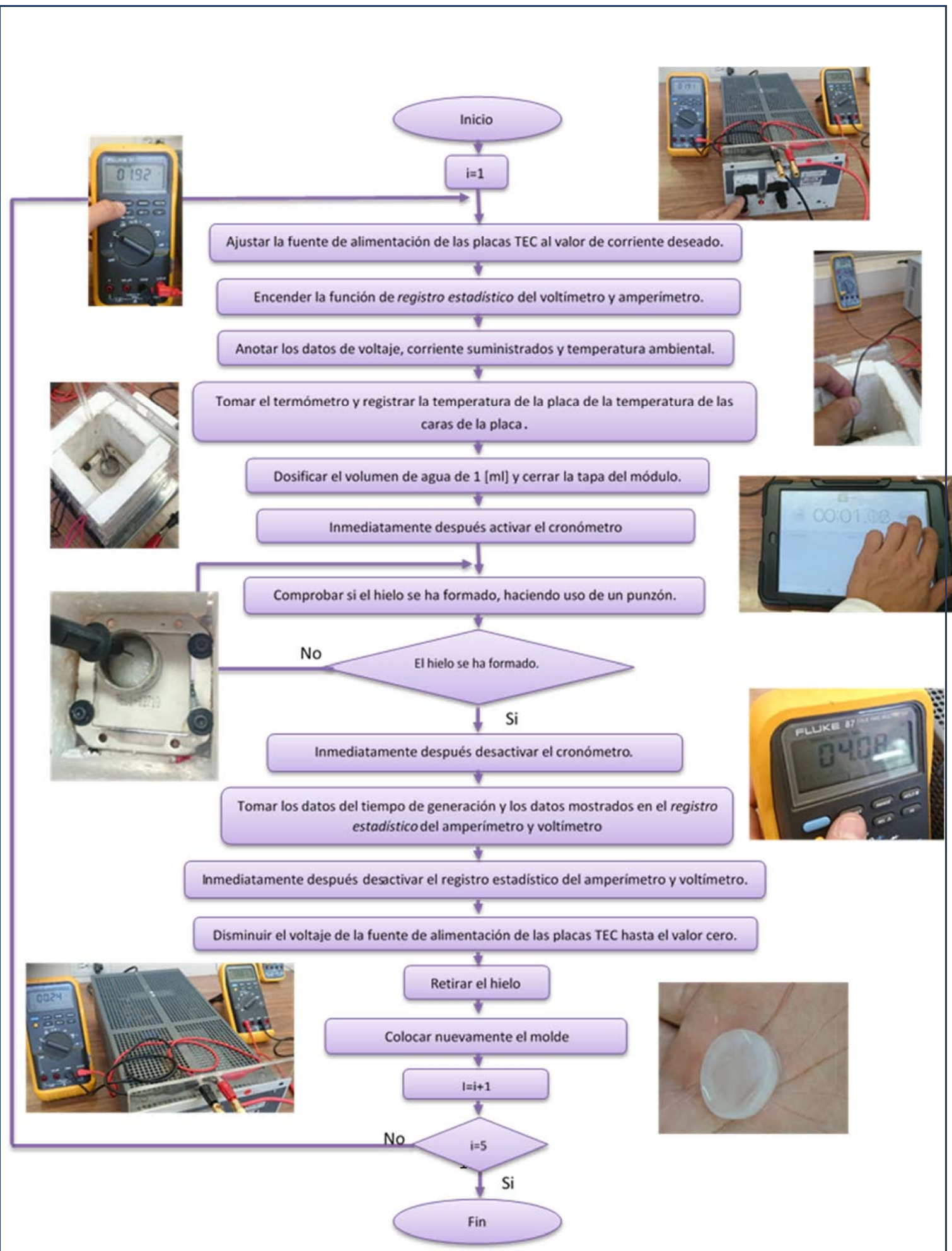
- Configurar las placas de la manera que se analizará; única, serie o paralelo.



- Preparar la muestra de agua en la pipeta graduada usando una pipeta.



Ya teniendo estas consideraciones se sigue la siguiente sucesión de acciones para realizar los ensayos.

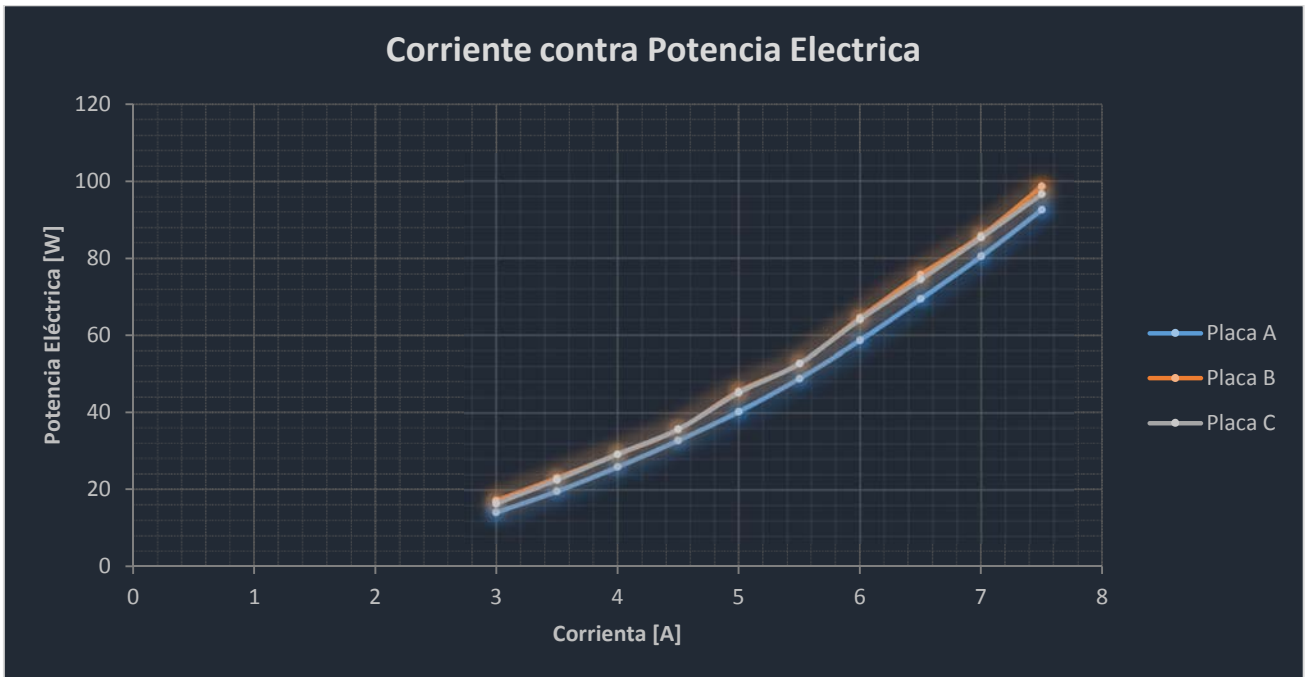


# Apéndice D

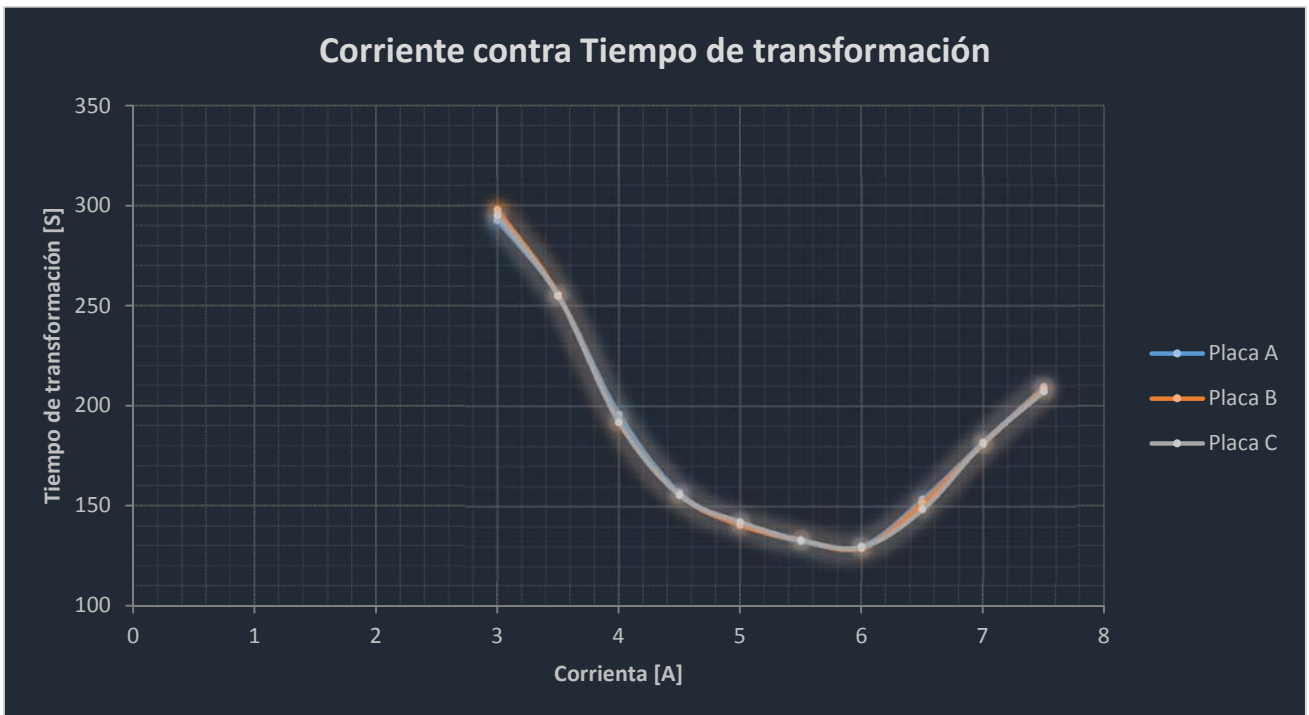
## Información gráfica de los datos recabados

En las siguientes páginas se muestran las gráficas completas de los resultados experimentales obtenidos en cada configuración.

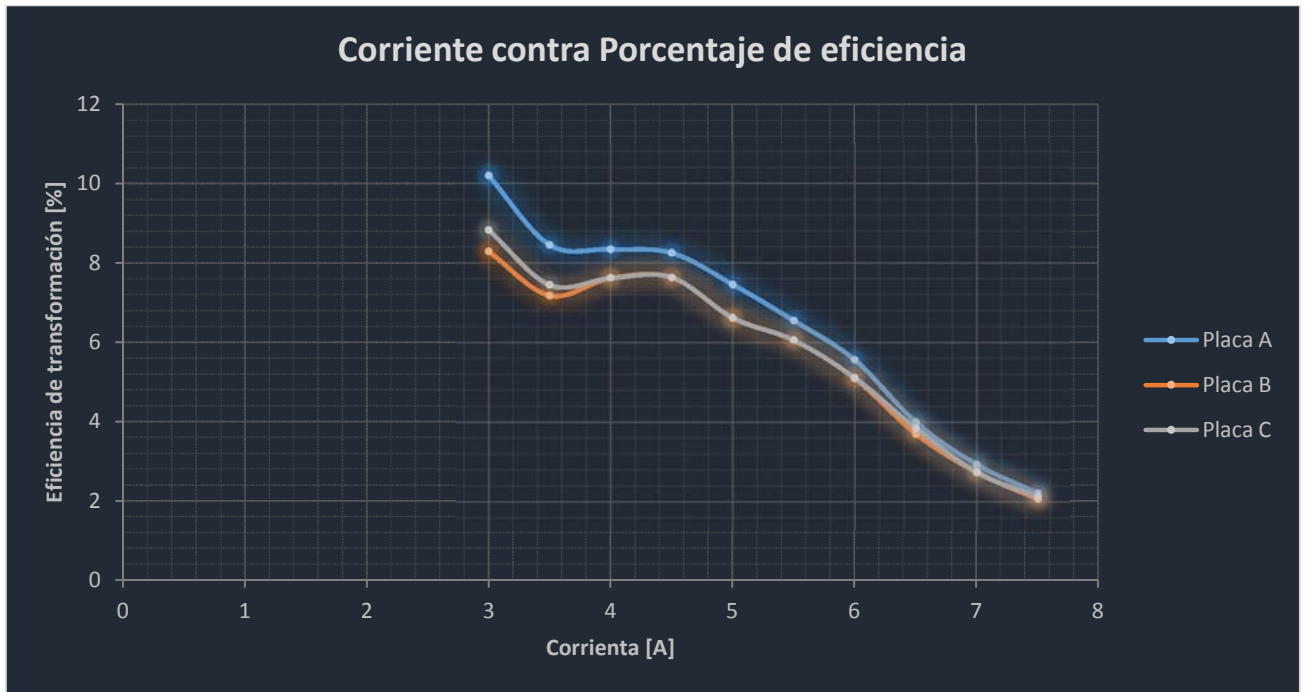
Configuración Sencilla o única bajo un sistema de disipación por líquido:



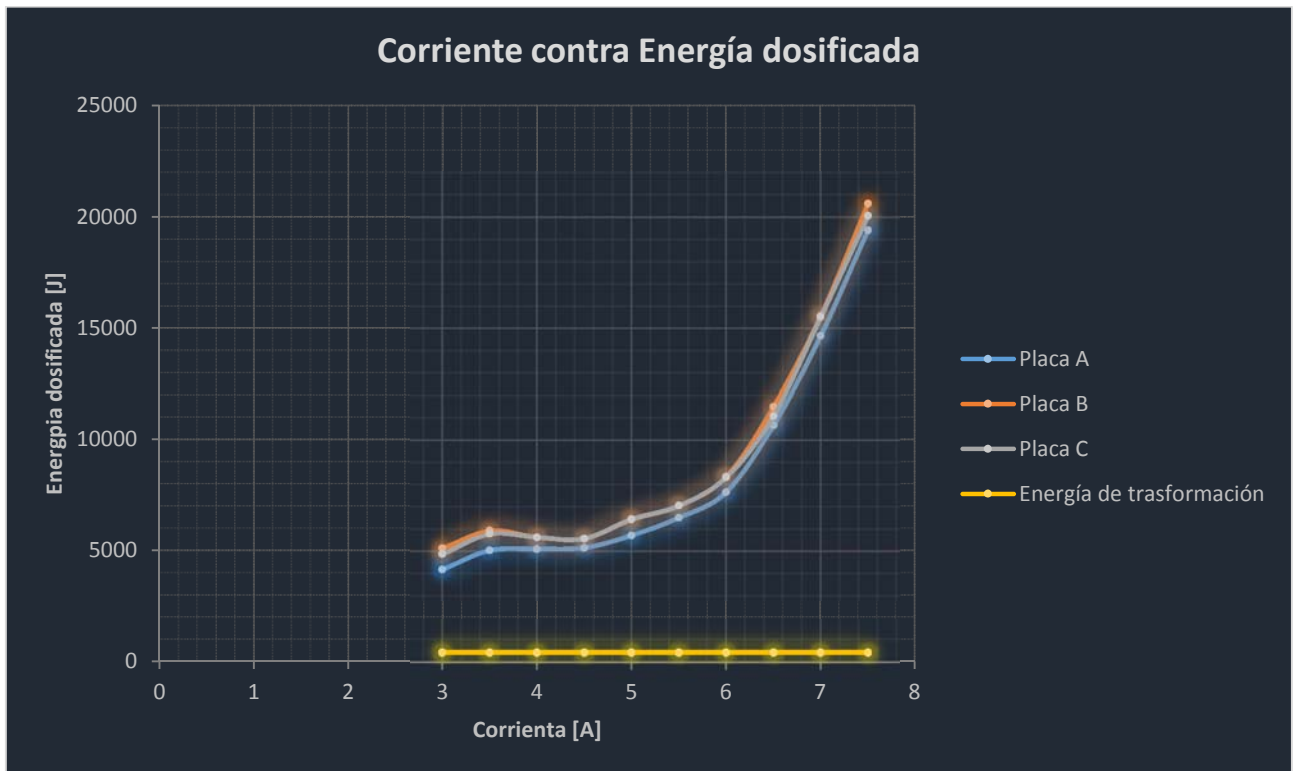
Gráfica 24.- Corriente contra Potencia Eléctrica para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por líquido.



Gráfica 25 Corriente contra Tiempo para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por líquido.

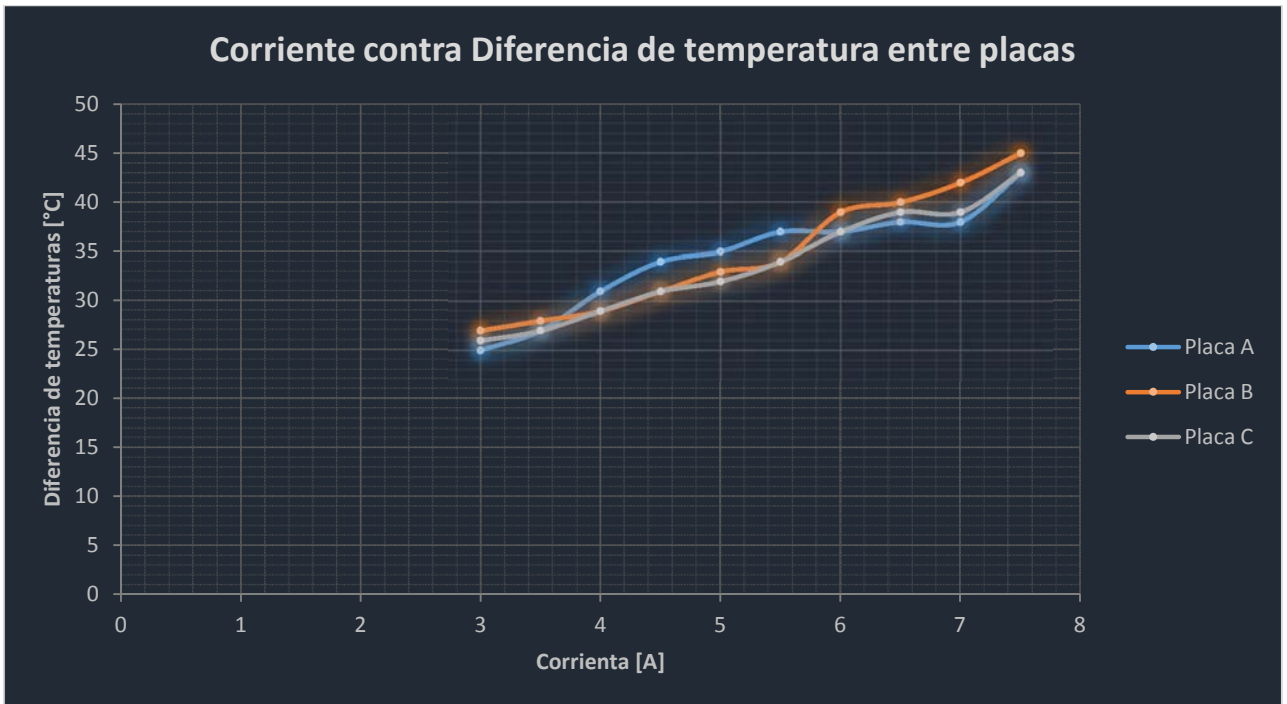


Gráfica 26.- Corriente contra Eficiencia para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por líquido.

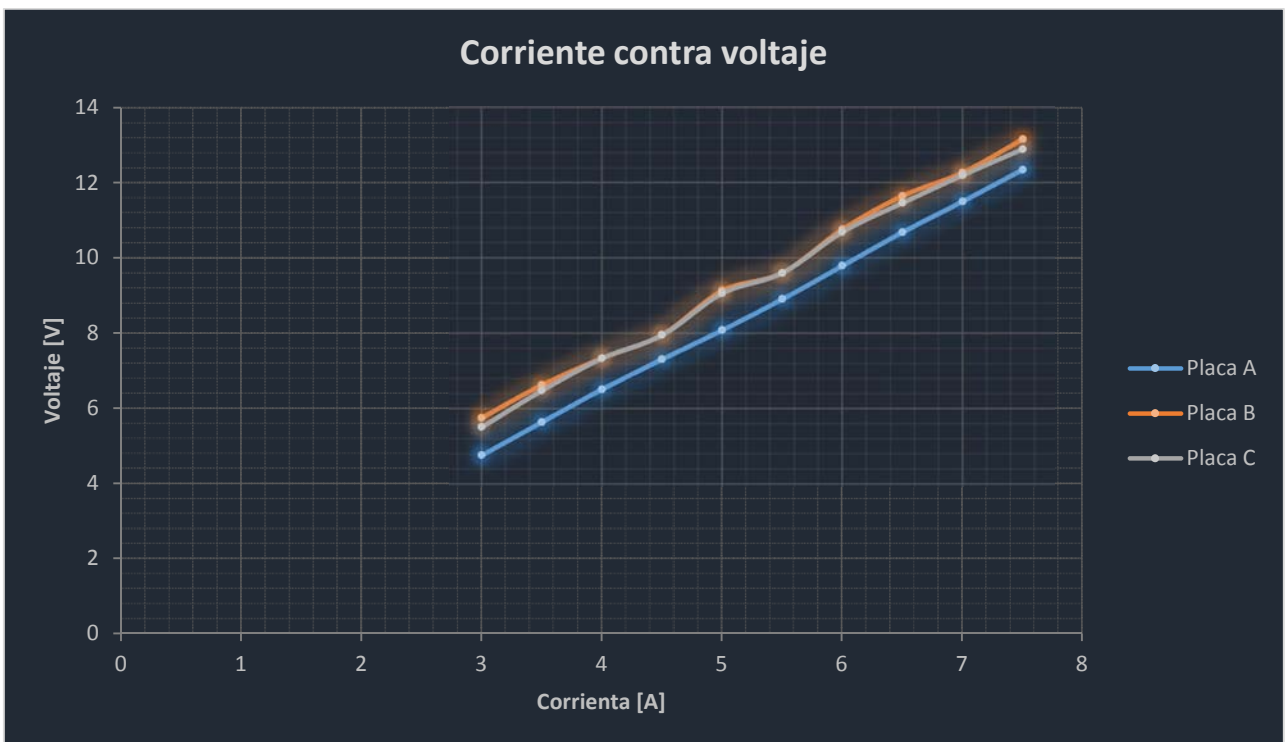


Gráfica 27.- Corriente contra Energía Dosificada para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por líquido.

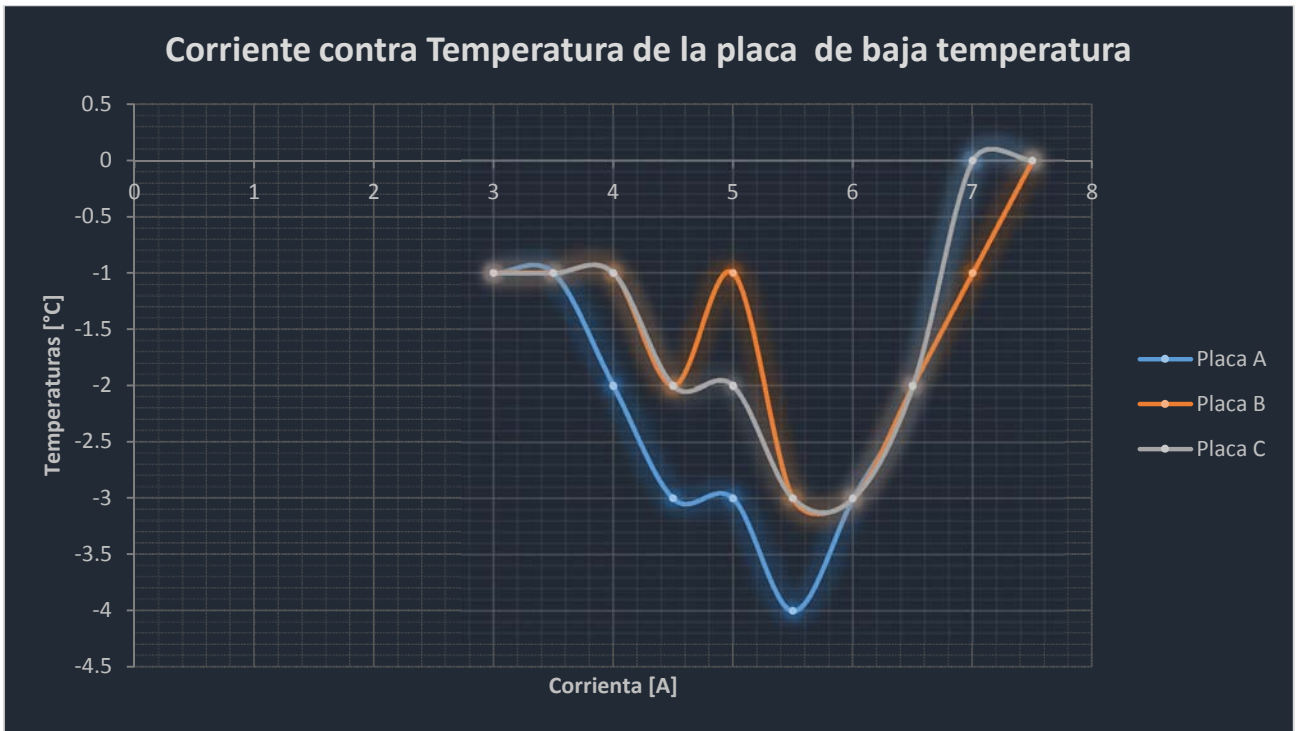




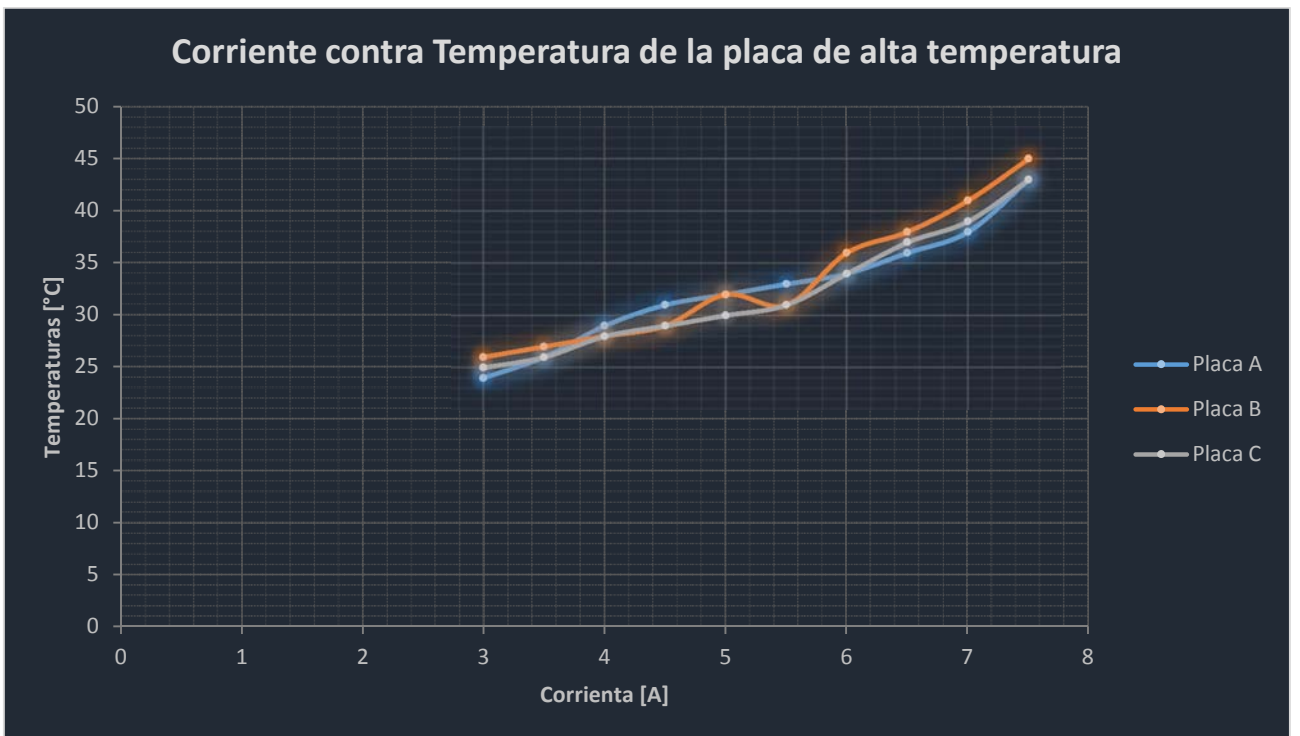
Gráfica 28.- Corriente contra Diferencia de temperaturas para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por líquido.



Gráfica 29.- Corriente Voltaje para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por líquido.

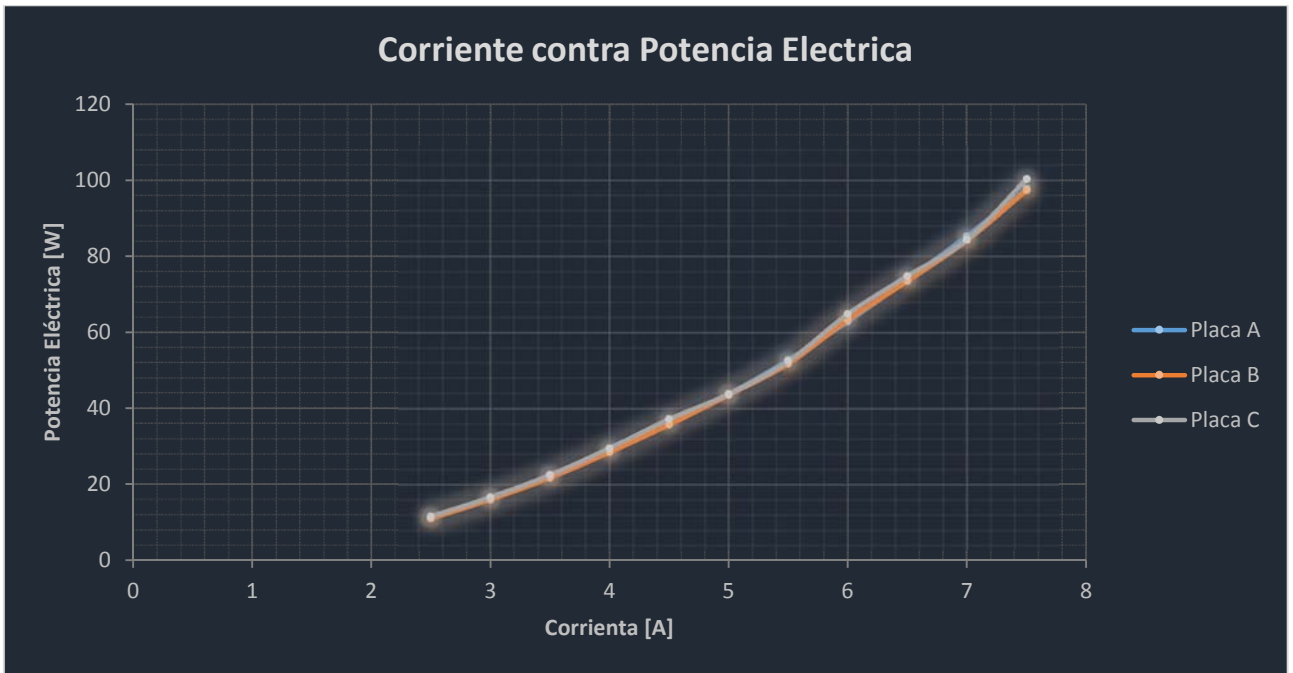


Gráfica 30.- Corriente contra Temperatura de la PBT para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por líquido.

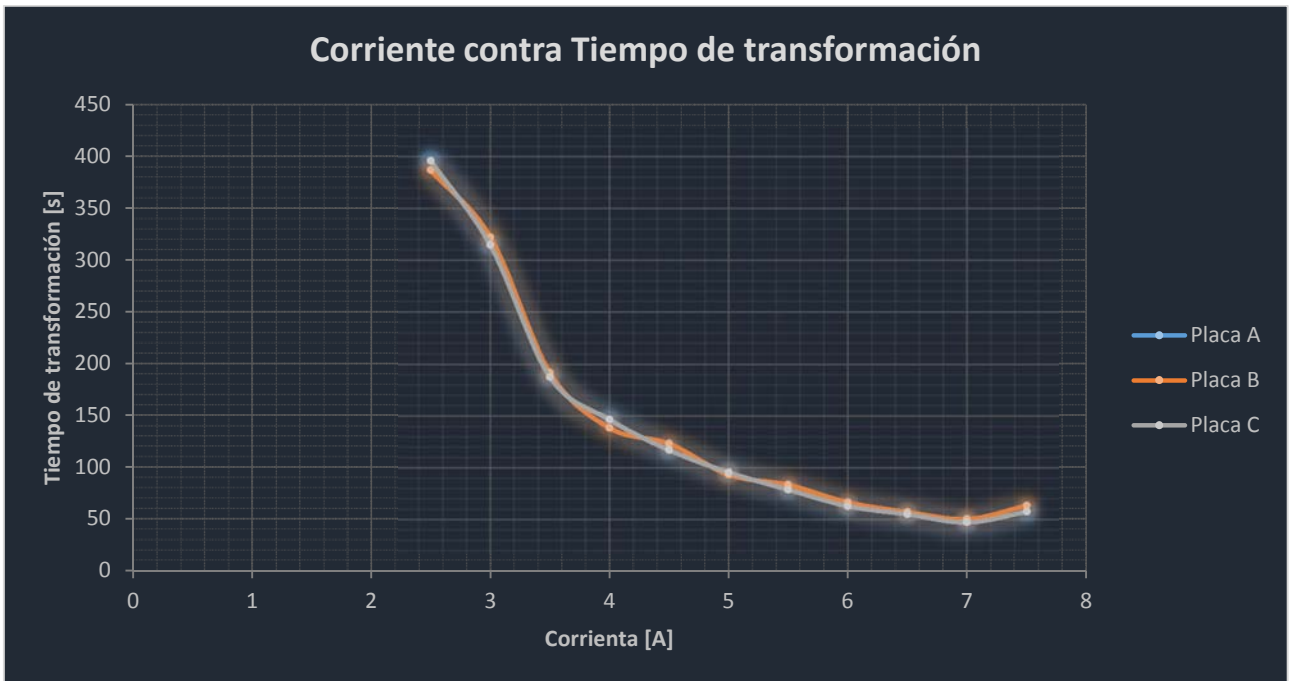


Gráfica 31.- Corriente contra Temperatura de la PAT para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por líquido.

Configuración Sencilla o única bajo un sistema de disipación por conducción:

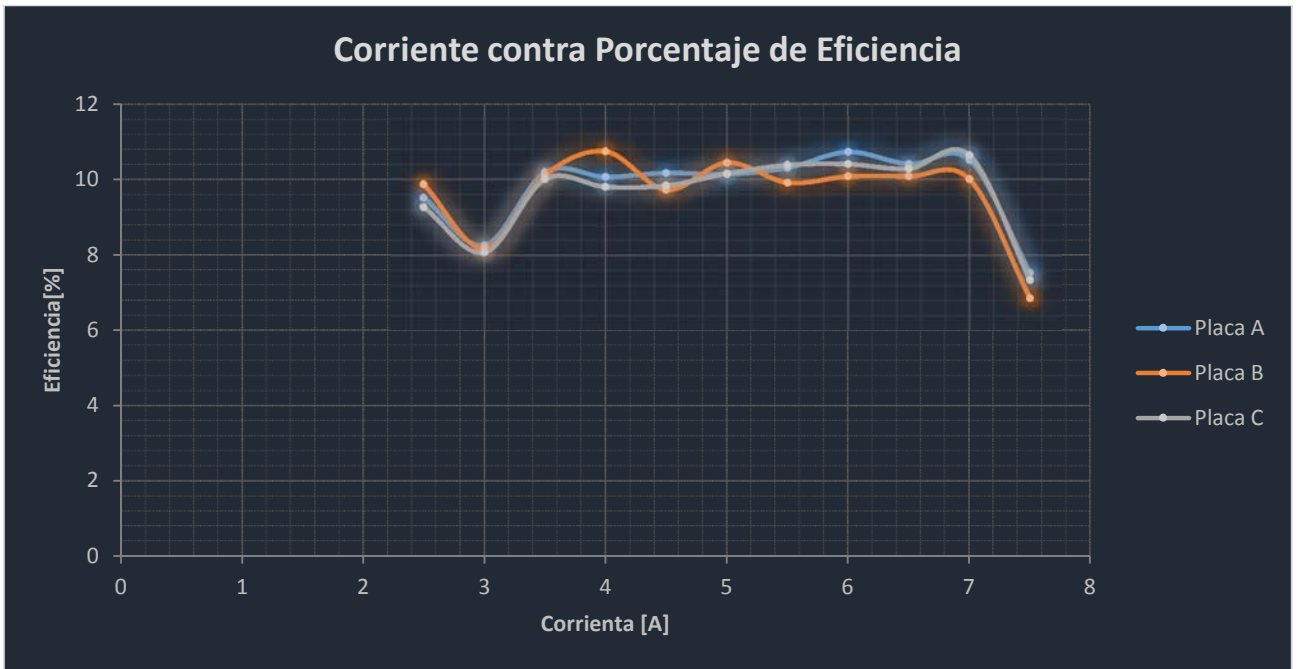


Gráfica 32.- Corriente contra Potencia Eléctrica para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por Conducción.

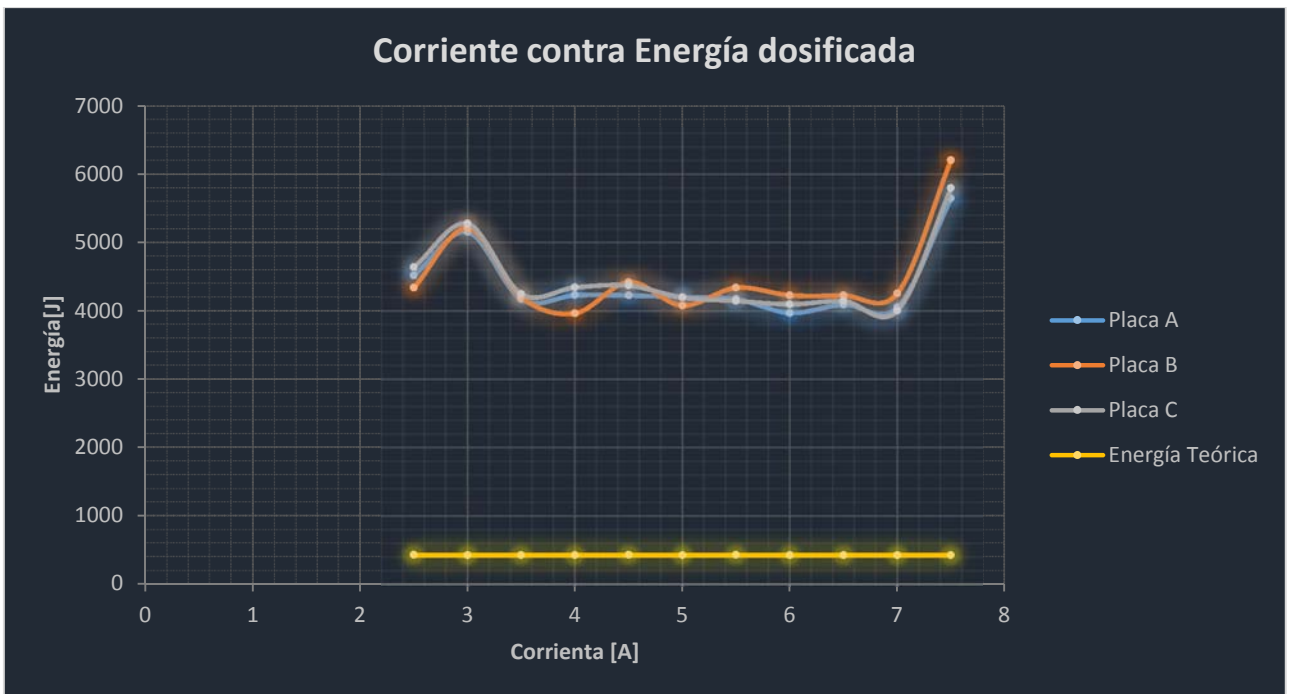


Gráfica 33.- Corriente contra Tiempo de transformación para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por Conducción.

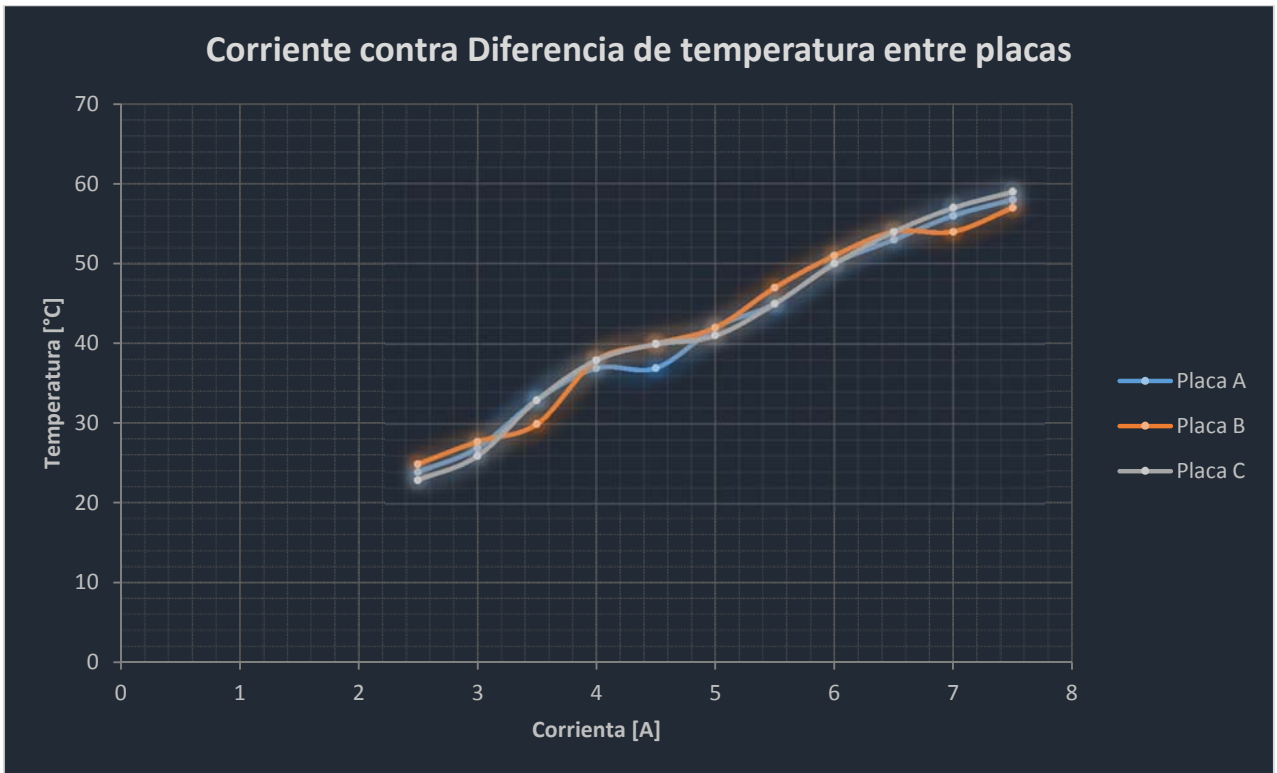




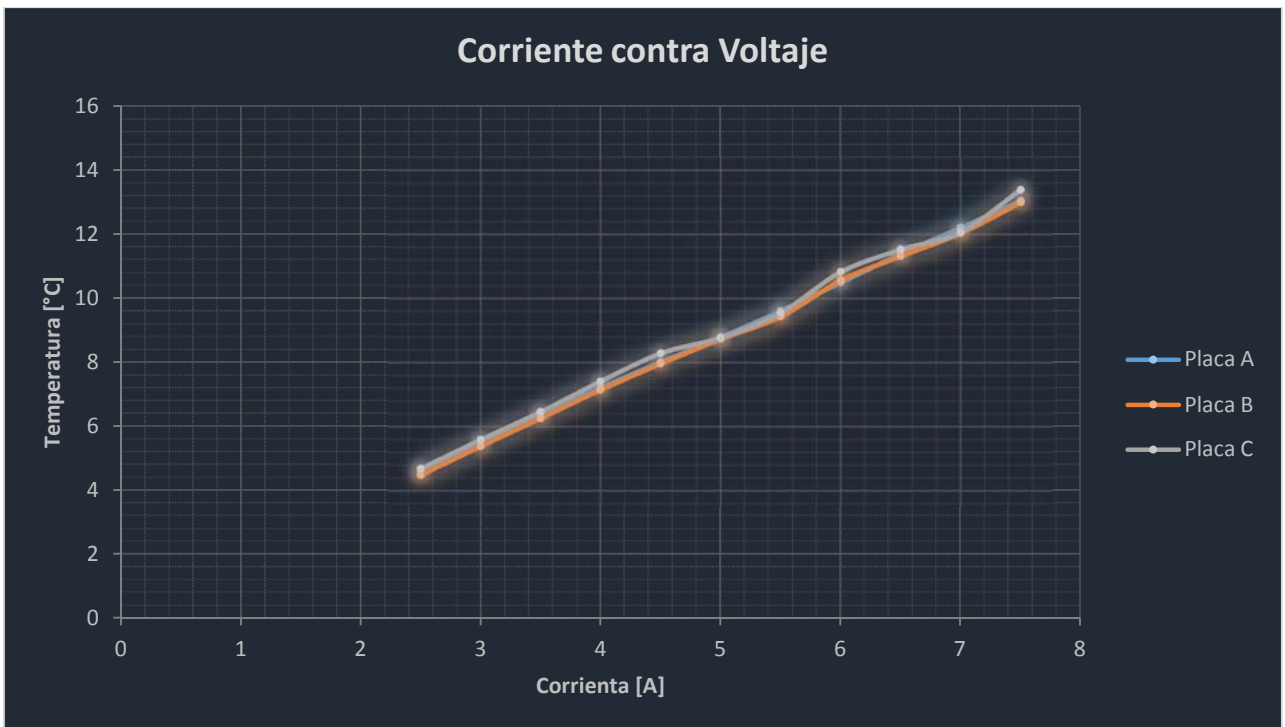
Gráfica 34.- Corriente contra Eficiencia para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por Conducción.



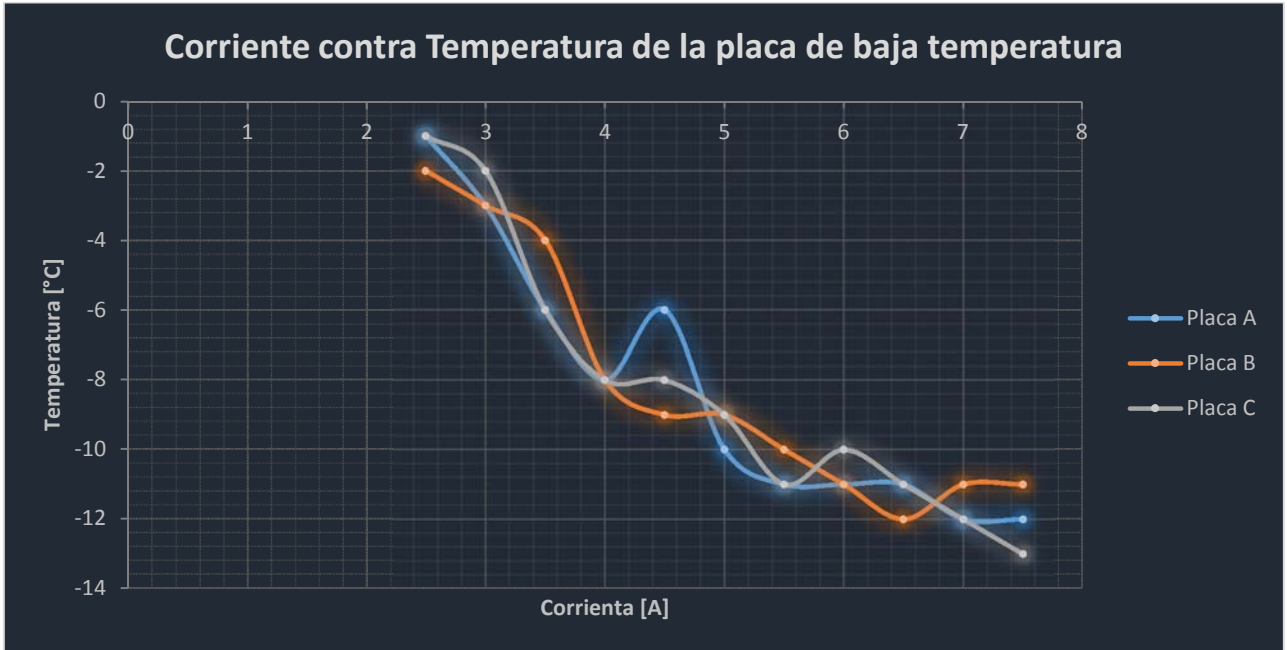
Gráfica 35.- Corriente contra Energía dosificada para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por Conducción.



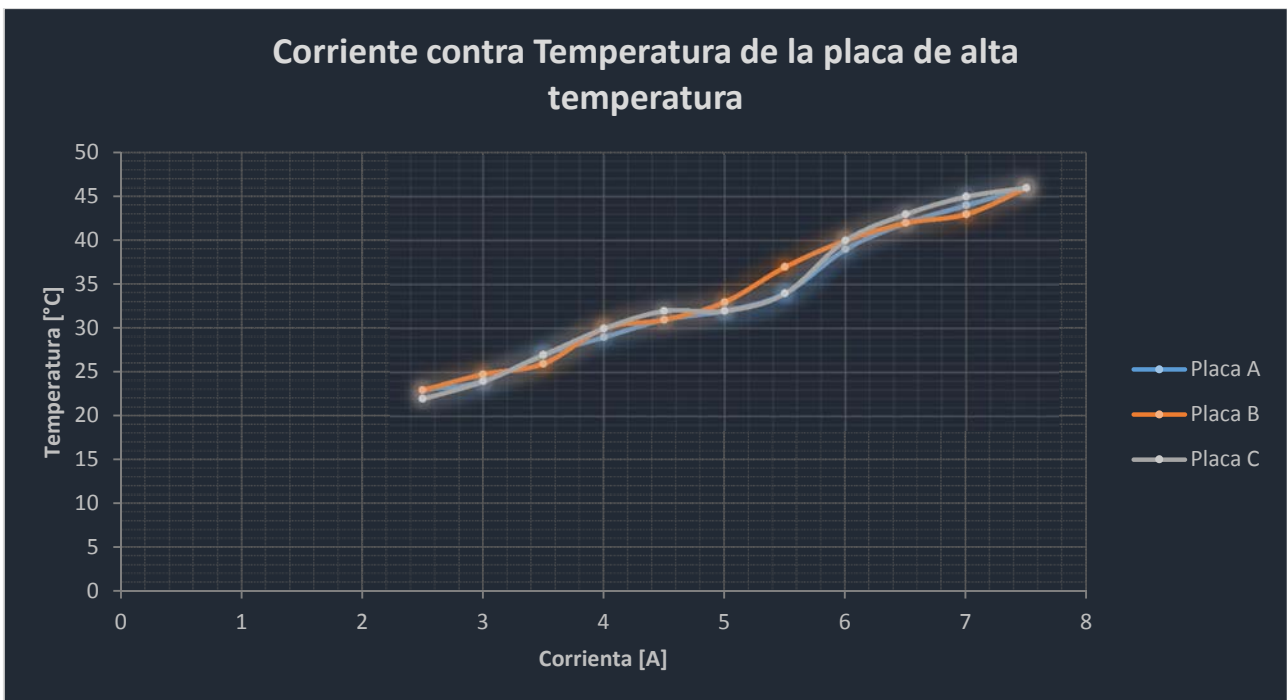
Gráfica 36.- Corriente contra Diferencia de temperatura para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por Conducción.



Gráfica 37.- Corriente contra Voltaje para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por Conducción.

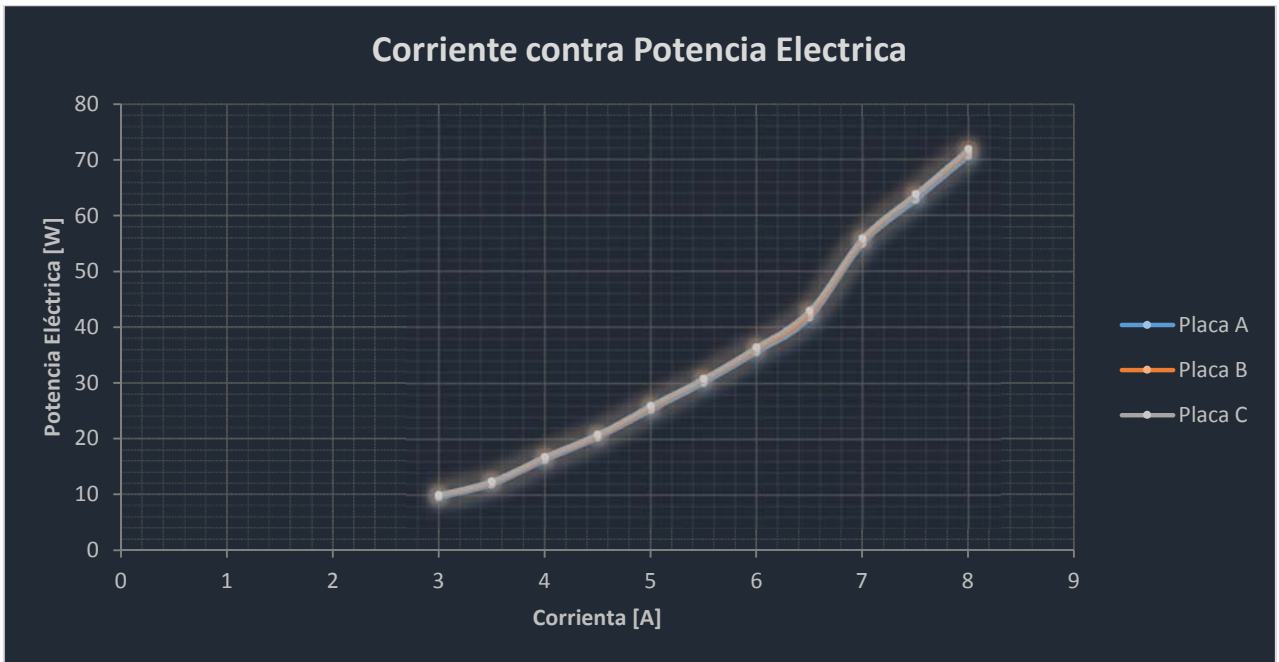


Gráfica 38.- Corriente contra temperatura PBT para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por Conducción.

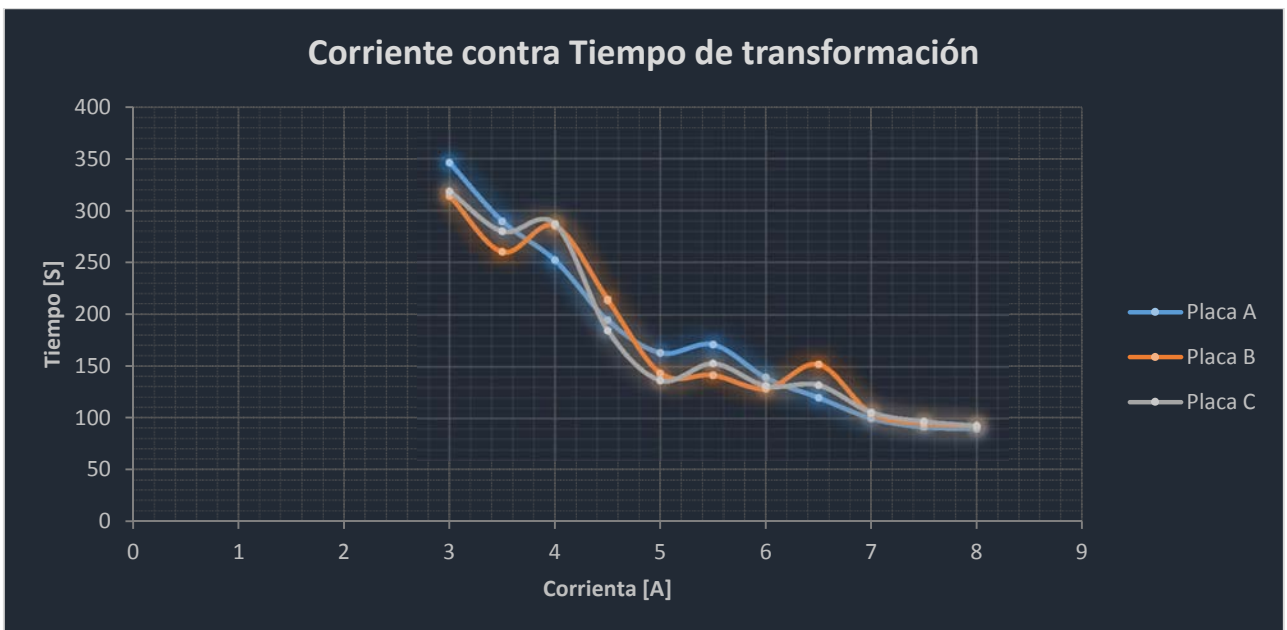


Gráfica 39.- Corriente contra temperatura de PBA para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por Conducción.

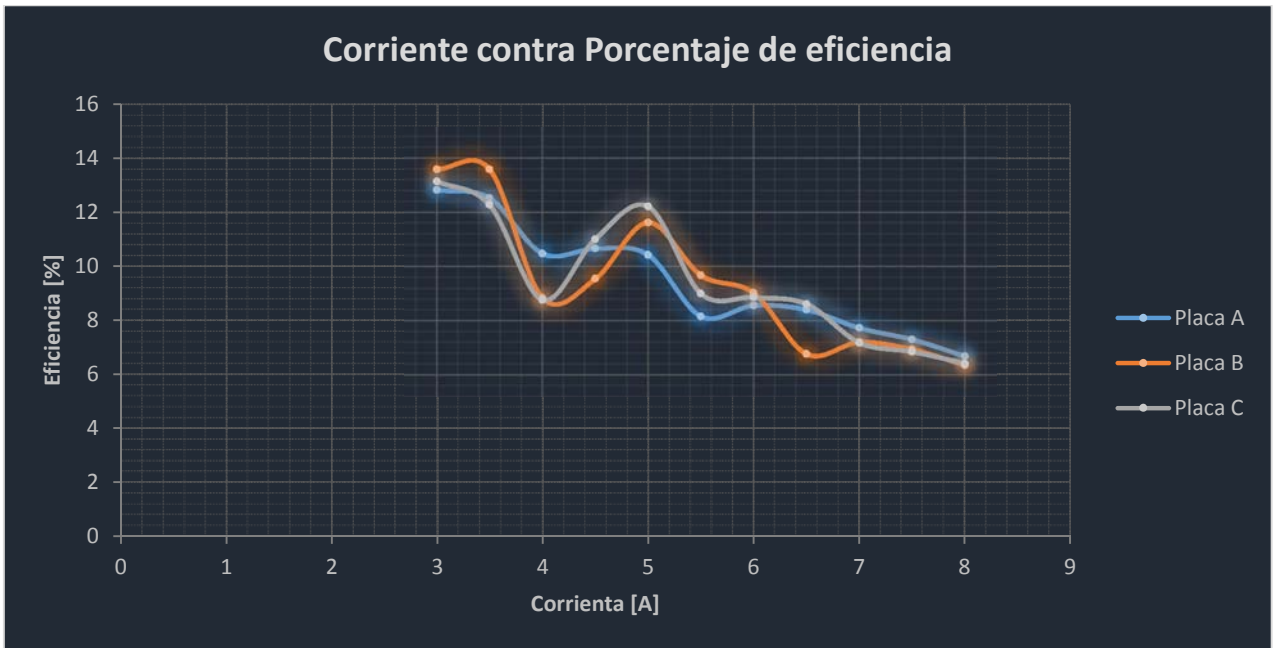
Configuración de dos placas en paralelo bajo un sistema de disipación por conducción:



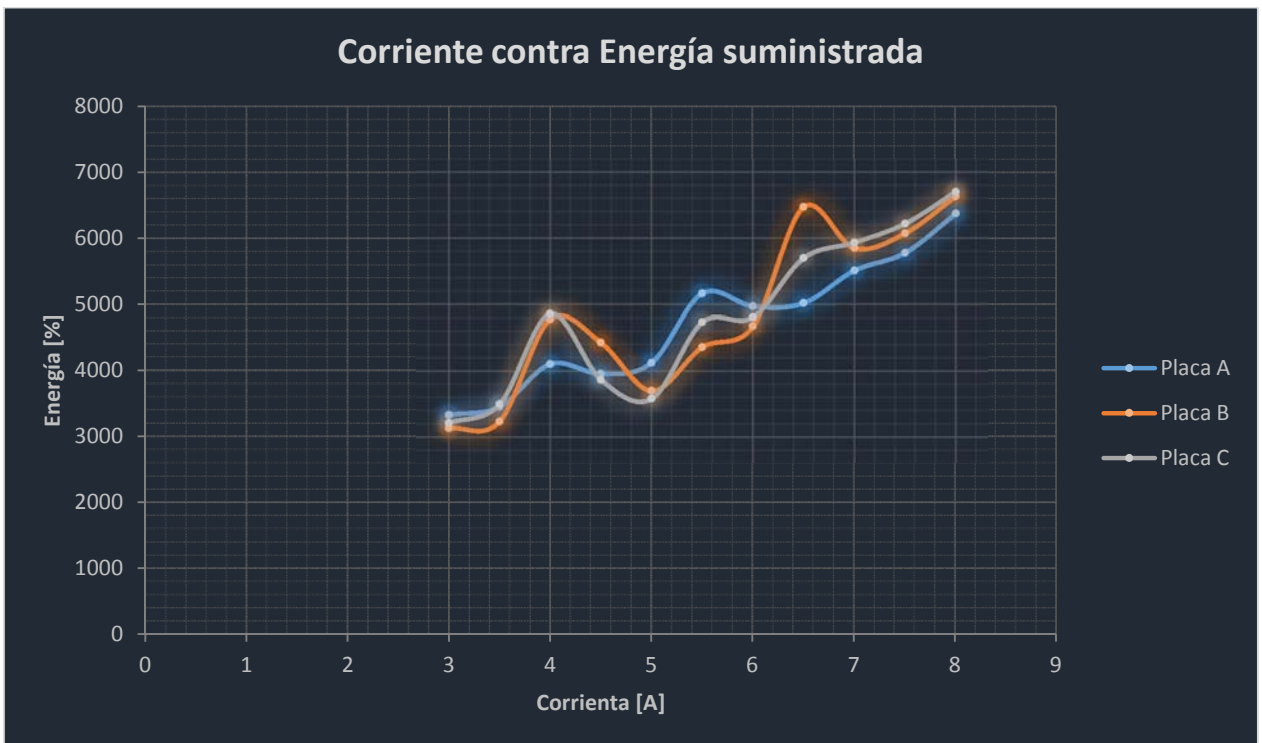
Gráfica 40.- Corriente contra Potencia Eléctrica para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



Gráfica 41- Corriente contra tiempo de transformación para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.

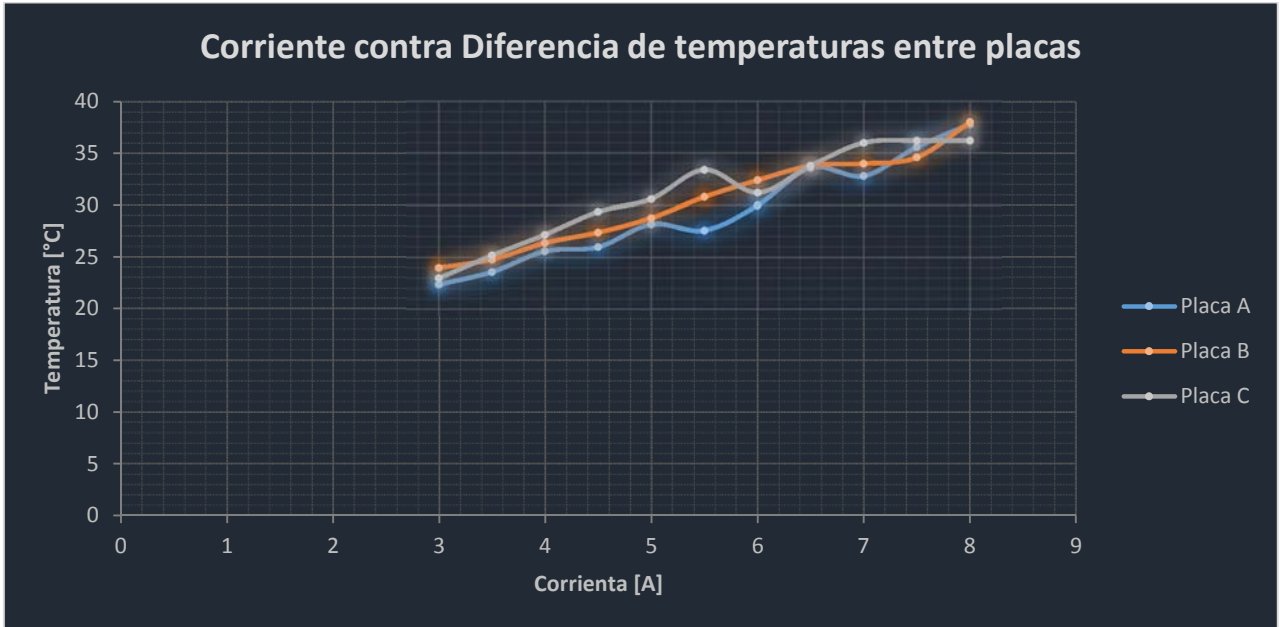


Gráfica 42.- Corriente contra Eficiencia para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.

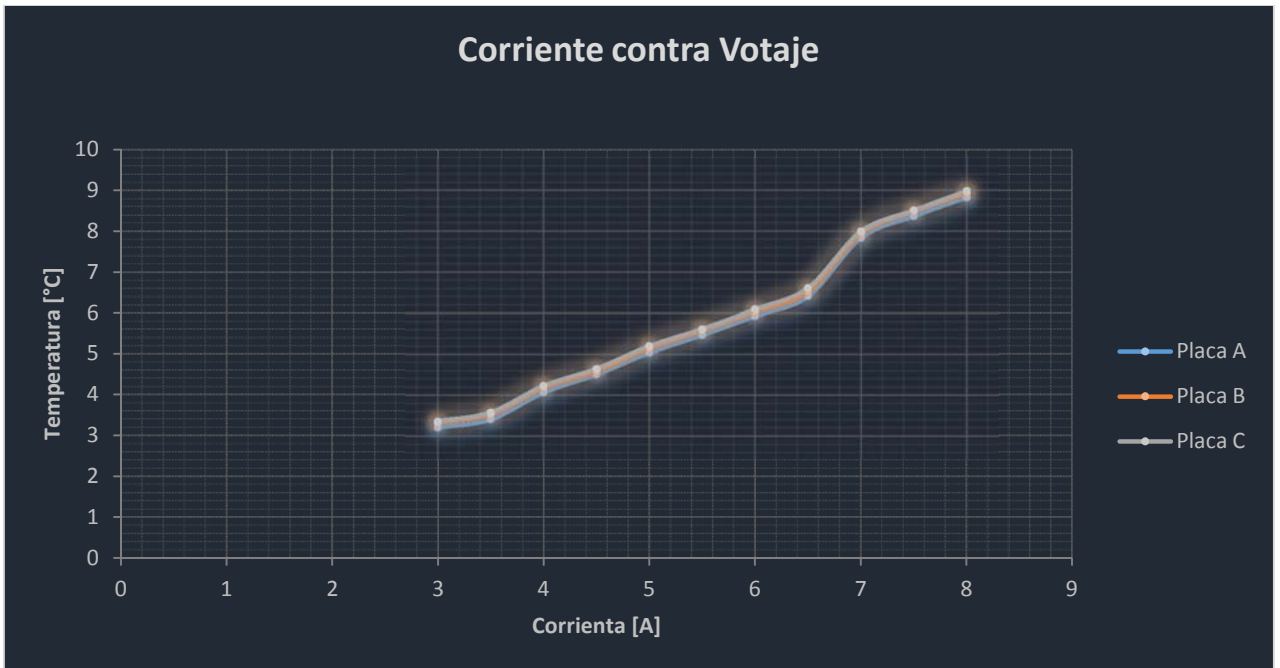


Gráfica 43.- Corriente contra Energía suministrada para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por

Conducción.

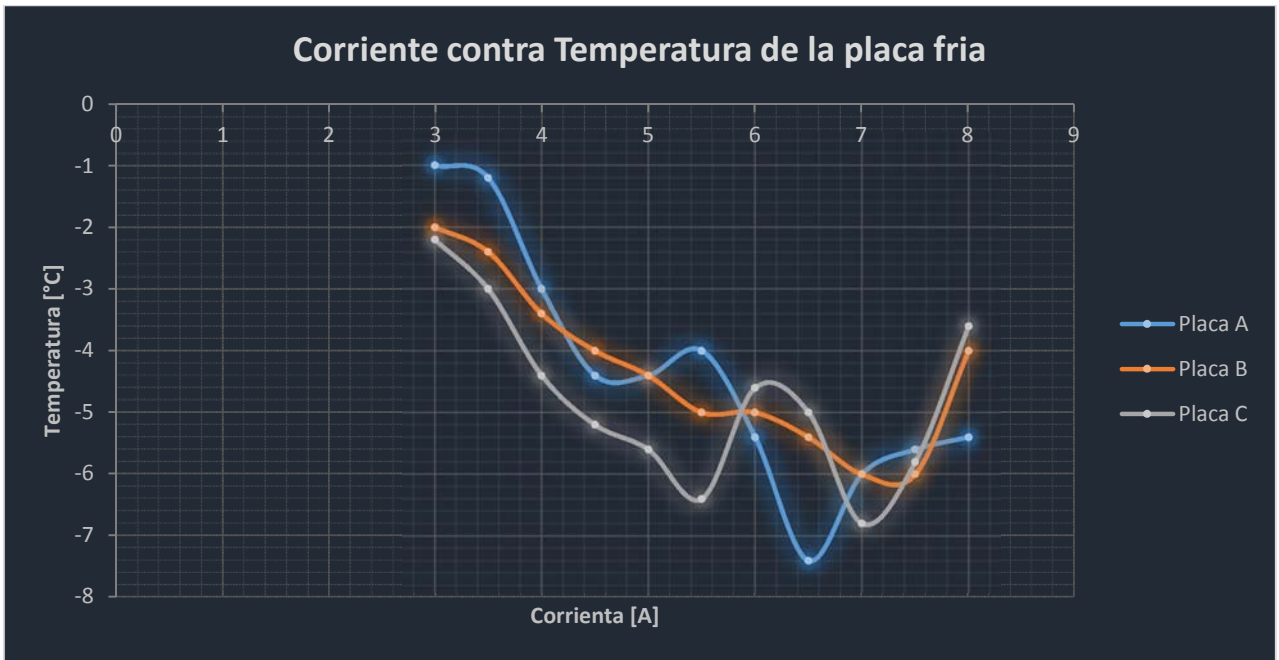


Gráfica 44.- Corriente contra Diferencia de temperatura para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.

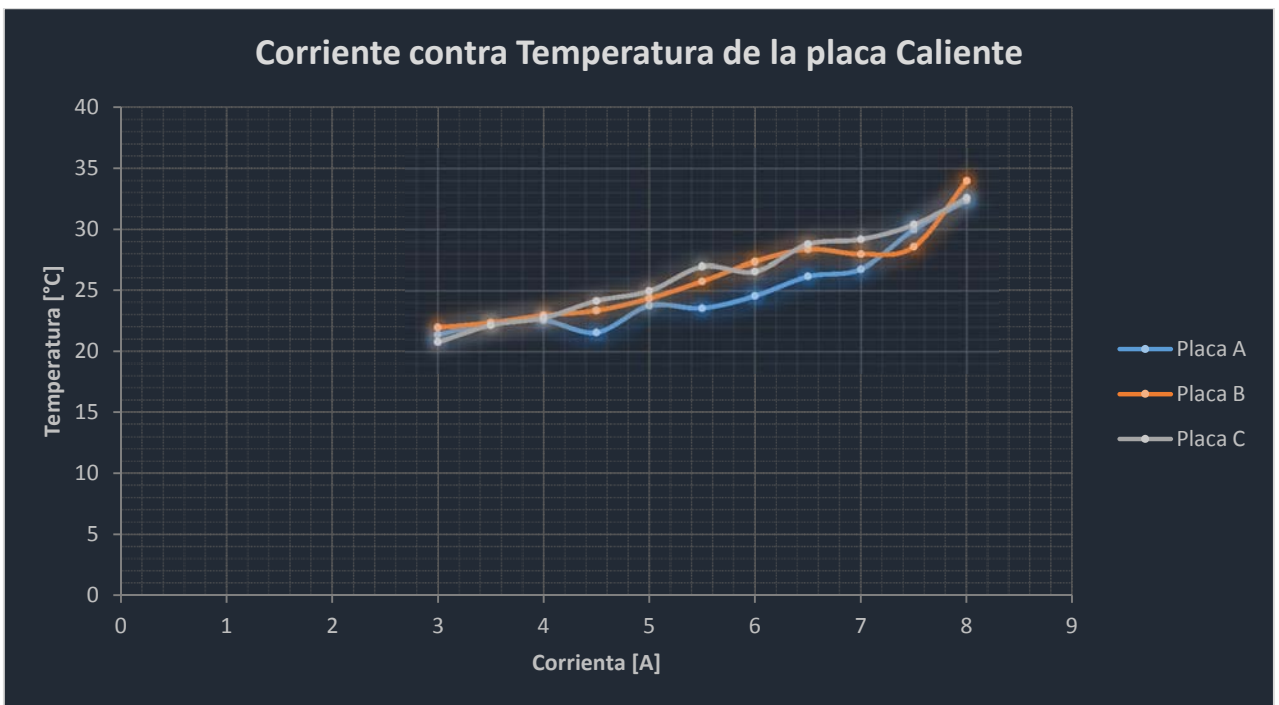


Gráfica 45- Corriente contra Voltaje para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



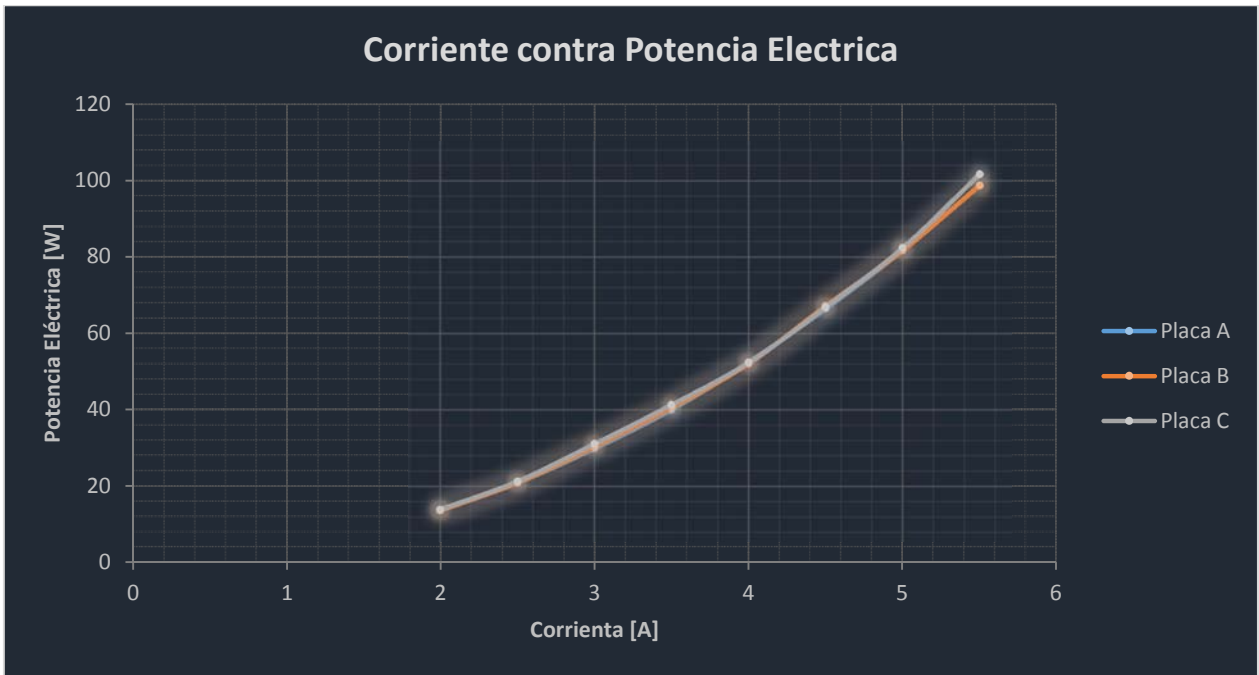


Gráfica 46.- Corriente contra Temperatura PBT para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.

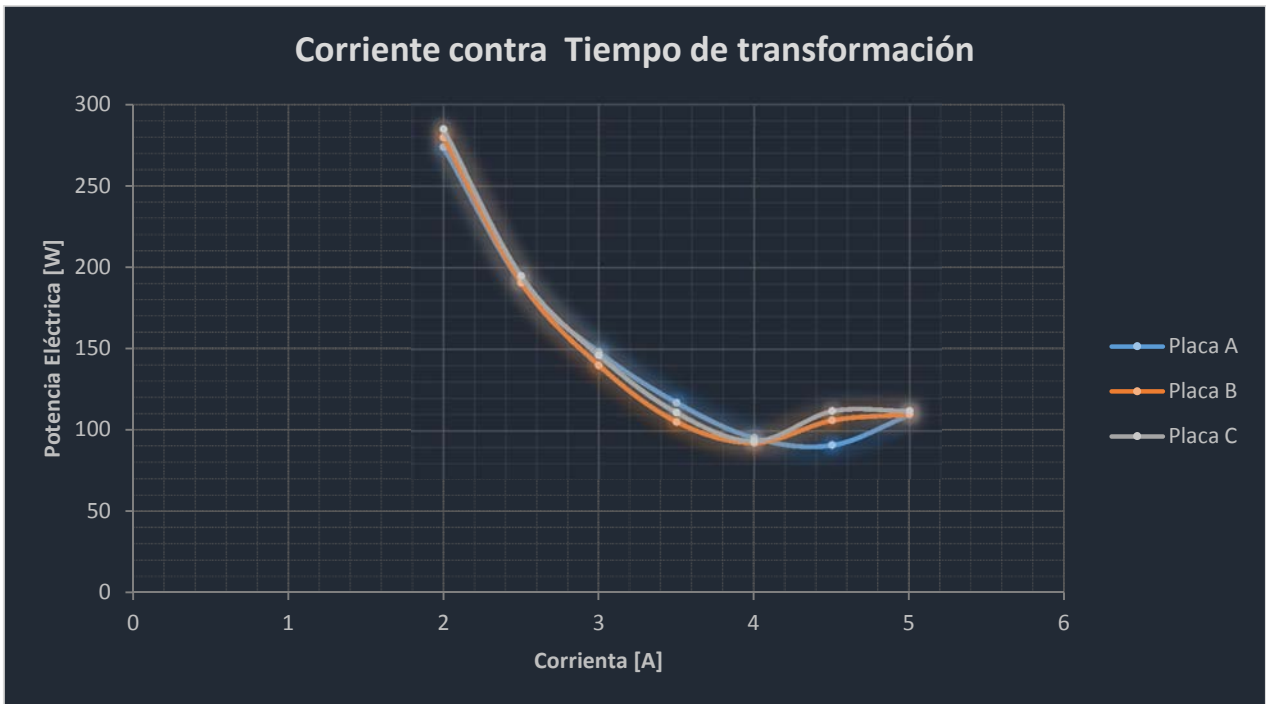


Gráfica 47.- Corriente contra Temperatura PAT para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.

Configuración de dos placas en serie bajo un sistema de disipación por conducción:

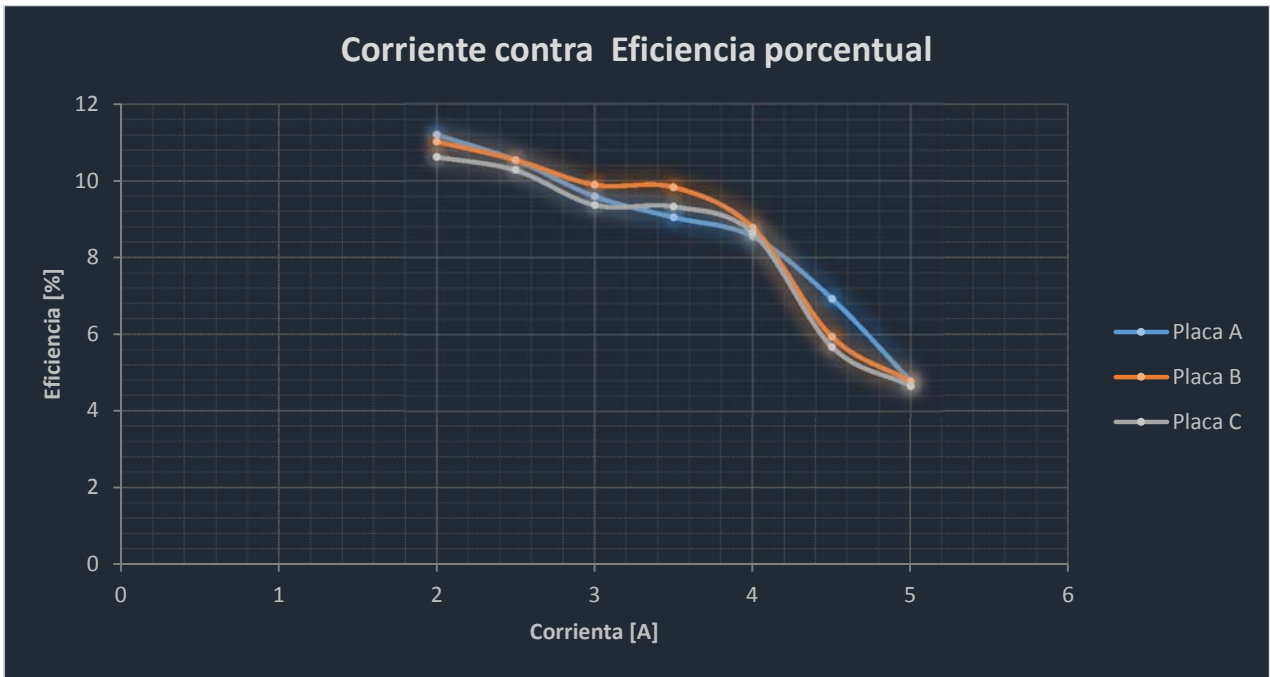


Gráfica 48.- Corriente contra Potencia Eléctrica para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.

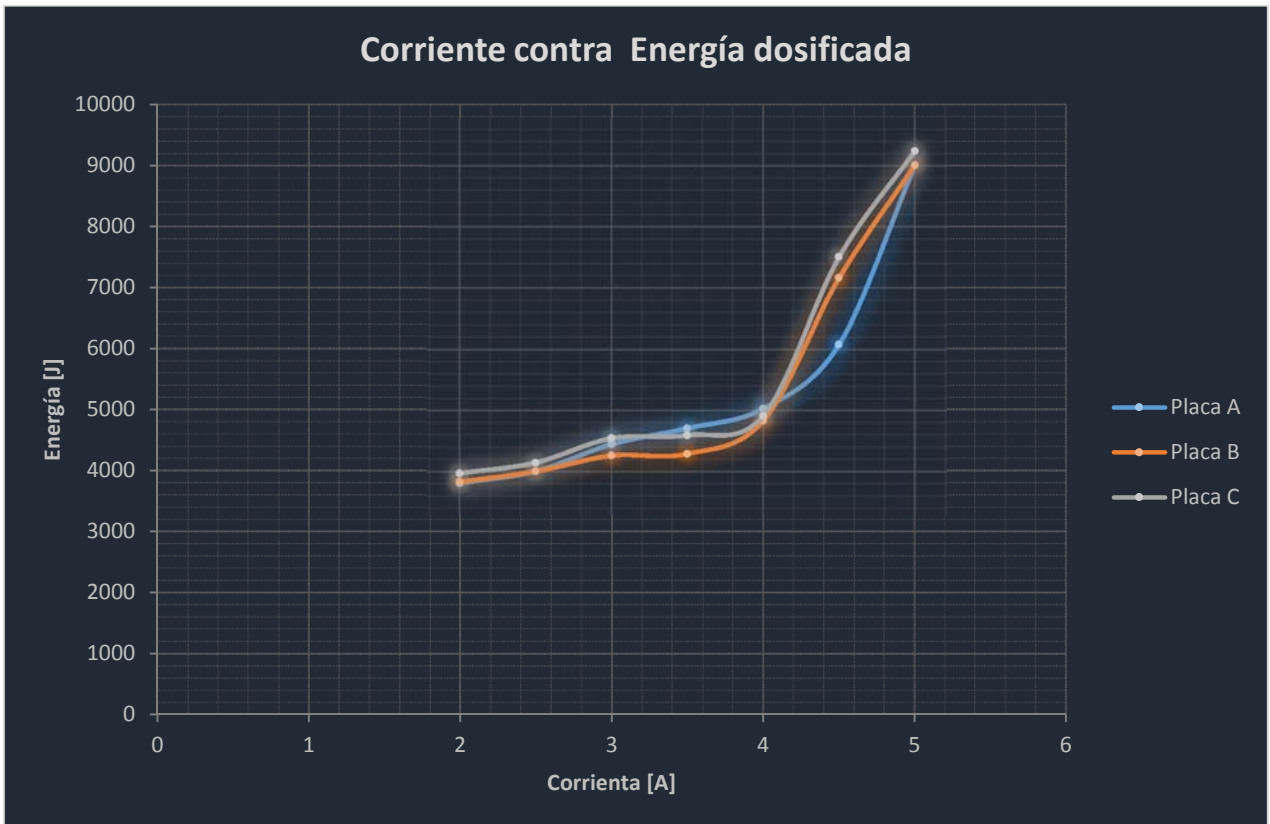


Gráfica 49.- Corriente contra Tiempo de transformación para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.

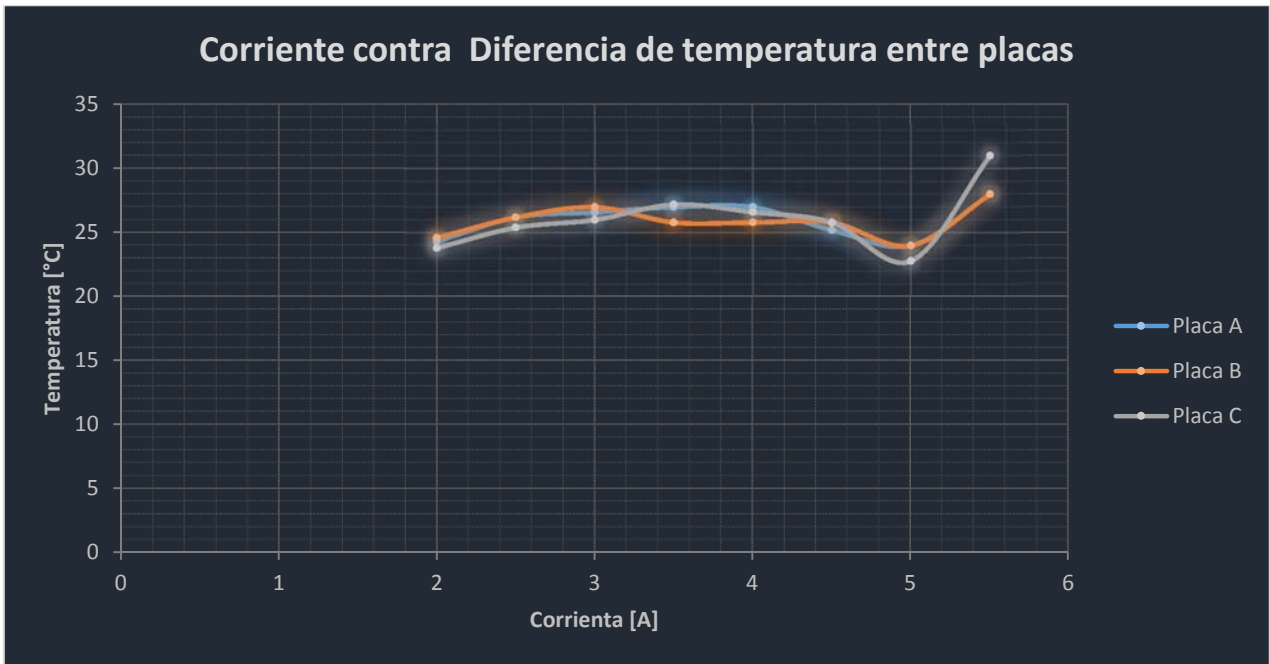




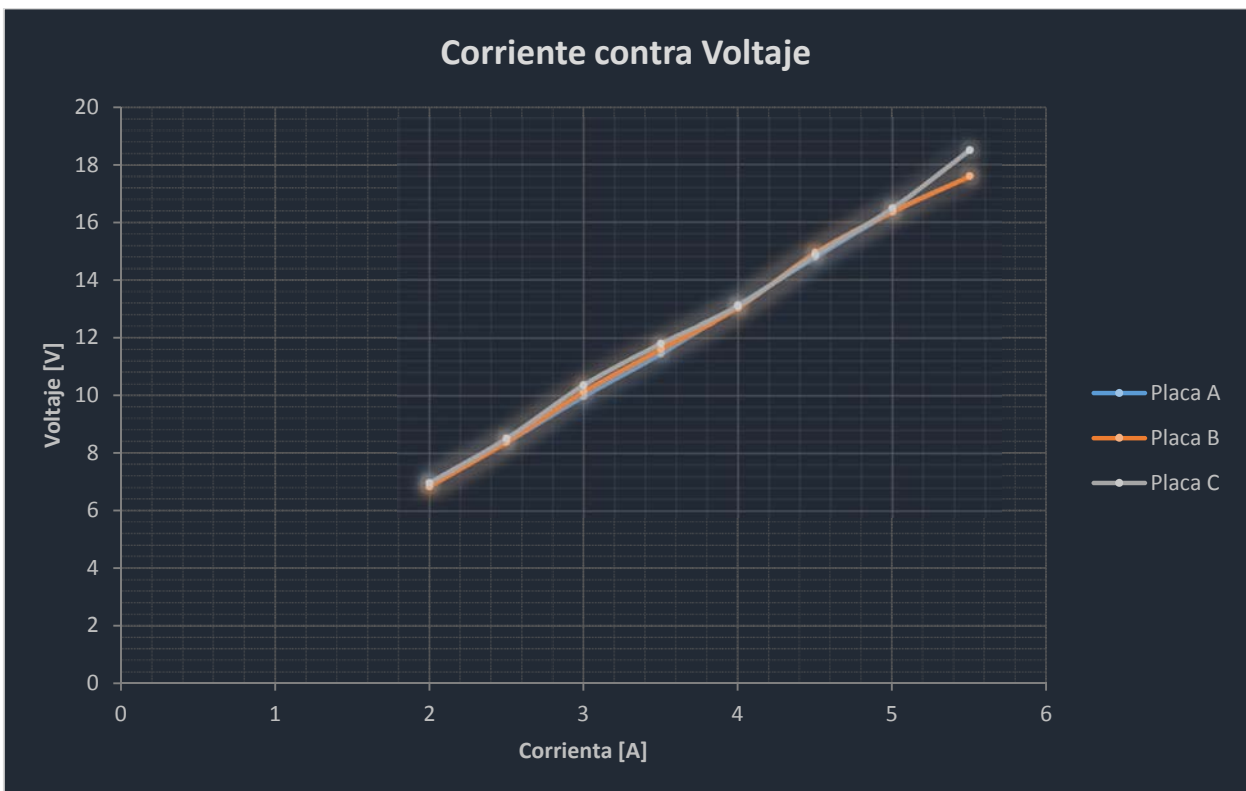
Gráfica 50.- Corriente contra Eficiencia para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.



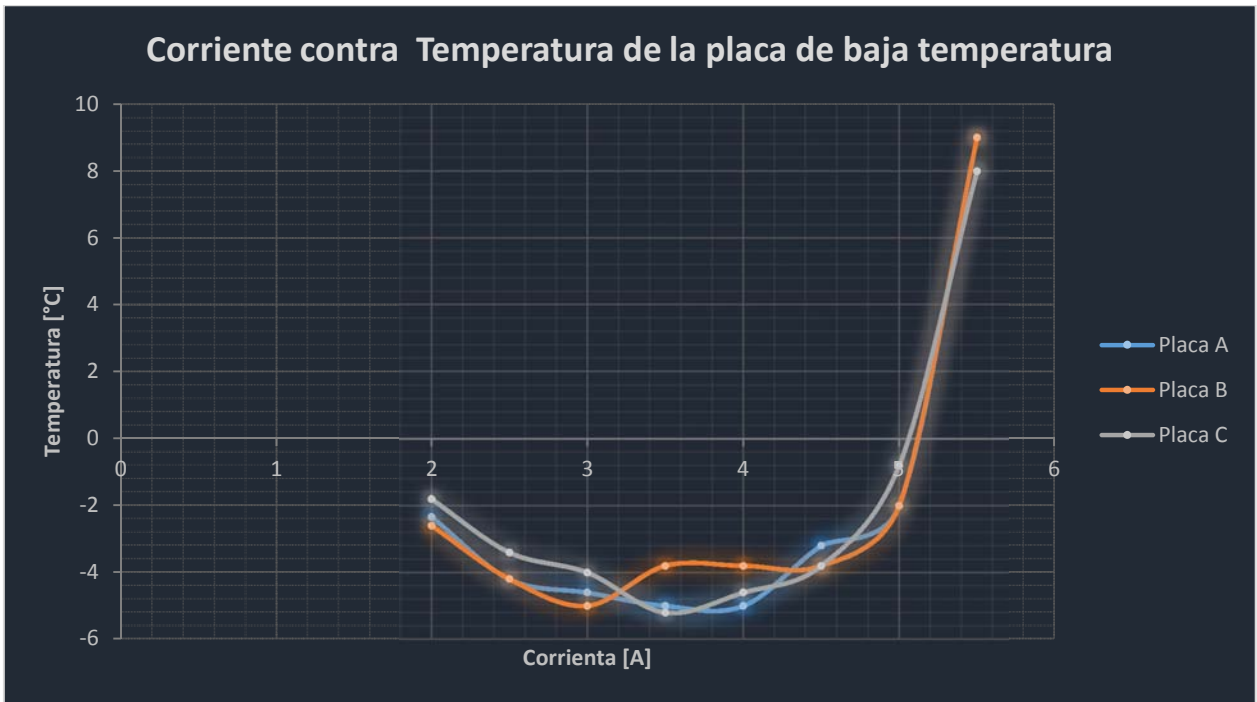
Gráfica 51.- Corriente contra energía dosificada para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.



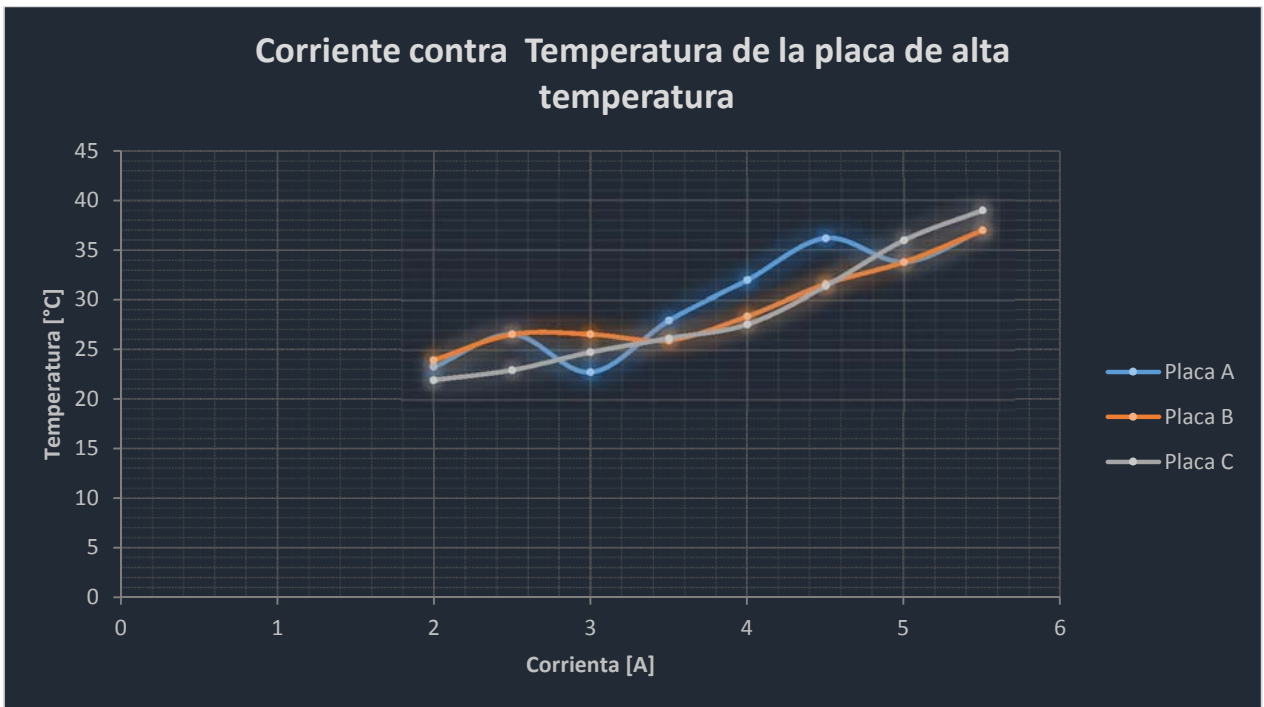
Gráfica 52.- Corriente contra Diferencia de temperatura para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.



Gráfica 53.- Corriente contra Voltaje para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.

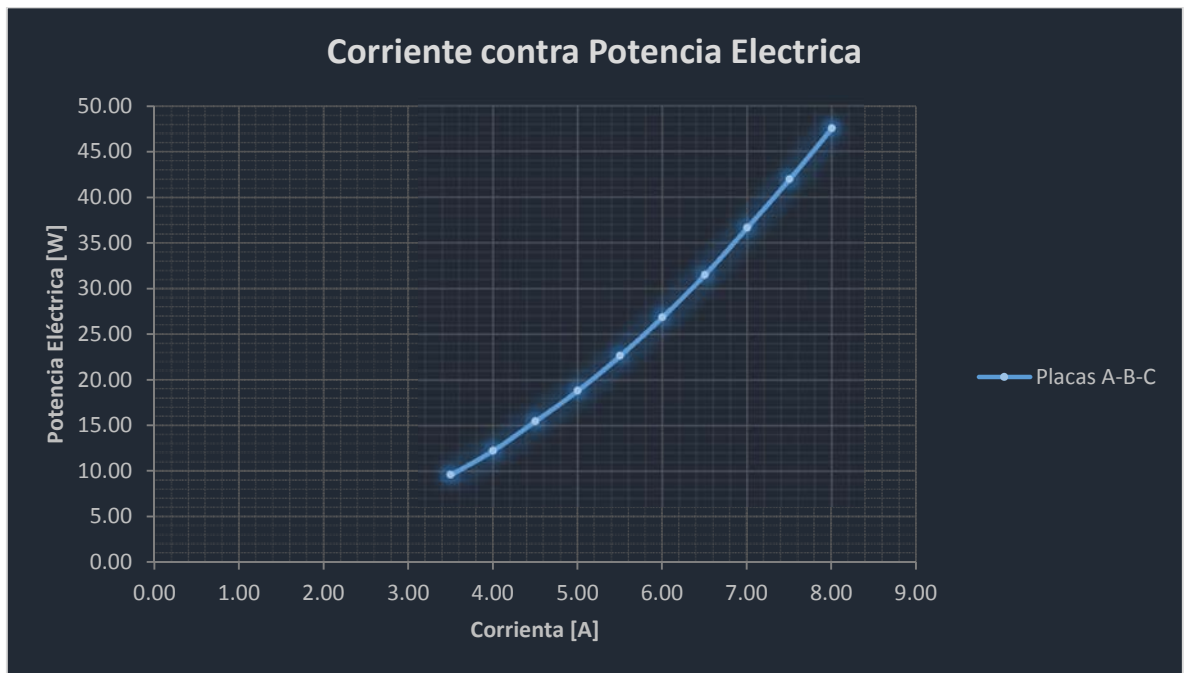


Gráfica 54.- Corriente contra Temperatura de PBT para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.

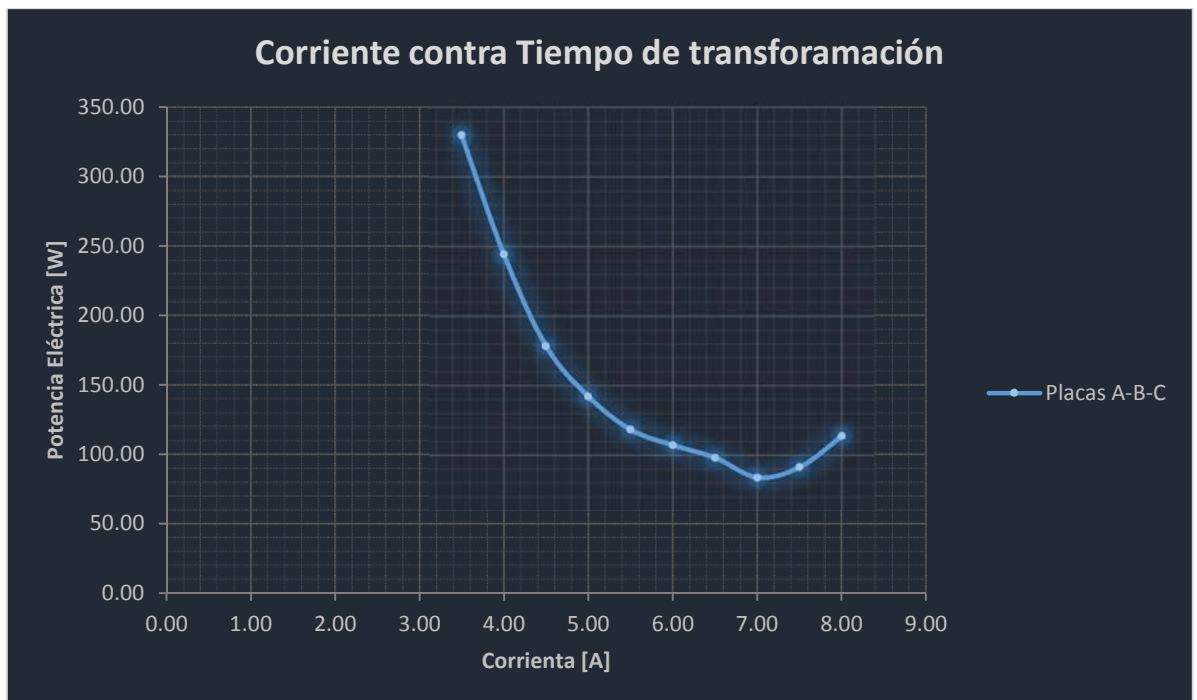


Gráfica 55- Corriente contra Temperatura de PAT para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.

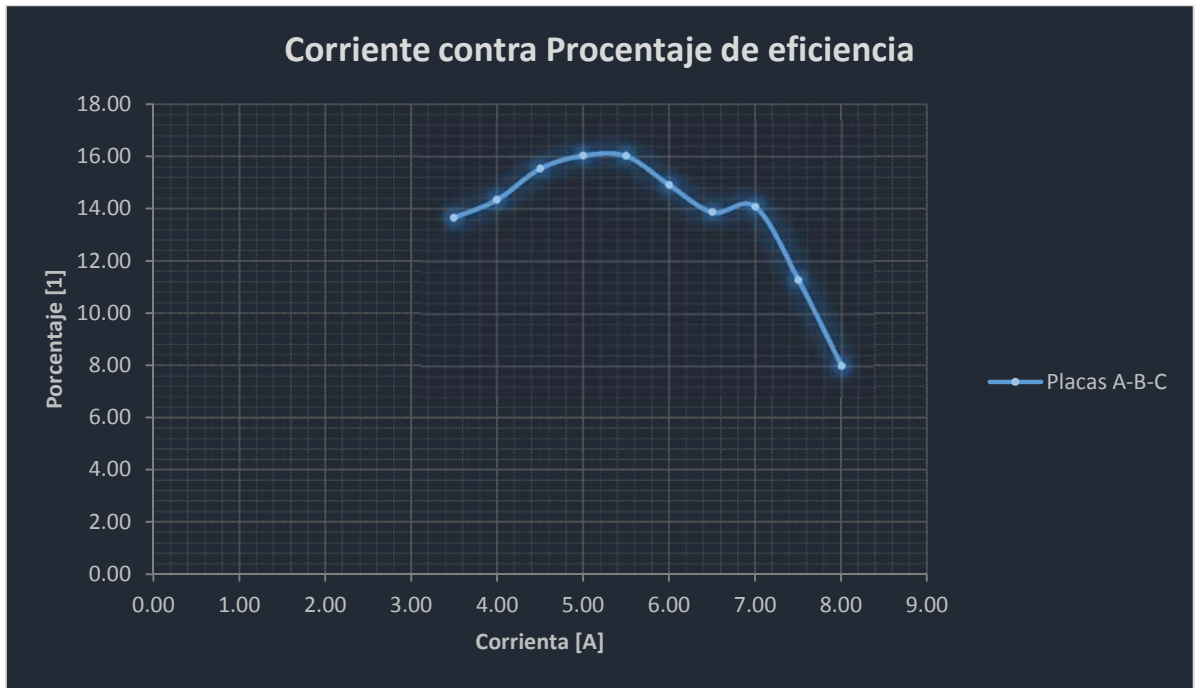
Configuración de tres placas en paralelo bajo un sistema de disipación por conducción:



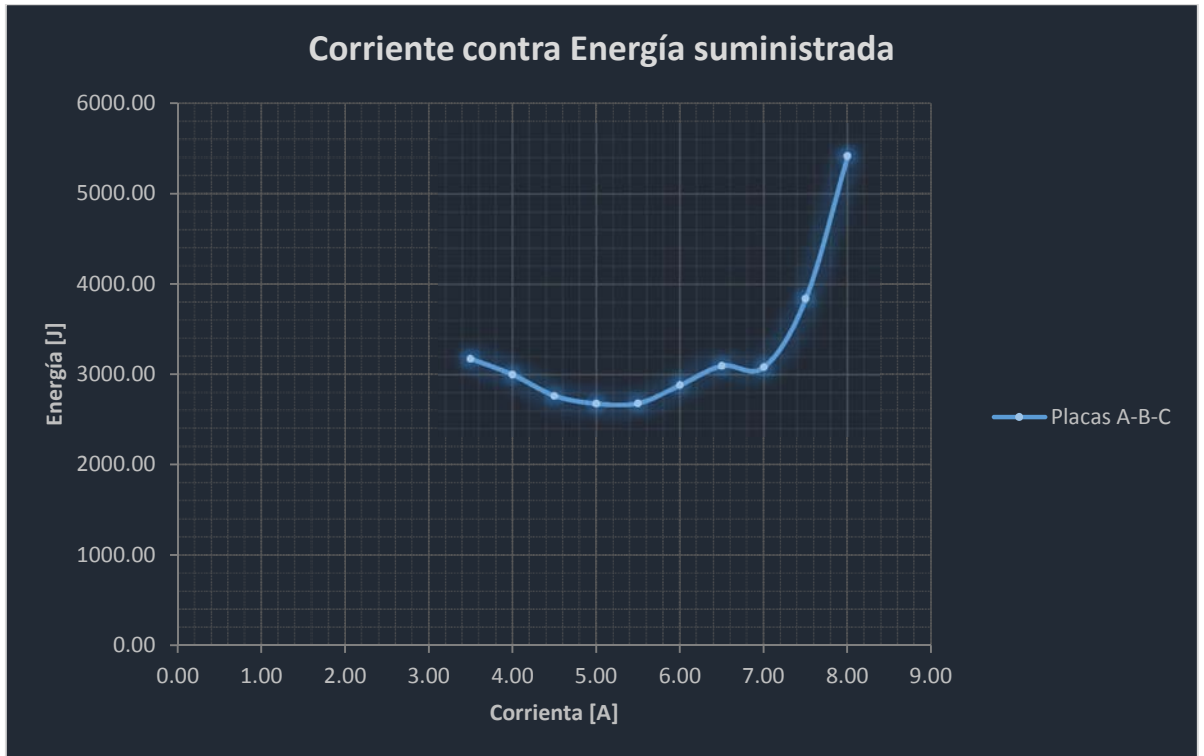
Gráfica 56.- Corriente contra Potencia Eléctrica para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



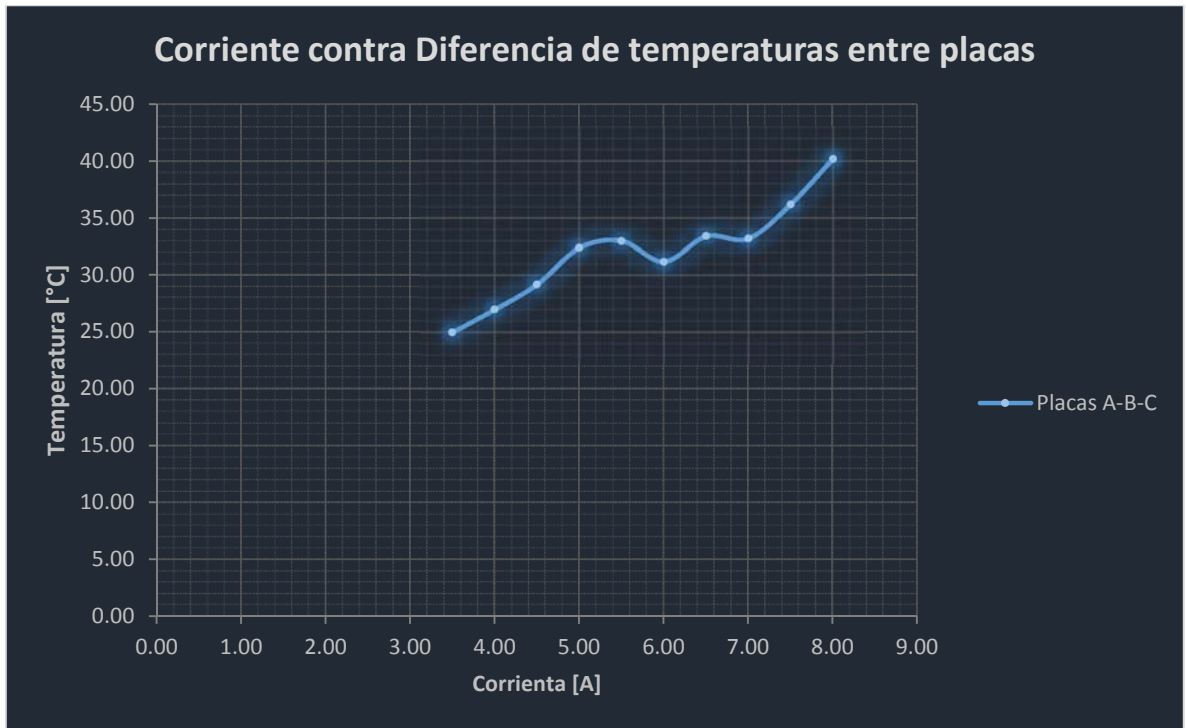
Gráfica 57.- Corriente contra Tiempo de transformación para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



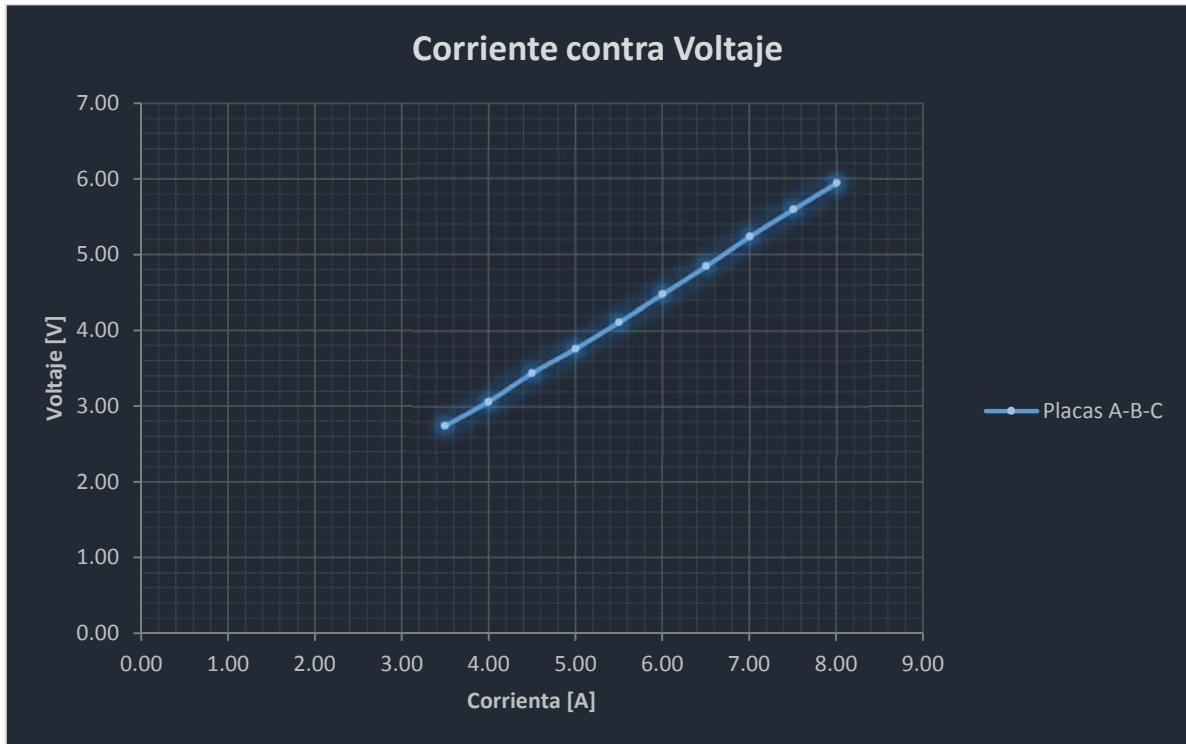
Gráfica 58- Corriente contra Eficiencia para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



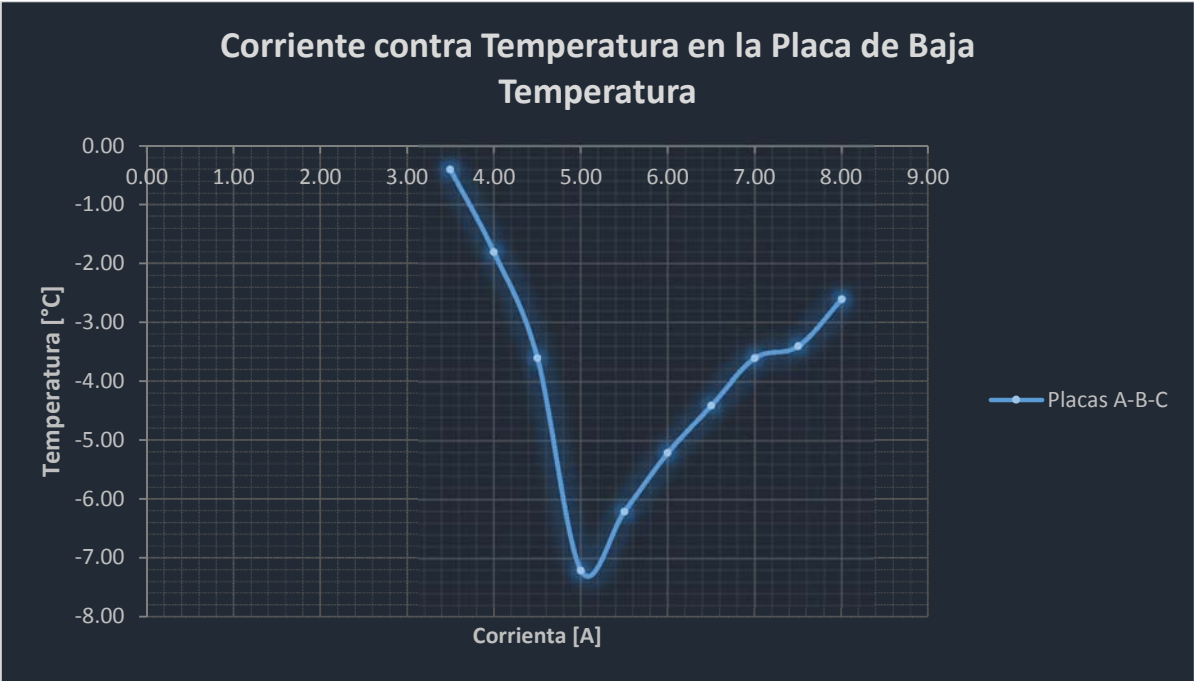
Gráfica 59- Corriente contra energía suministrada para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



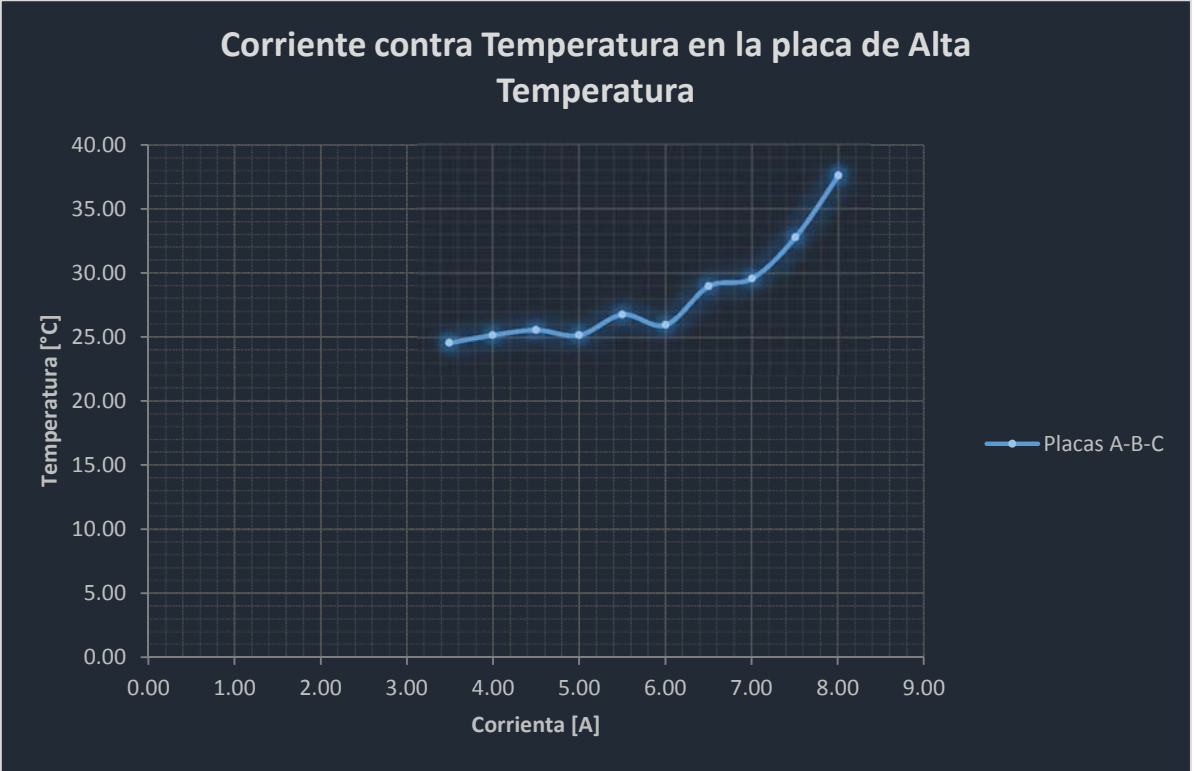
Gráfica 60.- Corriente contra Diferencia de temperatura para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



Gráfica 61- Corriente contra Voltaje para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



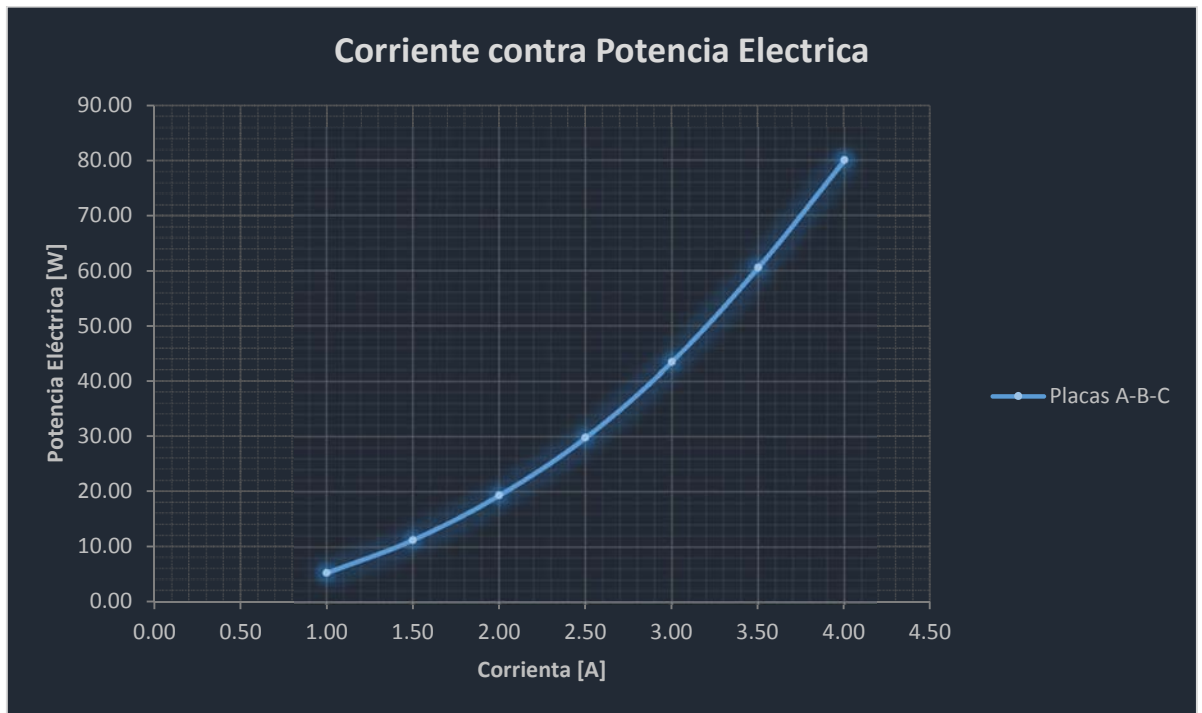
Gráfica 62.- Corriente contra Temperatura de PBT para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



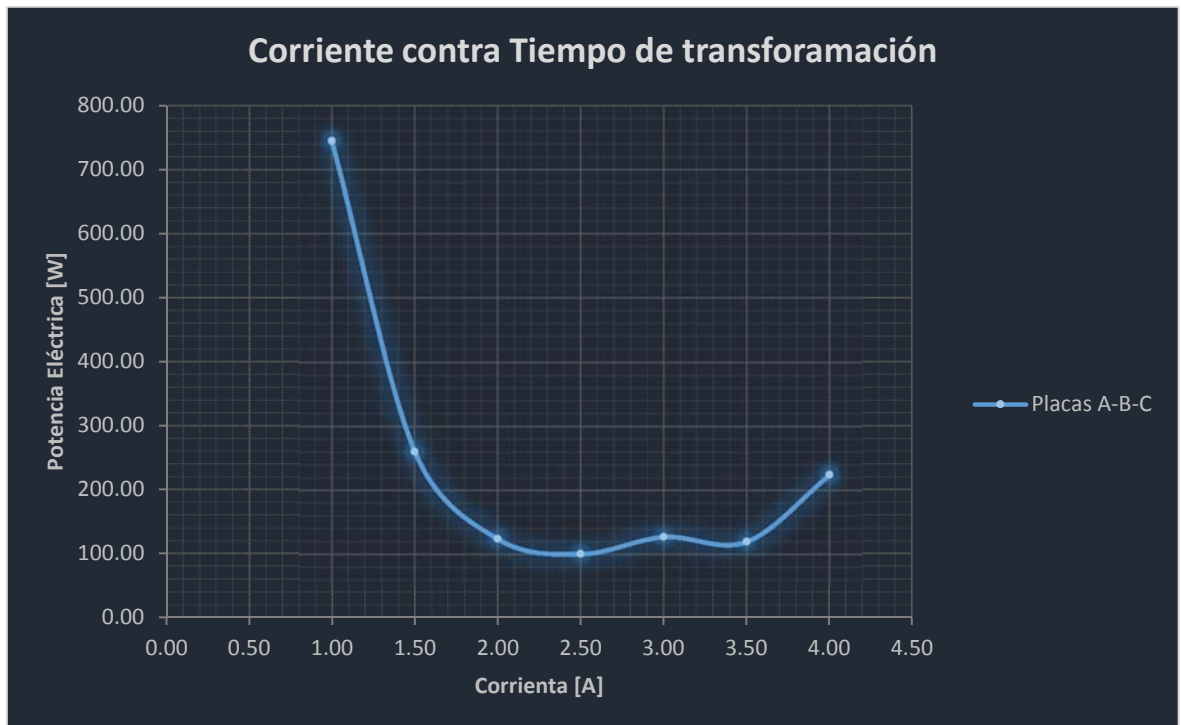
Gráfica 63.- Corriente contra Temperatura de PAT para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



Configuración de tres placas en serie bajo un sistema de disipación por conducción:

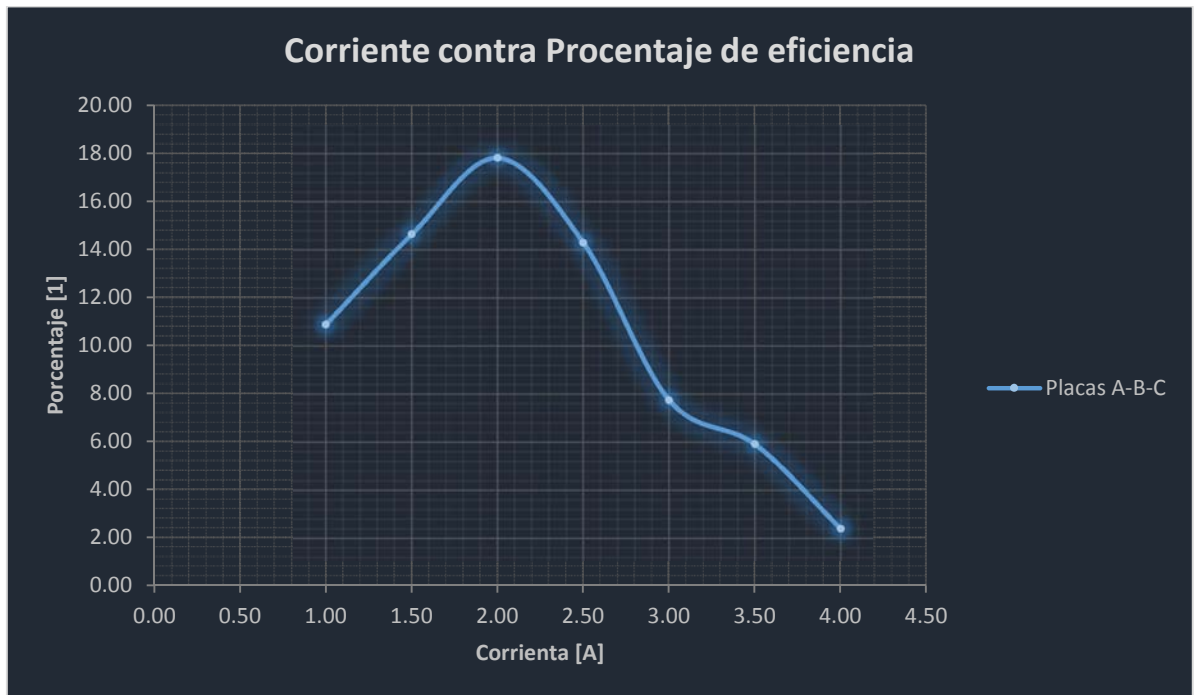


Gráfica 64.- Corriente contra Potencia Eléctrica para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.

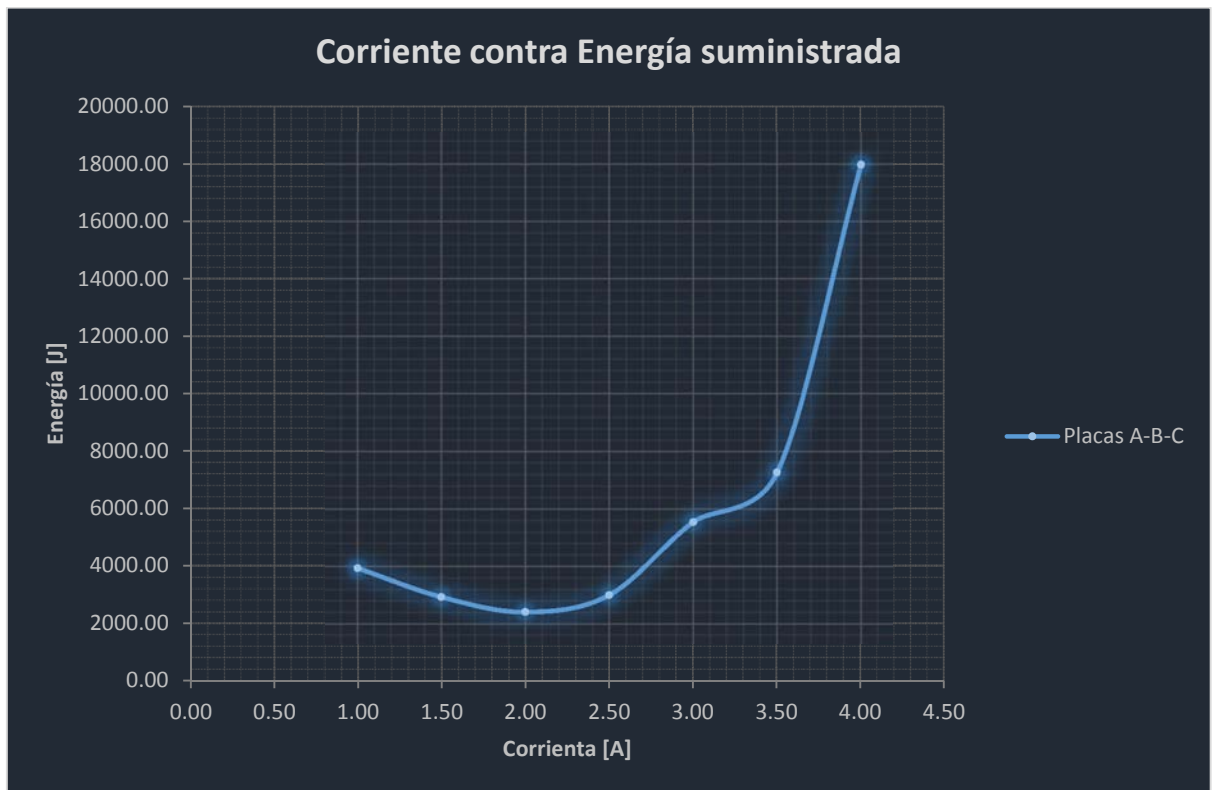




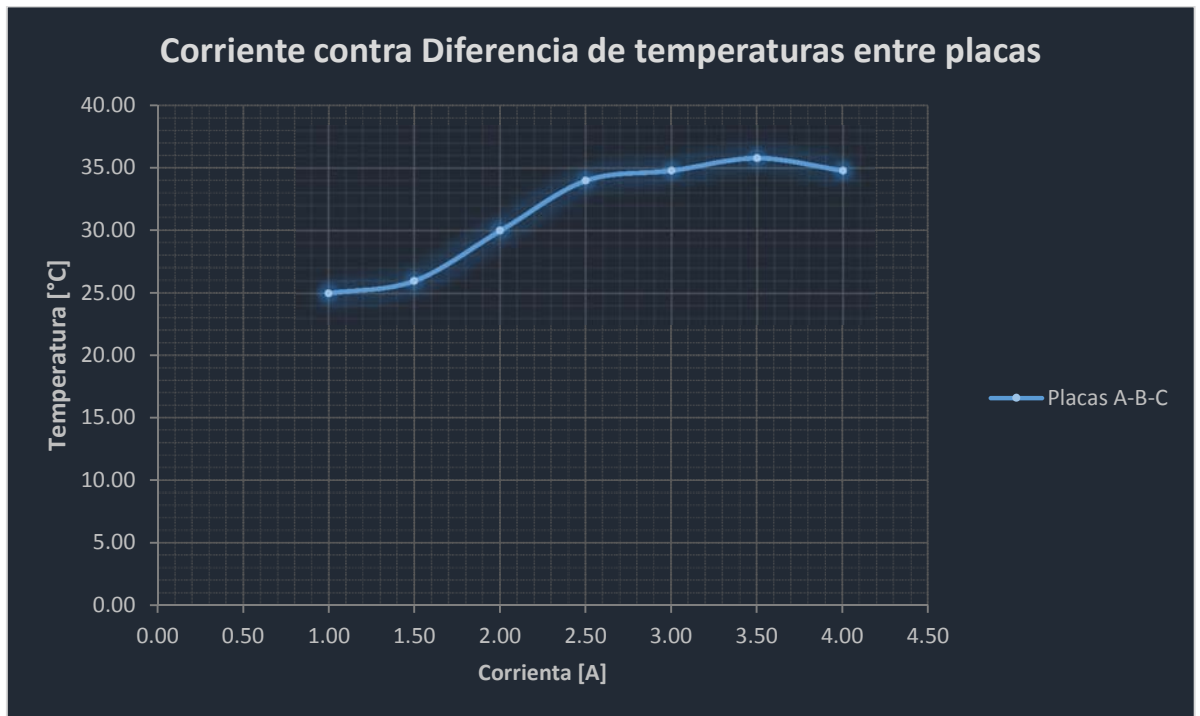
Gráfica 65- Corriente contra Tiempo de transformación para una configuración de tres serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



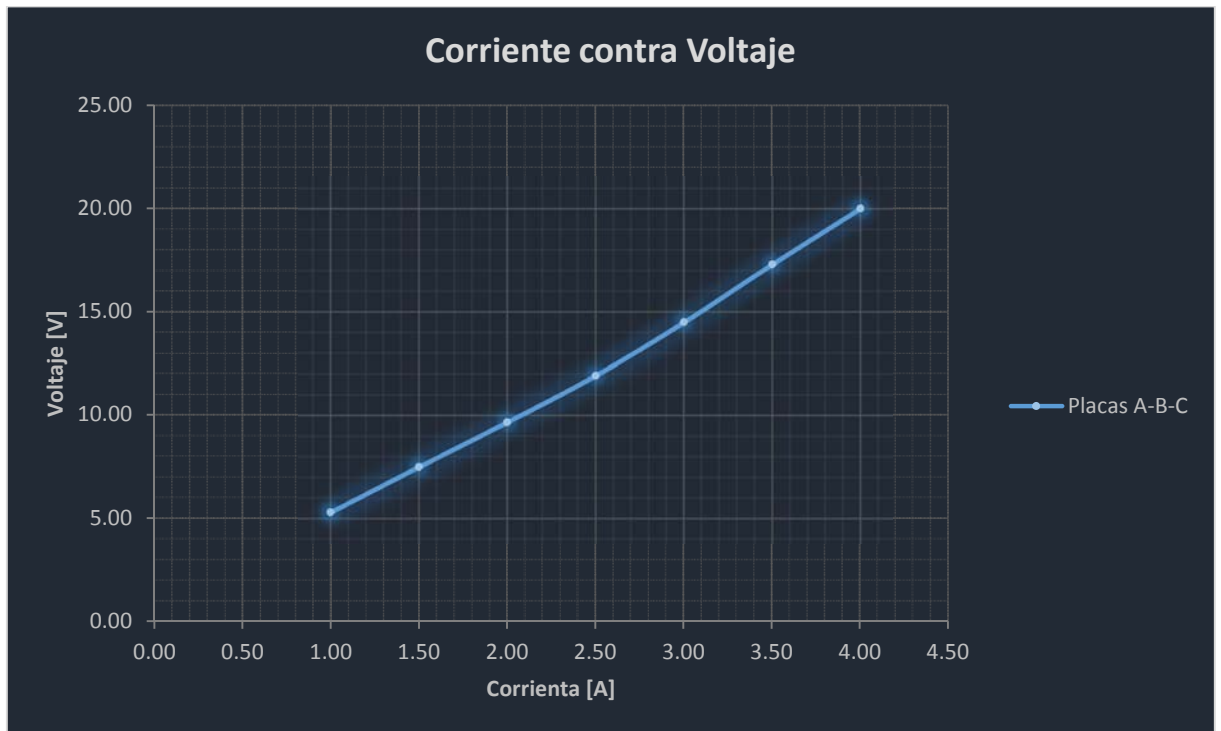
Gráfica 66- Corriente contra Eficiencia para una configuración de tres serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



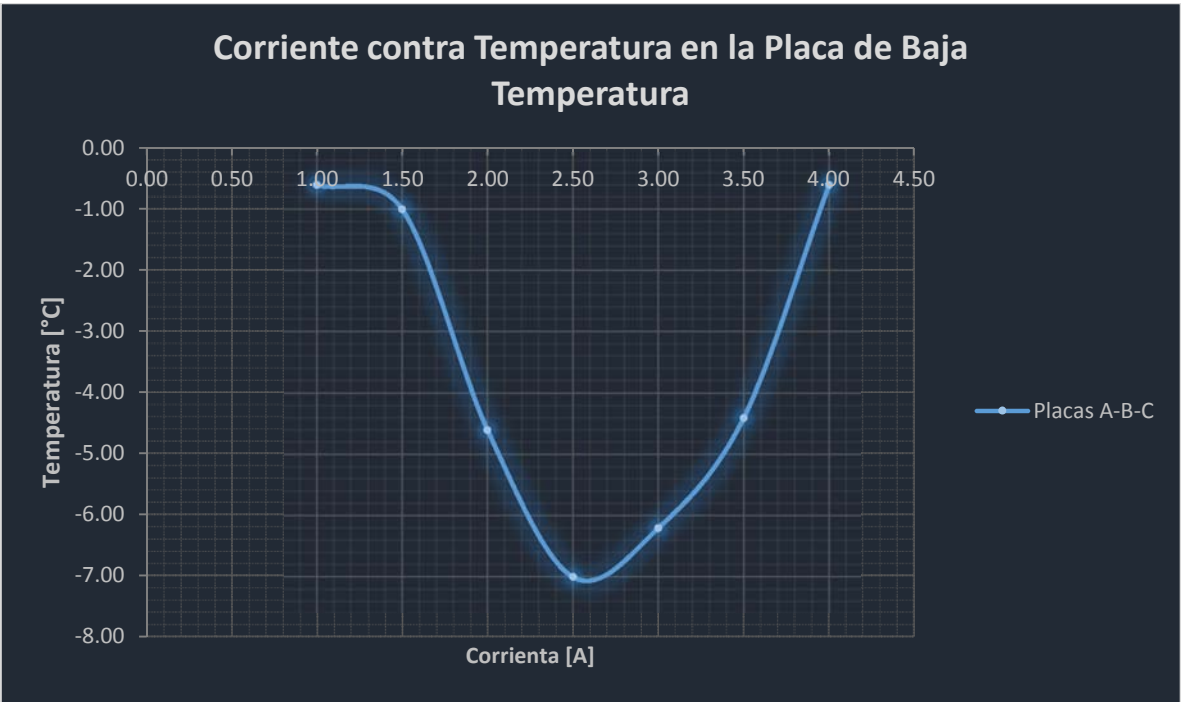
Gráfica 67- Corriente contra Energía suministrada para una configuración de tres serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



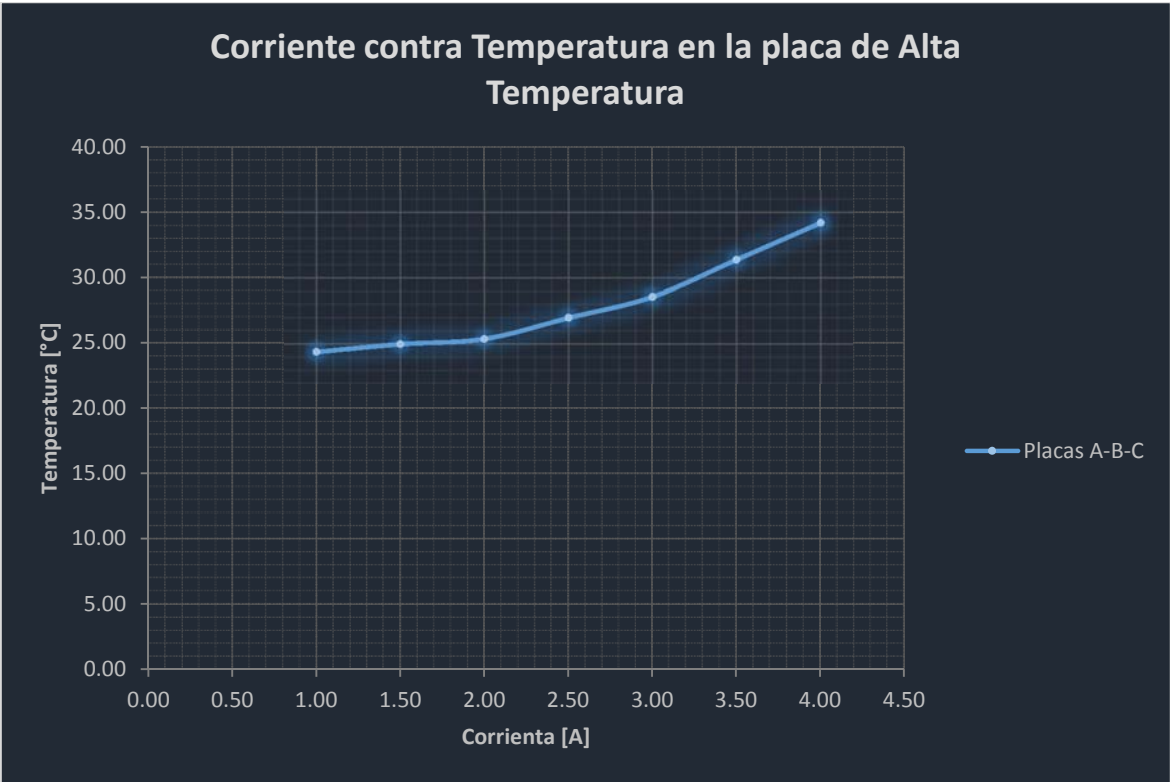
Gráfica 68.- Corriente contra Diferencia de temperatura para una configuración de tres serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



Gráfica 69 - Corriente contra Voltaje para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.



Gráfica 70 Corriente contra Temperatura de PBT para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.

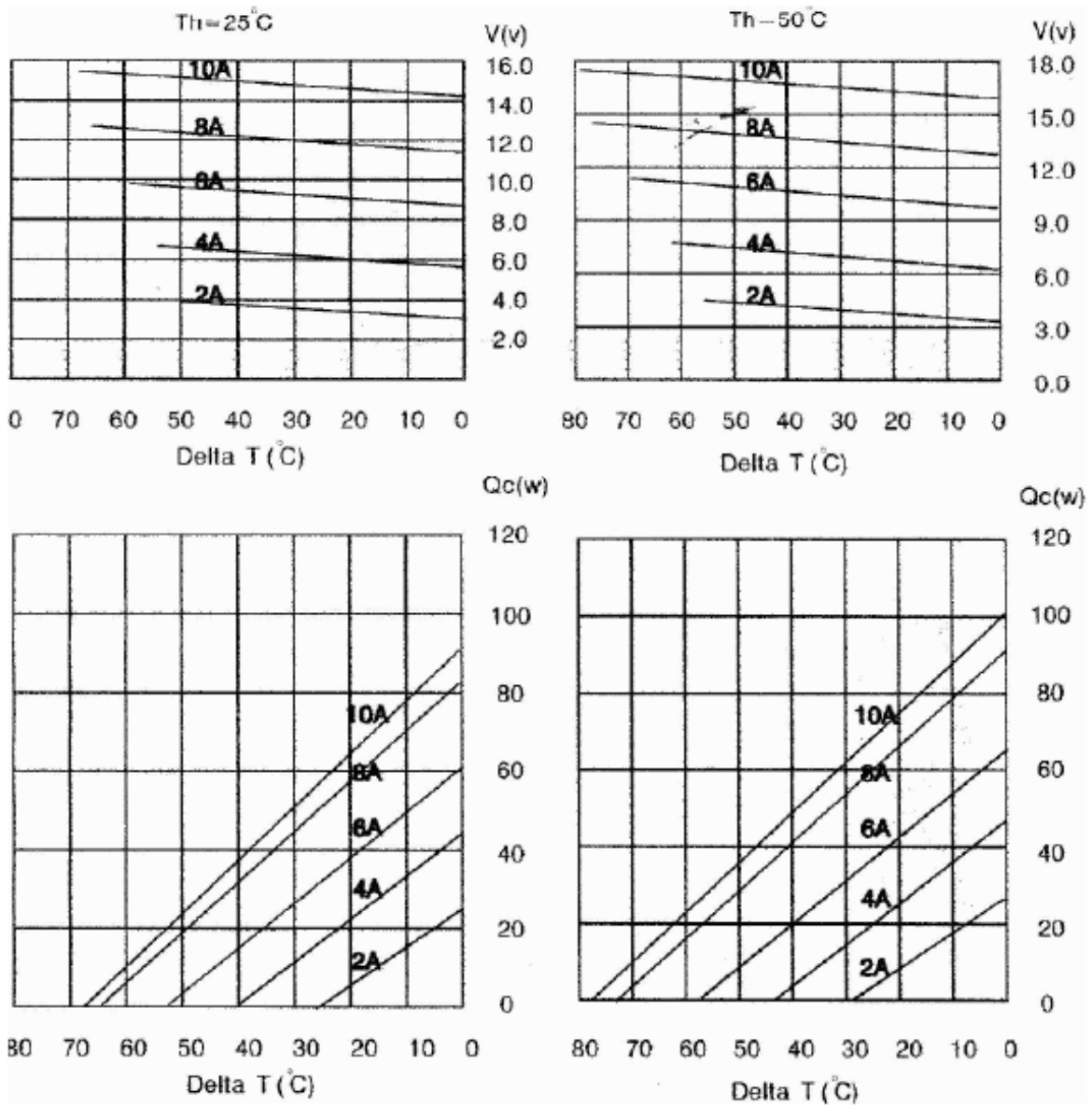


Gráfica 71.- Corriente contra Temperatura de PAT para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.

# Apéndice E

## Información Técnica de las placas Peltier 12710

Graficas de comportamiento de las placas TEC, información distribuida por la compañía Hebei, I.T. (Shangai) Co., Ltd.



# Apéndice F

## Los 40 principios de creatividad del TRIZ

- 1. Segmentación.** Seccionar en partes un objeto o si es uno de ya dividido seccionarlo más. Es decir separar el sistema o las partes en elementos independientes, ir de un macro nivel a un micro nivel.
- 2. Separación.** Separar la parte necesaria o es su defecto la propiedad, incluso se puede hablar de remover la parte o propiedad del sistema
- 3. Calidad local.** Cambiar la estructura o el ambiente externo permitiendo que este objeto posea posteriormente diferentes características y/o funciones para diversas situaciones o lugares.
- 4. Cambio de simetría.** Sustituir una forma simétrica con otra asimétrica, o si el componente ya es asimétrico, incrementar su simetría.
- 5. Combinación.** Acercar los elementos o combinarlos en uno o elementos similares, en el espacio, componentes destinados a una función definida, o combinar a operaciones paralelas.
- 6. Multifuncionalidad o universalidad.** Llevar a una parte del objeto o un sistema a varias funciones, así eliminando la necesidad de otros elementos.
- 7. Anidación.** Colocar un objeto dentro de otro, y otro más dentro de éste espacio en turno. Es decir pasar elementos dentro de la cavidad de otro.
- 8. Contrapeso.** Compensar el peso de un sistema con otro, o combinar diferentes elementos para proveer el peso correcto de compensación.
- 9. Contramedida preliminar.** Sí, es necesario realizar acciones de prevención o acciones útiles, como sería el caso de reforzar la cuerda de un polipasto por seguridad. La acción debe ser
- 10. Acción preliminar.** Realizar un cambio de forma parcial o completa para prevenir una necesidad antes de ser requerida, a principio no es muy claro pero un ejemplo son las planillas de estampillas. Estas llevan dos acciones preliminares un sistema que permite recortar más fácilmente las estampillas. Además de un auto adherible para colocarlo en el punto correspondiente.
- 11. Compensación de antemano.** Proteger o preparar un sistema o un objeto contra emergencias que puedan ocurrir en el futuro. A diferencia de la “*contramedida preliminar*” aquí se prepara para un daño y en la anterior se prevé que pase tal cosa. Por ejemplo, si se tiene un malacate que lleva mucho peso la “*contramedida preliminar*” reforzaría la cuerda y en caso contrario la “*compensación de antemano*” prevé el daño de los trabajadores haciéndolos usar casco.
- 12. Equipotencialidad.** Eliminar cambios de energía potencial provocada por el campo gravitacional, es decir mantener objetos en la misma altura o eliminar cambios de esta.
- 13. Inversión.** Llevar a cabo la acción de forma contraria a la convencional, voltear el sistema para que lleve a cabo su función, o hacer estacionaria la parte móvil y móvil la estacionaria.
- 14. Incremento de curvatura.** En vez de partes lineales (cuadrados, cubos, rectángulos, etc.) hacer uso de elementos con curvas o esferas, uso de rodillos o espirales (tornillo de Arquímedes), reemplazar un movimiento lineal con otro rotatorio, o usar la fuerza centrífuga.

**15. Partes dinámicas.** Permitir o diseñar las características de un objeto, ambiente externo, proceso o sistema para ser óptimos o encontrar un óptimo rendimiento. Seccionar un objeto o elemento para en elementos que permitan el movimiento relativo unos con otros. Si un objeto es rígido o flexible, si es móvil o adaptable.

**16. Acción excesiva o parcial.** Aunque es totalmente imposible obtener el 100% del efecto deseado dado el método de solución, se trata de obtener el máximo posible. En este principio de solución se refiere a hacer uso de elementos que definan la amplitud del trabajo para lograr el mejor efecto deseado; un ejemplo de la acción excesiva es generar un marketing masivo para un producto x (radio, televisión, medios impresos, etcétera), de esta forma se generara que llegue a más productores potenciales y no solo a los compradores objetivo. En caso contrario la acción parcial puede ser visualizada con el siguiente ejemplo; se quiere pintar bajo determinada tendencia una pared, entonces se hace uso de una plantilla o un empapelado y así se pinta, posteriormente se quita la plantilla y se tiene el resultado deseado.

**17. Cambio dimensional.** Hace referencia a realizar una transición de objetos a dos o tres dimensiones espaciales. El arreglo multidimensional puede hablar del cambio de la orientación, inclinación o inversión de lados. El ejemplo claro está relacionado con el problema de vivienda, cada vez que se realizan viviendas se realizan dentro de una gran área, pero para aumentar la eficiencia esto y usar cada vez menos área se puede hacer uso de un cambio de orientación, es decir que en vez de usen grandes secciones de terreno se puede cambiar esto por menores secciones de terreno haciendo uso de construcciones muy altas. Se cambió la orientación de una horizontal que ocupa gran cantidad de territorio por una que ocupa menos al cambiar la orientación.

**18. Vibración mecánica.** Se puede hacer referencia del uso de una vibración u oscilación, haciendo un incremento en su frecuencia o haciendo resonar el objeto.

**19. Acción periódica.** Reemplazar una acción continua con una periódica o por acciones pulsantes, sí ya es una acción periódica hacer un cambio en la frecuencia en acciones periódicas, o utilizar pausas entre pulsos para obtener diferentes acciones.

**20. Continuidad de acciones positivas.** Realizar cambios para mantener la mejor eficiencia, en este caso se habla de hacer un trabajo continuo o a plena carga todo el tiempo, de igual manera se puede eliminar de acciones ociosas o intermitentes.

**21. Saltarse o Urgir.** Llevar ciertos procesos de conducta o estados (dañinos o peligrosos) a una velocidad incrementada.

**22. Bendiciones disfrazadas.** Los factores, comportamientos perjudiciales pueden volverse acciones benéficas o positivas; esto realizando una adición de otros parámetros perjudiciales o mediante amplificaciones.

**23. Retroalimentación.** Realizar la introducción de una retroalimentación con objeto de mejorar el proceso o acción. En caso de que esta esta implementada realizar un cambio en la magnitud o influencia que tiene esta sobre el proceso.

**24. Intermediario.** Hacer uso de un proceso o artículo intermediario; unir un objeto temporalmente con otro para que sea as fácil remover este.

**25. Autoservicio.** Lograr que un objeto o sistema se apoye a si mismo mediante un comportamiento auxiliar. Haciendo uso de recurso como energía o materiales; especialmente aquellos que son desperdiciados.



**26. Copiado.** En vez de elementos que no son disponibles o son caros, o frágiles; se puede hacer uso de elementos más sencillo y sin costo mayor para ser repetidos logrando cumplir la función. En resumen remplazar el objeto, sistema o proceso por varias copias.

**27. Desechables económicos.** Este principio de trabajo hace referencia a remplazar elementos de costo elevados por múltiples objetos de bajo costo

**28. Substitución mecánica de interacción.** Hacer un remplazo de un método mecánico haciendo uso de otros sensores como puede ser eléctrico, acústico y demás. Hacer que estos principios físicos puedan ser interactivos, de igual manera se puede hacer cambios de campos estáticos a dinámicos.

**29. Neumática e hidráulica.** Uso de fluidos (gases o líquidos) como partes dentro de un objeto o sistema haciendo remplazo de partes sólidas.

**30. Corazas flexibles o películas delgadas.** Lograr hacer uso de estos elementos en comparación de estructuras tridimensionales. Aislar un objeto o sistema de un ambiente externo mediante las corazas y las películas.

**31. Materiales porosos.** Hacer objetos que se vuelvan porosos o agregar elementos porosos. En caso de que estos ya sean porosos, hacer uso de los poros para alojar alguna sustancia útil o una función en dichos poros.

**32. Cambios de propiedades ópticas.** Cambiando el color, la transparencia u otras propiedades ópticas en los objetos, sistemas y elementos ambientales; para lograr lo deseado.

**33. Homogeneidad.** En base a modificaciones hacer cambios en los materiales o formas para generar una homogeneidad de las partes.

**34. Descartar y recuperar.** Dado un sistema u objeto que cumple con ciertas funciones hacer que este o sus operaciones desaparezcan después de haber cumplido su cometido. Por otro lado restaurar elementos sea consumibles después de terminar su función dentro de la operación.

**35. Cambio de parámetros.** Hacer cambio el estado físico del objeto; cambiando concentraciones, consistencias, estado sólido, flexibilidad, temperatura y demás propiedades.

**36. Transiciones de fase.** Hacer uso de fenómenos ocurridos durante cambios de fase como lo son: volúmenes, presiones, transferencia de calor, etc.

**37. Expansión térmica:** Apoyándose del fenómeno de expansión o compresión de los materiales, generar beneficios o apoyo por este proceso.

**38. Oxidantes fuertes:** Remplazar aire común por uno enriquecido con oxígeno o puramente oxígeno. Se puede hacer uso de aire u oxígeno ionizado para fortalecer la oxidación.

**39. Atmosfera inerte:** Realizar un cambio del ambiente por uno que sea inerte, o agregar partículas neutras o aditivos al objeto o sistema.

**40. Materiales Compuestos:** Hacer cambios de la uniformidad de un materias por una de múltiples materiales y sistemas, es decir componer el sistema homogéneo por diversos para hacerlo heterogéneo

# Apéndice G

## Tabla de Figuras

No. Figura	Título	Página
1	Matriz QFD del producto	11
2	Curvas del grado de aceptación del cliente con relación a los requerimientos	12
3	Fuerzas intramoleculares	15
4	Fuerzas intermoleculares	15
5	Comportamiento de las moléculas en diversos estados de la materia	16
6	Sistema lineal de refrigeración	19
7	Sistema rotatorio de refrigeración	19
8	Esquema de una placa Peltier o termoeléctrica	19
9	Esquema de una placa Peltier o termoeléctrica	20
10	Diagrama del efecto Nernst	21
11	Tubo Vortex de efecto Ranque	22
12	Elementos a analizar	32
13	Coefficiente de transferencia de energía para diversos materiales	34
14	Sentido del flujo de la energía	35
15	Referencia al eje coordenado del proceso de transformación de fase	35
16	Temperaturas en el proceso de transferencia	36
17	Modelo experimental 02 de pruebas vista frontal	39
18	Modelo experimental 02 de pruebas superior	39
19	Sección para el alojamiento los sistemas de refrigeración, sistema por aire	40
20	Sistema de refrigeración por líquido	40
21	Modelo experimental 01 de pruebas trabajando	41
22	Gráfica de los resultados de la prueba con el modelo 01	41
23	Modelo experimental 02 de pruebas trabajando	42
24	Render de la propuesta denominada "disco"	61
25	Render de la propuesta denominada "tipo caja"	62

26	Render de la propuesta denominada “molde giratorio”	64
27	Render de la propuesta denominada “flujo continuo”	66
28	Render de la propuesta denominada “hielo picado”	66
29	Matriz de ubicación de la innovación	68
30	Matriz de ubicación de la innovación para los hielos genéricos	68
31	Matriz de ubicación de la innovación para las máquinas de hacer hielo	69
32	Matriz de ubicación de la innovación para los refrigeradores con módulo de hielo	69
33	Matriz de ubicación de la innovación para los objetos técnicos	70
34	Vista frontal del disparador thermaltake contact 21	92
35	Flujo del aire aplicado en la disipación	93
36	Vista del molde y sus alojamientos	94
37	Vista interna de la cara del rediseño del prototipo	95
38	Diagrama de entradas y señales del sistema de control	96
39	Simulación de las señales de entrada y salida en el microcontrolador	96
40	Vista frontal del rediseño	99
41	Vista superior del rediseño	100
42	Vista isométrica del rediseño	100
43	Vista isométrica con transparencia del rediseño	101

# Apéndice H

## Tabla de Tablas

No. Tabla	Título	Página
1	Visión del proyecto	9
2	Comparativa de los fenómenos de refrigeración	24
3	Matriz de ponderación	25
4	Escala de 11 puntos	25
5	Evaluación de los fenómenos de refrigeración	26
6	Comparación de los hielos genéricos	26
7	Comparación de las Máquinas hacedoras de hielo	27
8	Comparación de los refrigeradores con dispensador de hielo	28
9	Motores de búsqueda	29
10	Tabla de muestras de patentes de los últimos años de patentes relacionadas con el proyecto	30
11	Tabla de competencia técnica y tendencias de solución	30
12	Resultados de la experimentación de material y aumento de área de contacto	56
13	Tabla de sistemas de base de diseño	60
14	Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de disco rotatorio	62
15	Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de tipo caja	63
16	Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de molde giratorio	65
17	Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de flujo continuo	67
18	Tabla descriptiva de los principios de solución según el TRIZ, para la propuesta de hielo picado	69
19	Rupturas ubicadas en cada tipo de innovación	69
20	Tabla de elementos técnicos para la propuesta de “disco giratorio”	74
21	Tabla de elementos técnicos para la propuesta de “tipo caja”	76
22	Tabla de elementos técnicos para la propuesta de “molde giratorio”	77
23	Tabla de elementos técnicos para la propuesta de “molde de flujo continuo”	79
24	Tabla de elementos técnicos para la propuesta de “hielo picado”	80
25	Tabla de ubicación de la característica subclave de los objetos técnicos”	81

26	Tabla de nivel de dominio, con una escala de cinco niveles	81
27	Tabla de nivel promedio de dominio de las características particulares	82
28	Matriz de peso de los rublos de evaluación bajo la metodología de ponderación	89
29	Tabla descriptiva de la metodología de once puntos	89
30	Tabla de evaluación por matrices de decisión	90
31	Tabla de comparación de las propuestas mejor evaluadas	90
32	Traducción de necesidades a especificaciones	92
33	Listado de especificaciones y valores	93
34	Listado de materiales para armar un prototipo	99
35	Comparativa de las especificaciones esperadas y las estimadas para el rediseño	100

# Apéndice I

## Tabla de Gráficas



No. de gráfica	Título de gráfica	Página
1	Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para un tiempo reducido	12
2	Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para una propuesta de bajo costo	13
3	Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para una propuesta como módulo en un refrigerador	13
4	Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para el nivel de impacto ambiental	13
5	Resultados de la encuesta respecto al nivel de afinidad de potenciales consumidores para el consumo de energía eléctrica	13
6	Comportamiento de la corriente eléctrica contra voltaje para las diversas configuraciones	47
7	Comportamiento de la corriente eléctrica contra potencia eléctrica para las diversas configuraciones	47
8	Comportamiento de la corriente eléctrica contra energía suministrada para las diversas configuraciones	49
9	Comportamiento de la corriente eléctrica contra energía para las diversas configuraciones	49
10	Comportamiento de la corriente eléctrica contra el tiempo de transformación para las diversas configuraciones	51
11	Comportamiento de la corriente eléctrica contra la diferencia de temperatura para las diversas configuraciones	53
12	Comportamiento de la corriente eléctrica contra la temperatura de la placa de baja temperatura para las diversas configuraciones	54
13	Comportamiento de la corriente eléctrica contra la temperatura de la placa de alta temperatura para las diversas configuraciones	55

14	Grafica de valor de la propuesta con respecto a la competencia entre los objetos técnicos	82
15	Grafica de radar para el mercado potencial objetivo	83
16	Radar de la evolución para el hielo genérico	84
17	Radar de evolución para máquinas de hielo	84
18	Radar de evolución para los refrigeradores	85
19	Radar de evolución para la propuesta denominada “disco giratorio”	85
20	Radar de evolución para la propuesta denominada “tipo caja”	86
21	Radar de evolución para la propuesta denominada “molde rotatorio”	86
22	Radar de evolución para la propuesta denominada “flujo continuo”	87
23	Radar de evolución para la propuesta denominada “hielo picado”	87
24	Corriente contra potencia eléctrica para una configuración sencilla. Haciendo uso de un disipador por liquido	119
26	Corriente contra tiempo para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por liquido	119
27	Corriente contra eficiencia para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por liquido	120
28	Corriente contra energía dosificada para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por liquido	120
29	Corriente contra diferencia de temperaturas para una configuración sencilla haciendo uso de un disipador por liquido	121
30	Corriente voltaje para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por liquido	121
31	Corriente contra temperatura de la PBT haciendo uso de un disipador por liquido	122
32	Corriente contra potencia eléctrica para una configuración sencilla. Haciendo uso de un disipador por conducción	123
33	Corriente contra tiempo de transformación para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por conducción	123

34	Corriente contra eficiencia para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por conducción	124
35	Corriente contra energía dosificada para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por conducción	124
36	Corriente contra diferencia de temperaturas para una configuración sencilla haciendo uso de un disipador por conducción	125
37	Corriente contra voltaje para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por conducción	125
38	Corriente contra temperatura de la PBT haciendo uso de un disipador por conducción	126
39	Corriente contra temperatura de la PBA para una configuración sencilla, haciendo uso de un disipador por conducción	126
40	Corriente contra potencia eléctrica para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por conducción	127
41	Corriente contra tiempo de generación dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por conducción	127
42	Corriente contra eficiencia para una configuración de dos placas haciendo uso de un disipador por conducción	128
43	Corriente contra energía suministrada para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por conducción	128
44	Corriente contra diferencia de temperaturas para una configuración de dos placas haciendo uso de un disipador por conducción	129
45	Corriente contra voltaje para una configuración de dos placas, haciendo uso de un disipador por conducción	129
46	Corriente contra temperatura de la PBT para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por conducción	130
47	Corriente contra temperatura PAT para una configuración de dos placas en paralelo haciendo uso de un disipador por conducción	130
48	Corriente contra potencia eléctrica para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por conducción	131
49	Corriente contra Tiempo de transformación para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.	131
50	Corriente contra Eficiencia para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.	132
51	Corriente contra energía dosificada para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.	132

52	Corriente contra Diferencia de temperatura para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción	133
53	Corriente contra Voltaje para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.	133
54	Corriente contra Temperatura de PBT para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.	134
55	Corriente contra Temperatura de PAT para una configuración de dos placas en serie haciendo uso de un disipador por Conducción.	134
56	Corriente contra Potencia Eléctrica para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	135
57	Corriente contra Tiempo de transformación para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	135
58	Corriente contra Eficiencia para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	136
59	Corriente contra energía suministrada para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	136
60	Corriente contra Diferencia de temperatura para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	137
61	Corriente contra Voltaje para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	137
62	Corriente contra Temperatura de PBT para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	138
63	Corriente contra Temperatura de PAT para una configuración de tres placas en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción	138
64	Corriente contra Potencia Eléctrica para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	139
65	Corriente contra Tiempo de transformación para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción	139
66	Corriente contra Eficiencia para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	140
67	Corriente contra Energía suministrada para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	140
68	Corriente contra Diferencia de temperatura para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	141
69	Corriente contra Voltaje para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	141
70	Corriente contra Temperatura de PBT para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	142
72	Corriente contra Temperatura de PAT para una configuración de tres en serie en paralelo haciendo uso de un disipador por Conducción.	142