



*Facultad de Ingeniería*  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

*Trabajo de Grado – Segundo Semestre 2016*

Proyecto de grado en modalidad de aplicación

## Mecanismo de frío para la venta al paso

Camilo Alvarez <sup>a,c</sup>, David Romero <sup>a,c</sup>

Gabriel Gómez <sup>b,c</sup>,

<sup>a</sup>*Estudiante de Ingeniería Industrial*

<sup>b</sup>*Profesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial*

<sup>c</sup>*Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia*

---

### Abstract

The present document exposes the development of a heat transfer mechanism applicable to non-conventional selling systems, aiming at protecting food quality and preventing consumers health hazards, caused by decomposition processes or poor preservation. With the development of this mechanism is intended to benefit owners of this type of business, offering an innovative and self-sustainable product that complies with cooling standards established by Colombian law. With the production of the cold unit a solution is provided to the restricted space in working areas by offering a smaller item but capable enough to contain all required provisions. Regarding high energy consumption, it is intended to provide a solution to high electricity expenses and, at the same time, enhancements in meat cooling chain. In order to accomplish these goals, a market research was conducted that determined mobile store's needs, visiting, observing and analyzing different types of retailers, to define their working typologies, the way they work and, at the same time, their cooling processes flaws. Finally, with the collected information, the project viability was established by applying industrial engineering tools such a product design, performance and management indicators, which will be detailed though out this project. In synthesis, it is proposed a heat exchanger with a low electric consumption mechanism and suitable at food conservation system in non-conventional stores in Bogota city

---

## 1. Justificación

En la actualidad el mercado de establecimientos de comercio no convencionales ha ido incrementando como una propuesta urbana distinta para la venta de comida, estos establecimientos manejan productos alimenticios que deben ser conservados mediante un proceso de refrigeración (no de congelación), que permita un manejo rápido para la elaboración de los diferentes tipos de comida ofrecidos a los clientes de cada negocio.

En Bogotá actualmente existen establecimientos de venta formal e informal, de estos negocios formales existen 26 grupos de agremiados que son de tipo Food Truck, y franquiciados quienes en su gran mayoría son remolques y carritos de comida, como es el caso de cocheros, rancheritos, la burrada, paisas wings, entre otros. Esta modalidad de venta de comida al paso viene en crecimiento principalmente por las ventajas que trae este modelo de negocio, dado que su inversión inicial no es comparable con la de un establecimiento fijo puesto que no se paga renta, depósitos, o servicios y aunque se incurre únicamente en gastos de mantenimiento y combustibles, éstos cuentan como inversión, ya que para estos puntos de venta está permitido ubicarse en distintas zonas de la ciudad y no es necesario permanecer siempre en un punto inmóvil, estos sistemas de venta al paso en Bogotá se clasifican en tres categorías, las cuales se presentan en el anexo 1.

De la tabla presentada en el anexo 1 es necesario tener presente que los establecimientos cuentan con un área reducida para la instalación de todos los equipos obligatorios para un funcionamiento óptimo del negocio, como son los mecanismos de frío, los cuales son unidades en donde se almacenan carnes para después ser procesadas y servidas a los comensales, sin embargo no todos estos cuentan con el equipo y el espacio adecuado para almacenar, conllevando a que recurran a mantener el producto congelado y refrigerarlo en unidades de plástico o poliestireno expandido con uso prolongado de hielo, e incluso tener el alimento en canastas al aire libre, generando un riesgo de contaminar las carnes y afectar la salud de los consumidores.

Estos riesgos a los cuales se exponen las personas al consumir alimentos en estado no inocuo son bastante altos, como lo señala la OMS (Organización Mundial de la Salud), “Los alimentos insalubres que contienen bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas nocivas causan más de 200 enfermedades, que van desde la diarrea hasta el cáncer” (Organización mundial de la salud, 2017), esto conlleva a que las personas caigan en un círculo vicioso de enfermedades de transmisión alimentaria y malnutrición, afectando especialmente a lactantes, niños pequeños, ancianos y enfermos, pudiendo ocasionar la hospitalización de las personas e incluso la muerte, como lo demuestran las estadísticas de la OMS, que calcula que cada año se enferman alrededor de 600 millones de personas por comer alimentos contaminados, es decir que 1 de cada 10 habitantes en el mundo se enferma por esto, y 420000 personas mueren por esta misma causa. En base a lo anterior y a las 5 claves para la inocuidad de los alimentos realizada por la OMS, es fundamental que los alimentos perecederos se mantengan a temperaturas seguras (Manual sobre las 5 claves para la inocuidad de los alimentos, 2007).

En cuanto a los riesgos, estos se dividen según el origen del alimento, el cual, puede ser vegetal o animal, en el caso de los alimentos refrigerados de origen vegetal, estos pierden peso al perder agua por efectos de la transpiración,

por consiguiente, cualquier pérdida de peso del producto durante el almacenamiento se traduce en pérdidas económicas y de calidad; en cuanto a los alimentos refrigerados de origen animal, éstos pierden peso debido a la deshidratación superficial del producto en el almacenamiento. En algunos casos el empaque de las piezas de carne suele ser muy limitado o nulo, por lo que facilita las pérdidas de peso durante el almacenamiento. Estas pérdidas de peso en condiciones de temperatura ambiente pueden alcanzar valores del 2% durante los primeros dos días, pero si el producto se mantiene en un almacenamiento refrigerado, las pérdidas del peso disminuyen en un 0.3% por día (Barreiro Mendez & Sandoval Briceño, 2006).

Examinaremos brevemente ahora los riesgos a los que se ven expuestos los alimentos (vegetales y animales) con respecto de los aspectos bioquímicos y microbiológicos; los aspectos bioquímicos se clasifican en tres categorías: deterioro químico, enzimático y metabólico, estos tipos de deterioro y cambios en los alimentos se expondrán en el anexo 2; los aspectos microbiológicos se clasifican en tres grupos: bacterias, levaduras y mohos, estos pueden deteriorar los alimentos de dos maneras, la primera en forma saprofítica que significa simplemente el deterioro que se produce en el alimento por la digestión que realizan los microorganismos al crecer en ellos, alterando sus propiedades organolépticas como color, olor, textura, sabor y apariencia; en cuanto a la segunda forma se producen toxinas, que permanecen en el alimento aun después de la cocción y pueden afectar la salud del consumidor por bacterias o mohos en los alimentos, generalmente no poseen olor o sabor y son capaces de causar intoxicaciones, estos riesgos se encuentran de igual manera en el anexo 2. (Barreiro Mendez & Sandoval Briceño, 2006)

Para detener la mala acción de estos procesos referidos anteriormente se busca condiciones de almacenaje que retarden averías de productos alimenticios y puedan prolongar el uso de los mismos, mediante la conservación en frío, de esta manera se disminuirán posibles fallas en la medida en que la temperatura esté por debajo del límite establecido para cada categoría de alimentos, permitiendo mantener la calidad y reduciendo todos los procesos causantes de deterioro.

Según los riesgos mencionados con anterioridad, se debe tener en cuenta el tipo de material que se va a usar para almacenar y preservar los productos alimenticios, debido a que, éstos deben que cumplir con varias exigencias higiénicas y técnicas, las cuales, se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 1

*Tabla de exigencias para alimentos.*

<b>Exigencias Alimenticia</b>	<b>Exigencia Técnica</b>
No contener sustancias tóxicas	Permitir enfriamiento rápido
Ser químicamente inerte y estable	Resistir el agua, ácido
No comunicar mal sabor u olor	No adherirse al contenido congelado
Proteger de bacterias y suciedad	Ofrecer aislamiento
Impermeable a agua (gaseosa) y oxígeno	Proteger de sublimación (cambiar agua de estado sólido a gas sin pasar por liquido) y deshidratación
Se pueda empacar automáticamente	Adherirse estrechamente al producto (no bolsas de aire, favorecen sublimación)
Diversas formas y tamaños	Ser opaco a la luz como sea posible

De fácil formación de tarimas	Reflectante, reduce penetración de calor
Fácil de abrir y cerrar	Permitir penetración de microondas

Fuente: Fusades (Fundación Salvadoreña para el desarrollo económico y social), *Conservación de alimentos por frío*.

Para satisfacer este tipo de exigencias se debe hacer uso de materiales que cumplan con dichas características, como los son el polietileno, polipropileno, poliuretano, poliéster, policloruro de vinilo PVC, plásticos formados térmicamente, acero inoxidable, entre otros (Umaña Cerros, 2011).

Habiendo dejado clara la problemática enfrentada por los sistemas de venta no convencionales, de inocuidad en los alimentos, se estipula que también se debe cumplir con lo expresado en el artículo 8 del decreto 1500 de la ley colombiana, el cual consagra *“Con el fin de garantizar la inocuidad de la carne, productos cárnicos comestibles y los derivados cárnicos destinados para el consumo humano, todo eslabón de la cadena alimentaria debe garantizar la temperatura de refrigeración o congelación en las etapas del proceso a partir de la planta de beneficio, en el desposte, desprese, empaque, procesamiento, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización, expendio, importación y exportación, de tal forma que se asegure su adecuada conservación hasta el destino final.”* (Ministerio de protección social, 2007, pág. 16). De manera que según la norma colombiana es de vital importancia asegurar la inocuidad y salubridad en los alimentos a lo largo de la cadena de frío, también cabe mencionar que toda operación y condición de almacenamiento y comercialización de alimentos deben evitar la contaminación y alteración de los mismos junto con la proliferación de microorganismos indeseables. Para controlar la calidad en los alimentos y mantenerlos en un estado inocuo se debe hacer uso de unidades de almacenamiento adecuadas como establece en el decreto 3075 de 1997, en el artículo 35, inciso c, *“Deberán disponer de los equipos necesarios para la conservación, como neveras y congeladores adecuados para aquellos alimentos que dependan condiciones especiales de refrigeración y/o congelación.”* (Ministerio de salud, 1997, pág. 39). Siguiendo con este racionamiento el decreto indica la temperatura adecuada de refrigeración para alimentos de mayor riesgo en la salud pública, como se indica nuevamente el decreto 3075 de 1997, artículo 19, inciso c, *“Los alimentos que por su naturaleza permiten un rápido crecimiento de microorganismos indeseables, particularmente los de mayor riesgo en salud pública deben mantenerse en condiciones que se evite su proliferación. Para el cumplimiento de este requisito deberán adaptarse medidas efectivas como: Mantener los alimentos a temperatura de refrigeración no mayores de 4°C (39°F).”* (Ministerio de salud, 1997, pág. 27)

En conclusión, se propone el diseño de un mecanismo que pueda dar solución a los establecimientos de venta al paso que no conserven los productos alimenticios de una manera óptima, lo que podría conllevar a un desacato por lo establecido en la ley colombiana, haciendo uso de herramientas de ingeniería industrial como diseño de producto, análisis funcional, análisis de costos, y estudio de mercado; por lo tanto, se busca dar respuesta a la pregunta de investigación del proyecto presentada a continuación: *¿De qué manera la creación de un mecanismo de transferencia de calor auto sostenible ayuda a establecimientos móviles de comida a ofrecer productos de alta calidad y estén en estado inocuo para sus consumidores, además de cumplir a lo estipulado por la ley colombiana?*

## 2. Antecedentes

Los sistemas de venta no convencionales surgieron a finales del siglo XIX gracias a un texano llamado Charles Goodnight quien acondicionó un viejo camión para abastecer a los vaqueros de paso con comidas, tales como, carne y frijoles; en Estados Unidos esta cultura tomó bastante fuerza hasta llegar al punto en que incluso actualmente se pueden ver food trucks en espacios públicos de las principales ciudades (El Tiempo, 2014). Para el 2015, este tipo de negocio generó un ingreso anual de (USD) \$1,200,000,000 de dólares, y la industria tuvo un crecimiento del 12,4 % entre el 2010 y el 2015, lo que originó un total de 4130 camiones de comida en este país; en Latinoamérica se ha continuado con esta tendencia por su alta rentabilidad, conllevando al surgimiento de bastantes emprendedores que también han decidido adaptar camiones para convertirlos en food trucks. Un caso insignia es el de México, pues esta revolución de comida ambulante hizo que se creara la Asociación de Food Trucks DF, que lleva operando desde el año 2012 y para el 2014, ya existían veinte empresas registradas, como lo especificó el expresidente Fernando Reyes Lomelí, quien además aseguró que el crecimiento en ventas de food trucks es de 15% al 30% anual, por lo que pronosticó que el número de unidades se duplicaría para 2016 (Meléndez, 2014).

En la actualidad varias empresas han fabricado sistemas de frío que manejan una o todas las siguientes características: tamaño pequeño, bajo consumo de energía, sostenibilidad e higiene, esto con el fin de dar solución a los establecimientos de venta al paso que no conserven los productos alimenticios de una manera óptima; por esta razón es que en Colombia, la empresa Haceb presenta una propuesta, cuyo enfoque principal es ayudar a las comunidades menos favorecidas del país, brindándoles una nevera solar que no necesite de una red de suministro de energía y sea ecológica. El modelo Haceb trabaja por medio de gas refrigerante, tiene aislamiento en ciclo pentano —que es amigable con el medio ambiente—, un volumen de 219 litros y un consumo de 887 Watts/hora por día; para la conexión de esta nevera se requiere mínimo dos paneles de 100 x 60 cm, cada uno de los cuales debe suministrar energía por 270 watts/hora por día, así como también es necesario el uso de baterías con capacidad mínima de almacenamiento para cubrir eventualidades de hasta dos días de oscuridad (Haceb, 2015).

Fuera del país, varios fabricantes ofrecen propuestas diferentes, y ejemplo de ello es en un pequeño estado soberano del sur de África llamado Reino de Suazilandia, pues debido a los efectos del cambio climático se está viviendo el aumento de temperaturas y sequías; es por tal motivo que la empresa Palfridge ofrece neveras respetuosas con el medio ambiente que funcionan con un bajo consumo, ya que son impulsadas por medio de energía solar. Estas neveras sirven para poder mantener en buen estado medicamentos, alimentos y bebidas, operan con los llamados gases refrigeradores naturales, en vez de usar los gases que dañan la capa de ozono y además hace que se preserve mejor el frío mediante un aislamiento de diez centímetros (Inga Sieg, 2010).

La empresa estadounidense SunDanzer, ofrece por internet un refrigerador de 50 litros DC, con un consumo de energía excepcionalmente bajo de 114 Watts/hora por día, siendo esta una de las propuestas más eficientes del mercado. Este refrigerador está hecho con paredes aislantes de 11 centímetros de poliuretano con recubrimiento de polvo de acero galvanizado e interior de aluminio, todo este sistema funciona a 12 o 24 voltios de corriente continua (SunDanzer, 2017)

La empresa norteamericana IGLOO ofrece la nevera Igloo Iceless 40-12, la cual, se enfría sin hielo y solo debe ser conectada a una fuente de alimentación como la batería de un carro o cualquier otra salida de 12 voltios DC, proporcionando la opción de ser utilizada en el hogar u oficina mediante un convertidor AC/DC compatible. Esta nevera se presenta como respuesta a viajeros que tengan el gusto por acampar o realizar viajes por carretera, otorgándoles un enfriador de alimentos con una capacidad de 38 litros; el funcionamiento de este producto se da por convección - ventilación, es decir, lo que hace circular el aire frío a lo largo de la unidad refrigerante; cuenta con una cámara térmica rellena de poliestireno expandido, la que actúa como aislante del calor y también cuenta con separadores interiores para comida y bebida, los cuales, pueden usarse de manera vertical u horizontalmente, y poseen medidas que son de 55 cm x 39 cm x 43 cm (IGLOO, s.f.).

Otro acercamiento que se ha realizado para la construcción de una nevera solar es el que realizaron Inna Samson, Rodolfo Echarri y Claudio El Hasi. En su investigación con el Instituto Tecnológico de Santo Domingo acerca de un prototipo a pequeña escala de una nevera solar, en la cual, se observa que llega a una temperatura de 4,9°C en la cámara fría a través de emplear energías no convencionales, se desarrolló un ciclo de adsorción de metanol sobre carbón activado; en este sistema se aumenta la temperatura del carbón activado por medio de resistencias eléctricas que simulan el calor de los paneles solares, por lo que expulsa metanol, que a su vez se encuentra adsorbido y pasa a estado gaseoso a un condensador, después pasa a estado líquido liberando el calor de condensación al medio ambiente. Al estar en estado líquido el metanol pasa a un recipiente en donde termina el ciclo de desorción, al mismo tiempo que se abre una válvula por la que pasa el metanol al evaporador, el cual, se encuentra en una cámara aislada térmicamente. La etapa de enfriamiento se da cuando el carbón activado baja su temperatura y comienza a absorber los vapores de metanol, bajando su presión y provocando la evaporación del metanol líquido que se encuentra en la cámara fría (Samson, Echarri, & El Hasi, 2008).

En la Universidad Tecnológica de Pereira se llevó a cabo un proyecto llamado “Diseño de una nevera basada en fuentes renovables de energía” que tiene la finalidad de buscar una forma de suplir el consumo de energía de una nevera convencional, esto sustentado en que hoy en día ha aumentado la población por lo que también ha incrementado considerablemente el consumo de combustibles fósiles. En este proyecto se pudo evidenciar de que el mejor sistema para alimentar una nevera convencional es por medio de energía solar, y por esto se hicieron los cálculos necesarios para encontrar el equipo adecuado que pueda alimentar dos tipos de neveras, la primera una nevera convencional de 10 ft, la cual, necesita de un módulo 320W policristalino KD320GH-4YB de KYOCERA, un regulador maximizador de 45A/24V MPPT de vitron, una batería de 12V/220Ah Gel deep cycle de vitron energy, un inversor senoidal automático 1000W-24 y un cableado, todo lo anterior por un precio total de \$21.731.996 COP; la segunda nevera de 5ft, la cual, necesita de un módulo 195W monocristalino JKM195M-72-JINKO, un regulador maximizador de 15A/24V MPPT de vitron, una batería de 12V/165Ah Gel Deep cycle de vitron energy, un inversor senoidal automático 600W-24 y un cableado, esto con un costo total de \$6.055.654 COP; en conclusión se llegó a que el proyecto no sería viable en un sector residencial, puesto que el tiempo de retorno de la inversión es de aproximadamente 32 años en los dos tipos de nevera, aunque sí sería viable para zonas rurales en donde no poseen redes eléctricas; por esta razón se ven obligados a suplir la energía

por medio de plantas energéticas que usan gran cantidad de combustibles fósiles, los cuales, son de alto precio y contaminan el medio ambiente y además el tiempo de retribución de inversión en estas zonas sería aproximadamente de un año para los dos tipos de nevera (Henaó Ramirez & Valencia Valencia, 2016).

Hasta el día de hoy los sistemas de venta no convencional de Bogotá manejan artefactos de frío, como unidades de poliestireno expandido y de plástico, las cuales, mantienen la temperatura por medio del uso prolongado de hielo y como se mencionó anteriormente, genera problemas de salubridad por manipulación del hielo; estas cajas de poliestireno expandido también se deterioran de forma rápida y producen grietas internas como consecuencia de los sistemas de limpieza, lo que puede provocar acumulación de bacterias. En otros casos se manejan unidades de frío convencionales del mercado, y debido a su tamaño se ve afectado el flujo de las operaciones al interior del puesto de comida por sus grandes dimensiones, además el hecho de que tengan que ser conectadas a fuentes de corriente AC dificulta su movilidad por la ciudad, obligándolos a permanecer estáticos, a pagar por el suministro de electricidad o a tomar ilegalmente la energía proveniente de postes de luz. En el anexo 3 se compilan las principales referencias de unidades de frío ofrecidas en el mercado nacional que utilizan los sistemas de venta al paso.

Vale la pena destacar que la mayoría de las propuestas mencionadas son extranjeras, por consiguiente, la competencia en el mercado nacional es mínima. Actualmente, no hay empresas que fabriquen unidades de frío similares a la planteada en el presente documento; para la elaboración del diseño y el funcionamiento del sistema, y con el fin de que este sea de bajo consumo, se tuvo en cuenta información relevante de los documentos consultados como: medidas, capacidades, fuentes de energía y materiales, todo esto en cuanto al diseño.

### **3. Objetivos**

*Diseño de un mecanismo de transferencia de calor, que permita la conservación de alimentos en espacios reducidos de venta ambulante en Bogotá.*

- Establecer las propuestas de sistemas de frío que se usan actualmente en los sistemas de venta al paso en la ciudad de Bogotá.
- Determinar la forma en que los establecimientos de venta al paso operan, mediante un estudio de mercados en la capital.
- Determinar el proceso de manufactura para la fabricación de un mecanismo de transferencia de calor haciendo uso de herramientas de ingeniería industrial.
- Evaluar la viabilidad financiera del proyecto mediante análisis de costos e indicadores de diagnóstico financiero.
- Definir indicadores críticos para evaluar los aspectos ambientales del proyecto

#### 4. Metodología

Para comprender más a fondo el funcionamiento de una unidad de frío vale la pena mencionar que el proceso mediante el cual se da el transporte de energía, se llama transferencia de calor y la rama de la ciencia que abarca sobre la relación entre calor y otras formas de energía incluyendo el trabajo mecánico, se denomina termodinámica. Sus principios se apoyan en observaciones y se han generalizado en leyes que se consideran válidas en los procesos que ocurren en la naturaleza; ejemplo de esto es, la primera ley de la termodinámica que indica que la energía no se puede crear ni destruir, solo se transforma de una manera a otra forma de la misma y rige en forma cuantitativa los cambios de energía, aunque no impone limitaciones en la dirección de la transformación; no obstante se sabe por experiencia que no es posible que un proceso obtenga como efecto la transferencia neta de calor de una región a otra, lo que se conoce como la segunda ley de la termodinámica (Kreith, Manglik, & Bohn, 2011).

En las obras acerca de transferencia de calor se nombran tres modos distintos de transmisión de calor: por conducción, por radiación y por convección; se entiende de forma precisa que solo la conducción y radiación deberían clasificarse como procesos de transferencia de calor debido a que estos dos dependen para su operación de la simple existencia de una diferencia de temperatura. La convección no cumple estrictamente con la transferencia de calor puesto que su operación también depende del transporte mecánico de masa, sin embargo, a causa de que la convección también realiza transmisión de energía entre dos regiones a diferentes temperaturas, el término de “transferencia de calor por convección” se ha aceptado generalmente. Por otro lado, la convección se puede dar tanto de forma natural como de forma forzada, lo que significa que necesita de una fuerza externa que haga fluir una masa entre dos regiones (Kreith, Manglik, & Bohn, 2011).

Una vez que se ha dejado en claro lo anterior es esencial conocer las aplicaciones de refrigeración y sus técnicas, que específicamente son:

- Refrigeración doméstica: El objetivo principal de esta aplicación es ser eficaz, silencioso y respetuoso con el medio ambiente, considerando como ejemplos más comunes los frigoríficos que usan bares y cafeterías, así como los congeladores y cámaras frigoríficas de pequeñas tiendas y comercios.
- Aire acondicionado confort: Esta aplicación busca enfriar un cerramiento determinado, el cual, puede realizarse con aire frío (convección forzada), con agua fría o con un fluido frigorífico, teniendo en cuenta que en cualquiera de estos casos será necesario mantener el frío continuamente en la unidad de refrigeración.
- Aire acondicionado industrial: En la industria hay determinadas condiciones que exigen temperatura y humedad específica, por lo tanto, se debe asegurar que esta temperatura, humedad, polvo y agentes patógenos del aire estén controlados, en este caso se hace uso de la convección natural o forzada para refrigerar grandes almacenes, oficinas, laboratorios, naves industriales, etc.
- Refrigeración industrial: Este apartado se clasifica en función de los tipos de aplicación industrial, así, por ejemplo, el almacenamiento y conservación de alimentos mediante bajas temperaturas inhibe el crecimiento

bacteriano que produce deterioro en los productos, como también reacciones enzimáticas que generan los propios microorganismos.

Dicho lo anterior, el sistema mediante el cual trabaja la unidad de frío del presente proyecto es similar al aire acondicionado, debido a que la técnica de enfriamiento es por convección forzada y por consiguiente hace que se circule aire frío dentro de la unidad con ayuda de ventiladores, su aplicación es para el comercio, similar al ejemplo presentado en refrigeración industrial, ya que el objetivo de los establecimientos de venta al paso es refrigerar para preservar la calidad de los productos. El criterio para seleccionar el sistema de convección forzada es el bajo consumo de energía, esto debido a la comparación con las demás técnicas de refrigeración, evidenciamos que la convección forzada es la que presenta un menor consumo por hora, lo cual hace que el proyecto sea viable. (Jutglar & Miranda, 2008)

Por otro lado, se realizó un estudio de mercado a los establecimientos de venta al paso, con el fin de lograr demostrar la forma en que operan, como se puede observar a continuación:

#### 1. Segmentación del mercado:

Para determinar el mercado objetivo al que se dirige el producto, se realiza un estudio con el fin de hallar el número de establecimientos de comida ambulante en la ciudad de Bogotá, para esto nos basamos en investigaciones y estudios realizados anteriormente. Para calcular el número de establecimientos de venta al paso en la capital al cual se busca llegar con el producto del proyecto, es importante entender que existen negocios formales e informales, por lo tanto, con ayuda de datos disponibles en estudios, se realiza los siguientes cálculos:

- Establecimientos informales de venta de comida en las calles de Bogotá: De acuerdo con la información del Instituto para la economía social, en su estudio “Caracterización vendedores informales de Bogotá”, en donde se establece un número total de vendedores informales, este número se divide por diferentes clasificaciones según el producto a vender, en este trabajo se tomaron los porcentajes de venta de alimentos preparados (9%), y frutas y verduras (8%), debido a que estos son los productos que se desean almacenar en la unidad de frío diseñada en el proyecto, a continuación se presenta la ecuación del cálculo de establecimientos informales dedicados a la venta de comida en la capital (Caracterización vendedores informales Bogotá, 2016).

$$\text{Número de establecimientos informales dedicados a la venta de comida} = 50,038 * (9\% + 8\%)$$

$$\text{Número de establecimientos informales dedicados a la venta de comida} = 8506$$

- Establecimiento de comida formal tipo Food Truck: Para determinar el número de Food trucks rodando por la ciudad de Bogotá, nos basamos en la entrevista realizada por la revista dinero a Carla Ávila, quien es propietaria y agremiada de Aso Food truck Bogotá. (Revista Dinero, 2017):

$$\text{Número de Food Trucks} = 200$$

- Establecimientos de comida formal tipo carrito de comida (cocheros): En la capital se ha visto un aumento considerable de establecimientos de comida móvil como lo es la franquicia de cocheros como lo muestra el informe realizado por redacción de Bogotá, del diario el espectador, quienes afirman que el número de cocheros es alrededor de 200 (Redacción Bogotá El espectador, 2014):

$$\text{Establecimientos de comida formal tipo carrito de comida (cocheros)} = 200$$

- Recopilando toda la información anterior se estable que el número final del mercado objetivo o segmentado para el proyecto el cual es el siguiente:

$$\text{Total establecimientos} = 8506 + 200 + 200$$

$$\text{Total de establecimientos} = 8906$$

## 2. Tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño muestral se estable un nivel de confianza del 95% (1,96) y un margen del error del 8%, y este se muestra a continuación:

$$n = \frac{z^2 * (p * q)}{e^2}$$

$$n = \frac{1,96^2 * (0,5 * 0,5)}{0,08^2}$$

$$n = 150$$

Se tomó P y Q como iguales, por la probabilidad de que el establecimiento de comida informal pudiera ser de carne o fruta y verduras, debido a que no se cuenta con un censo ni fuente de información formal que indique claramente cuál es la proporción de los mismos. Ahora dada la dispersión de los puestos de los establecimientos de comida en la ciudad, la poca disponibilidad de tiempo, y los pocos recursos para contratar personas para la realización de encuestas a los establecimientos, se logró trabajar una muestra de 148 puestos de venta informales, que los autores consideraron suficiente y necesaria, dado que el margen de error solo cambió de 8% a 8.1% por las dos encuestas faltantes, que de todas formas no afectan la significancia de los resultados.

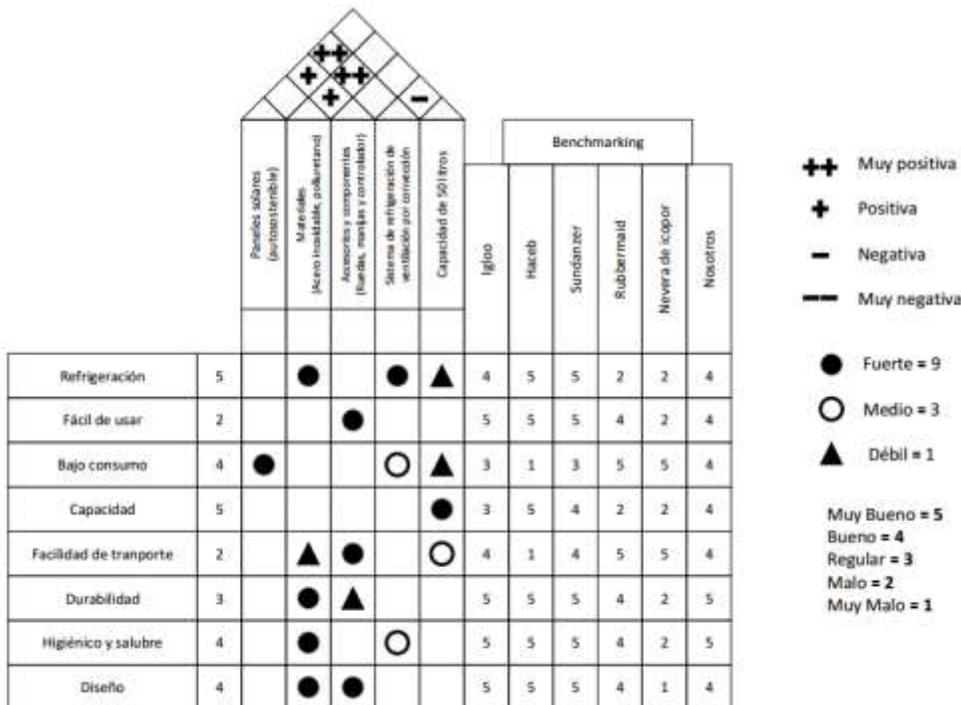
$$n = 148$$

### 3. Análisis de datos de encuestas a establecimientos de venta al paso

De las encuestas se realiza un análisis de datos con base en el libro (Sampieri, Collado, & Lucio, 2010), y con ayuda del software SPSS, estos resultados junto con las preguntas de la encuesta se presentan en el anexo 4:

Una vez se entiende el comportamiento del mercado, se procede a realizar un QFD (Quality Function Deployment), para establecer los aspectos más importantes a tener en cuenta para la realización del diseño final, el cual se presenta a continuación:

Tabla 2  
QFD (Quality Function Deployment)

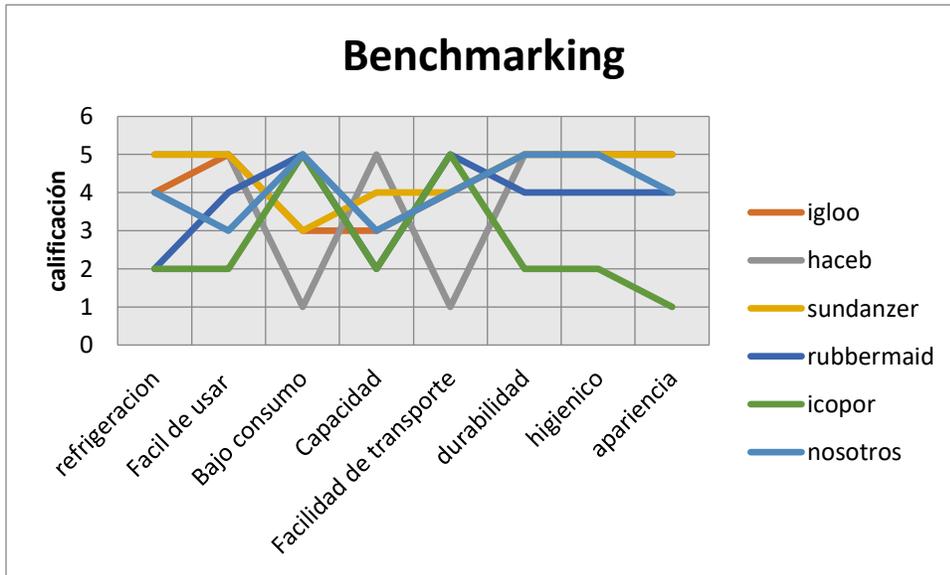


Fuente: Elaborado por autores del proyecto

Para comprender el análisis del QFD realizado, se debe iniciar con el benchmarking, en el cual, se observa cómo el mecanismo de transferencia de calor del proyecto, se encuentra por encima de la competencia directa (Unidad de poliestireno expandido y polipropileno tipo rubbermaid) en los requerimientos de bajo consumo de energía, durabilidad e higiene y salubridad, estos resultados se dan porque el mecanismo del proyecto hace uso de paneles solares para abastecerse de energía, también, el uso de acero inoxidable 304, el cual alarga la vida del producto debido a que este material cuenta con las características como resistencia a la corrosión, excelente factor higiene-limpieza, capacidad de trabajar en temperaturas criogénicas y alta vida en servicio; por otro lado se encontró que los requerimientos en los que menor calificación se obtuvo en comparación a la competencia son, facilidad de uso y la capacidad, por ello estos factores

fueron inspeccionados para ver cómo se puede aumentar su puntaje con respecto a la competencia. Todo lo inmediatamente anterior se puede evidenciar en la gráfica que se presenta a continuación:

Figura 1  
Benchmarking

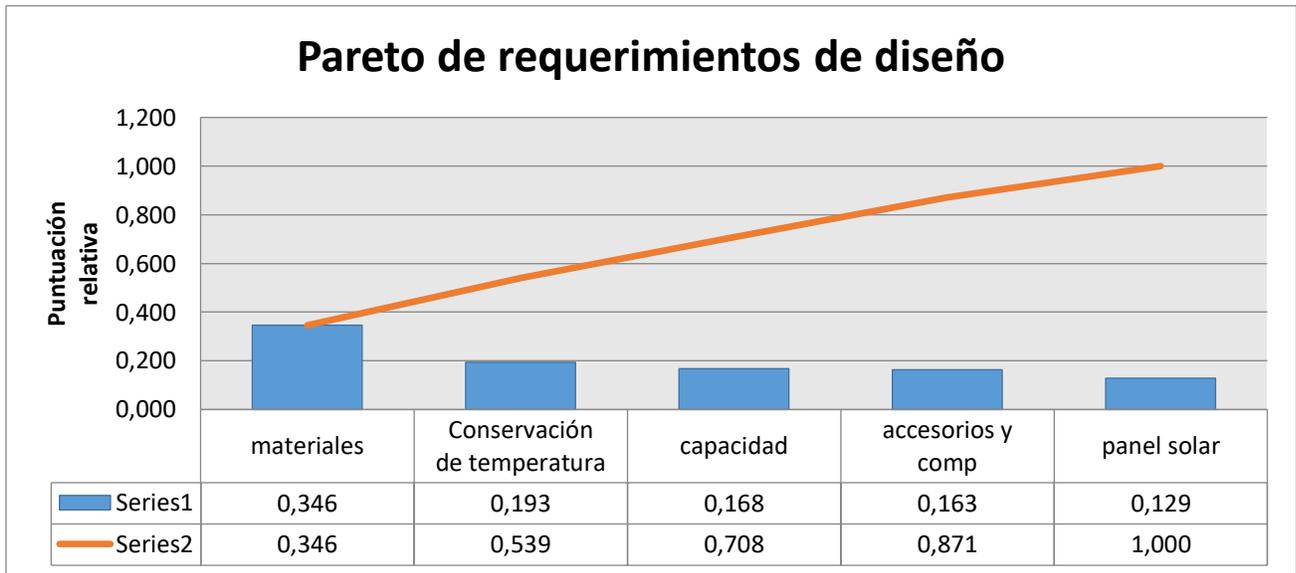


Fuente: Elaborado por autores del proyecto

Continuando con el análisis al QFD, pasamos a la correlación de los requerimientos de diseño, en esto encontramos que los aspectos que presentan una correlación muy fuerte son el sistema de transferencia de calor, tanto con los paneles solares como los materiales de la unidad, esto debido a que el sistema de transferencia de calor usado se da por convección forzada, este sistema trabaja a través de ventiladores, los cuales mueven aire frío entre dos compartimientos, este aire frío se induce por medio de botellas de agua previamente congelada. El consumo eléctrico se abastecerá por medio de los paneles solares y así mismo el sistema de transferencia de calor se verá mejorado por los materiales empleados en la unidad que permiten aislarla del exterior y conservan la temperatura ideal dentro de esta, por ello el aislante es poliuretano en espuma. Para terminar, se determinó una correlación positiva entre los paneles solares y accesorios, dado que el controlador de temperatura también necesita energía para su funcionamiento y ésta es suministrada por los paneles solares; la correlación negativa se da con el sistema de transferencia de calor y la capacidad, en vista de que, si posee mayor capacidad, el sistema de transferencia de calor debe cambiar, ya que se necesitará más ventiladores y botellas de agua previamente congeladas, lo que requerirá de más espacio disponible para los mismos.

Finalmente se realizó el análisis de la relación entre los requerimientos del cliente y los de diseño, en los cuales, mediante una calificación ponderada se determina qué porcentaje de los requerimientos son los de mayor importancia y cuáles de estos concentran la mayor atención; todo esto, se muestra a continuación mediante un análisis Pareto a dichos requerimientos:

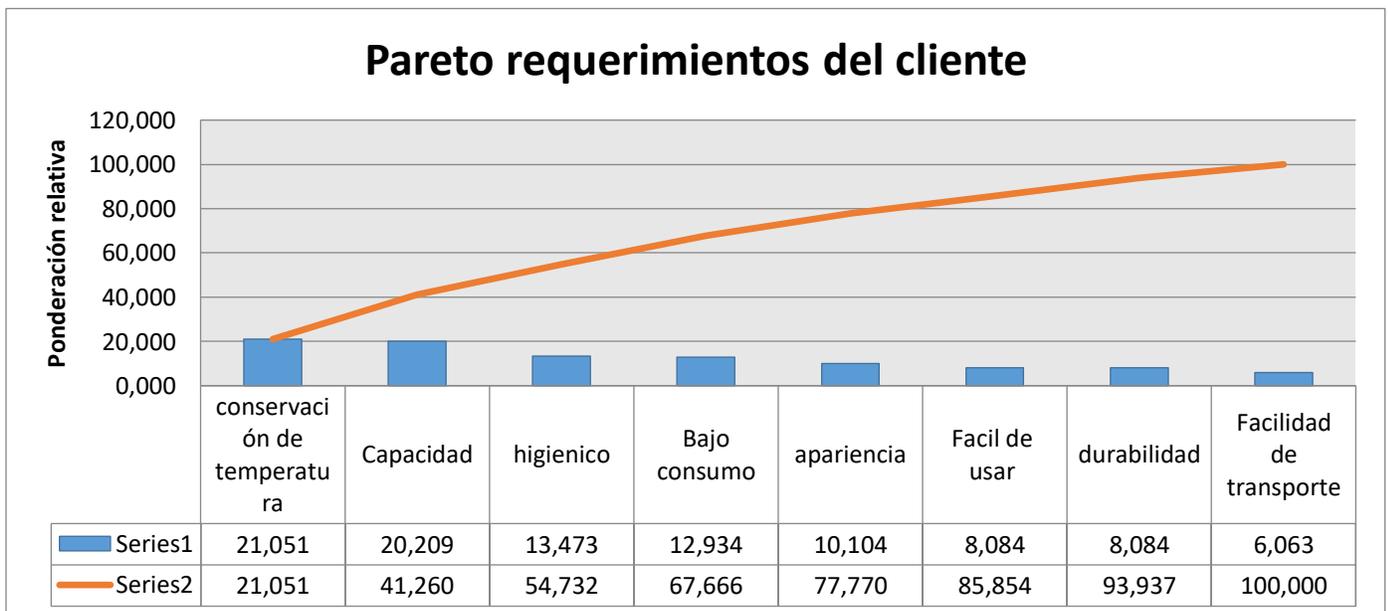
Figura 2  
Pareto requerimientos de diseño



Fuente: Elaborado por autores del proyecto

En la gráfica anterior de Pareto vemos que las series de materiales y conservación de temperatura representan un 40% de los requerimientos, los cuales generan un 53.9% de importancia para la creación del diseño de la unidad de transferencia de calor.

Figura 3  
Pareto requerimientos del cliente



Fuente: Elaborado por autores del proyecto

En la gráfica anterior de Pareto observamos que los requerimientos del cliente que generan mayor importancia son las series de conservación de temperatura, capacidad e higiene, los cuales, representan un 37,5% de los requerimientos y generan un 54,732% de importancia para los clientes.

## 5. Componente de Diseño en ingeniería.

### 5.1. Declaración de Diseño

Para iniciar con las declaraciones de diseño, primeramente se recolectó información del mercado de establecimientos móviles de venta al paso y con ello se pudo establecer requerimientos mínimos y los aspectos para hacer eficiente la elaboración de la unidad propuesta, es con ello que con ayuda del QFD y los resultados del análisis estadístico a las encuestas se estableció que los requerimientos fundamentales para la creación del diseño son; la capacidad, la higiene, los materiales y la conservación de temperatura adecuadas. Es por esto que se decidió trabajar con un sistema de convección forzada debido a que con este se puede mantener la temperatura de los alimentos en el rango ideal y a su vez se puede alimentar con energías renovables logrando así que este sea de bajo consumo. En cuanto a los requerimientos de higiene y materiales se estableció que el mejor material para mantener las condiciones de los alimentos y facilitar la limpieza es el acero inoxidable 304, debido a que este tipo de acero que sufre de menos corrosión por sus características ideales para aplicaciones en elementos de cocina y tanques de almacenamiento. Adicionalmente se realizaron pruebas piloto con una unidad de poliestireno expandido (anexo 5), la cual se modificó de tal manera que funcionara bajo el mismo principio del sistema de transferencia de calor por convección forzada, para corroborar si este principio era viable para una unidad de bajo aislamiento, como lo es el poliestireno expandido. También mediante la experimentación física (pruebas de acierto y error) se logró determinar la cantidad y tamaño de las botellas de agua congelada requeridas para que el sistema funcione adecuadamente.

Tabla 3  
*Requerimientos del cliente y características del producto*

Requerimientos del cliente	Características del producto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad</li> <li>• Higiene</li> <li>• Materiales</li> <li>• Adecuada conservación de la temperatura en la unidad</li> <li>• Facilidad uso</li> <li>• Bajo consumo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo consumo a través de un sistema de convección forzada alimentado de energía por paneles solares</li> <li>• Uso de acero inoxidable 304, como material que ayuda a la higiene</li> <li>• Uso de poliuretano expandible en espuma como aislante (paredes de 3 cm), para la correcta conservación de la temperatura.</li> <li>• Ruedas en la parte inferior que faciliten la movilidad de la unidad, junto con bisagras que permitan cargar y halar con facilidad la misma</li> </ul>

*Fuente: Elaborado por autores del proyecto*

Se diseñó una unidad de transferencia de calor que trabaja por medio de un sistema de convección forzada, este método consiste en obligar a un fluido o un gas a circular internamente mediante el empleo de medios externos, como

un ventilador o una bomba de succión. El mecanismo de transferencia de calor posee una capacidad aproximada de 50 litros y dimensiones de 73.5 x 44 x 55 (cm) (Ancho x Largo x Alto).

Para su construcción, se empleó acero inoxidable 304 calibre 24, tanto para el exterior como para el interior, por su resistencia básica a la corrosión, su fuerza, su conformación, y por su facilidad de limpieza, permitiendo una buena higiene al interior de la unidad. Entre las paredes exteriores e interiores se empleó un sistema de espuma rígida de poliuretano para aislamiento por mezcla, la cual, se prepara con dos componentes: el componente A contiene una mezcla de polioles, que contiene catalizadores, ignífugantes y agentes espumantes; el componente B contiene MDI (Difenil Metano Diisocianato). Por último, para facilitar el transporte y manejo de la unidad, a la estructura principal se le incorporaron dos manijas y cuatro ruedas.

El funcionamiento de la unidad se da a través de un flujo de aire frío entre dos compartimientos, el primero de ellos contiene 12 envases de 200 ml cada uno, que contiene agua previamente congelada, los cuales mantienen su estado de congelación por un tiempo prolongado gracias a las paredes aisladas con poliuretano de espuma rígida; el segundo compartimiento está destinado para el almacenamiento de los productos cárnicos, entre estos dos compartimientos se encuentra una pared con dos ventiladores, los cuales extraen calor de la cámara de refrigeración y lo transfieren a la cámara de las botellas de agua congeladas, así, mientras bajan la temperatura del flujo de aire, lo introducen a la sección de los alimentos. Este proceso se repite cíclicamente para obtener la temperatura de 6° Celsius en la cámara de almacenamiento de la carne.

Este sistema se alimenta por medio de un panel solar de 30W/12V, el cual, transmite la energía a un regulador de 10 AMP que se encarga de controlar el flujo de energía y de tal modo cargar una batería de 12V/12AMP, el regulador igualmente se encarga de permitir el funcionamiento de un controlador térmico full gauge MT-512EL 2HP/12 que enciende y apaga los dos ventiladores cuando se encuentran en el rango de refrigeración óptimo (0 – 5 °C) y estos trabajan a 12V/0.25AMP.

Para determinar que panel, batería y componentes eran los adecuados para el sistema de frío, se hicieron los siguientes cálculos:

- Se establece la corriente en Amperios-hora de los ítems del sistema:

Tabla 4

*Items y energía*

Item	Energía (Ah)
Ventilador 1	0,25
Ventilador 2	0,25
Controlador	0,4

*Fuente: Elaborado por autores del proyecto*

- Se calcula la potencia del sistema en watts con un voltaje de 12 Voltios, ya que los ventiladores y el controlador trabajan a este voltaje:

$$Potencia (W) = Corriente (Ah) \times Voltaje (V)$$

$$Potencia para cada ventilador = 0,25 Ah \times 12 V = 3W$$

$$Potencia controlador = 0,4 Ah \times 12 V = 4,8W$$

- Hallada la potencia se procede a calcular la energía consumida por los componentes en Watts-hora, estableciendo un tiempo de trabajo de 8 horas.

$$Energia (Wh) = Potencia (W) \times tiempo (h)$$

$$Energia para cada ventilador = 3W \times 8h = 24Wh$$

$$Energia controlador = 4,8W \times 8h = 38,4Wh$$

- Total, energía consumida:

Tabla 5

Total energía consumida

Ítem	Corriente(Ah)	Potencia(W)	Tiempo(h)	Energía (Wh)
Ventilador	0,25	3	8	24
Ventilador	0,25	3	8	24
Controlador	0,4	4,8	8	38,4
<b>Total (Wh)</b>				<b>86,4</b>

Fuente: Elaborado por autores del proyecto

- Se calcula la energía ponderada con un coeficiente de rendimiento del sistema de 85% debido a las pérdidas energéticas causadas por el cableado.

$$Energia ponderada = \frac{86,4Wh}{85\%} = 101,6Wh$$

- Sabiendo la energía en Wh que debe ser generada para la funcionabilidad del proyecto, se procede a hacer el cálculo de la capacidad de la batería. Para que el sistema sea funcional, se quiere que esta tenga un día de autonomía en caso de que el clima y el sol sean desfavorables para cargar los paneles, y también que la batería tenga un porcentaje de descarga de máximo un 70%, esto basados en que la misma tenga una vida útil mayor.

$$Capacidad de la bateria (Wh) = \frac{Energia ponderada (Wh) \times dias de autonomia (Dias)}{Profundidad de descarga (\%)}$$

$$\text{Capacidad de la batería (Wh)} = \frac{101,6Wh \times 1 \text{ dia}}{70\%} = 145Wh$$

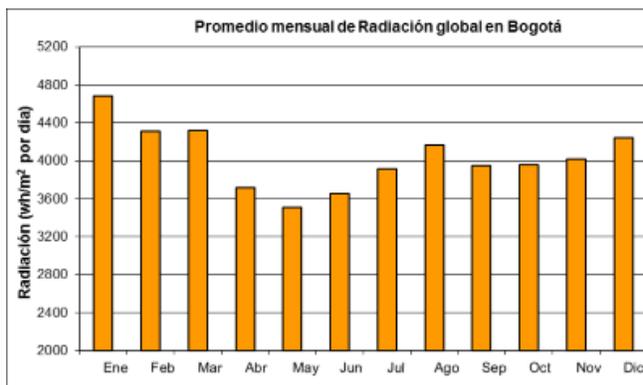
- Se calcula la capacidad de la batería requerida en Amperios- hora con un voltaje de 12V

$$\text{Capacidad de la batería (Ah)} = \frac{145Wh}{12V} = 12Ah$$

- Se hallan las horas sol pico basándose en la radiación de Bogotá.

Figura 4

Promedio mensual de radiación global en Bogotá



Fuente: IDEAM, Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia.

Podemos evidenciar que el mes con menos radiación solar es el de Mayo, se realizaron los cálculos con datos de este mes para asegurar la viabilidad del sistema durante todos los meses del año, 1 hora sol pico equivale a  $1000 \text{ Wh/m}^2$ , por lo tanto, en el mes de Mayo la radiación de Bogotá es de aproximadamente  $3500 \text{ Wh/m}^2$  lo que equivale a 3,5 HSP.

- Con el número de horas sol pico pasamos a calcular que tipo de panel se necesita para abastecer la batería, este número se halla multiplicando la energía ponderada y el número de horas sol pico.

$$\text{Capacidad panel solar (W)} = \frac{\text{Horas sol pico}}{\text{Energía ponderada}}$$

$$\text{Capacidad panel solar (W)} = \frac{101,6 \text{ Wh}}{3,5 \text{ HSP}} = 29,6 \text{ W}$$

Habiendo realizado los cálculos anteriores se demuestra que el sistema puede trabajar y funcionar sin estar en contacto con el sol (a la sombra), debido al día de autonomía estipulado en los cálculos realizados. Todos los cálculos realizados se hicieron en base a (Click Renovables, 2015) y (Aparicio, 2010).

## 5.2. Proceso de Diseño:

En principio, para la creación del diseño de la unidad de transferencia de calor, se establecen requerimientos y restricciones para la construcción del diseño final en base a los resultados del estudio de mercadeo y QFD, estas son:

- **Requerimiento de tamaño y capacidad:** Se encontró que el target de la propuesta del proyecto son los remolques y carritos de comida, esto debido a que solo los Food Trucks disponen del espacio y los recursos para usar neveras convencionales o industriales, a diferencia de los establecimientos con menor espacio y recursos.
- **Higiene:** Los remolques y carritos de comida disponen en su mayoría de unidades de poliestireno expandido o de poliuretano, y conservan la temperatura de los alimentos con ayuda de hielo, que al estar al contacto directo con las manos de los operarios y con los alimentos los hacen propensos a afectar la calidad de los alimentos.
- **Practicidad:** Como estos establecimientos son móviles, necesitan de equipos y componentes que se adapten a las necesidades de desplazamiento.
- **Sistema de conservación de temperatura de los alimentos:** Como se encontró que la necesidad del target, es el proceso de refrigeración, se establece que el sistema del proyecto debe permitir que los alimentos almacenados estén en una temperatura de entre 0 a 5 ° Celsius.
- **Bajo consumo de energía:** Los paneles solares proveen de una fuente de energía renovable que a su vez al estar asociada con la operación de los sistemas, requiere de un bajo consumo de energía.

Con ello se inició la construcción del producto empleando materiales que ayuden a cumplir con lo establecido por la normatividad colombiana y los requerimientos de los usuarios. Asimismo, se trabajó en la construcción del modelado en 3D de la unidad de frío el cual se encuentra en el anexo 6.

Consecutivamente se inició con el proceso de manufactura de la unidad de frío, para ello se adquirió la materia necesaria para la fabricación, la cual fue, acero inoxidable 304 calibre 24 en lámina y poliuretano en espuma rígido para aislamiento por mezcla, y así mismo se compraron los componentes y accesorios para el ensamblaje de la unidad, los cuales son: panel solar, regulador de carga, batería, controlador de temperatura, llantas, manijas, bisagras, ventiladores, empaques y cables para conexiones internas. Este proceso de producción se encuentra detallado por medio del diagrama de bloques, junto con fotos y descripciones de las fases del proceso, los cuales, se encuentran en el anexo 7.

## 5.3. Requerimientos de desempeño:

### 5.3.1 Indicador de temperatura se divide en dos:

5.3.1.1 Indicador de temperatura en nivel deseable =  $(\text{Número de mediciones en que la temperatura está en un nivel deseable} / \text{Número total de mediciones}) * 100$

5.3.1.2 Indicador de temperatura en un nivel **NO** deseable =  $(1 - \% \text{ de mediciones en que la temperatura está en nivel deseable} / \text{Número total de mediciones}) * 100$

5.3.2 Indicador de diferencia de temperatura media con respecto a la competencia del mercado =  $(| \text{Temperatura media unidad del mercado} - \text{Temperatura media unidad propuesta} | / \text{Temperatura media unidad propuesta}) * 100$

5.3.3 Indicador de fallas funcionales =  $(\text{Número de componentes que presentan fallas en el dispositivo} / \text{Número total de componentes}) * 100$

5.4. Pruebas de rendimiento:

En este apartado se procede a realizar la manufactura de la unidad de frío definitiva y en ella se realizan experimentos con el fin de medir el desempeño de la misma, posterior a esto se realizaron pruebas de conservación de temperatura con 2 unidades cerradas empleadas en los establecimientos (unidad de plástico, unidad de poliestireno expandido) para comparar con la unidad del proyecto, estos resultados se presentan en el anexo 8:

- Tablas de temperatura media según tipo de unidad y tipo de prueba

Tabla 6  
Temperaturas media con unidad cerrada

Tipo de unidad	Prueba con unidad cerrada		
	Tprom (0 kg)	Tprom (5 kg y 2,3 kg)	Tprom (10 kg y 4,7 kg)
Propuesta	7,16	2,90	2,76
Plástico	12,43	8,52	4,54
Poliestireno expandido	16,20	11,17	8,80

Fuente: Elaboración por autores del proyecto

Tabla 7  
Temperaturas media con unidad abierta cada 15 minutos y unidad abierta por 30 segundos

Tipo de unidad	Prueba con unidad abierta cada 15 min			Prueba con unidad abierta por 30 seg		
	Tprom (0 kg)	Tprom (5 kg 2,3 kg)	Tprom (10 kg 4,7 kg)	Tprom (0 kg)	Tprom (5 kg 2,3 kg)	Tprom (10 kg 4,7 kg)
Propuesta	6,62	4,50	5,08	8,31	4,21	4,90
Plástico	11,90	9,17	6,99	11,84	8,06	5,85
Poliestireno expandido	14,00	12,42	10,36	13,60	11,80	9,42

Fuente: Elaboración por autores del proyecto

De las tablas anteriores podemos concluir, que la unidad de transferencia de calor del proyecto, supera a las unidades de plástico y poliestireno expandido, en todas las pruebas realizadas, además, la unidad propuesta es la que se encuentra mayormente dentro del rango de deseado (0 – 5 °C), por lo que brinda una conservación más eficiente, por esta razón se puede inferir que las temperaturas logradas son gracias a los materiales y componentes con los que cuenta el sistema del proyecto.

#### 5.5. Restricciones

Para verificar la factibilidad del diseño, se determina que restricciones se cumplen y que restricciones no.

Las restricciones que se cumplen son:

- La unidad de frío opera en espacios reducidos debido a su tamaño, dado que el área que ocupa es de 0,3 m<sup>2</sup> y su volumen es de 0,137 m<sup>3</sup>.
- El bajo consumo de electricidad se logra debido a que para el diseño final se implementó el uso de un panel solar el cual permite que el sistema trabaje de manera autosostenible con un día de autonomía, esto para el caso en que haya un clima desfavorable. En la unidad, se emplean dos ventiladores de 0,25 Amp cada uno y un controlador de temperatura que trabaja a un promedio de 0,4 Amp, esto para un total de 0,9 Amp de consumo aproximado, siendo suficiente un panel de 30 Watts que abastece a una batería 12V/12Amp para alimentar dicho consumo energético.
- La facilidad de transportar la unidad de frío se cumple debido a la instalación de unas ruedas en su parte inferior y dos manijas a sus costados, el peso de la misma es de 28,5 Kg considerado bajo en comparación con las neveras convencionales ofrecidas por el mercado, pero considerado alto frente a las unidades de plástico y poliestireno expandido.
- La capacidad se cumple debido a que la cámara de refrigeración puede almacenar un total de 27 litros, esto es alrededor de 10 kg de productos cárnicos, lo cual traduce en una capacidad adecuada para los negocios
- La restricción de higiene y salubridad establecida por la OMS y la normatividad colombiana (Ministerio de salud, 1997) se cumple, con el uso del acero inoxidable 304 como materia prima para la fabricación de la unidad de frío, por ser este material es de fácil limpieza y alta resistencia a la corrosión.

Ahora se procede a las restricciones que no se lograron cumplir: La restricción de tiempo de carga no se cumple porque la batería es autosuficiente por un día en caso de que no haya radiación solar debido al mal clima, por lo tanto, no se logra el tiempo esperado de 48 horas, el cual fue establecido en el proyecto de grado.

#### 5.6. Cumplimiento del estándar:

El diseño final cumple con el estándar y la normatividad colombiana, en cuanto a que el sistema de refrigeración mantiene los alimentos en un rango de temperatura de 0 a 5°C, esto siempre y cuando haya alimento dentro de la cámara

de almacenamiento, debido a que por medio de las pruebas se logró determinar que el sistema es eficiente y conserva la temperatura cuando hay menos espacio y, por ende, el flujo de aire es menor. Con relación a la obstrucción de aire en la unidad de frío, se logra cumplir con este estándar dado que la capacidad permite que el alimento se almacene de forma tal que no estorbe la circulación de aire. Adicionalmente es importante mencionar que la selección de materiales junto con un buen diseño, permitieron el cumplimiento de disponer un sistema higiénico autorregulado y de calidad el cual cumple con estándar propuesto en proyecto de grado.

## **6. Resultados**

Como resultado del proceso productivo se obtuvieron cuatro fases, mediante las cuales se da la manufactura total del producto esperado, estas fases se visualizan en un diagrama de operaciones que se encuentra en el anexo 7 y se explican en detalle a continuación.

En la primera fase entra como materia prima el acero inoxidable 304, y con este se realiza el proceso de corte y taladrado de las láminas para así obtener las plantillas de la estructura interna, externa, tapa y rejillas. Continuamente las plantillas siguen al área de doblado para obtener la forma deseada; después, se sueldan estas piezas conformando el armazón interno, externo y de la tapa, dejando lista la pieza final para una posterior fase. Consecutivamente, en la segunda fase se mezclan dos componentes formando una estructura rígida de poliuretano en espuma, lo que se suministra a través de una pistola de inyección entre la cara interna y externa de la estructura principal y de la tapa, esta mezcla aísla y separa la cámara interna del ambiente externo, al finalizar se desecha el exceso de material. En la tercera fase se realizan todas las operaciones relacionadas con el ensamblaje, en la estructura de la unidad se ensamblan los ventiladores y se fijan con la ayuda de una silicona industrial, luego se realiza el cableado a estos ventiladores y la conexión de la sonda de medición de temperatura de la cámara de refrigeración a la cámara de componentes, para finalmente unir las ruedas y manijas a esta; a la estructura de la tapa se le incorpora el empaque en los bordes para evitar filtración de aire entre el exterior y el interior de la unidad, y así mismo se fijan dos canaletas en la parte superior de la tapa que ayudan a la adecuación del panel solar. Una vez realizadas estas operaciones con las estructuras se pasa a ensamblarlas por medio de unas bisagras, seguido a esto, se ajusta el circuito eléctrico de la unidad. En la cuarta fase se lleva a cabo una inspección de calidad de la unidad de frío, en donde se verifica el correcto funcionamiento de todo el sistema, y en dado caso que se encuentren fallas de conexiones eléctricas o de acabados se procederá a llevarlas al área de corrección para luego regresarlas a la línea de inspección, para su revisión y aprobación. Adicionalmente, para contribuir a la higiene de la unidad y asegurar las condiciones mínimas requeridas de forma tal que se disminuya el riesgo de contaminación a los productos cárnicos, se elaboró un manual de manejo y mantenimiento de la unidad, el cual se encuentra en el anexo 9.

Con respecto a la viabilidad del proyecto, se realizó un estudio financiero que tiene por objetivo determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para su ejecución, los costos totales de operación del proceso productivo y la cantidad de ingresos que se aspiran recibir en cada uno de los periodos de vida útil proyectada (5 años). Partiendo desde estos supuestos iniciales:

- Se maneja una inflación de precios incremental de año a año según el indicador de inflación establecido por el banco de la república de Colombia.
- Los años contables estarán compuestos por periodos de 360 días.
- El incremento de salarios esta dado sobre un punto porcentual de la inflación esperada para el año.
- La carga prestacional será pagada de acuerdo con los valores establecidos por el código laboral vigente del año 2018.
- La depreciación de equipo oficina utilizada para el ejercicio del establecimiento será de 5 años para electrónicos y 10 años para muebles y encerres; se realizará por el método de línea recta.

Para empezar con este estudio, se establece la inversión inicial, costos fijos y variables del proyecto, estos se presentan a continuación y estos valores se encuentran en pesos colombianos:

- Inversión inicial

Tabla 8  
*Inversión inicial*

<b>Concepto</b>	<b>Valor (COP)</b>
Inversión en activos fijos	\$ 3.490.000
Inversión en conformación de sociedad	\$ 251.500
<b>Total</b>	<b>\$ 3.741.500</b>

*Fuente: Elaborado por autores del proyecto*

- Costos Fijos mensuales

Tabla 9  
*Costos fijos mensuales*

<b>Concepto</b>	<b>Valor total (COP)</b>
Salario recepcionista	\$ 869.453
Salario administrador producción	\$ 1.088.211
Salario administrador logístico	\$ 1.088.211
Sitio web	\$ 20.000
Arriendo	\$ 450.000
Agua	\$ 40.000
Energía	\$ 30.000
Internet y teléfono	\$ 69.900

*Fuente: Elaborado por autores del proyecto*

- Costos variables

Tabla 10  
Costos variables

Concepto	Valor (COP)
Transporte	\$ 7.000
Materia prima	\$ 445.400

Fuente: Elaborado por autores del proyecto

- Costos para producir una unidad de frio:

Tabla 11  
Costos para producir una unidad de frio

Concepto	unitario	Cantidad necesaria para una nevera	Valor total
Acero inoxidable 304 calibre 24 en lamina (1mX1m)	\$ 32.000	7	\$ 224.000
Poliuretano en espuma	\$ 25.000	2	\$ 50.000
Panel solar 30w/12v	\$ 52.000	1	\$ 52.000
Regulador 10 Amp	\$ 28.000	1	\$ 28.000
Batería 12v/12Amp	\$ 44.000	1	\$ 44.000
Ventilador 0,25 Amp	\$ 5.000	2	\$ 10.000
Manija aluminio	\$ 3.500	2	\$ 7.000
Rueda 1,5 pulgadas	\$ 800	4	\$ 3.200
Bisagra	\$ 2.000	2	\$ 4.000
Botella PET 200ml	\$ 300	12	\$ 3.600
Mano de obra	\$ 19.600	1	\$ 19.600
			\$ 445.400

Fuente: Elaborado por autores del proyecto

Por lo tanto, se establece un precio de venta del producto de \$ 592.000 COP, este costo se basa en la disposición a pagar de los establecimientos como también en el análisis financiero presentado a continuación:

Tabla 12  
Ingresos operacionales

Ingresos operacionales					
Año	1	2	3	4	5
Unidades vendidas por año	325	351	379	409	442
Facturación anual	\$ 192.400.000	\$ 218.181.600	\$ 247.417.934	\$ 280.571.938	\$ 318.168.577

Fuente: Elaborado por autores del proyecto

Tabla 13  
Punto de equilibrio

<b>Punto de equilibrio</b>					
<b>Año</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Costos fijos</b>					
costos de honorarios	\$ 36.550.500	\$ 38.378.025	\$ 40.296.926	\$ 42.311.773	\$ 44.427.361
Arriendo	\$ 5.400.000	\$ 5.670.000	\$ 5.953.500	\$ 6.251.175	\$ 6.563.734
Servicios públicos	\$ 1.678.800	\$ 1.762.740	\$ 1.850.877	\$ 1.943.421	\$ 2.040.592
Sitio Web	\$ 240.000	\$ 252.000	\$ 264.600	\$ 277.830	\$ 291.722
Papelería	\$ 1.800.000	\$ 1.890.000	\$ 1.984.500	\$ 2.083.725	\$ 2.187.911
Depreciación	\$ 345.000	\$ 345.000	\$ 345.000	\$ 345.000	\$ 345.000
Registro mercantil	\$ 426.000	\$ 447.300	\$ 469.665	\$ 493.148	\$ 517.806
<b>Total</b>	\$ 46.440.300	\$ 48.745.065	\$ 51.165.068	\$ 53.706.072	\$ 56.374.125
<b>Costos variables</b>					
Transporte	\$ 2.275.000	\$ 2.579.850	\$ 2.925.550	\$ 3.317.574	\$ 3.762.128
Materia prima	\$ 144.755.000	\$ 164.152.170	\$ 186.148.561	\$ 211.092.468	\$ 239.378.859
<b>Total</b>	\$ 147.030.000	\$ 166.732.020	\$ 189.074.111	\$ 214.410.042	\$ 243.140.987
<b>Costo total</b>	\$ 193.470.300	\$ 215.477.085	\$ 240.239.179	\$ 268.116.113	\$ 299.515.112
número de unidades	325	351	379	409	442
<b>costo variable unitario</b>	\$ 452.400	\$ 475.020	\$ 498.771	\$ 523.710	\$ 549.895
precio de venta unitario	\$ 592.000	\$ 621.600	\$ 652.680	\$ 685.314	\$ 719.580
<b>Punto de equilibrio</b>	333	333	332	332	332

Fuente: Elaborado por autores del proyecto

De la tabla anterior se observa como el punto de equilibrio se supera a partir del segundo año, debido a que la tasa a la cual se proyecta el crecimiento de número de unidades vendidas es de un 8%.

Tabla 14  
Flujo de fondos y utilidades

<b>Flujo de fondos y utilidades</b>						
<b>Egresos operacionales</b>						
Costos directos de operación						
Personal		\$ 36.550.500	\$ 38.378.025	\$ 40.296.926	\$ 42.311.773	\$ 44.427.361
Gastos administrativos		\$ 9.118.800	\$ 9.574.740	\$ 10.053.477	\$ 10.556.151	\$ 11.083.958
Depreciación		\$ 345.000	\$ 345.000	\$ 345.000	\$ 345.000	\$ 345.000
Costos variables						
Transporte		\$ 2.275.000	\$ 2.579.850	\$ 2.925.550	\$ 3.317.574	\$ 3.762.128
Materia prima		\$144.755.000	\$164.152.170	\$186.148.561	\$211.092.468	\$ 239.378.859

<b>Total egresos operación</b>		\$193.044.300	\$215.029.785	\$239.769.514	\$267.622.965	\$ 298.997.307
Utilidad antes de impuestos (EBIT)		-\$ 644.300	\$ 3.151.815	\$ 7.648.420	\$ 12.948.973	\$ 19.171.271
Utilidad antes de impuestos y depreciaciones (EBITDA)		-\$ 299.300	\$ 3.496.815	\$ 7.993.420	\$ 13.293.973	\$ 19.516.271
impuestos		\$ 2.308.800	\$ 2.618.179	\$ 2.969.015	\$ 3.366.863	\$ 3.818.023
<b>Utilidad neta operacional</b>		-\$ 2.953.100	\$ 533.636	\$ 4.679.405	\$ 9.582.109	\$ 15.353.248
Inversiones	\$3.741.500					
<b>Flujo de fondos neto</b>	-\$3.741.500	-\$ 6.694.600	-\$ 6.160.964	-\$ 1.481.559	\$ 8.100.550	\$ 23.453.798

Fuente: Elaborado por autores del proyecto

Tabla 15  
Resultados

TIR (Tasa interna de retorno)	17,29%
TIO (Tasa interna de oportunidad)	7%
Payback (años)	3,18
VPN (ingresos)	\$ 10.054.851,46
VPN (egresos)	\$ 3.741.500
Relación costo / beneficio	2,69

Fuente: Elaborado por autores del proyecto

Finalmente vemos que el proyecto es viable debido a que la relación costo beneficio es mayor a 1, la tasa interna de retorno es positiva y además de esto el tiempo de retorno de la inversión (payback) se da en 3,38 años. El cálculo de estos indicadores se encuentra en el anexo 10.

- Indicador de aceptación = (Número de establecimientos que aceptan la propuesta/Número total de establecimientos) \* 100

$$IA = \frac{90}{148} \times 100 = 60,8\%$$

No se alcanzó el nivel de aceptación propuesto en el proyecto de grado (70%), debido a que se dio un nivel de aceptación del 60,8%, por lo tanto, se generó una diferencia de 9,2%.

- Indicador de temperatura se divide en dos:

- Indicador de temperatura en nivel deseable sin producto al interior = (Número de mediciones en que la temperatura está en un nivel deseable / Número total de mediciones) \* 100

$$ITND = \frac{10}{14} \times 100 = 71.4\%$$

- Indicador de temperatura en un nivel **NO** deseable sin producto al interior =  $(1 - \% \text{ de mediciones en que la temperatura está en nivel deseable} / \text{Número total de mediciones}) * 100$

$$ITNND = 1 - \frac{ITND}{100} = 0.286 = 28.6\%$$

- Indicador de diferencia de temperatura media con respecto a la competencia del mercado =  $(|\text{Temperatura media unidad propuesta} - \text{Temperatura media unidad del mercado}| / \text{Temperatura media unidad del mercado}) * 100$

- Pruebas con unidad de frío cerrada con 0 Kg:
  - Unidad de plástico:  $IDTM = \frac{|7,15-12,43|}{12,43} \times 100 = 42,47\%$
  - Unidad de poliestireno expandido:  $IDTM = \frac{|7,15-16,19|}{16,19} \times 100 = 55,83\%$
- Pruebas con unidad de frío cerrada con 5 Kg:
  - Unidad de plástico:  $IDTM = \frac{|2,904-8,52|}{8,52} \times 100 = 65,9\%$
  - Unidad de poliestireno expandido:  $IDTM = \frac{|2,904-11,17|}{11,17} \times 100 = 74\%$
- Pruebas con unidad de frío cerrada con 10 Kg:
  - Unidad de plástico:  $IDTM = \frac{|2,764-4,54|}{4,54} \times 100 = 39,12\%$
  - Unidad de poliestireno expandido:  $IDTM = \frac{|2,764-8,8|}{8,8} \times 100 = 68,59\%$
- Pruebas con unidad de frío, abriendo cada 15 minutos con 0 Kg:
  - Unidad de plástico:  $IDTM = \frac{|6,622-11,9|}{11,9} \times 100 = 44,35\%$
  - Unidad de poliestireno expandido:  $IDTM = \frac{|6,622-14|}{14} \times 100 = 52,7\%$
- Pruebas con unidad de frío, abriendo cada 15 minutos con 5 Kg:
  - Unidad de plástico:  $IDTM = \frac{|4,5-9,16|}{9,16} \times 100 = 50,87\%$
  - Unidad de poliestireno expandido:  $IDTM = \frac{|4,5-12,42|}{12,42} \times 100 = 63,76\%$
- Pruebas con unidad de frío, abriendo cada 15 minutos con 10 Kg:
  - Unidad de plástico:  $IDTM = \frac{|5-6,98|}{6,98} \times 100 = 28,33\%$
  - Unidad de poliestireno expandido:  $IDTM = \frac{|5-10,35|}{10,35} \times 100 = 51,69\%$

- Indicador de fallas funcionales =  $(\text{Número de componentes que presentan fallas en el dispositivo} / \text{Número total de componentes}) * 100$

Componentes (20):

- Acero inoxidable 304 calibre 24
- Mezcla de poliuretano en espuma

- Panel solar
- Batería
- Controlador de temperatura
- Regulador de carga
- Empaque
- Cable
- Manija 1 y 2
- Rueda 1,2,3 y4
- Ventilador 1 y 2
- Bisagra 1 y 2
- Sonda térmica

$$IFF = \frac{2}{20} \times 100 = 10\%$$

Como resultado del análisis ambiental del sistema propuesto, se considera evaluar el gasto de agua de la unidad del proyecto, frente al gasto de agua de la competencia directa. El consumo de agua de la unidad del proyecto es menor debido a la reutilización de las botellas de agua congelada cada mes, a diferencia de las unidades de plástico de poliestireno expandido, en las cuales se hace uso de hielo diariamente para la conservación de la temperatura de los alimentos, por ello se establece el siguiente indicador para medir el impacto ambiental de la unidad del proyecto, de plástico y poliestireno expandido.

- Indicador de uso de agua en un mes de la unidad:  $\frac{\text{Cantidad de agua usada por la unidad en litros en un mes}}{\text{Cantidad total de agua usada en las unidades al mes}} \times 100$

Para el cálculo de este indicador se establecen las siguientes cantidades según la experimentación realizada en las unidades, en donde cada unidad se llenaba con hielo según su capacidad, estas cifras son las siguientes:

- Unidad del proyecto: Se hace uso de 12 botellas PET de capacidad de 200 ml cada una, por lo tanto, la cantidad de agua usada es de 2400 ml o 2,4 litros.
- Unidad de plástico: Según la capacidad de la unidad se hace uso de entre 2 y 4 litros de hielo para la conservación de los alimentos, para el análisis se establece una cantidad total de 4 litros de hielo.
- Unidad de poliestireno expandido: Según la capacidad de la unidad se hace uso de entre 2 y 4 litros de hielo para la conservación de los alimentos, para el análisis se establece una cantidad total de 4

litros de hielo.

- Número de días trabajados en un mes: Para el cálculo del indicador se estable que los días trabajados en un mes por estos establecimientos es de 24 días.

Habiendo establecido los parámetros anteriores, se procede a realizar el cálculo del indicador:

- Total de agua al mes:  $2,4 \frac{lt}{mes} + (4 \text{ lt} \times 24 \text{ días}) + (4 \text{ lt} \times 24 \text{ días}) = 194,4 \frac{litros}{mes}$
- Indicador de uso de agua en la unidad del proyecto:  $\frac{2,4 \text{ litros/mes}}{194,4 \text{ litros/mes}} \times 100 = 1,23\%$
- Indicador de uso de agua en la unidad de plástico:  $\frac{96 \frac{litros}{mes}}{194,4 \frac{litros}{mes}} \times 100 = 49,38\%$
- Indicador de uso de agua en la unidad de poliestireno expandido:  $\frac{96 \frac{litros}{mes}}{194,4 \frac{litros}{mes}} \times 100 = 49,38\%$

De este indicador se aprecia que el consumo de agua de la unidad del proyecto es mínimo frente a la competencia directa, esto debido al uso de 12 botellas de agua congelada, las cuales se reúsan diariamente y por un periodo de un mes, es decir es necesario el cambio de las botellas cada mes, con ello evitar la contaminación cruzada, y generar un gran ahorro de agua, a diferencia del agua usada y desperdiciada por las unidades de plástico o de poliestireno expandido en las cuales no se puede reutilizar el hielo, debido al grado de contaminación cuando este se derrite y está a temperatura ambiente.

## 7. Conclusiones

- En relación al estudio de mercado hecho a los establecimientos de comida móvil, se encontró que el comportamiento del mercado de establecimientos de comida móvil difiere en gran medida, según el tipo de local que sea, en el caso de los Food Trucks, se encontró que son los mejores en el manejo y almacenamiento de los alimentos, debido a que cuentan en la mayoría de los casos con sistema de frío adecuado, y esto es proporcional al área del mismo, permitiendo que los productos que venden al público sean de calidad e higiénicos y no lleguen a provocar riesgos a los consumidores, más sin embargo el gasto eléctrico al que incurrir es alto, comparados con la unidad de transferencia de calor del proyecto, que puede reducir el consumo de energía.
- En los establecimientos tipo remolque y carrito de comida el almacenamiento actual de los alimentos no es el mejor, debido al poco espacio que disponen y al uso de unidades de frío de plástico y poliestireno expandido, por su operación pueden provocar deterioro de las carnes por contaminación cruzada con el hielo. Además, generan desperdicio de agua a diario.
- El diseño de producto permite cumplir los requerimientos de transporte y manejo y a su vez la capacidad se

mantiene con respecto a la de la competencia (50L). Por otro lado, la realización de pruebas piloto demostró la factibilidad de la unidad propuesta en este trabajo.

- Los indicadores de desempeño establecen que la nevera propuesta tendría acogida en el mercado en una proporción del 60%. El sistema propuesto es más eficiente que las unidades de plástico y poliestireno expandido, en cuanto a que conserva la temperatura dentro del rango de 0 – 5° C.
- Se concluye que este proyecto no es del todo amigable con el medio ambiente, debido a que para la congelación de las botellas de agua se hace con ayuda de las neveras convencionales, lo que conlleva a que su huella de carbono no sea cero, más sin embargo el sistema hace uso de energía solar para alimentar eléctricamente a la unidad, generando un impacto ambiental positivo, por la autosostenibilidad del mismo.
- Con respecto a la viabilidad del proyecto, se establece que el proyecto es rentable, puesto que la relación costo beneficio es de 2,29, esto significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos, por lo tanto, el proyecto genera ganancia y una tasa interna de retorno del 13,5%, con un valor presente neto de la inversión de \$4'823.967, además, la inversión se recupera en un tiempo de 3.38 años.
- De la experimentación se concluye que para llegar a una temperatura menor a 5°C, es necesario utilizar 12 botellas PET con capacidad de 200 ml en la unidad del proyecto.

## 8. Glosario

**Alimento contaminado:** Que contiene agentes y o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas establecidas.

Alimentos de mayor riesgo en salud pública:

- Carne, productos cárnicos y sus preparados
- Leche y derivados lácteos
- Productos de la pesca y sus derivados
- Productos preparados a base de huevo
- Alimentos de baja acidez, empacados en envases sellados herméticamente (pH mayor a 4,5)
- Alimentos o comidas preparadas de origen animal listos para el consumo
- Agua envasada

**Carne fresca:** La carne que no ha sido sometida a procesos de conservación distintos de la refrigeración, incluida la carne al vacío o envasada.

**Establecimiento no convencional:** Tipo de establecimiento ubicado en zonas públicas como calles, andenes, y parqueaderos, etc.

**Higiene:** Son todas las condiciones y medidas necesarias que garantizan la limpieza y salubridad del sistema o alimento que se esté tratando.

**Higiene de los alimentos:** Son el conjunto de medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad, limpieza y calidad de los alimentos.

**Materia prima:** Son las sustancias naturales o artificiales, elaboradas o no, empleados en la cadena de alimento para su utilización directa, fraccionamiento o conversión de alimentos para consumo humano

**Producto inocuo:** Aquel que no presenta peligros físicos, químicos o biológicos que sean nocivos para la salud humana y que por lo tanto es apto para el consumo humano.

**Unidad de frío:** Equipo que mantiene de forma controlada la temperatura de una nevera o de la unidad de transporte para productos que requieren refrigeración o congelación.

**Empaque:** Anillo elástico de goma, que sirve de juna hermética entre dos superficies acopladas. También llamado empaquetadura

## 9. Bibliografía

- Aparicio, M. P. (2010). *Energía solar fotovoltaica Calculo de una instalacion asilada*. Barcelona: Marcombo, S.A.
- Barreiro Mendez, J. A., & Sandoval Briceño, A. J. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Caracas: Equinoccio.
- Caracterización vendedores informales Bogotá. (31 de Diciembre de 2016). *Instituto para la economía social*. Recuperado el Mayo de 2018, de IPES: [http://www.ipes.gov.co/images/informes/Estudios\\_e\\_investigaciones/CARACTERIZACION\\_VENDEDORES\\_INFORMALES\\_EN\\_BOGOTA2016.pdf](http://www.ipes.gov.co/images/informes/Estudios_e_investigaciones/CARACTERIZACION_VENDEDORES_INFORMALES_EN_BOGOTA2016.pdf)
- Click Renovables. (2015). *Click Renovables*. Obtenido de <http://clickrenovables.com/blog/como-calcular-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-5-pasos/>
- El Espectador. (15 de Agosto de 2014). Cocheros mira del distrito. Obtenido de <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/cocheros-mira-del-distrito-articulo-508657>
- El Tiempo. (15 de Junio de 2014). El auge de la comida sobre ruedas se toma a Bogotá. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14124444>
- Haceb. (02 de enero de 2015). *haceb*. Obtenido de <http://blog.haceb.com/energia-solar-haceb-comienza-proyecto-ambiental-de-everas-solares/>
- Henao Ramirez, A. F., & Valencia Valencia, S. (2016). *Repositorio*. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6606/62157V152.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IDEAM. (s.f.). *IDEAM*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- IGLOO. (s.f.). *IGLOO*. Obtenido de <http://www.igloocoolers.es/es/comprar/neveras-portatiles/neveras-portatiles-electricas/igloo-iceless-40-12-voltios>
- Inga Sieg. (26 de Junio de 2010). *DW*. Obtenido de <http://www.dw.com/es/neveras-ecol%C3%B3gicas-en-suazilandia/a-5609567>

Jutglar, L., & Miranda, Á. (2008). Técnicas de cimatización. Barcelona : MARCOMBO, S.A.

Kreith, F., Manglik, R. M., & Bohn, M. S. (2011). *Principios de transferencia de calor*. Cengage Learning.

Manual sobre las 5 claves para la inocuidad de los alimentos. (31 de Diciembre de 2007). *Organización mundial de la salud*. Recuperado el Mayo de 2018, de who: [http://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual\\_keys\\_es.pdf](http://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys_es.pdf)

Meléndez, X. S. (17 de Octubre de 2014). *Entrepreneur*. Obtenido de <https://www.entrepreneur.com/article/267511>

Ministerio de protección social. (4 de Mayo de 2007). *Invima*. Obtenido de [https://www.invima.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=467%3Adecreto-1500-mayo-42007&catid=96%3Adecretos-alimentos&Itemid=2139](https://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=467%3Adecreto-1500-mayo-42007&catid=96%3Adecretos-alimentos&Itemid=2139)

Ministerio de salud. (1997). *Invima*. Obtenido de [https://www.invima.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=484%3Adecreto-3075-1997&catid=96%3Adecretos-alimentos&Itemid=2139](https://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=484%3Adecreto-3075-1997&catid=96%3Adecretos-alimentos&Itemid=2139)

Oficina española de cambio climático. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. (2016). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. Madrid.

Organización mundial de la salud. (31 de Octubre de 2017). *World Health Organization*. Recuperado el Mayo de 2018, de who: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

Redacción Bogotá El espectador. (5 de Agosto de 2014). *El espectador*. Recuperado el Abril de 2018, de Es espectador: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/cocheros-mira-del-distrito-articulo-508657>

Revista Dinero. (8 de Marzo de 2017). *Revista Dinero*. Recuperado el Abril de 2018, de Revista Dinero: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/food-truck-mercado-de-camiones-acionados-en-colombia/248137>

Sampieri, D. H., Collado, D. F., & Lucio, D. B. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

Samson, I., Echarri, R., & El Hasi, C. (2008). PROTOTIPO A PEQUEÑA ESCALA DE UNA NEVERA SOLAR: PRIMEROS RESULTADOS. *Ciencia y Sociedad*, XXXIII(2), 237-245. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/870/87011539007.pdf>

SunDanzer. (31 de Enero de 2017). *SunDanzer*. Obtenido de <https://sundanzer.com/product/dcr50-dcf50-2/>

Umaña Cerros, E. (05 de Enero de 2011). *Fusades*. Obtenido de [http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/manual\\_manejo\\_de\\_frio\\_para\\_la\\_conservacion\\_de\\_alimentos.pdf](http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/manual_manejo_de_frio_para_la_conservacion_de_alimentos.pdf)