



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**MODELO MATEMÁTICO DE COSTOS PARA LAS MIPYMES DEL
SECTOR MANUFACTURERO**

Nelson Sánchez Valencia

Santiago Giraldo Vargas

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Medellín, Colombia

2021



**MODELO MATEMÁTICO DE COSTOS PARA LAS MIPYMES DEL SECTOR
MANUFACTURERO**

NELSON SÁNCHEZ VALENCIA
SANTIAGO GIRALDO VARGAS

Trabajo de investigación presentando como requisito para optar al título de.
ESPECIALISTA EN FINANZAS

Jamer Robinson Carmona López

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS
MEDELLÍN

2021

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Datos de los autores:

Autores: Nelson Sánchez Valencia
Santiago Giraldo Vargas

Correos electrónicos: nfsanchez@hotmail.com
giraldo Vargas@hotmail.com

Asesor metodológico: Silvio León Villegas Bedoya

Asesor temático: Jamer Robinson Carmona López

Licenciado en Matemáticas y Física, de la Universidad de Antioquia, Magister en Matemática Aplicadas, Facultad de Ciencias Básicas Universidad EAFIT Medellín Colombia. Con más de 17 años como profesor Universitario en instituciones públicas y privadas, Investigador principal y co-investigador en varios proyectos, y ponente en eventos académicos. Consultor y asesor de empresas en varias temáticas de gestión.

Contenido

Introducción	¡Error! Marcador no definido.
Las MIPYMES del sector manufacturero en Colombia y su situación respecto de la contabilidad de costos	8
Sistemas de costeo	11
Definición del sistema de costeo	11
Elementos del sistema de costeo	12
Método de acumulación de costos	12
Método de asignación de costos	13
Bases de costeo	15
Diagrama del sistema de costeo	17
Costos ocultos en la asignación de costos fijos	18
Costos ocultos en el sector manufacturero	19
Construcción de modelo de costeo	23
Niveles de Operación	23
Materia Prima	27
Mano de Obra Directa	28
Costos Fijos	30
Resumen	31
Valor de la operación y indicadores financieros	31
Riesgos en la implementación de un modelo de costeo	34
Análisis de sensibilidad en escenarios	35
Escenario probable	36
Escenario optimista	38
Escenario pesimista	39
Conclusiones y recomendaciones	40
Bibliografía	41

Tabla de ilustraciones

<u>Ilustración 1. Clasificación de las empresas según su tamaño y sector</u>	6
<u>Ilustración 2. Sistema de costeo para el modelo matemático de costos</u>	15
<u>Ilustración 3. Controles de costos ocultos a nivel operacional</u>	18
<u>Ilustración 4. Controles de costos ocultos en materia prima</u>	19
<u>Ilustración 5. Controles de costos ocultos en mano de obra</u>	19
<u>Ilustración 6. Controles de costos ocultos en costos fijos</u>	20
<u>Ilustración 7. Nivel de operación</u>	23

Tabla de tablas

<u>Tabla 1. Composición de las MIPYMES por sector</u>	8
<u>Tabla 2. Generadores de costos ocultos</u>	18
<u>Tabla 3. Costo de materia prima</u>	25
<u>Tabla 4. Horas Efectivas Mensuales</u>	26
<u>Tabla 5. Valor hora</u>	27
<u>Tabla 6. Costo unitario de mano de obra</u>	27
<u>Tabla 7. Resumen de costo unitario</u>	28
<u>Tabla 8. Información Empresa A</u>	29
<u>Tabla 9. Información Empresa B</u>	30
<u>Tabla 10. Escenario probable empresa A</u>	33

Las MIPYMES del sector manufacturero en Colombia y su situación respecto de la contabilidad de costos

Para construir un modelo matemático de costos, es necesario entender y comprender el contexto de las empresas para las cuales se construye dicho modelo, por tal motivo, en el siguiente apartado se podrá encontrar de manera resumida un diagnóstico breve sobre la situación empresarial.

En Colombia, existen unos rangos de clasificación para que una empresa sea considerada una micro, pequeña o mediana empresa. Este rango a su vez hace una diferenciación según el sector en el que se encuentra la empresa a clasificar. (MinTic, 2019).

Ilustración 1. Clasificación de las empresas según su tamaño y sector.

SECTOR	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA
Manufacturero	Inferior o igual a 23.563 UVT.	Superior a 23.563 UVT e inferior o igual a 204.995 UVT.	Superior a 204.995 UVT e inferior o igual a 1'736.565 UVT.
Servicios	Inferior o igual a 32.988 UVT.	Superior a 32.988 UVT e inferior o igual a 131.951 UVT.	Superior a 131.951 UVT e inferior o igual a 483.034 UVT.
Comercio	Inferior o igual a 44.769 UVT.	Superior a 44.769 e inferior o igual a 431.196 UVT.	Superior a 431.196 UVT e inferior o igual a 2'160.692 UVT.

Fuente: Consultado el 17 de mayo de 2021. <http://www.mipymes.gov.co/temas-de-interes/definicion-tamano-empresarial-micro-pequena-median>

La composición empresarial de Colombia está conformada en un 96,6% por empresas consideradas como MIPYMES, las cuales aportan el 30% del PIB y cerca del 65% de la oferta laboral (Colombia FinTech, 2020). Por lo anterior, es importante analizar la situación de dichas empresas, puesto que en la medida que se garantice que la mayoría de los emprendimientos que se constituyan en el país logren estabilizarse financieramente y consolidarse en el mercado, el crecimiento económico y el desarrollo social mejorarán sus indicadores.

En el artículo de Colombia FinTech (2020), también se concluye que el 50% de las MYPIMES no superan el primer año y el 20% no llegan al tercero, por lo que, de cada 10 empresas constituidas, solo 3 estarían superando más de 3 años en el mercado, siendo la “educación financiera limitada” y el hecho de basar sus decisiones en personal que no cuenta con suficiente capacidad uno de los motivos por los cuales hay una alta tasa de mortandad en las nuevas empresas, puesto que con base en los resultados o la efectividad de las decisiones tomadas será el impacto en el crecimiento y permanencia en el mercado (Albán Díaz del Castillo, 2013)

Respecto de la composición de las MYPIMES en Colombia, las cuales representan el 96,6% del total del mercado, se puede observar que en su mayoría pertenecen al sector comercial (40,9%), seguido del sector servicios (39,2%), en un tercer lugar está el sector industrial (10,8%) y por último el sector construcción con un (5,7%).

Tabla 1. Composición de las MIPYMES por sector

Tamaño de la Empresa	Participación	Comercio	Servicios	Industria	Construcción
Grande	3,40%	1,00%	1,20%	0,50%	0,70%
Mediana	1,4%	0,30%	0,70%	0,20%	0,20%
Pequeña	4,2%	1,40%	2,40%	0,30%	0,10%
Micro	91,0%	39,20%	36,10%	10,30%	5,40%
	100,0%	41,9%	40,4%	11,3%	6,4%

Fuente: Construcción propia basado en (Franco-Angel & Urbano, 2019)

Es en este 10,8% - participación de las MYPIMES del sector industria – en el que se centra este trabajo de investigación, en primer lugar porque es este sector el que dado su modelo de negocios, tiene costos de producción y en segundo lugar, al revisar la situación de estas empresas respecto de su contabilidad y sus sistemas de costeo, según la Clavijo, en su artículo sobre los resultados de la gran encuesta PYME realizada por ANIF. se encontró que del total de las microempresas tan solo 47% llevan contabilidad (2018), lo que podría dar un claro indicio que al no contar con un sistema de información financiero, el cálculo de los costos de sus productos no estaría acorde a la realidad.

Ahora bien, la relación que existe entre la contabilidad financiera y el modelo de costos el cual se desarrollará, requiere dicha información para poder calcular el costo de producción y así poder tener una contabilidad de costos precisa y confiable, es decir, es la relación entre la contabilidad financiera y el cálculo de los costos en donde se puede hablar de contabilidad de costos, (Duque Roldán, Cuervo Tafur, & Osorio Agudelo, 2014), la cual es definida como “ (...) sólo una parte, un componente de todo lo que implica un sistema de costos y de lo que incluye la teoría de costos” (Duque Roldán, Cuervo Tafur, & Osorio Agudelo, 2014), además es

utilizada para la toma de decisiones respecto de los costos con base en la información financiera relacionada con los mismos (Muñiz Bernal, Espinoza Toalombo, Zúñiga Santillán, Guerrero Rivera, & Campos Rocafuerte, 2017)

Ahora bien, respecto del sistema de costos, el cual es definido como “(...) el sistema de información que mide, registra, procesa e informa acerca de los costos de producir o comercializar un bien o prestar un servicio” (Duque Roldán, Cuervo Tafur, & Osorio Agudelo, 2014, pág. 10)

Como se ha visto, las MYPIMES en Colombia al no contar con un sistema de información contable y tampoco contar con un sistema de información de costos, las decisiones que se estarían tomando serían basadas en datos poco confiables.

Sistemas de costeo

Definición del sistema de costeo

Para poder definir un modelo matemático de costos, es necesario estructurar el sistema de costeo de tal forma que se puedan definir las variables que tendrá el mismo, esto en relación a lo que se entiende como sistema de costos, el cual es definido como “(...) conjunto de reglas, procesos y procedimientos, que hacen posible el cálculo sistemático de datos relacionados con el consumo de recursos necesarios para producir un bien o prestar un servicios” (Duque Roldán, Cuervo

Tafur, & Osorio Agudelo, 2014, pág. 21), es decir, que es el sistema de costos el que desde una visión general enmarca o traza la ruta de cómo será calculado los costos del bien o servicio según las necesidades de cada empresa.

Respecto del sistema de costeo, al revisar las empresas seleccionadas como muestra para implementar el modelo de costos se encontró como resultado que solo el 33% tenía un sistema de costos definido previamente y en el 66% restante que no había un sistema de costeo, sino que el término de este y de los elementos que lo componen no eran familiares para los propietarios o para las personas encargadas de la producción.

Elementos del sistema de costeo

Como se comentó anteriormente, el sistema de costos define las reglas, procesos y procedimientos para el cálculo sistémico de las partidas relacionadas con los costos, ahora bien, para definir correctamente el sistema se deben definir tres elementos bases, los cuales se verán a continuación:

Método de acumulación de costos

El método hace referencia a cómo se acumulan o recopila la información financiera relacionada con los costos y que posteriormente será la base para calcular el costo unitario (Duque Roldán, Cuervo Tafur, & Osorio Agudelo, 2014). Entre estos métodos de acumulación se encuentran órdenes de fabricación, procesos, actividades, proyectos y ciclo de vida del producto, para el modelo matemático de costos que se desarrolló en este trabajo, el método de acumulación elegido fue el de procesos, ya que éste es uno de los métodos de operación más utilizados en el sector manufacturero, sin embargo y como se verá más adelante, se contempla la posibilidad de utilizar el método de acumulación por actividades en aquellas organizaciones cuyos ciclos productivos están definidos a nivel más detallado llegando a las actividades.

El método de acumulación por procesos es definido como:

volúmenes de producción altos y continuos y donde se pueden identificar diferentes procesos productivos por los cuales debe pasar la producción (bienes o servicios). Bajo este sistema, se acumulan los costos incurridos en cada proceso durante un período específico y se van trasladando de manera acumulativa de un proceso a otro, de forma que el último proceso acumula el costo de los anteriores. (Duque Roldán, Cuervo Tafur, & Osorio Agudelo, 2014, pág. 18)

Método de asignación de costos

Respecto del método de asignación de costos o también llamado filosofía de costeo, es definido como la determinación de aquellos elementos del costo que se incluirán en el costo unitario. (Duque Roldán, Osorio Agudelo, & Agudelo Hernández, 2011), entre los cuales se encuentra el costeo variable, el tróput accounting, costos ABC, costos directos y finalmente el costeo absorbente o completo y es este último el que se utilizará en el modelo de costos puesto que según su definición, todo lo que se considere como elemento del costo se incluirá en el mismo, ahora bien, para que este método de asignación de costos cumpla su funcionamiento es necesario tener claro qué se entenderá como elemento del costo tanto para la materia prima, la mano de obra y los costos fijos, definiciones que se abordarán en el apartado 'Construcción de modelo de costeo' de este texto.

El motivo por el cual se eligió este método de asignación es debido a que se considera que al incluir todos aquellos importes o hechos económicos que estén relacionados con el proceso productivo, bien sea de forma directa o indirecta, se logrará calcular el costo unitario de forma más precisa y cercana a la realidad, tal como se definió en los objetivos de este proyecto justificando que el cálculo correcto del costo permite tener una política de precios eficaz.

Este método de asignación de costos es definido como:

Una filosofía bajo la cual se asignan al producto, todos aquellos conceptos que contablemente sean considerados costos o que hayan sido generados en el área operativa, sean ellos fijos, variables, directos o indirectos. Esta filosofía incluye, tanto los costos directamente relacionados con los productos/servicios como los indirectos que requieren la aplicación de criterios o bases de asignación para su distribución. Los gastos son sacrificios del período y nada tienen que ver con los inventarios. La utilidad bruta será la diferencia entre las ventas y el costo de éstas, el cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

Costo total = materiales + mano de obra + costos indirectos + contratación con terceros. (Duque Roldán, Cuervo Tafur, & Osorio Agudelo, 2014, pág. 24)

Ahora bien, es necesario enfatizar en dos aspectos importantes, el primero es que esta filosofía es la permitida o por la norma colombiana y también por la norma internacional y en segundo lugar, es necesario aclarar que si bien el método que se utiliza como base es el absorbente, también se utiliza parte de la esencia del costeo variable, puesto que el modelo, dentro de uno de sus objetivos, es permitir identificar los niveles de operación óptimos y los puntos de equilibrio, para lo cual se requiere calcular los niveles de contribución marginal.

Bases de costeo

En último lugar respecto de los elementos del sistema de costeo se tienen las bases, el cual es un concepto que "(...) hace referencia a la fuente u origen de los costos que sirven de base para la valoración de los productos o servicios" (Duque Roldán, Cuervo Tafur, & Osorio Agudelo, 2014, pág. 25)

Como bases del costeo se encuentran tres, la base real o histórica la cual es la ideal, sin embargo, su aplicación o utilización tiene una gran desventaja ya que en muchas ocasiones el costo no se puede determinar al momento de producir un producto o prestar un servicio.

Por otro lado, se cuenta con la base estándar, la cual es ampliamente utilizada en diferentes países con altos niveles de desarrollo como el caso del Reino Unido, cuya utilización de esta base es alrededor del 73% de las empresas manufactureras y en el caso de Japón es cerca del 86%, además, los estudios señalan que el 63% de los gerentes que utilizan esta técnica la consideran útil para la toma de decisiones. (Duque Roldán, Osorio Agudelo, & Agudelo Hernández, 2011), es decir, existe que la amplia aceptación de esta base en países industrializados da muestra que podría ser útil un sistema de costeo que la utilicen las empresas manufactureras de Colombia.

Este método es utilizado por su facilidad de calcular el costo unitario en condiciones normales de operación a partir de un método científico ante la imposibilidad de conocer los costos reales al momento de su producción. Dado que este costo es un estimado, se debe realizar un ajuste al cierre del ejercicio en el que se determinen las variaciones respecto del costeo real y posterior a esto se realizan los ajustes. (Duque Roldán, Cuervo Tafur, & Osorio Agudelo, 2014)

Respecto de esta base, se puede encontrar que:

El objetivo principal es disciplinar y controlar todas y cada una de las actividades y operaciones llevadas a cabo en la empresa con la finalidad de mejorar los resultados. La mayoría de las empresas manufactureras —por no decir todas— necesita un mayor control presupuestal, una mejor planificación de su producción, un adecuado costeo de sus productos e incluso en muchos casos, buenas políticas de fijación de precios de venta, con el ánimo de generar valor en última instancia para sus organizaciones. (Duque Roldán, Osorio Agudelo, & Agudelo Hernández, 2011, pág. 6).

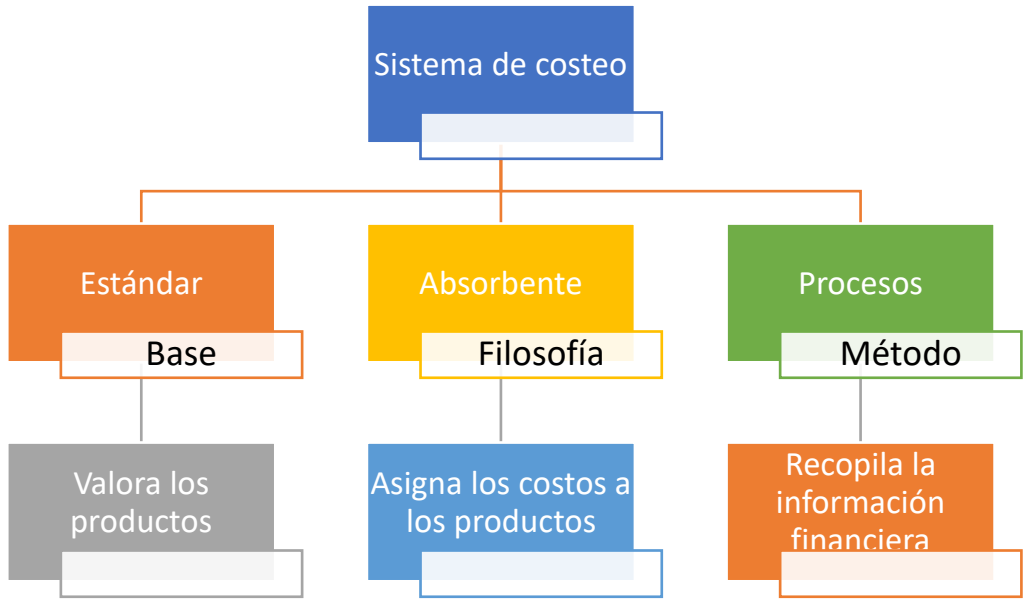
Por lo anterior, el modelo de costos utilizará como base de asignación la estándar, puesto que al comparar la finalidad y los objetivos definidos para el modelo de costos con los objetivos de las diferentes bases mencionadas se encuentra que dicha base, es decir la estándar, existe una compatibilidad, dicho en

otras palabras, los resultados de utilizar un sistema de costeo con base estándar arroja los resultados que se espera arroje el modelo de costos. Entre estos objetivos encontramos una correcta política de fijación de precios, ser aceptado legalmente tanto por la norma colombiana como por la norma internacional y finalmente, que el costo de implementación del modelo sea inferior al beneficio que los empresarios obtendrán.

Diagrama del sistema de costeo

Teniendo en cuenta los tres anteriores apartados en los que se aborda de manera teórica los diferentes elementos del sistema de costeo que fueron elegidos para la construcción del modelo matemático, se construye la siguiente representación gráfica con el fin de una mejor comprensión.

Ilustración 2. Sistema de costeo para el modelo matemático de costos.



Fuente: Construcción propia

Costos ocultos en la asignación de costos fijos

Respecto de los costos ocultos, estos pueden ser definidos como aquellos datos que no son visibles o evidenciados por los sistemas de información de la empresa tales como la contabilidad, el presupuesto, indicadores financieros entre otros. (Zardet & Krief, 2006). Los autores anteriormente mencionados también realizan una identificación de las características de los costos o el desempeño visible y que, por lo tanto, si un costo carece de alguna de éstas, será considerado como costo oculto. Las características que un costo debe tener para ser considerado como visible son:

- Un nombre,
- Una medida,
- Y, un sistema de control continuo.

Respecto de la definición de los costos ocultos los autores Savall y Zardet (2019), concluyen que los costos ocultos son generados por una diferencia entre el funcionamiento o los niveles de operación esperados de una empresa versus el nivel real obtenido, es en este punto en el que se enlaza uno de los objetivos trazados en el proyecto de investigación respecto de definir niveles de operación eficientes.

Son los mismos autores Savall y Zardet (2019, pág. 6) quienes realizan énfasis en que “(...) el método de los costos ocultos buscan la reconciliación entre la dimensión

económica y social para obtener una gestión eficaz”, es decir, el método de los costos ocultos busca definir niveles de operación que sean un punto de equilibrio no en el sentido estricto del nivel de unidades a producir para cubrir los costos fijos sino como el equilibrio entre una producción eficaz de la organización obteniendo resultados que agreguen valor tanto para los propietarios como para el mercado.

Costos ocultos en el sector manufacturero

Dado que el modelo de costos está pensado para el sector manufacturero, es necesario entender la problemática de los costos ocultos en este sector de tal forma que la construcción de éste permita satisfacer dicho requerimiento.

Respecto de las empresas industriales o del sector manufacturero, que son aquellas que se dedican a transformar materias primas sumando trabajo o bienes o servicios, la determinación de los costos es clave para no solo encaminar a la empresa hacia una salud financiera deseada sino también para garantizar su permanencia en el mercado junto con la generación de valor (Ramírez Casco, Sanandrés Álvarez, & Ramírez Garrido, 2019).

Entendiendo la problemática y la importancia de los costos ocultos en las organizaciones, surge el interrogante de definir en dónde se generan éstos y es aquí

donde los autores Ramírez Casco, Sanandrés Álvarez y Ramírez Garrido (2019) identifican las tres posibles causas, asociadas a su vez a los elementos del costo.

Éstas son:

- No existe asignación de los elementos del costo, es decir, no existe una definición de método de costos.
- No existe un control respecto del consumo de la materia prima.
- La asignación de los costos fijos y la utilización de la mano de obra.

Para cada uno de los anteriores puntos, también existen algunos síntomas o comportamientos en el proceso productivo que conllevan a la generación de costos ocultos, estos son:

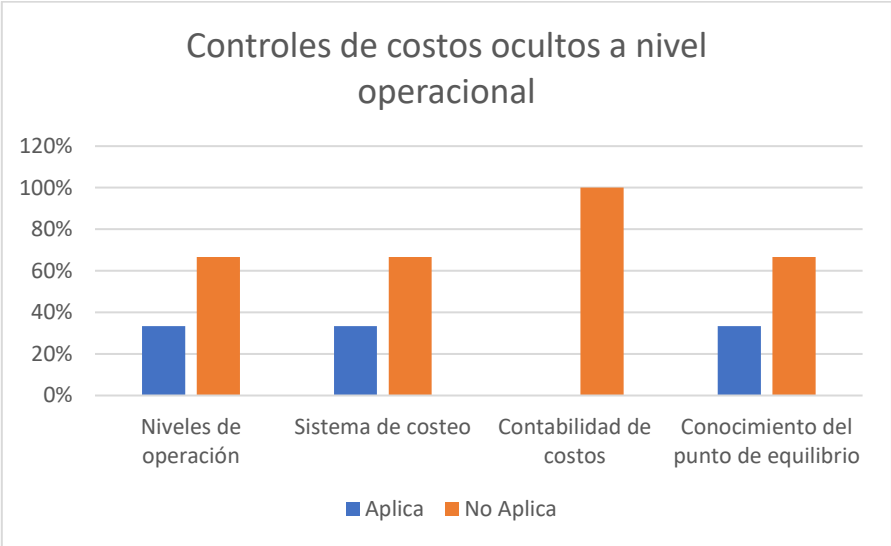
Tabla 2. Generadores de costos ocultos

Área de Producción	Materia Prima	Mano de Obra	Costos Fijos
No aplican técnicas para determinar los costos	No existe control de la cantidad de materia prima ingresada	No hay control entre la relación del tiempo trabajado y el nivel de producción	Se cargan al final del periodo
No controlan la asignación de costos	No existe un proceso de compras definido	La asignación se hace de manera general sin definir un nivel de asignación, sea en horas, minutos, unidades, etc.	No hay registro mensual de estos
No se controla la contabilidad de costos			

Fuente: Construcción propia basada en (Ramírez Casco, Sanandrés Álvarez, & Ramírez Garrido, 2019)

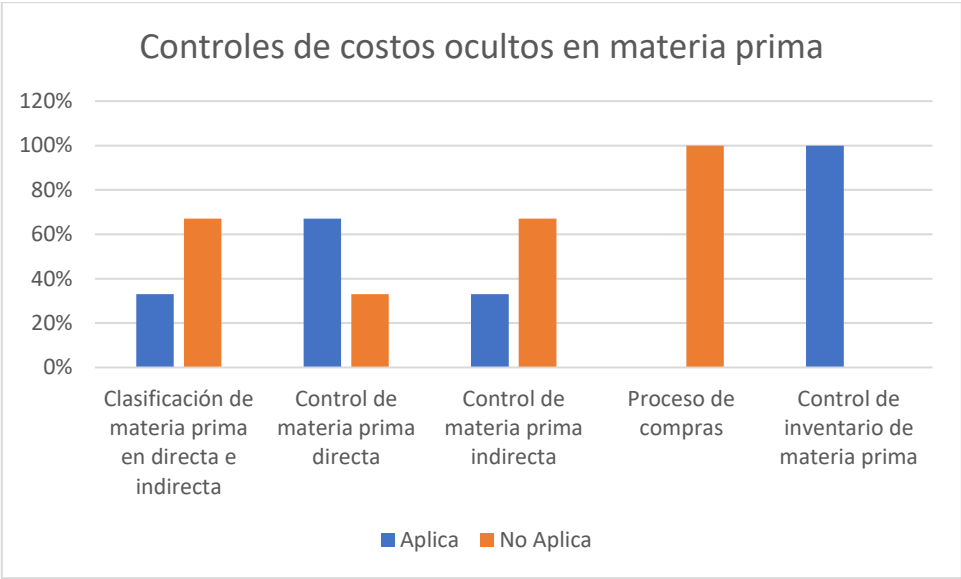
Respecto de los costos ocultos, se realiza una revisión de la información obtenida de las empresas seleccionada arrojando los siguientes resultados:

Ilustración 3. Controles de costos ocultos a nivel operacional



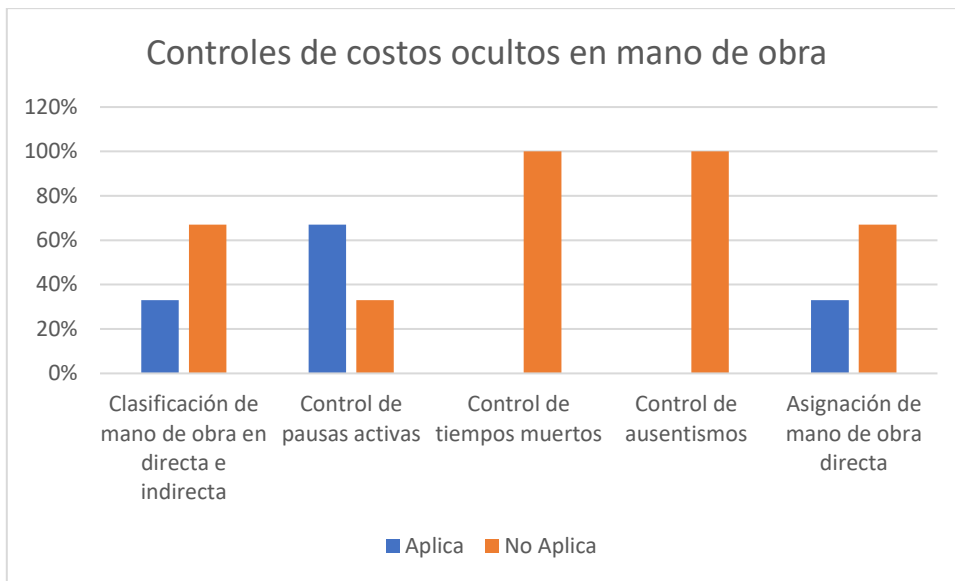
Fuente: Construcción propia

Ilustración 4. Controles de costos ocultos en materia prima



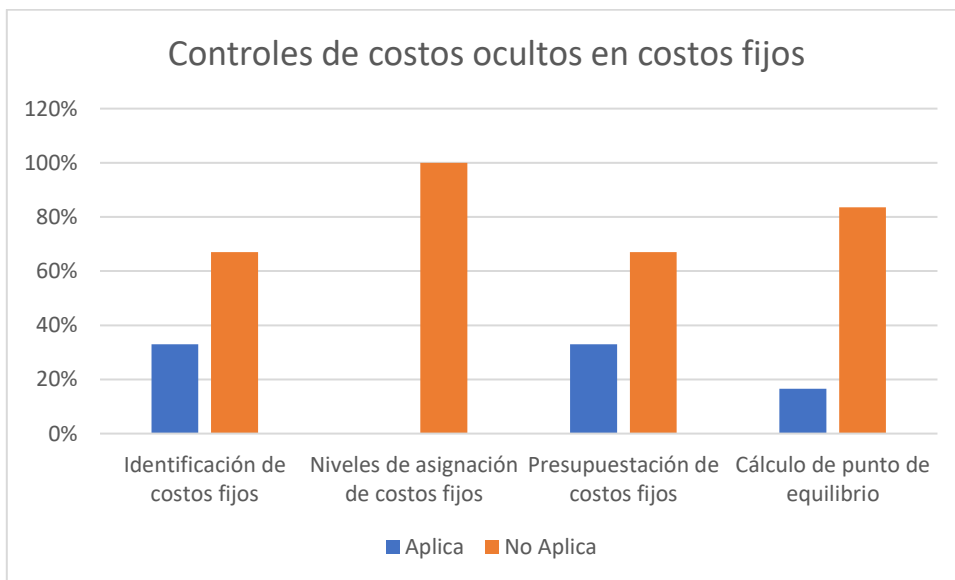
Fuente: Construcción propia

Ilustración 5. Controles de costos ocultos en mano de obra



Fuente: Construcción propia

Ilustración 6. Controles de costos ocultos en costos fijos



Fuente: Construcción propia

Construcción de modelo de costeo

Para llegar a este era necesario comprender previamente cuáles serían las bases en las que se construiría el modelo y la problemática existente respecto de los costos ocultos en el sector manufacturero y sus implicaciones en la toma de decisiones.

La forma en la que se analizará la construcción de este modelo será por sus cuatro principales componentes – niveles de operación, materia prima, mano de obra y costos fijos - abordando qué se busca en cada uno de estos elementos y cuál es su función respecto del modelo.

Niveles de Operación

El primer elemento para revisar es el que se ha denominado 'niveles de operación', este elemento consiste en la definición del nivel normal en el que las MYPIMES en las que se implementa el modelo opera, el cual es diferente al nivel de capacidad máxima.

Para calcular o determinar este nivel de operación se siguen los siguientes pasos:

- Definir una unidad de medida, la cual debe ser analizada cuidadosamente, puesto que en la medida que se elija una u otra, se podrá analizar determinada información, es decir, si se elige como unidad de media del nivel

de operación 'horas máquina' u 'horas hombre', se podrá determinar cuánto se asigna de costos fijos y mano de obra por cada hora, sin embargo se perdería la capacidad de analizar la asignación de los elementos ya mencionados por unidad producida, aunque es importante aclarar, que el modelo permite la creación de varios niveles de operación equivalente en diferentes unidades de asignación.

- Una vez se cuenta la unidad definida, se debe calcular cuál es el nivel normal de operación en dichas unidades, este nivel normal se recomienda determinar de dos formas, el primero se basa, en la definición de los procesos que se deben realizar para producir una unidad hasta el punto que esté lista para ser vendida y posterior a esto se tendrá que sumar el tiempo requerido por cada proceso, este primer procesos es recomendado puesto que parte de un método riguroso de analizar y definir el mapa de procesos para los productos a producir

A manera de ejemplo se muestra un proceso de producción con tres momentos, alistamiento, horneado y empacado, con unos requerimientos en minutos de 8, 35 y 7 respectivamente, estos 50 minutos es el requerimiento por unidad y será denominado TTU (Tiempo Total Unitario), sin embargo, es común que en una organización manufacturera no se produzca una sola unidad a la vez, por lo que es necesario tener presente cuántas unidades se puede hacer al mismo tiempo.

Posterior a la definición del tiempo requerido se debe determinar cuál es el proceso 'cuello de botella', es decir, aquel que marca el ritmo de operación, esto se definió de acuerdo a la teoría de restricciones. Tomando como base los anteriores procesos mencionados se tendría que el proceso de horneado es el que determina el ritmo de producción, pues si bien en 8 minutos se podría alistar la materia prima para varias unidades, es la capacidad de horneado la que determina la cantidad de materia prima que se alistarán, es decir, que si a manera de ejemplo normalmente se hornean 3 unidades a la vez (UPS – Unidades Producidas Simultáneamente), y se trabaja un solo turno de 8 horas y después de pausas activas y tiempos muertos da 7 horas (el estudio de esta definición se abordará con mayor detalle en el apartado 'Mano de Obra Directa' de este documento), la capacidad diaria será de 25,2 unidades, esto se determinó de la siguiente forma:










Horas por turno * 60 = 420 minutos por turno (M*T)

$M^*T / TTU = 420 / 50 \text{ minutos} = 8,4 \text{ veces}$

Veces por capacidad normal del proceso 'cuello de botella' $8,4 * 3 = 25,2$

De forma gráfica se puede apreciar de una mejor manera

Ilustración 7. Nivel de operación

Minutos	Unidades	Sumatoria
50		3
50		6
50		9
50		12
50		15
50		18
50		21
50		24
20		
420		

Fuente: Construcción propia

Posterior a tener la capacidad por turnos, se debe multiplicar por la cantidad de turnos al día y finalmente por la cantidad de días, es decir que, si solo se trabaja un turno al día y se trabajan 26 días, la capacidad mensual en minutos será de 10920 y en unidades será de 655,2

Como validación se tiene

Capacidad en minutos / capacidad en unidades = TTU/UPS

$$10920 / 655.2 = 50/3$$

Materia Prima

Este elemento del costo y por lo tanto del modelo matemático de costos es el más sencillo de cuantificar, pero no por esto es el menos importante, puesto que la materia prima constituye el elemento tangible del producto final. Ahora bien, en un proceso productivo existen materias primas directas y materias primas indirectas, sin embargo, esta distinción no se realizará para el modelo matemático y los únicos requerimientos que se definen para que un elemento sea considerado como materia prima son:

- Que sea un elemento tangible.
- Que sea un elemento necesario para que el producto final cumpla con sus condiciones.
- Que su medición sea posible.

A modo de ejemplo, para el producto X se tienen 4 materias primas cuyo costeo se hará de la siguiente forma:

Tabla 3. Costo de materia prima

Materia Prima	Unidad de asignación	Cant. Requ	Costo de Compra	Costo Unitario
A	Litros	0,3	\$ 3.500,00	\$ 1.050,00
B	Kilos	0,5	\$ 4.000,00	\$ 2.000,00
C	Libras	0,1	\$ 8.300,00	\$ 830,00
D	Gramos	50	\$ 23,00	\$ 1.150,00
Costo unitario de materia prima total				\$ 5.030,00

Fuente: Construcción propia

Mano de Obra Directa

Respecto de la mano de obra directa la cual se entenderá por el importe pagado al personal que, si llegase a dejar de realizar sus funciones el producto no podría cumplir con sus características que lo definan como producto terminado. Respecto de la mano de obra que no es directa, pero que sí está relacionada con el proceso productivo, como lo puede ser el jefe de operación o producción, este importe se definirá como un costo fijo.

Un factor importante para analizar en la mano de obra, es el cálculo de los tiempos muertos o el tiempo no efectivo laborado el cual también es un factor que produce costos ocultos como ya se mencionó anteriormente.

Para el cálculo de la mano de obra directa se debe tener en cuenta:

- Tipo de contrato laboral, esto ya que no es lo mismo si el contrato es indefinido, por prestación de servicios, a destajo o incluso si este elemento es tercerizado a través de una maquila.
- Carga prestacional, la cual será determinado por el nivel de formalización que tenga la MYPIME.
- Tiempo y frecuencia de pausas activas definidas por política organizacional.
- Tiempos muertos. (ANDI, 2021)

Al tomar los anteriores factores, se puede construir o calcular las horas efectivas laborables por mes o por día de tal forma que la asignación del costo de mano de

obra no se realice con base en la jornada laboral teórica sino con el tiempo que realmente el trabajador u operario destina a la producción, es decir, la productividad de la planta de personal.

En las siguientes tablas se puede encontrar el resumen de los cálculos relacionados con la mano de obra directa y el proceso de asignación de la misma a las unidades producidas.

Tabla 4. Horas Efectivas Mensuales

Horas Efectivas Mensuales	
Concepto	Valor
Días calendario	30
Domingos	4
Promedio festivos mensual	1,32
Ausentismo injustificado	0,35
Días efectivos laborales	24,33
Horas laborables al mes	194,66
Horas laborables al día	7,49
Pausas activas (30 minutos)	0,5
HELD	7,0

Fuente: Construcción propia.

Tabla 5. Valor hora

Concepto	Importe	Carga prestacional (%)	Carga prestacional (\$)	Total	HELM	Valor Hora
Trabajador A	\$ 1.000.000,00	57,33%	\$ 573.300,00	\$ 1.573.300,00	194,66	\$ 8.082
Trabajador B	\$ 1.200.000,00	57,33%	\$ 687.960,00	\$ 1.887.960,00	194,66	\$ 9.699

Fuente: Construcción propia

Tabla 6. Costo unitario de mano de obra

Nivel Normal (Minutos)	Nivel Normal (Horas)	Concepto	Req. Tiempo Unt	Valor Hora	Costo Unitario
10920	182	Trabajador A	0,467	\$ 8.082	\$ 3.772
10920	182	Trabajador B	0,367	\$ 9.699	\$ 3.556

Fuente: Construcción propia

Costos Fijos

El último elemento del costo a tener en cuenta es el de los costos fijos, en este se encuentran aquellos conceptos que no son considerados ni como costo de materia prima ni como costo de mano de obra directa, como lo es el caso de los arrendamientos, salarios de personal operativo que no aporte valor al producto final, servicios públicos, entre otros.

Es en este concepto o elemento en el que cobra importancia el nivel de operación que se definió en el primer apartado de esta sección puesto que una de las características de los costos fijos es su dificultad de asignación o cálculo en las unidades producidas (Duque Roldán, Cuervo Tafur, & Osorio Agudelo, 2014), ahora bien, también existe un reto frente a este concepto es que los costos fijos se conocen al cierre del ejercicio, por lo que se hace necesario la definición o estimación de los costos fijos para lo cual se proponen dos formas.

En el primer método de estimación de los costos fijos es a través de un promedio de los costos fijos de los últimos 12 meses, sobre el segundo método consiste en cálculo de la ecuación de línea recta de los importes de los costos fijos, también de los últimos 12 meses haciendo una exclusión cuando se detecten anomalías con el ánimo de obtener una ecuación lo más parcial frente a los niveles normales.

A modo de ejemplo y continuando con la información utilizada en los anteriores elementos del costo se tienen unos costos fijos presupuestados por valor de \$10.000.000 y al tener en cuenta el nivel de operación en minutos (10.920), el cual

equivale a 655,2 unidades por mes, en este sentido se tendría que si los costos fijos equivalente a \$ 10.000.000 se asignará por minuto \$915,7509 y por unidad será de \$15.262,51. Una forma de validar este cálculo es a través de la siguiente fórmula:

$(\text{Costos fijos mensuales} / \text{nivel de operación}) * (\text{TTU/UPS}) = \text{Costo de fijos unitario.}$

Resumen

A modo de resumen de los diferentes elementos del costo, que se calcularon a modo de ejemplo anteriormente se tendría la siguiente información:

Tabla 7. Resumen de costo unitario

Elemento	Valor
Materia Prima	\$ 5.030,00
Mano de Obra	\$ 7.328,10
Costos Fijos	\$ 15.262,51
Costo Unitario	\$ 27.620,61

Fuente: Construcción propia

Valor de la operación e indicadores financieros

Entre los resultados que se obtuvieron en el modelo sobre los costos ocultos se encontró que estos se concentran en dos elementos, los cuales son la mano de obra directa debido a la falta de productividad y también en los costos fijos ya que estos no son asignados correctamente.

Como se podrá ver en las siguientes tablas, para la empresa A existen costos ocultos por valor \$1.234.607,02, el cual corresponde al 15,12% de los ingresos y

respecto de la empresa B los costos ocultos ascienden a \$ \$ 577.161,60 lo que representa el 5,01% de los ingresos, en ambos casos estos costos ocultos son ocasionados por una incorrecta asignación de los costos fijos.

También es necesario tener presente que si bien los costos fijos y los niveles de producción se han definido con base en una operación normal, no se ha tenido en cuenta el nivel de capacidad de operación, puesto que en el caso de la empresa A, si bien el nivel de operación normal se definió en 340 unidades, su capacidad instalada es de 1664 unidades arrojando una productividad del 20% y respecto de la empresa B, la capacidad instalada es de 230 unidades y su nivel normal es de 120 unidades.

Tabla 8. Información Empresa A

Empresa A		
Concepto	Información Actual	Información Real
Nivel (Ud)	340	340
Utilización	20%	20%
Ingresos	\$ 8.160.000,00	\$ 8.160.000,00
Costos Variables	\$ 2.210.000,00	\$ 3.444.607,02
Contribución Marginal Total	\$ 5.950.000,00	\$ 4.715.392,98
Costos Fijos	\$ 4.041.666,67	\$ 4.041.666,67
Utilidad Operativa	\$ 1.908.333,33	\$ 673.726,31
Depreciación	\$ 41.666,67	\$ 41.666,67
EBITDA	\$ 1.950.000,00	\$ 715.392,98
Costos Ocultos		\$ 1.234.607,02
Variación Ud. Operativa		-64,70%
Variación EBITDA		-63,31%
Margen Operacional	\$ 0,23	\$ 0,08

Fuente: Construcción propia

Tabla 9. Información Empresa B

Empresa B		
Concepto	Información Actual	Información Real
Nivel (Ud)	120	120
Utilización	52%	52%
Ingresos	\$ 11.520.000,00	\$ 11.520.000,00
Costos Variables	\$ 3.120.000,00	\$ 3.697.161,60
Contribución Marginal Total	\$ 8.400.000,00	\$ 7.822.838,40
Costos Fijos	\$ 3.573.668,00	\$ 3.573.668,00
Utilidad Operativa	\$ 4.826.332,00	\$ 4.249.170,40
Depreciación	\$ 41.666,67	\$ 41.666,67
EBITDA	\$ 4.867.998,67	\$ 4.290.837,07
Costos Ocultos		\$ 577.161,60
Variación Ud. Operativa		-11,96%
Variación EBITDA		-11,86%
Margen Operacional	\$ 0,42	\$ 0,37

Fuente: Construcción propia

Respecto de los indicadores financieros, se observa para ambas empresas que hay una disminución en el margen operacional 64,31% y 11,96% para la empresa A y B respectivamente, variación que se debe a los costos ocultos.

Riesgos en la implementación de un modelo de costeo

Desde el punto de vista de los riesgos implícitos en la implementación se identificaron tres riesgos que podrían afectar en diferentes niveles este proceso:

- A. **Fallas en implementación del modelo:** Posibles eventos que puedan presentarse en la implementación y que impidan que el modelo funcione de forma adecuada.
- B. **Fallas en operación del modelo:** Hace referencia aquellos errores que se pueden presentar en la operación del modelo y que puede generar que el resultado del análisis presente datos erróneos.
- C. **Aceptación del modelo en el mercado:** Es el riesgo en el cual los microempresarios no acepte el modelo en su empresa y se pierda todo el esfuerzo económico y humano que se invirtió en su construcción.

En el siguiente gráfico se muestra de una mejor forma los riesgos según el nivel de calor que de alguna manera pueda afectar su implementación.

ANÁLISIS DE RIESGOS DE IMPLEMENTACION

P O S I B I L I D A D	Casi Seguro	5					
	Probable	4					
	Posible	3		B	A		C
	Rara Vez	1					
			1	2	4	8	16
			Insignificante	Menor	Moderado	Mayor	Significativo
			IMPACTO				

A Fallos implementacion del modelo.

B Fallos en operación del modelo.

C Aceptacion del modelo en el mercado.

Análisis de sensibilidad en escenarios

Como se ha comentado anteriormente, uno de los objetivos de este proyecto de monografía es el establecer niveles de operación de las organizaciones con el ánimo de alcanzar una optimización de la inversión realizada por los propietarios. Dado que ya se cuenta con el cálculo de los elementos del costo, los márgenes de contribución y también la política de precios de venta, se puede realizar un análisis de diferentes escenarios con el ánimo de evidenciar de forma matemática cómo impactan los diferentes indicadores de las empresas.

Antes de revisar los diferentes escenarios, es importante recordar que actualmente las empresas A y B tienen niveles de operación normal de 340 y 120 unidades mensuales respectivamente también su capacidad instalada está en 1664 y 230 unidades respectivamente

Este análisis también tiene como finalidad lograr calcular los costos ocultos que la empresa puede estar generando puesto que al momento de obtener resultados matemáticos en los que se visualice cómo podrían ser los resultados de las organizaciones con niveles de operación mejores a los actuales se podrán cuantificar dichos costos ocultos. Por otro lado, también tiene como propósito identificar o cuantificar las pérdidas que obtienen las empresas en caso que los riesgos previamente analizados se realicen y no se mitiguen, es decir, medir el impacto económico de no tener un plan de acción de riesgos.

Escenario probable

Para la empresa A, el escenario probable se determinó en un aumento en sus niveles de ventas del 10%, lo que arrojó los siguientes resultados:

Tabla 10. Escenario probable empresa A

Empresa A	
Concepto	Escenario Probable
Nivel (Ud)	500
Utilización	30%
Ingresos	\$ 12.000.000,00
Costos Variables	\$ 5.065.598,56
Contribución Marginal Total	\$ 6.934.401,44
Costos Fijos	\$ 4.041.666,67
Utilidad Operativa	\$ 2.892.734,78
Depreciación	\$ 41.666,67
EBITDA	\$ 2.934.401,44
Costos Ocultos	
Variación Ud. Operativa	329,36%
Variación EBITDA	310,18%
Margen Operacional	\$ 0,24

Fuente: Construcción propia

Con base en lo anterior, se concluye que un aumento de un 10% en los niveles de venta y por lo tanto en los niveles de producción genera un aumento del 329,36% en la utilidad operativa y del 310,18% en el EBITDA, esto último quiere decir que, dado que el EBITDA es considerado como un flujo de caja inicial, el incremento del 10% en las ventas podría tener un incremento similar al del EBITDA en los niveles de liquidez. Este incremento se debe a la asignación de los costos fijos, por lo que también se puede concluir que los márgenes de rentabilidad son altamente sensibles a la asignación de costos fijos.

En el caso de la empresa B, los resultados fueron similares, aunque en proporciones más pequeñas, esto debido a su estructura de costos. En esta empresa el escenario se contempló con un incremento del 13%, sin embargo, el aumento de la utilidad operativa y el EBITDA fue del 46,03% y del 45,58% respectivamente, por lo que para este caso los márgenes no son tan sensibles comparados con el anterior, sin embargo sí se evidencia una sensibilidad alta.

Tabla 11. Escenario probable empresa B

Empresa B	
Concepto	Escenario Probable
Nivel (Ud)	150
Utilización	65%
Ingresos	\$ 14.400.000,00
Costos Variables	\$ 4.621.452,00
Contribución Marginal Total	\$ 9.778.548,00
Costos Fijos	\$ 3.573.668,00
Utilidad Operativa	\$ 6.204.880,00
Depreciación	\$ 41.666,67
EBITDA	\$ 6.246.546,67
Costos Ocultos	
Variación Ud. Operativa	46,03%
Variación EBITDA	45,58%
Margen Operacional	\$ 0,43

Fuente: Construcción propia

Escenario optimista

En este escenario, para ambas empresas los indicadores y márgenes confirman, para el caso de la empresa A el nivel de sensibilidad respecto de los costos fijos y en el caso B no lo es tanto, sin embargo, sí se observa que al aumentar en un 30% los niveles de producción los márgenes se duplican.

Para este escenario es importante hacer énfasis que, si se supera este punto, ya sería necesario la contratación de más personal puesto que se estaría operando en una alta carga laboral o, establecer políticas en el área de recursos humanos de tal forma que los tiempos muertos se puedan bajar. En ambos casos, por lo que incrementar los niveles

Tabla 12. Escenario probable empresas A y B

Empresa A		Empresa B	
Concepto	Escenario Postivo	Concepto	Escenario Postivo
Nivel (Ud)	1200	Nivel (Ud)	190
Utilización	72%	Utilización	82%
Ingresos	\$ 28.800.000,00	Ingresos	\$ 18.240.000,00
Costos Variables	\$ 12.157.436,54	Costos Variables	\$ 5.853.839,20
Contribución Marginal Total	\$ 16.642.563,46	Contribución Marginal Total	\$ 12.386.160,80
Costos Fijos	\$ 4.041.666,67	Costos Fijos	\$ 3.573.668,00
Utilidad Operativa	\$ 12.600.896,79	Utilidad Operativa	\$ 8.812.492,80
Depreciación	\$ 41.666,67	Depreciación	\$ 41.666,67
EBITDA	\$ 12.642.563,46	EBITDA	\$ 8.854.159,47
Costos Ocultos		Costos Ocultos	
Variación Ud. Operativa	1770,33%	Variación Ud. Operativa	107,39%
Variación EBITDA	1667,22%	Variación EBITDA	106,35%
Margen Operacional	\$ 0,44	Margen Operacional	\$ 0,48

Fuente: Construcción propia

Escenario pesimista

Finalmente, al analizar un escenario pesimista para ambas empresas se puede observar cómo, para la empresa A, dada su alta sensibilidad, la disminución de un 3% en sus niveles de operación llevan tener pérdidas operativas de \$19.713,83. En el caso de la empresa B, si bien se observa que si bien la disminución del nivel de ventas pasó de un 52% a un 35% (-17%), aún siguen obteniendo ganancia operativa en gran medida porque la sensibilidad no es tan alta como en la otra empresa y por otro lado debido a su alto margen de contribución unitario el cual está en un 68%

Empresa A		Empresa B	
Concepto	Escenario Negativo	Concepto	Escenario Negativo
Nivel (Ud)	290	Nivel (Ud)	80
Utilización	17%	Utilización	35%
Ingresos	\$ 6.960.000,00	Ingresos	\$ 7.680.000,00
Costos Variables	\$ 2.938.047,16	Costos Variables	\$ 2.464.774,40
Contribución Marginal Total	\$ 4.021.952,84	Contribución Marginal Total	\$ 5.215.225,60
Costos Fijos	\$ 4.041.666,67	Costos Fijos	\$ 3.573.668,00
Utilidad Operativa	-\$ 19.713,83	Utilidad Operativa	\$ 1.641.557,60
Depreciación	\$ 41.666,67	Depreciación	\$ 41.666,67
EBITDA	\$ 21.952,84	EBITDA	\$ 1.683.224,27
Costos Ocultos		Costos Ocultos	
Variación Ud. Operativa	-102,93%	Variación Ud. Operativa	-61,37%
Variación EBITDA	-96,93%	Variación EBITDA	-60,77%
Margen Operacional	-\$ 0,00	Margen Operacional	\$ 0,21

Conclusiones y recomendaciones

Como conclusiones del trabajo de monografía se encontró que el modelo de costos sí es viable puesto que se logró calcular el costo unitario de en diferentes organizaciones toda vez que se identificaron los elementos del modelo de una forma correcta.

Se concluye que las MYPIMES seleccionadas tienen niveles de productividad bajos, por lo que sus resultados se están viendo afectados negativamente por los costos ocultos generados en primer lugar, por la incorrecta asignación de los costos fijos y en segundo lugar, por la subutilización de la capacidad instalada, puesto que con los recursos invertidos en los activos se podría estar generando mayores ingresos aumentando el costo de oportunidad.

Por otro lado, se observa la estrecha relación que existe entre la contabilidad de costos y los indicadores financieros, por lo que, a futuro, se recomienda analizar el impacto de los costos ocultos en la valoración de las empresas.

Finalmente, también se recomienda a las empresas, dada su sensibilidad en las partidas del estado de resultados, establecer una planeación estratégica con el fin de aumentar sus niveles de ventas con el ánimo de disminuir el riesgo financiero y de mercado, los cuales, si se llegan a realizar, podrían generar pérdidas operativas.

El modelo ofrece también al usuario, la posibilidad de identificar el valor minuto de operación, el efecto en asignación en la capacidad instalada, las diferentes contribuciones por elementos del costo, al igual de conocer su punto de equilibrio.

También se considera importante anotar, que para que exista una representación de los resultados arrojados por el modelo en condiciones reales; es necesario que se cumplan tal cual fueron presupuestados al momento de la cotización, de lo contrario se pueden presentar variaciones con respecto a los valores simulados.

Bibliografía

- Colombia FinTech. (2020). *Colombia FinTech*. Obtenido de <https://www.colombiafintech.co/novedades/el-62-de-las-pymes-colombianas-no-tiene-acceso-a-financiamiento#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20Colombia%20tiene,de%20la%20fuera%20laboral%20nacional>.
- Duque Roldán, M., Osorio Agudelo, J., & Agudelo Hernández, D. (2011). Costos estándar y su aplicación en el sector manufacturero colombiano. *Cuadernos de Contabilidad*, 521-545.
- Duque Roldán, M. I., Cuervo Tafur, J., & Osorio Agudelo, J. A. (2014). *Costeo basado en actividades ABC Gestión Basada en actividades ABM*. Bogotá: Eco Ediciones Ltda.
- Franco-Angel, M., & Urbano, D. (2019). Caracterización de las pymes colombianas y de sus fundadores: un análisis desde dos regiones. *Estudios Gerenciales*, 81-91.
- MinTic, C. (5 de Junio de 2019). Decreto 957 de 2019. Bogotá. Obtenido de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20957%20DEL%2005%20DE%20JUNIO%20DE%202019.pdf>
- Ramírez Casco, A., Sanandrés Álvarez, L. G., & Ramírez Garrido, R. G. (2019). Análisis de los costos ocultos en el proceso de producción industrial. *SIGMA*, 51-61.
- Savall, H., & Zardat, V. (2019). Reciclar los costos ocultos durables: la gestión socioeconómica. Método y resultados. Recuperado el 18 de Mayo de 2021, de <https://rayo.xoc.uam.mx/index.php/Rayo/article/view/268/252>
- Zardet, V., & Krief, N. (2006). La teoría de los costos-desempeño ocultos en el modelo socioeconómico de las organizaciones. 1-20. Conferencia Magistral.