



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO Y
ENERGÍA PARA MEDICIÓN DE SERVICIOS PRINCIPALES DE UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN PARA EL CÁLCULO DE COSTOS Y RENTABILIDAD EN UNA PLANTA DE
ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

Abidán Luciano Maldonado de León
Asesorado por el Dr. Gilmar Tronconi

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO Y
ENERGÍA PARA MEDICIÓN DE SERVICIOS PRINCIPALES DE UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN PARA EL CÁLCULO DE COSTOS Y RENTABILIDAD EN UNA PLANTA DE
ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ABIDÁN LUCIANO MALDONADO DE LEÓN
ASESORADO POR EL DR. GILMAR TRONCONI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Guillermo Bedoya Barrios
EXAMINADOR	Ing. Jorge Armando Cortez Chanchavac
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO Y ENERGÍA PARA MEDICIÓN DE SERVICIOS PRINCIPALES DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA EL CÁLCULO DE COSTOS Y RENTABILIDAD EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 14 de enero de 2022.

Abidán Luciano Maldonado de León



EEPFI-PP-0253-2022

Guatemala, 14 de enero de 2022

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **IMPLEMENTACION DE MEDIDORES DE FLUJO Y ENERGIA PARA LA MEDICION DE SERVICIOS PRINCIPALES DE UNA LINEA DE PRODUCCION PARA EL CALCULO DE COSTOS Y RENTABILIDAD EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Evaluación financiera de problemas**, presentado por el estudiante **Abidán Luciano Maldonado De León** carné número **199919829**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.


Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

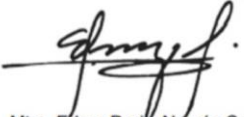
"Id y Enseñad a Todos"


Dr. Gilmar Obdulio Tronconi Sandoval
Asesor(a)

Ing. Gilmar Obdulio Tronconi Sandoval, Ph.D.
Ingeniero Agrónomo. Colegiado No. 808
Doctor en Tendencias en Biotecnología
y Ciencias Alimentarias


Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría




Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIME-0253-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **IMPLEMENTACION DE MEDIDORES DE FLUJO Y ENERGIA PARA LA MEDICION DE SERVICIOS PRINCIPALES DE UNA LINEA DE PRODUCCION PARA EL CALCULO DE COSTOS Y RENTABILIDAD EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA** , presentado por el estudiante universitario **Abidán Luciano Maldonado De León**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink is written over a circular official stamp. The stamp contains the text: "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", "DIRECCION ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA", and "FACULTAD DE INGENIERIA".

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica

Guatemala, enero de 2022

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.285.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO Y ENERGÍA PARA MEDICIÓN DE SERVICIOS PRINCIPALES DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA EL CÁLCULO DE COSTOS Y RENTABILIDAD EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por: **Abidán Luciano Maldonado de León**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★

Decana

Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi creador y Salvador, por ser una influencia en mi vida, entre otras cosas.
Mi madre	Elida de León. Por su amor, apoyo y su confianza, por ser la excelente madre que es.
Mis hermanos	Dany (q. d. e. p.) y Samy Maldonado. Porque sin ellos no podría estar aquí, gracias a su apoyo incondicional.
Mi esposa	Wendy Garcia. Por su amor y su apoyo en mis decisiones, por ser parte fundamental de mi vida e inspirarme a ser mejor cada día.
Mis hijos	Estefany, Paulina y Luciano Maldonado. Por ser ángeles que iluminan todos los días de mi vida.
Mis tíos	Isaías (q. d. e. p.), Walter, Lucinda, Amparo y Vidal de León. Por su apoyo, cariño y palabras de aliento en todo momento.
Mis abuelitas	Paulina Escobar (q. d. e. p.) y Vitalia de León (q. d. e. p.). Por ser parte importante de mi infancia y tener excelentes recuerdos de ellas.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por formarme como profesional y otorgarme el privilegio de graduarme de esta gloriosa casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos que me brindó como estudiante y permitirme cumplir esta meta.
Mi asesor	Dr. Gilmar Tronconi. Por su tiempo, apoyo y por guiarme en este trabajo de graduación.
Mi revisora	Lcda. Marian Álvarez. Por su tiempo y ayuda en la mejora de este trabajo de graduación.
Mis familiares	Por sus palabras de aliento y motivación para que siguiera adelante con mis metas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SIMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.1. Contexto y descripción	3
2.2. Preguntas de Investigación.....	3
2.2.1. Pregunta central.....	4
2.2.2. Preguntas auxiliares	4
2.3. Delimitación	4
3. ANTECEDENTES	7
3.1. Medidores de flujo	7
3.2. Medidores de energía	9
3.3. Industria Alimentaria de Guatemala	10
3.4. Sistemas de costos.....	11
4. JUSTIFICACION	13
5. OBJETIVOS.....	15
5.1. General.....	15

5.2.	Específicos.....	15
6.	NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN	17
7.	MARCO TEÓRICO	21
7.1.	Metrología	21
7.1.1.	Metrología de flujo y volumen	22
7.2.	Medición de fujo	23
7.2.1.	Flujo másico	25
7.2.2.	Flujo volumétrico	25
7.2.3.	Ecuación de volumen de continuidad	26
7.3.	Tipos de medidores de flujo	28
7.3.1.	Medidor de flujo placa de orificio	28
7.3.2.	Medidor de flujo de Tobera	29
7.3.3.	Medidor de flujo tubo Venturi.....	30
7.3.4.	Medidor de flujo tubo de Pitot	31
7.3.5.	Medidor de flujo tipo Turbina	32
7.3.6.	Medidor de flujo electromagnético	33
7.3.7.	Medidor de flujo ultrasónico.....	34
7.3.8.	Medidor de caudal vortex	34
7.4.	Metrología de energía eléctrica	35
7.5.	Proceso de medición.....	37
7.6.	Base de datos	37
7.7.	Costos de producción.....	38
8.	PROPUESTA ÍNDICE DE CONTENIDOS	41
9.	METODOLOGÍA.....	45
9.1.	Características del estudio	45

9.1.1.	Enfoque	45
9.1.2.	Alcance	45
9.1.3.	Diseño	46
9.2.	Unidad de análisis	46
9.3.	Variables	46
9.4.	Fases del estudio.....	49
9.4.1.	Fase 1. Revisión de documentación de la empresa.....	50
9.4.2.	Fase 2. Análisis de cálculos actuales de costos.....	50
9.4.3.	Fase 3. Análisis de mediciones por realizar	50
9.4.4.	Fase 4. Verificación de medidores instalados y por Instalar.....	50
9.4.5.	Fase 5. Instalación mecánica de medidores	51
9.4.6.	Fase 6. Instalación eléctrica de medidores	51
9.4.7.	Fase 7. Programación de medidores	51
9.4.8.	Fase 8. Programación de base de datos.....	52
9.4.9.	Fase 9. Cálculo de costos por producto	52
9.4.10.	Fase 10. Plan de capacitación	52
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	53
11.	CRONOGRAMA.....	55
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	57
12.1.	Presupuesto	57
	REFERENCIAS	59
	APÉNDICES.....	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Área transversal.....	24
2.	Tubería disminución de diámetro	26
3.	Medidor de flujo placa de orificio	29
4.	Medidor de flujo de Tobera	30
5.	Medidor de flujo tubo Venturi	31
6.	Medidor de flujo tubo Pitot.....	32
7.	Medidor flujo tipo turbina	33
8.	Medidor de flujo electromagnético.....	33
9.	Medidor de caudal ultrasónico.....	34
10.	Medidor de caudal vortex	35
11.	Conexión de medidor de energía eléctrica	36
12.	Cronograma de actividades	55

TABLAS

I.	Esquema de solución.....	20
II.	Unidad de análisis	47
III.	Presupuesto	57

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Significado
Δ	Delta, desplazamiento
Q	Flujo Masico
Z	Flujo Volumétrico
l/s	Litros sobre segundos
m	Masa
m^3/min	Metros cúbicos sobre minutos
m^3/s	Metros cúbicos sobre segundos
R^2	Radio cuadrado
π	Signo que equivale al número 3,1416 aproximadamente
t	Tiempo
V	Volumen del fluido

GLOSARIO

A	Área
AECI	Área de Libre Comercio de las Américas.
ALCA	Área de Libre Comercio de las Américas.
Caudal	Cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo.
CIG	Cámara de Industria de Guatemala.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
Contabilidad de Costos	Es una técnica contable que tiene como finalidad crear un sistema de información que permita conocer cuál es el coste de los productos fabricados.
Costos	Es una técnica contable que tiene como finalidad crear un sistema de información que permita conocer cuál es el coste de los productos fabricados.
Costos	El costo o coste es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.

Diámetro	Línea recta que pasa por el centro del círculo y termina por ambos extremos en la circunferencia.
Electromagnético	Se dice de las radiaciones de fotones o partículas de diferentes energías que tienen en común su forma de transmisión ondulatoria y su velocidad de transmisión, que es la de la luz, variando su frecuencia (número de vibraciones por segundo).
Energía	Es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Es decir, el concepto de energía se define como la capacidad de hacer funcionar las cosas.
Evaluación	El proceso de obtener evidencias (medición) que nos permita juzgar (juicio) el grado de logro (congruencia) de los objetivos de aprendizaje. Las nuevas acepciones señalan a la evaluación como fuente de información para la toma de decisiones.
Flujo	En la disciplina de la física, el flujo se refiere a la cantidad de masa de líquido que circula por una tubería.
Gasto	Es la utilización o consumo de un bien o servicio a cambio de una contraprestación, se suele realizar mediante una cantidad saliente de dinero.
GRAFAL	Gremial de Fabricantes de Alimentos.

IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
Líquido	Es un cuerpo con volumen constante cuyas moléculas, al presentar una cohesión reducida, se adaptan al formato del recipiente que las cobija.
Masa	Es la cantidad de materia o sustancia que posee un cuerpo u objeto material.
Metrología	Es la ciencia que se ocupa de las mediciones, unidades de medida y de los equipos utilizados para efectuarlas, así como de su verificación y calibración periódica.
Metodología	Ciencia del método y conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.
Proceso	Es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado.
Proceso industrial	Es todo aquel que convierte una materia prima en un bien o producto final. Generalmente el bien es

producido en masa y se destina al consumo para un gran público objetivo.

Productividad

Se encarga de medir y calcular el total de bienes y servicios que han sido producidos por cada factor utilizado (tierra, trabajo, capital, tiempo, entre otros) durante un periodo determinado. Es decir, la productividad nos permite saber lo que produce un trabajador en una hora, en un día o incluso en un mes.

Rentabilidad

Es la capacidad que tiene un negocio para aprovechar sus recursos y generar ganancias o utilidades; para medirla se utilizan indicadores financieros que evalúan la efectividad de la administración de la organización.

Tubería

Conducto formado por tubos que sirve para distribuir líquidos o gases.

Tubo

Objeto cilíndrico, hueco y alargado que está abierto por uno o por los dos extremos.

Tubo Pitot

El tubo de Pitot es adecuado para la medición de líquidos de fase única que llenan completamente la sección transversal del tubo. En la industria se utiliza el tubo de Pitot para la medición de caudal de fluidos limpios, principalmente gases vapores.

Tubo Venturi

Dispositivo diseñado para medir la velocidad de un fluido en el interior de un conducto. Tiene una sección

más estrecha, en la que el fluido experimenta una disminución de presión de acuerdo con el efecto Venturi.

Volumen

Es una magnitud métrica de tipo escalar definida como la extensión en tres dimensiones de una región del espacio.

RESUMEN

El estudio de flujo de fluidos es la rama de la física que estudia los fluidos, en particular los líquidos y los fenómenos de los cuales son participes. La energía eléctrica es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. El presente trabajo de graduación se llevará a cabo con el propósito de implementar equipos de medición de flujo y energía que servirán para el cálculo de los consumos de servicios que serán útiles para el cálculo de costos y rentabilidad de una línea de producción en una planta de alimentos en el departamento de Escuintla.

Por esa razón el equipo que se instalará dependerá de los variables a medir en nuestro caso mediremos: energía eléctrica, vapor, agua, aire comprimido, CO₂ (depende del producto). Al tener instalados los medidores se realizará una recolección de datos que guardaremos en una base de datos para poder consultar los datos más adelante para el cálculo de costos de estos consumos.

Se redactará un breve instructivo donde se indicará como realizar las consultas de estos consumos y como calcular los costos de los consumos de servicios para que el personal encargado de esta nueva herramienta se familiarice rápidamente a esta actividad.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en la implementación de medidores de flujo y energía para la medición de servicios principales de una línea de producción para poder calcular los costos y la rentabilidad de los productos de una planta de alimentos ubicada en el departamento de Escuintla, donde se dedican a la fabricación y envasado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas.

Actualmente la empresa en estudio se dedica a la fabricación y envasado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, cuenta con doce líneas de producción: cuenta con 3 líneas de bebidas carbonatadas, 6 líneas de bebidas pasteurizadas y 3 líneas de agua pura. Estos productos están enfocados a cualquier segmento de mercado.

La empresa es una corporación grande en la cual el año pasado se implementó un sistema de planificación de recursos empresariales, por medio de la cual surge la necesidad de realizar las mediciones de servicios para poder calcular los costos de sus productos de una manera más eficiente, por ello se implementará este sistema de mediciones que permitirá a la empresa garantizar los costos reales de cada unidad producida en sus líneas de producción.

El informe final de investigación estará conformado por cinco capítulos los cuales estarán conformados de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se presentarán los antecedentes tomados como

referencia para poder realizar la implementación bajo argumentos sólidos, mismos que serán obtenidos de artículos de investigación alimentaria y de costos, también en normativas de seguridad alimentaria.

El capítulo 2 presentará el marco teórico, en el cual se sintetizará la información teórica necesaria para conocer las mediciones de servicios en una planta de bebidas, los principales servicios a medir, contabilidad de costos y bases de datos.

En el capítulo 3 se presentará el desarrollo de la investigación, la misma se llevará a cabo con ayuda la observación participativa y no participativa del investigador, enfocada específicamente en la medición de los servicios que se consumen en la planta, y el cálculo de los costos de estos servicios aplicándolos al costo por unidad producida.

El capítulo 4 presentará los resultados del trabajo de graduación, estos se plantearán con base en los objetivos específicos, mismos que se deben cumplir en su totalidad para obtener los resultados deseados.

En el capítulo 5, conforme a los resultados obtenidos se presentará la discusión de resultados de forma descriptiva, esta misma explicará detalladamente el cumplimiento de los objetivos específicos planteados para la investigación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Contexto y descripción

En la industria es muy importante medir todo aquello que forma parte de los costos, costos variables y costos fijos, por ejemplo, mantenimiento, sueldos, materia prima, energía eléctrica, entre otros. Si en la industria no se mide todo aquello que forma parte de los costos podrán tener mal manejo de las rentabilidades de los productos y donde pueden suceder dos cosas:

- Un producto en realidad no sea rentable y se siga produciendo.
- Un producto es rentable y no se siga produciendo por consecuencia de que no se están calculando bien estos costos.

2.2. Preguntas de Investigación

La falta de medición de consumos de servicios en la industria alimenticia causa serios problemas de malos cálculos de costos de cada producto terminado para poder determinar el precio unitario del producto, por ello se ve la necesidad de poder medir los consumos de estos servicios.

2.2.1. Pregunta central

¿Cómo implementar la medición de servicios para el cálculo de costos y rentabilidad?

2.2.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles servicios se van a medir y por qué?
- ¿Qué son los medidores de flujo y de energía, y cuál es el método que utilizan para la medición de las variables?
- ¿Cómo hacer una base de datos para el cálculo de costos de producto terminado?

2.3. Delimitación

Por tal motivo esta investigación será sobre: Implementación de medidores de flujo y energía para la medición de servicios principales de una línea de producción para el cálculo de costos y rentabilidad en una planta de alimentos en el departamento de Escuintla.

Esta investigación se realizará para la industria de alimentos por lo que los medidores que se instalaran tienen que ser de grado alimenticio y la inversión a realizar en esta implementación se debe de realizar vigilando el flujo de efectivo.

Para la implementación de este proyecto de investigación se tiene la autorización de una planta de producción de alimentos del departamento de

Escuintla la cual, por cuestiones de confidencialidad, no se mencionará el nombre de la planta, ni sus productos ni la situación de los servicios, pero esta investigación será un soporte valioso para proyectos futuros en esta industria.

La planta de alimentos está autorizando esta investigación, pero más sin embargo depende de la autorización del presupuesto correspondiente para la implementación de esta investigación por lo anterior si el presupuesto no es aprobado para el año 2022 es probable que se realice un año después y esta investigación se planteara para una implementación futura.

3. ANTECEDENTES

3.1. Medidores de flujo

Una de las variables industriales de mayor importancia en el sector industrial es el flujo de caudal. La medición de flujo es importante en los procesos industriales por las siguientes razones:

- Permite determinar las proporciones en masa o volumen de los fluidos del proceso.
- Permite determinar la cantidad de fluido consumido por el proceso, el cálculo de este consumo está en función directa con los costos.

Durante varias décadas la industria utiliza para la medición de flujos líquidos y gaseosos el sensor tipo placa de orificio. Este sensor basado en el principio del Teorema de Bernoulli es de mayor aplicación en la medición de procesos industriales de producción continua y en los sistemas de transferencia de custodia.

En Guatemala en estos tiempos hay una demanda alta que es necesario el uso de sistemas de medición de flujo o energía eléctrica por lo tanto va en aumento, por tal razón este proyecto de investigación aportara una herramienta eficaz para el costeo de productos en la industria de alimentos.

Como se puede ver a primera vista, el nombre del medidor de flujo se deriva de la tasa de flujo, que es la relación entre el volumen y el tiempo necesario para que un líquido fluya a través de una sección de la tubería.

Todo gracias a la curiosidad y la investigación de Giovanni Venturi, quien, basándose en la investigación de Herschel, hizo grandes descubrimientos sobre el movimiento de los líquidos y creó un instrumento que podría ser identificado como el primer medidor de flujo, el tubo de Venturi.

Venturi diseñó este instrumento cónico básicamente para calcular la velocidad del movimiento del líquido, pero también logró medir el flujo del líquido usando el Teorema de Bernoulli.

Para el próximo siglo, especialmente en 1926, se creó el diseño del medidor de flujo Venturi, y las aplicaciones y modificaciones de los medidores de flujo están aumentando. (Presion, 2020, pág. 1)

Esta investigación se realizará para tener una medida exacta del consumo y, también gracias a que contamos con nuevos y mejores avances tecnológicos e industriales en la producción de instrumentos de medida, ya se conoce el caudalímetro en la industria alimentaria. como instrumento muy importante en muchos sectores de la industria, para el control o manejo de variables de proceso y la medición del consumo de nuestras variables que mediremos en nuestra investigación.

3.2. Medidores de energía

Los medidores de energía eléctrica son utilizados para saber consumos de energía eléctrica en un circuito o un sistema eléctrico, como lo son luces, motores, entre otros.

En Guatemala existen entidades que regulan y verifican la efectividad de dichas mediciones de Energía eléctrica y en Guatemala:

La actividad de verificación de medidores de energía eléctrica utilizados para realizar las mediciones y liquidaciones económicas en los grandes usuarios, transportistas y generadores es realizada, según la regulación actual, por el administrador del mercado mayorista. Dicha actividad se regula mediante el Sistema de Medición Comercial. (Villalta, 2013, pág. 4)

“Según la regulación guatemalteca, existen instituciones del Estado que consideran dentro de sus funciones la verificación de medidores de energía eléctrica utilizados en usuarios del servicio de distribución final de energía eléctrica, como lo son la CNEE, DIACO y COGUANOR” (Villalta, 2013, pág. 7).

Para nuestra investigación se utilizarán medidores de energía trifásicos para cada línea de producción, estos son de tipo industrial y se instalarán internamente en la planta por lo que no estarán regulados por las empresas gubernamentales ya que serán de uso interno de la planta de producción. La implementación de medición de energía resulta muy útil en estos tiempos, ya que con esto se sabrá cuanta energía consume cada producción de cada producto de las líneas de producción. La energía eléctrica es una variable de consumo

masivo en la industria guatemalteca, por lo que en esta implementación será de gran ayuda su medición.

3.3. Industria Alimentaria de Guatemala

Guatemala es en la actualidad el mercado agroalimentario más amplio de Centroamérica, con una posición relevante de sus empresas de transformación tanto desde el punto de vista de la producción como de la exportación. Las industrias de alimentación y bebidas, con el 42,3 % del total de la producción industrial, constituyen el primer sector de la industria manufacturera de Guatemala, y emplean el 36,7 % de la mano de obra. Estas cifras dan una idea de la importancia de esta industria que se encuentra en un claro proceso de expansión. (Loma-Ossorio, 2000, p. 9)

La calidad es uno de los mayores retos que afronta el sector alimentario en Guatemala. Para ello, las empresas agroalimentarias de este país manifiestan cada vez mayor interés en incrementar la calidad, el prestigio y la excelencia de sus productos, pero la presión de la competencia interna y externa, requieren mejorar la gestión, aumentar el nivel de internacionalización mediante la promoción exterior, el intercambio de tecnología y la inversión en activos productivos, responder mediante una adecuada y continua formación de los trabajadores y una mayor inversión en investigación y desarrollo.

En estas circunstancias, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), la Cámara de Industria de Guatemala (CIG) y la Gremial de Fabricantes de Alimentos (GREFAL), adscrita a la CIG, presentan el

estudio de La Industria Agroalimentaria de Guatemala, como un instrumento que permita conocer la situación actual y las potencialidades de la industria guatemalteca de alimentos y bebidas. (Loma-Ossorio, 2000, pág. 9)

3.4. Sistemas de costos

Cuando se habla de costos no se puede afirmar que los sistemas de costos hayan tenido un gran desarrollo en sus comienzos, porque la forma en que se realizaban las producciones eran imperantes y no lo propiciaban; al inicio “Tan solo se observaron intentos de control de los elementos del costo. Existen importantes indicios en civilizaciones del Medio Oriente que permiten afirmar que los sacerdotes y escribas ejercían control sobre los trabajos realizados” (Sinisterra, 2006, pág. 5).

Durante el siglo XVI y hasta la mitad del siglo XVII la contabilidad de costos experimentó un serio receso. En 1776 el surgimiento de la revolución industrial trajo las grandes fábricas. Se pasó de la producción artesanal a una producción industrial, creando la necesidad de ejercer un mejor control sobre los dos elementos materiales y mano de obra, y sobre el nuevo elemento del costo que las onerosas maquinarias y equipos originaban. (Gutierrez, 2019, pág. 18)

En las tres últimas décadas del siglo XIX, a Inglaterra le cupo el honor de teorizar sobre los costos. Fue así como, entre 1828 y 1839, Carlos Babbage publicó un libro en el que resalta la necesidad de que las fábricas establezcan un departamento de contabilidad que se encargue del control del cumplimiento de los horarios de trabajo. A finales del siglo XIX, el autor

Henry Metcalfe publicó su primer libro que denominó Costos de Manufactura.

El mayor desarrollo de la contabilidad de costos tuvo lugar entre 1890 y 1915. En este tiempo, países como Inglaterra y Estados Unidos diseñaron una estructura básica de la contabilidad de costos, integraron los registros de los costos a las cuentas generales.

Hasta antes de 1980 las empresas industriales consideraban que sus procedimientos de acumulación de costos constituían secretos industriales, pues el sistema de información financiera no incluía las bases de datos y los archivos de la contabilidad de costos. Indiscutiblemente, esto se tradujo en un estancamiento para la contabilidad de costos con relación a otras ramas de la contabilidad, hasta que se comprobó que su aplicación producía beneficios. Así fue como en 1981, el norteamericano H.T. Johnson resaltó la importancia de la contabilidad y los sistemas de costos, como herramientas claves para brindar información sobre la producción a la gerencia, esto implicaba la existencia de archivos de costos útiles por la fijación de precios adecuados en mercados competidos. (Sinisterra, 2006, págs. 7-8)

4. JUSTIFICACION

Esta investigación es necesaria realizarla ya que pretende resolver un problema que existe en la industria de alimentos y bebidas, ya que en la mayoría de las industrias no se miden los consumos de servicios y tampoco se cuenta con información de datos históricos y aplicación de mediciones exactas y adecuadas para la industria, por consiguiente, al aumentar la toma de datos podremos tomar las mejores decisiones para la eficiencia de los procesos, y por lo tanto será de mejora para cualquier industria alimenticia.

El máximo objetivo de las industrias es la generación de las ganancias a corto plazo; así como buscar el crecimiento de dichas ganancias a tal punto de multiplicar su actividad e incrementar su productividad. Este último objetivo, es proyectado con base en los resultados obtenidos en períodos anteriores; no obstante, esta proyección resulta en un verdadero reto, ya que de la misma se definirá el ritmo de trabajo, los volúmenes de producción y por consiguiente metas de ventas. Por lo tanto, es importante para la administración financiera aplicar una herramienta de análisis de los métodos de valuación de costos de consumos de servicios, y de esta manera orientarse para la fijación de precios.

La industria alimenticia en Guatemala va en crecimiento y es evidente que este sector industrial ha evolucionado en gran escala y hoy en día maneja grandes rubros en cuanto a mano de obra. Sin embargo, aún existen grandes problemas a nivel organizativo que impiden que estas industrias provechen

óptimamente los recursos en sus procesos productivos, muchos de ellos se basan fundamentalmente en la asignación de costos de producción ya que estos son los que permitirán o no que las industrias cumplan sus objetivos económicos, y no toman en cuenta los costos por consumos de servicios.

La determinación inadecuada de costos de producción, la ineficiente asignación de costos indirectos de fabricación como lo son los consumos de servicios esenciales para su funcionamiento y no tener un sistema que calcule estos costos obstaculizan una determinación real de costos de producción , lo que provoca que no se cuente con la información necesaria para la asignación de precios de venta competitivos, por lo que los mismos se deben fijar de acuerdo a la experiencia o en relación a sus competidores y esto afecta gravemente a la consecución de objetivos económicos de la empresa.

Se hace necesario e imprescindible, entonces, establecer una adecuada proyección, que mida adecuadamente la rentabilidad de los productos, sus costos, tanto fijos como variables y directos y esta investigación ayudará a conocer los costos de los consumos de servicios.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Implementar un sistema de medición de servicios principales, por medio de medidores de flujo y energía para el cálculo de costos y rentabilidad de cada producto producido en la una línea de producción.

5.2. Específicos

- Determinar cuáles servicios se van a medir y el por qué, de estas mediciones, al mismo tiempo asociar las dimensionales de medición. Los servicios para medir serán: energía eléctrica, vapor, agua, aire comprimido, CO2 (Depende del producto).
- Investigar sobre los medidores de flujo y energía para la medición de servicios, como se contabilizan estos datos, y como nos ayudaran con el cálculo de costos.
- Acumular los datos de costos para determinar el costo unitario del producto fabricado; cifra clave para fijar el precio de venta y conocer los márgenes de utilidad.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

La principal necesidad que se cubrirá con esta investigación es resolver un problema que existe en la industria de alimentos y bebidas, ya que en la mayoría de las industrias no se miden los consumos de servicios y tampoco se cuenta con información de datos históricos y aplicación de mediciones exactas y adecuadas para la industria, por consiguiente, al aumentar la toma de datos podremos tomar las mejores decisiones para la eficiencia de los procesos, y por lo tanto será de mejora para cualquier industria alimenticia.

Al no tener la medición correcta de los servicios podemos tener malos cálculos en los costos de los productos, por tal motivo esta investigación proporcionará una herramienta automatizada la cual enviará los costos directamente a una base de datos que no podrá ser alterada y por lo tanto estos datos serán coherentes y podremos determinar de una forma más precisa los costos de cada producto.

Para poder desarrollar este proyecto se ejecutarán estándares de la más alta calidad y que cumplen todas las normativas para la industria de alimentos, a continuación, se presentan las fases en las cuales se dividirán este proyecto:

Fase 1. Revisión de documentación de la Empresa: en esta fase se revisará toda la documentación de la empresa de alimentos sobre el cálculo de costos de sus productos, se tiene un tiempo estimado de realización de 15 días.

Fase 2. Análisis de cálculos actuales de costos: analizar los métodos utilizados actualmente en esta empresa de alimentos para determinar si es el mejor método o si tiene deficiencias, e incluir el costo de los servicios, se tiene un tiempo estimado de realización de 10 días.

Fase 3. Análisis de mediciones por realizar: analizar las mediciones que son más significativas al costo de cada producto, para determinar las mejores opciones para la medición, se tiene un tiempo estimado de realización de 15 días.

Fase 4. Verificación de medidores instalados y por instalar: en esta etapa se verificará los medidores instalados actualmente en la planta y cuáles serán necesarios instalar en cada línea de producción, se tiene un tiempo estimado de realización de 15 días.

Fase 5. Instalación mecánica de medidores: se procederá a realizar los planos mecánicos para la instalación de los medidores de flujo y energía donde sea necesario y al ser aprobados estos planos y también el presupuesto para la compra de estos medidores, se procederá a la instalación de estos, se tiene un tiempo estimado de realización de 15 días.

Fase 6. Instalación eléctrica de medidores: después que se realicen la instalación mecánica de los medidores se procederá a la instalación eléctrica de alimentación y de las señales de flujo y pulso para el cálculo de consumos, se tiene un tiempo estimado de realización de 15 días.

Fase 7. Programación de medidores: al tener la instalación completa se procederá a realizar la programación de los medidores instalados, se programará la salida de pulsos para totalizar el consumo y la salida analógica para el flujo que pasa por cada medidor, si no se aprobará el presupuesto de este proyecto se realizará un manual de cómo se realiza esta programación para su implementación futura, se tiene un tiempo estimado de realización de 10 días.

Fase 8. Programación de base de datos: Los datos se recopilarán en Gestores de Datos, estos gestores de datos enviarán la información hacia un servidor el cual tendrá almacenada la base de datos de los consumos por línea y por servicio, si no se aprobará el presupuesto se realizará un manual de operación de base de datos para su implementación futura se tiene un tiempo estimado de realización de 25 días.

Fase 9. Cálculo de costos por producto: calcularemos los costos de servicios que consume cada producto y esto se sumará a los otros costos que ya se calculaban, se tiene un tiempo estimado de realización de 25 días.

Fase 10. Plan de capacitación: se definirán las personas encargadas de esta nueva herramienta las cuales serán capacitadas sobre el uso de esta, se tiene un tiempo estimado de realización de 15 días.

El desarrollo de todas las fases tiene un tiempo estimado para su desarrollo de 165 días hábiles.

Tabla I. Esquema de solución

Fase 1. Revisión de documentación de la Empresa	15 días
Fase 2. Análisis de cálculos actuales de costos	10 días
Fase 3. Análisis de mediciones por realizar	15 días
Fase 4. Verificación de medidores instalados y a instalar	15 días
Fase 5. Instalación mecánica de medidores	15 días
Fase 6: Instalación eléctrica de medidores	15 días
Fase 7. Programación de medidores	10 días
Fase 8. Programación de base de datos	25 días
Fase 9. Cálculo de costos por producto	25 días
Fase 10. Plan de capacitación	15 días

Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Metrología

La metrología es la ciencia e ingeniería de la medida, incluyendo el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesos y medidas. Actúa tanto en los ámbitos científico, industrial y legal, como en cualquier otro demandado por la sociedad. Su objetivo fundamental es la obtención y expresión del valor de las magnitudes, garantizando la trazabilidad de los procesos y la consecución de la exactitud requerida en cada caso; empleando para ello instrumentos métodos y medios apropiados.

La metrología tiene dos características muy importantes el resultado de la medición y la incertidumbre de medida.

Los físicos y las industrias utilizan una gran variedad de instrumentos para llevar a cabo sus mediciones. Desde objetos sencillos como reglas y cronómetros hasta potentes microscopios, medidores de láser e incluso avanzadas computadoras muy precisas.

Por otra parte, la metrología es parte fundamental de lo que en los países industrializados se conoce como Infraestructura Nacional de la Calidad, compuesta además por las actividades de: normalización, ensayos, certificación y acreditación, que a su vez son dependientes de las actividades metrológicas que aseguran la exactitud de las mediciones

que se efectúan en los ensayos, cuyos resultados son la evidencia para las certificaciones. La metrología permite asegurar la comparabilidad internacional de las mediciones y por tanto la intercambiabilidad de los productos a escala internacional.

En el ámbito metrológico los términos tienen significados específicos y éstos están contenidos en el Vocabulario Internacional de Metrología o VIM. (Equipos, 2021, pág. 1)

Hay varias áreas dentro de la metrología. Por ejemplo, la tecnología de medición eléctrica examina las mediciones eléctricas: voltaje (o tensión), corriente (o amperaje), reactancia, resistencia, impedancia, entre otros. La tecnología de medición eléctrica consta de tres áreas: termometría, frecuencia y tiempo, y mediciones electromagnéticas.

7.1.1. Metrología de flujo y volumen

Básicamente, la tecnología de medida de volumen se refiere a la calibración de medidas o envases volumétricos y consiste en determinar el volumen que puede contener o dispensar el envase después de un tiempo de caducidad, según para qué está diseñado. Las aplicaciones para la medición de caudal y volumen son muy diversas, pueden ir desde la medición de volumen de hidrocarburos en procesos de transferencia hasta aplicaciones relacionadas con la espectrofotometría de gases. El requisito de medición varía desde microlitros hasta la determinación del volumen en recipientes de un millón de litros.

El flujo es la tercera unidad más medida en los procesos industriales. Las aplicaciones son muchas, desde las más sencillas, como la medición de

flujo de agua en estaciones de tratamiento y residencias, hasta medición de gases industriales y combustibles, pasando por mediciones más complejas. (Tecnología, 2019, pág. 1)

La elección correcta de un dispositivo en particular para la medición de flujo depende de varios factores. Estos incluyen:

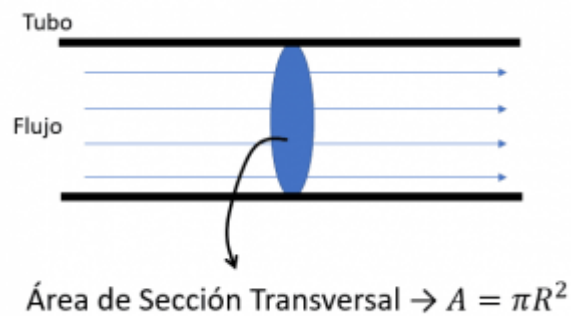
- Precisión de medición requerida.
- Tipo de fluido: limpio o sucio, líquido o gas, número de etapas, transparencia, conductividad eléctrica, entre otros.
- Condiciones termodinámicas: presión del medidor y niveles de temperatura requeridos.
- Espacio para la instalación mecánica.
- Precio, entre otros.

7.2. Medición de flujo

El caudal o flujo es una de las variables o cantidades físicas más habituales que podemos encontrar en la industria alimenticia, por lo que tener una buena medición y poder controlarla es fundamental y genera una mejor expectativa en los controles críticos de todos los procesos industriales. Pero para eso se necesita entender un poco sobre la definición que existe para nombrar la variable de flujo.

“La medición de flujo o caudal consiste en poder determinar la cantidad de material que pasa por un tubo en una unidad de tiempo” (Castaño, 2020, pág. 1).

Figura 1. Área transversal



Fuente: Cataño (2020). *Control Automático Educación*.

Hay que considerar que la medición de caudal de fluidos es un proceso muy complejo, ya que otras variables independientes pueden tener una influencia decisiva en el comportamiento de los caudalímetros, en algunos casos también se ve influenciada por instalaciones mecánicas mal realizadas que provocan distorsiones en la zona de medición del caudal, remolinos y vibraciones.

En la mayoría de aplicaciones industriales como es el control de procesos, donde la medición del caudal de líquidos tiene una gran influencia en la calidad del producto final, en el balance energético de los sistemas para evaluar su eficiencia, en la cuantificación de emisiones contaminantes y en las actividades de metrología legal que lo requieren. Por ejemplo, para garantizar una buena precisión de medición o en sistemas de visualización o procesos de alarmas, siempre hay medidores de flujo de líquido, en nuestra implementación es una aplicación para medir flujos de varios tamaños no solo de agua, sino también, por ejemplo, de aire comprimido, vapor y CO₂.

7.2.1. Flujo másico

Como se expresó en la definición, el flujo másico (Q) es la cantidad de masa que circula en una sección transversal de un tubo por unidad de tiempo. Lo que indica es que estamos interesados en conocer la masa que pasa por una sección transversal de la tubería. (Castaño, 2020, pág. 1)

$$Q = m/t$$

“Donde, m es la masa del fluido y t es el tiempo que demora en pasar en una determinada sección del tubo” (Castaño, 2020, pág. 1).

Las unidades se expresan en:

$$\text{Kg/s, Kg/min, g/s,...}$$

7.2.2. Flujo volumétrico

“El flujo volumétrico (Z) es la cantidad de volumen que circula en una sección transversal de un tubo por unidad de tiempo” (Castaño, 2020, pág. 1).

$$Z=V/t$$

“Donde, V es el volumen del fluido y t es el tiempo que demora en pasar en una determinada sección del tubo” (Castaño, 2020, pág. 1).

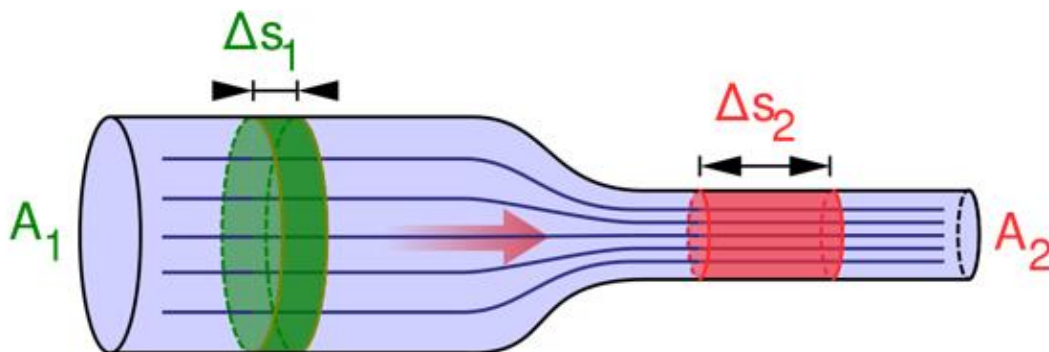
Las unidades se expresan en:

$$\text{m}^3/\text{s, m}^3/\text{min, l/s,...}$$

7.2.3. Ecuación de volumen de continuidad

La ecuación de continuidad nos muestra el comportamiento de un material por el interior de una tubería, y gracias a este concepto podemos entender mejor el comportamiento dinámico de los fluidos. Para entender este concepto, vamos a suponer que tenemos un fluido estacionario, que no es viscoso, incompresible, no es rotacional. Entonces si tenemos una reducción del diámetro de la tubería del siguiente tipo. (Castaño, 2020, pág. 1)

Figura 2. Tubería disminución de diámetro



Fuente: Castaño (2020). *Control Automático Educación*.

En la tubería se toma como referencia el piso debajo de la tubería. Dentro de esta tubería se observa que hay una reducción de diámetro dentro de la misma. Se toman dos puntos, (A y B).

La ecuación de continuidad dice que el caudal que entra por un tubo siempre será igual al caudal que sale, independiente de la forma que este

tome. Analizando la figura anterior, ambos cilindros (verde y rojo) tienen el mismo volumen, y sabemos que el caudal volumétrico viene dado por (Castaño, 2020, pág. 1)

$$Z = V/t$$

$$Z = A \Delta s/t$$

“Sin embargo Δ es un desplazamiento, y dicho desplazamiento dividido por el tiempo, da como resultado una velocidad” (Castaño, 2020, pág. 1).

$$Z = A.v$$

Ahora respetando la ecuación de continuidad, que como lo vemos en la figura, hay 5 líneas de corriente en la sección ancha de la tubería y hay exactamente las mismas 5 líneas de corriente saliendo de la sección estrecha de la tubería, por lo tanto, tenemos una conservación de masa o que es lo mismo, el caudal volumétrico de entrada es igual al caudal volumétrico de salida. (Castaño, 2020, pág. 1)

$$Z_1 = Z_2$$

Para poder compensar esta igualdad, se concluye que la velocidad (v) en el punto 2 debe ser mucho mayor a la velocidad en el punto 1, y esto se ve que en la sección estrecha (punto 1) las líneas de corriente están más estrechas. (Castaño, 2020, pág. 1)

$$V_1 < V_2$$

Por lo tanto, se llega a la ecuación de volumen de continuidad dada por:

$$A_1V_1 = A_2V_2$$

“Donde vemos que la velocidad es inversamente proporcional al área, es decir, donde hay una mayor área, tendrá más presión y menos velocidad y viceversa” (Castaño, 2020, pág. 2).

$$V \propto 1/A$$

7.3. Tipos de medidores de flujo

Los sensores de caudal más utilizados en la industria son aquellos que miden el gradiente de la presión a través de alguna restricción que se impone sobre la tubería por donde circula el fluido.

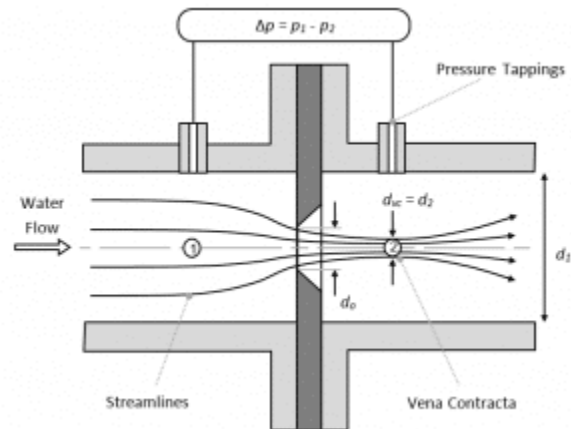
Con esto, se pueden usar ecuaciones que están bien sustentadas hoy de mecánica de fluidos como es el caso de las ecuaciones de Bernoulli, con lo cual es posible calcular la tasa de flujo de gases y líquidos. (Castaño, 2020, pág. 2)

7.3.1. Medidor de flujo placa de orificio

Este medidor de caudal consiste en una placa que posee una perforación la cual se instala dentro de la tubería para generar una caída de presión”.

A cada extremo de la placa se encuentran dos tomas, por los cuales se mide la presión diferencial. La cual es proporcional al cuadrado del caudal. (Castaño, 2020, pág. 2)

Figura 3. **Medidor de flujo placa de orificio**

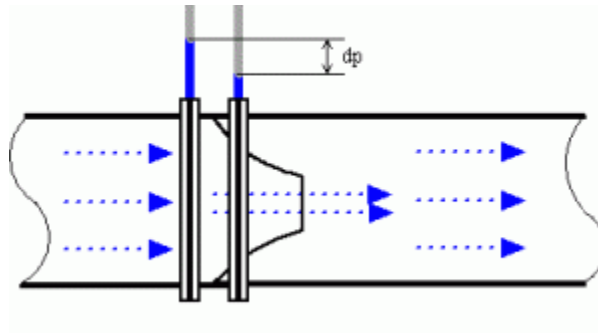


Fuente: Cataño (2020). *Control Automático Educación*.

7.3.2. **Medidor de flujo de Tobera**

Este tipo de sensor de caudal es parecido a la placa orificio, solo que posee una extensión mayor. Estos medidores de flujo también se sitúan dentro de la tubería para provocar un diferencial de presión. Posee dos tomas, una anterior y otra en el centro de la sección más pequeña. Este sensor puede trabajar con caudales 60 % superiores que la placa orificio, donde la pérdida de carga es del 30 al 80 %. Este sensor de flujo puede ser usado en fluidos pequeña cantidad de sólidos en suspensión, sin embargo, aunque estos fluidos son abrasivos pueden afectar la precisión del sensor. (Castaño, 2020, pág. 2)

Figura 4. **Medidor de flujo de Tobera**



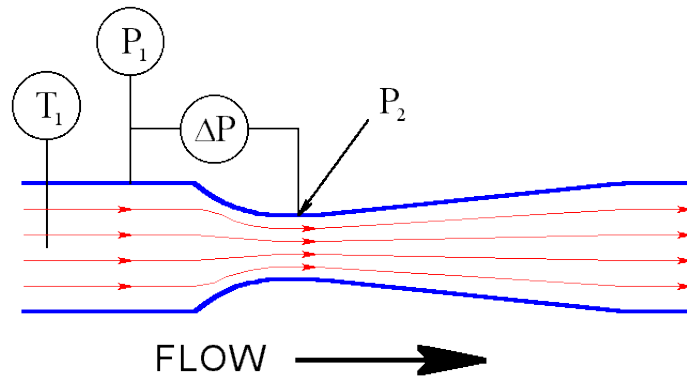
Fuente: Cataño (2020). *Control Automático Educación*.

7.3.3. **Medidor de flujo tubo Venturi**

Estos medidores de flujo son usados para mediciones de caudal 60 % por encima de la placa orificio, con una pérdida de carga de tan solo 10 % a 20 % de la presión diferencial.

Es un dispositivo de gran precisión y puede ser usado en fluidos con un porcentaje de sólidos relativamente grande. Su costo es 20 veces más elevado que la placa orificio y posee una precisión del 0,75 %. (Castaño, 2020, pág. 3)

Figura 5. **Medidor de flujo tubo Venturi**



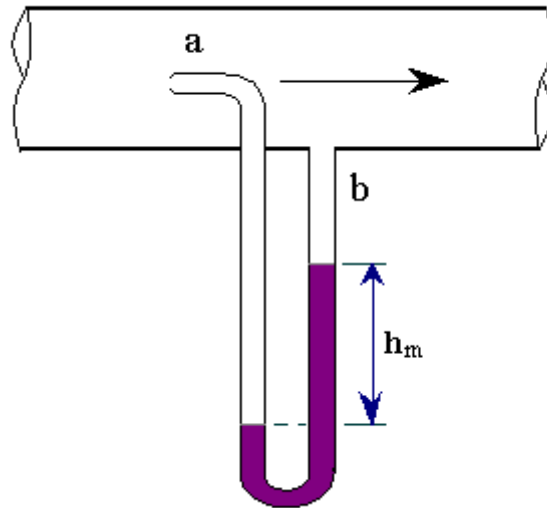
Fuente: Cataño (2020) *Control Automático Educación*

7.3.4. **Medidor de flujo tubo de Pitot**

Uno de los tipos de sensores de caudal es el tubo de Pitot, donde su principio de funcionamiento consiste en medir la diferencia de presión entre la presión total y la presión estática (presión dinámica).

Por ser un dispositivo sensible a variaciones de velocidad dentro de la tubería, es usado comúnmente en flujos laminares, colocándolo entonces en un tramo recto de la tubería. (Castaño, 2020, pág. 3)

Figura 6. **Medidor de flujo tubo Pitot**



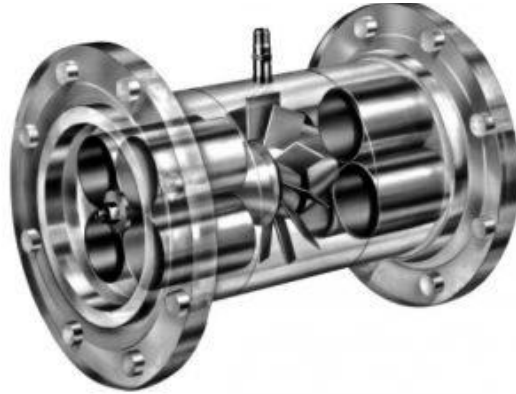
Fuente: Cataño (2020). *Control Automático Educación*.

7.3.5. **Medidor de flujo tipo turbina**

Existe un tipo diferente conocido como sensor de turbina el cual usa el número de revoluciones de la turbina para poder calcular la razón de flujo que circula por la tubería con bastante precisión.

En este sensor de flujo para poder medir la velocidad de la turbina se usan convertidores electromagnéticos de reluctancia o inductivos para poder llevar el conteo de frecuencia con la que la turbina gira y de esa forma poder determinar el caudal que circula por la tubería. (Castaño, 2020, p. 3)

Figura 7. **Medidor flujo tipo turbina**



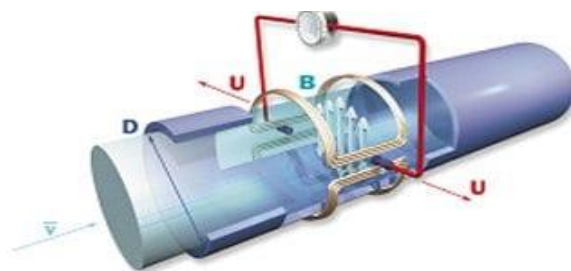
Fuente: Cataño (2020). *Control Automático Educación*.

7.3.6. **Medidor de flujo electromagnético**

Su principio de funcionamiento de estos medidores de flujo se fundamenta en la ley de Faraday.

La ley de Faraday dice que al hacer circular un material (un fluido) conductivo a través de un campo magnético se produce una fuerza electromagnética que va a ser proporcional a la velocidad del propio fluido. (Castaño, 2020, pág. 3)

Figura 8. **Medidor de flujo electromagnético**



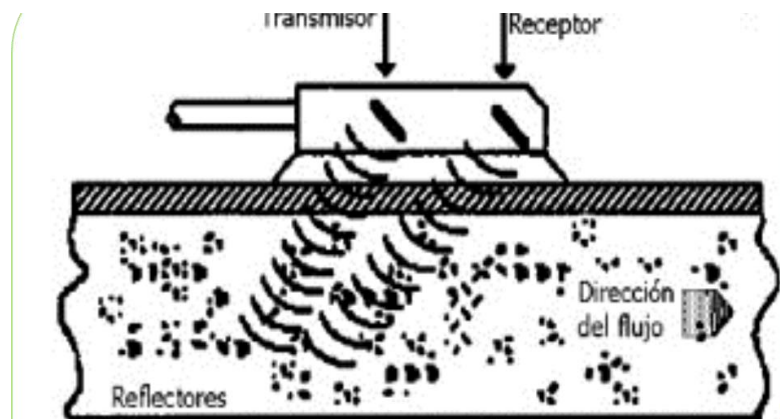
Fuente: Cataño (2020). *Control Automático Educación*.

7.3.7. Medidor de flujo ultrasónico

Estos medidores de flujo son basados en el fenómeno ultrasónico estos sensores capturan pequeñas perturbaciones de presión en un fluido que se propagan con la velocidad del sonido relativa al fluido que se está midiendo.

En este sensor se utilizan transductores de cristal piezoeléctricos para transmitir y recibir las señales de energía acústica al interior del dispositivo. (Castaño, 2020, pág. 4)

Figura 9. Medidor de caudal ultrasónico



Fuente: Cataño (2020). *Control Automático Educación*.

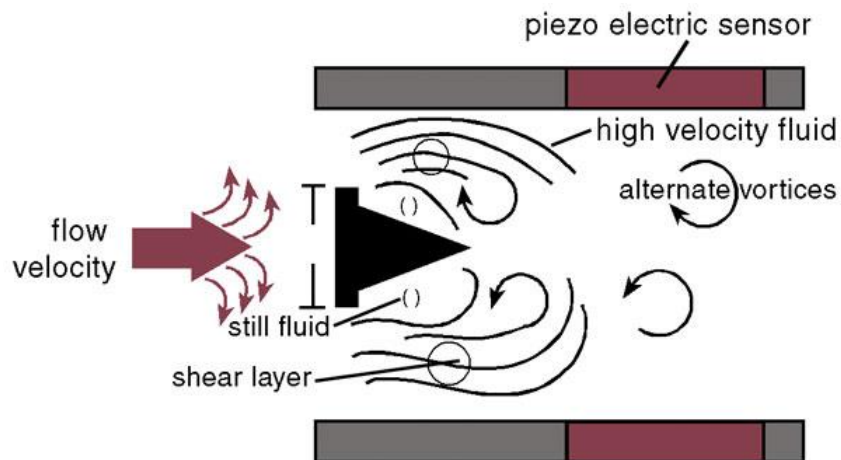
7.3.8. Medidor de caudal vortex

Los medidores de flujo basados en la técnica vortex, utilizan un sistema de medición basado en la generación de vórtices, es decir generando un flujo turbulento en rotación espiral.

La vorticidad es un concepto matemático utilizado en dinámica de fluidos que se puede relacionar con la cantidad de circulación o rotación de un fluido.

Debido a los principios de medición, los equipos Aalborg de esta categoría son equipos con muy buena precisión y bajo mantenimiento. (Castaño, 2020, pág. 4)

Figura 10. **Medidor de caudal vortex**



Fuente: Cataño (2020). *Control Automático Educación*.

7.4. **Metrología de energía eléctrica**

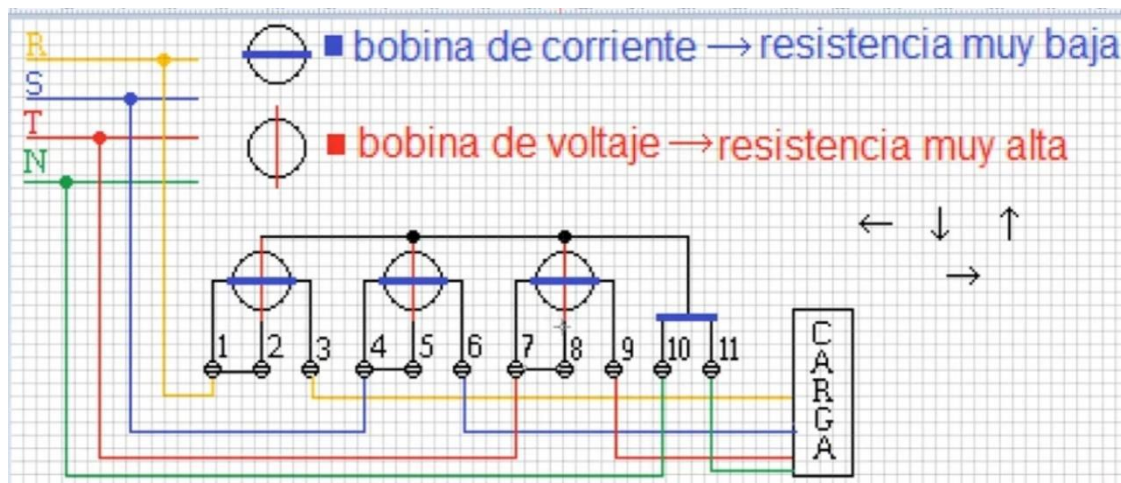
Evidentemente, la metrología eléctrica se ocupa de lo relativo a las mediciones de fenómenos electromagnéticos

La metrología eléctrica tiene también una gran importancia en casi todos los demás sectores de la industria moderna, como el de las telecomunicaciones, la informática, la industria automotriz, la robótica, la

aviónica, la instrumentación, la medicina, el transporte, etc. (Villalta, 2013, pág. 19)

La medición de energía eléctrica para nuestra implementación se realizara por medio de medidores de Energía Eléctrica trifásicos en la alimentación principal de cada línea de producción, para lo cual serán necesarios instalar transformadores de corriente en cada una de las 3 fases, estos transformadores nos darán un dato correcto de la corriente que circule en el circuito eléctrico, también se instalaran transformadores de Potencial en cada una de las 3 fases, estos transformadores nos darán un dato correcto del Voltaje que circule por el circuito eléctrico. Al tener los valores de Corriente y Voltaje el medidor de energía tendrá que ser capaz de interpretar los consumos de energía de cada circuito que sea necesario medir en esta implementación.

Figura 11. **Conexión de medidor de energía eléctrica**



Fuente: elaboración propia, utilizando Eplan Electric.

En la figura anterior se observa la conexión de un medidor de energía eléctrica en la cual se podrá verificar las conexiones correctas de cada fase en las bobinas de corriente y en las bobinas de voltaje, al tener las conexiones correctas se tendrá la medición correcta de la energía eléctrica consumida por la maquinaria utilizada para la producción.

7.5. Proceso de medición

Cualquier proceso de medición casi siempre requiere el uso de un instrumento como medio físico para determinar el tamaño de una variable. Las herramientas, en nuestro caso los caudalímetros y medidores de energía eléctrica, son una extensión de las capacidades humanas y en muchos casos permiten determinar el valor de una incógnita que no se podría medir con solo habilidades sensoriales.

“Por lo tanto, un instrumento se puede definir como un dispositivo para determinar el valor o magnitud de una cantidad o variable” (Villalta, 2013, pág. 20).

7.6. Base de datos

Una base de datos es una colección organizada de información estructurada, o datos, típicamente almacenados electrónicamente en un sistema de computadora. Una base de datos es usualmente controlada por un sistema de gestión de base de datos (DBMS).

En conjunto, los datos y el DBMS, junto con las aplicaciones que están asociados con ellos, se conocen como un sistema de base de datos, que a menudo se reducen a solo base de datos. (Oracle, 2021, pág. 1)

Los datos de los tipos más comunes de bases de datos actualmente en funcionamiento se modelan típicamente en columna y filas en una o varias series de tablas para un procesamiento y consulta de datos eficiente. Por tanto, los datos pueden ser fácilmente gestionados, accesibles, modificados, controlados, actualizados, y organizados.

“La mayoría de las bases de datos utilizan un lenguaje de consulta estructurado (SQL) para escribir y consultar datos” (Oracle, 2021, pág. 1).

7.7. Costos de producción

Para empezar a hablar de costos es importante saber que es un costo: Un Costo es todo aquello que nos va a generar un ingreso, es decir, que nos representará una inversión ya sea presente o futura. Porque una inversión es cuando lo vamos a aprovechar.

Los Gastos del período son todos los recursos consumidos por la empresa distintos a lo de producción. Incluyen los gastos de ventas, de investigación y de desarrollo, gastos de administración, gastos financieros, etc. (Lopez, 2008, pág. 1)

Para los costos de producción se tienen tres elementos principales:

- Materia prima o materiales directos: es aquel que forma parte del producto, como por ejemplo en un calzado la suela que lo compone y que son necesarios para su elaboración los materiales indirectos son aquellos que no constituyen parte del producto para su funcionamiento tales como bolsas y cajas que se emplean para darle presentación al empaque.
- Mano de obra la podemos dividir en: se clasifica en mano de obra directa e indirecta. La mano de obra directa constituye el esfuerzo laboral que aplican los trabajadores que están físicamente relacionados con el proceso productivo, sea por acción manual u operando una máquina. El costo del esfuerzo laboral que desarrollan los trabajadores sobre la materia prima para convertirla en producto terminado constituye el costo de la mano de obra directa. El salario y las prestaciones sociales que devenga, por ejemplo, el trabajador que corta la madera o arma la mesa se maneja como costo de mano de obra directa (Quintero, 2018)
- Otros gastos de fabricación pueden ser útiles de aseo papelería de oficina combustible alquileres impuestos.

Los términos costo y gasto se usan indistintamente para designar lo mismo, pero desde un punto de vista conceptual, los términos son diferentes. El costo implica un sacrificio económico capitalizable comparable con los términos inversión y activo; algo que se almacena en la empresa y que luego se vende para generar ingresos que cubran el costo para obtenerlo. El gasto se consume a lo largo del período, no representa un activo ni una inversión, no se almacena ni se vende, y su efecto es el de disminuir las utilidades operacionales y por lo tanto el

patrimonio. Los gastos originan desembolsos para la empresa, haya producción o no.

La evolución de las empresas manufactureras ha hecho que los esquemas gerenciales respondan dinámicamente con estructuras, métodos y procedimientos a los cambios que presentan.

Los costos, como instrumento de ejecución financiera, se han convertido en elemento indispensable de la administración para la preparación de información económica, el desarrollo de las funciones de planeación y control y la toma de decisiones.

Una empresa industrial adquiere materia prima a la que aplica un proceso tecnológico de transformación para convertirla en producto terminado.

Los costos de mano de obra y los costos indirectos de fabricación se añaden a las materias primas para determinar el costo de los productos fabricados durante el período. (Sinisterra, 2006, págs. 8-9)

8. PROPUESTA ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Análisis de servicios a medir

2.1.1. Diagnóstico de la línea de producción a medir

2.1.1.1. Evaluación del proceso industrial a medir

2.1.1.1.1. Medición de agua

2.1.1.1.2. Medición de aire comprimido

2.1.1.1.3. Medición de vapor

2.1.1.1.4. Medición de energía eléctrica

2.1.1.1.5. Medición de CO₂

- 2.2. Diseño y selección de los medidores de flujo y energía por instalar
 - 2.2.1. Descripción de los medidores de flujo y energía
 - 2.2.2. Uso previsto de los medidores en la planta de producción
 - 2.2.3. Presupuesto de la Implementación
 - 2.2.4. Aprobación del presupuesto.
 - 2.2.5. Instalación de los medidores de flujo y energía.
 - 2.2.5.1. Instalación mecánica
 - 2.2.5.2. Instalación eléctrica
 - 2.2.5.3. Programación de medidores
- 2.3. Contabilidad de costos
 - 2.3.1. Contabilidad
 - 2.3.1.1. Ramas de la Contabilidad
 - 2.3.2. Definición del costo.
 - 2.3.2.1. Costo
 - 2.3.2.2. Gasto
 - 2.3.2.3. Diferencia entre costo y gasto
 - 2.3.2.4. Tipos de costos
 - 2.3.3. Definición de Contabilidad de Costos
 - 2.3.3.1. Características de la contabilidad de costos
 - 2.3.3.2. Sistemas de la contabilidad de costos
 - 2.3.3.3. Herramientas de análisis de costos.
- 2.4. Costeo directo estándar
 - 2.4.1. Costo estándar
 - 2.4.1.1. Definición e Importancia
 - 2.4.1.2. Objetivos del costo
 - 2.4.1.3. Características

- 2.4.1.4. Tipos de costo estándar
- 2.4.1.5. Procesos para la determinación de costo estándar
- 2.4.2. Costeo
- 2.4.3. Costeo directo como herramienta de análisis de costos
- 2.4.4. Costos Variables
- 2.4.5. Ventajas del costo directo
- 2.4.6. Desventajas del costo directo
- 2.4.7. Separación de costos fijos y costos variables
- 2.4.8. Costo volumen utilidad

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 3.1. Descripción del proceso productivo
 - 3.1.1. Información del caso
- 3.2. Aplicación de una herramienta de costeo directo estándar.
- 3.3. Determinación del costo estándar de producción y venta.
- 3.4. Determinación del precio de venta unitario
- 3.5. Determinación de la rentabilidad de cada producto
- 3.6. Programa de capacitaciones

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la ruta se tomará para este proyecto de graduación, desde su fase de investigación hasta su fase de desarrollo.

9.1. Características del estudio

El estudio tendrá las siguientes características:

9.1.1. Enfoque

El presente trabajo de graduación tiene un enfoque mixto, ya que está basado en la determinación de los servicios a medir para calcular su consumo lo cual permitirá que se puedan calcular los costos de estos servicios y al determinar estos costos se pueda calcular si un producto es rentable para la empresa. Y debido a que los costos de estos servicios actualmente se basan en descripciones y métodos antiguos al realizar esta implementación estos consumos serán reales y se podrá determinar su costo real.

9.1.2. Alcance

El alcance de la investigación será de tipo descriptivo, ya que tiene como objetivo medir los consumos de servicios en cada línea de producción y en base a esto realizar los cálculos de costos de cada producto y de su rentabilidad y por medio de una base de datos generar reportes de costos de tiempos en específico.

9.1.3. Diseño

El diseño adoptado será no experimental ya que la información será obtenida a través de medidores de flujo y energía, la implementación dará como resultado un consumo real de los servicios, algunas técnicas que se implementarán serán la revisión de documentos, las visitas de campo y programación de los medidores de flujo y energía. Esto permitirá construir una impresión objetiva sobre los consumos reales de cada servicio a implementar.

9.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis será medición de consumo de servicios, del cual se obtendrán los consumos reales de cada servicio y que se pueda calcular el costo de cada servicio por unidades producidas

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla II. **Unidad de análisis**

Nombre de la Variable	Definición Teórica	Definición Practica	Indicador
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del Proceso Industrial a Medir. 	<ul style="list-style-type: none"> • La razón por la que se evalúan los procesos productivos es para tomar las medidas pertinentes para que todo regrese a la normalidad, la normalidad esta expresada por una comparación adecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • En nuestra implementación se evaluarán los procesos productivos para determinar el mejor diseño e implementación de las mediciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del Proceso Industrial • Análisis de las variables de flujo y energía a medir • Técnicas y normas aprobadas para el proceso
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y Selección del Medidor de Flujo y Energía a Utilizar 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer parámetros y criterios para el uso de medidores de flujo y energía en una planta de producción de alimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este diseño se basará en experiencias pasadas y en la verificación de documentación dada por el fabricante de medidores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones para la instalación del medidor. • Determinación de tipo de medidor de Flujo y Energía.
<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de Medidores de Flujo y Energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Los medidores de flujo mejoran las operaciones dentro del diseño y la construcción de plantas de producción, y hay diferentes aplicaciones y tipos de medidores de flujo y energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependiendo la variable a medir y el lugar de medición se determinará el tipo de medidor a utilizar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de tipo de medidor de Flujo y Energía

Continuación tabla II.

Nombre de la Variable	Definición Teórica	Definición Practica	Indicador
<ul style="list-style-type: none"> • Contabilizar Flujo y Energía 	<ul style="list-style-type: none"> • La medición de flujo y energía consiste en poder determinar la cantidad de material que pasa por un tubo o un cable conductor en una unidad de tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Al determinar esta contabilización ya es más práctico realizar el cálculo de consumos de cada variable de servicio medida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como Contabilizar?
<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de Costos de Servicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Los costos de producción son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calcularemos los costos que consume de cada servicio en una línea de producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Fórmulas de Costos.
<ul style="list-style-type: none"> • Base de Datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa capaz de almacenar gran cantidad de datos, relacionados y estructurados, que pueden ser consultados rápidamente de acuerdo con las características selectivas que se deseen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guardaremos los datos de nuestras variables medidas para luego calcular su costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantas variables a medir y cuánto tiempo es necesaria la información.

Continuación tabla II.

Nombre de la Variable	Definición Teórica	Definición Práctica	Indicador
<ul style="list-style-type: none"> • Costo Unitario 	<ul style="list-style-type: none"> • El costo unitario es el valor promedio que, a cierto volumen de producción, cuesta producir una unidad del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtiene dividiendo el costo total de producción (suma de los costos fijos y variables) por la cantidad total producida 	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de costos.
<ul style="list-style-type: none"> • Precio de Venta 	<ul style="list-style-type: none"> • El precio de venta es simplemente determinar el costo que tu producto o servicio tendrá en el mercado para el consumidor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una de las fórmulas es la suma de los costos de producción y sus porcentajes, además los gastos, tanto fijos como variables, más el porcentaje de beneficio que se espera obtener con la venta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo del precio de venta con base en los costos.

Fuente: elaboración propia.

9.4. Fases del estudio

A continuación, se describen las fases en las cuales se divide el desarrollo de la investigación:

9.4.1. Fase 1. Revisión de documentación de la empresa

En esta fase se revisará toda la documentación de la empresa de alimentos sobre el cálculo de costos de sus productos, se podrá ver la línea de producción y las tuberías donde serán los posibles puntos de instalación de los medidores de flujo y los de energía.

9.4.2. Fase 2. Análisis de cálculos actuales de costos

Analizar los métodos utilizados actualmente en esta empresa de alimentos para determinar si es el mejor método o si tiene deficiencias, e incluir el costo de los servicios, se solicitará al Departamento de Costos estos datos para poder analizar estos métodos.

9.4.3. Fase 3. Análisis de mediciones por realizar

Analizar las mediciones que son más significativas al costo de cada producto, para determinar las mejores opciones para la medición, se tendrá que realizar un recorrido por toda la planta para determinar donde es factible las mediciones a realizar y comparar la documentación recabada.

9.4.4. Fase 4. Verificación de medidores instalados y por Instalar

En esta etapa se verificará los medidores instalados actualmente en la planta y cuáles serán necesarios instalar en cada línea de producción, en base a la documentación obtenida se verán cuales líneas de producción tienen más necesidad y priorizar la medición de cada servicio utilizado.

9.4.5. Fase 5. Instalación mecánica de medidores

Se procederá a la instalación de los medidores de flujo y energía donde sea necesario, si el presupuesto no se aprueba para este proyecto para el año 2022 se realizarán planos mecánicos para que en un futuro se puedan instalar dichos medidores, para esta instalación se contratará personal de una empresa externa que tenga experiencia en soldadura en acero inoxidable y en hierro negro.

9.4.6. Fase 6. Instalación eléctrica de medidores

Después que se realicen la instalación mecánica de los medidores procederemos a la instalación eléctrica de alimentación y de las señales de flujo y pulso para el cálculo de consumos, si el presupuesto no se aprueba para este proyecto para el año 2022 se realizarán planos eléctricos para que en un futuro se puedan instalar dichos medidores, para esta instalación se contratará personal de una empresa externa con electricistas que tengan experiencia en cableado y conexión de señales eléctricas.

9.4.7. Fase 7. Programación de medidores

Al tener la instalación completada procederemos a realizar la programación de los medidores instalados, se programará la salida de pulsos para totalizar el consumo y la salida analógica para el flujo que pasa por cada medidor, esta programación la realizará su servidor en base a manuales de los equipos de medición.

9.4.8. Fase 8. Programación de base de datos

Los datos se recopilarán en Gestores de Datos, estos gestores de datos enviarán la información hacia un servidor el cual tendrá almacenada la base de datos de los consumos por línea y por servicio, este trabajo se realizará en conjunto con la empresa que nos proporcionara el software y los equipos de medición.

9.4.9. Fase 9. Cálculo de costos por producto

Se calcularán los costos de servicios que consume cada producto y esto se sumará a los otros costos que ya se calculaban, estos cálculos se realizarán dentro de la base de datos por medio de un algoritmo básico de costos.

9.4.10. Fase 10. Plan de capacitación

Se definirán las personas encargadas de esta nueva herramienta las cuales serán capacitadas sobre el uso de esta, se tendrá la información necesaria para que todo el personal involucrado tenga acceso a visualizar y generar reportes.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se realizarán visitas periódicas a la planta de producción en la cual se realizará varios recorridos de las diferentes líneas de producción para determinar la mejor ubicación de los medidores de flujo y energía.

Se solicitarán planos mecánicos de la planta de producción para verificar las rutas de las tuberías donde se llevan los servicios principales hacia cada línea de producción esto con el fin de determinar su ubicación ideal.

Se verificarán los planos mecánicos con las tuberías instaladas actualmente con el fin de tener una mejor orientación con la información obtenida que sea real en la actualidad.

Al tener toda la información mecánica, también se verificará en que líneas de producción ya se cuenta con estas mediciones pero que no se está aprovechando esta información por lo tanto se tomará la decisión de tomar estos datos para incluirlos en nuestra implementación.

Por temas de presupuesto en la información obtenida se establecerá cuales servicios en realidad son de consumo alto para establecer el costo de estos.

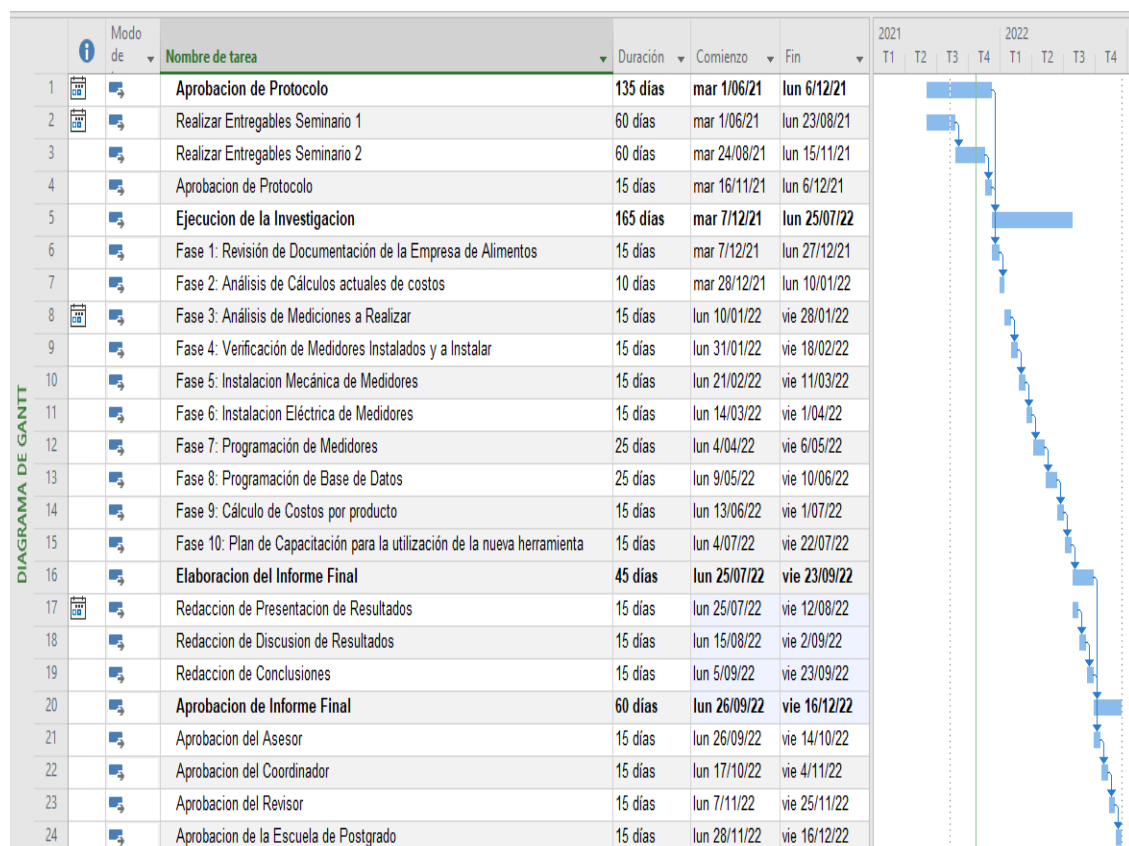
Con toda la información obtenida se estructurará un plan maestro en el cual se establecerá el seguimiento al cumplimiento de las mediciones necesarias

por cada línea de producción, identificando cómo, donde será la mejor ubicación y quienes serán los responsables, el mismo será presentado en un formato detallado.

11. CRONOGRAMA

Para el desarrollo de la investigación se estableció el siguiente cronograma de actividades:

Figura 12. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

12.1. Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto estimado para la implementación de los medidores de flujo y energía:

Tabla III. Presupuesto

Ítem		Cantidad	Costos (Q)	Fuente de financiamiento
Recurso Humano	Asesor	1	Q0.00	No aplica
	Investigador	1	Q0.00	No aplica
	Personal Operativo de la Empresa	5	Q0.00	No aplica
Recursos Materiales	Útiles y papelería	1	Q300.00	Propia
Recursos Físicos	Peaje	40	Q610.00	
	Gasolina	1	Q1,500.00	Propia
Recursos Tecnológicos	Computadora	1	Q6,500.00	Propia
	Impresora	1	Q1,500.00	Propia
	Internet	1	Q1,000.00	Propia
TOTAL			Q11,410.00	Propia

Fuente: elaboración propia.

El presupuesto será cubierto por el investigador en un 100 %, siendo esta una suma total de Q. 11,410.00.

REFERENCIAS

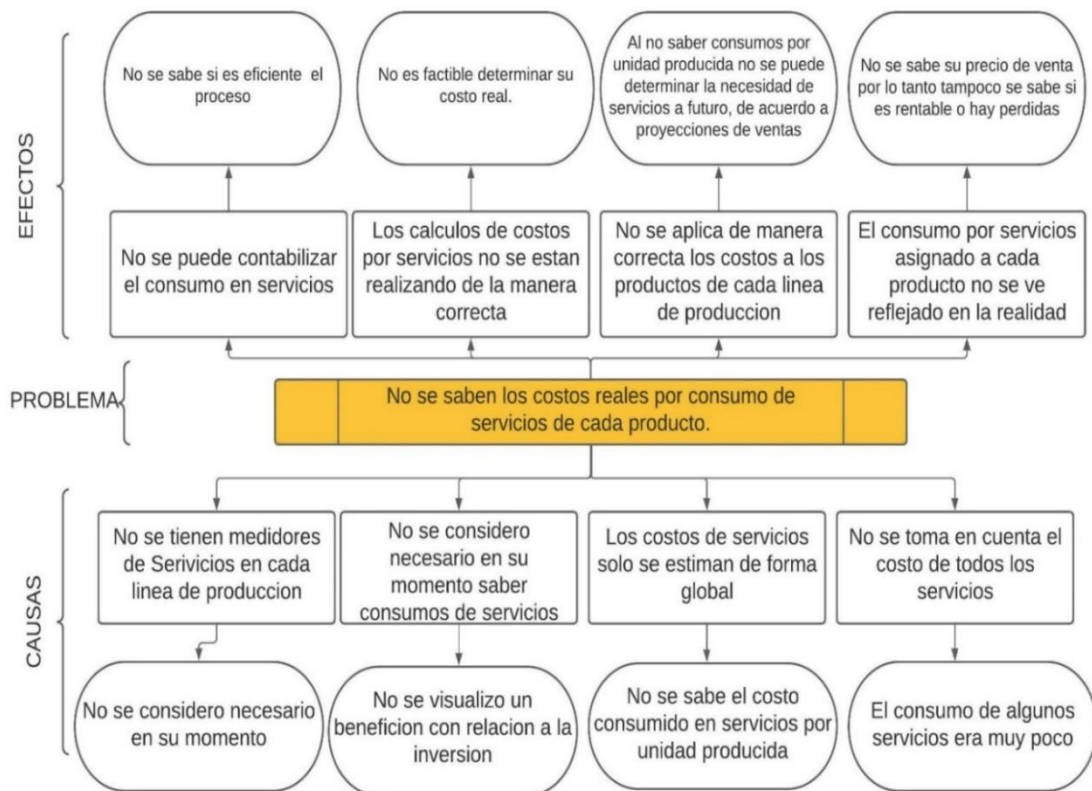
1. Castaño, S. A. (2 de septiembre de 2020). *Control Automatico Educacion*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de Control Automatico Educacion:
<https://controlautomaticoeducacion.com/instrumentacion/medidores-de-flujo/>
2. Equipos, L. (5 de octubre de 2021). *Laboratorios y Equipos*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-la-metrologia>
3. Gutierrez, E. J. (1 de septiembre de 2019). *Asignacion de Costos de Produccion* (Tesis de licenciatura). UNAN. Nicaragua. Recuperado de <https://repositorio.unan.edu.ni/10772/1/19468.pdf>
4. Loma-Ossorio, E. (2000). *Estudio de la Industria Agroalimentaria en Guatemala*. San José de Costa Rica: SEAGRO.
5. Lopez, M. (12 de noviembre de 2008). *slideshare*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.slideshare.net/jcfdezmx2/presupuesto-de-ingresos-y-gastos-presentation>

6. Oracle. (16 de agosto de 2021). *Oracle.com*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database/>
7. Quintero, H. V. (1 de febrero de 2018). *slideshare*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.slideshare.net/NandoNandin/contabilidad-de-costos-87260725>
8. *Sensores de Presión*. (25 de septiembre de 2020). [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.sensoresdepresion.top/2020/02/historia-del-caudalimetro.html>
9. Sinisterra, G. (2006). *Contabilidad de costos*. Bogota: Ecoe Ediciones.
10. Tecnologia, S. (2 de marzo de 2019). *Medicion de Flujo*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.smar.com/espanol/articulos-tecnicos/medicion-de-flujo>
11. Villalta, M. J. (2013). *Verificacion de Contadores de Energía Eléctrica*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol del problema

A continuación, se presenta la herramienta utilizada para detectar el problema que dio origen al proyecto de investigación.



Luciano Maldonado

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

A continuación, se presenta la matriz de coherencia, la misma permitió determinar de forma directa las variables por considerar en el proyecto de investigación:

Problemas	Objetivos	Variables	Indicadores	Metodología
¿Cuáles servicios se van a medir y por qué?	Determinar cuáles servicios se van a medir y el por qué, de estas mediciones, al mismo tiempo asociar las dimensionales de medición.	• Evaluación del Proceso Industrial a Medir.	•Conocimiento del Proceso Industrial	• Visitas periódicas a planta de producción para conocer los procesos
			•Análisis de las variables de flujo y energía a medir	•Revisión de planos
			•Técnicas y normas aprobadas para el proceso	•Revisión de Fichas técnicas de los procesos actuales de la planta de producción
		• Diseño y Selección del Medidor de Flujo y Energía a Utilizar	•Condiciones para la instalación del sensor	•Revisión de planos •Recorrido por la planta.
			•Determinación de tipo de medidor de Flujo y Energía	• Revisión de toda la información de los fabricantes de medidores

Continuación apéndice 2.

Problemas	Objetivos	Variables	Indicadores	Metodología
¿Qué son los medidores de flujo y de Energía, y cuál es el método que utilizan para la medición de las variables?	Investigar sobre los medidores de flujo y energía para la medición de servicios, como se contabilizan estos datos, y como nos ayudaran con el cálculo de costos.	• Tipos de Medidores de Flujo y Energía	•Determinación de tipo de medidor de Flujo y Energía	• Revisión de toda la información de los fabricantes de medidores
		• Contabilizar Flujo y Energía	•Como Contabilizar?	•Programación de cada medidor según su variable de medida.
		• Calculo de Costos de Servicios	• Fórmulas de Costos.	•Implementar la formula en cada servicio a medir.
¿Cómo hacer una base de datos para el cálculo de costos de producto terminado?	Acumular los datos de costos para determinar el costo unitario del producto fabricado; cifra clave para fijar el precio de venta y conocer los márgenes de utilidad.	• Base de Datos	•Cuántas variables a medir y cuánto tiempo es necesaria la información.	•Implementación de la base de datos una por cada medición y agrupadas por cada línea de producción
		• Costo unitario	•Cálculo de costos.	• Implementar un sistema automático de costos unitarios
		•Precio de venta	• Cálculo del precio de venta en base a los costos.	• Determinar el porcentaje de utilidad

Fuente: elaboración propia.