

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

**“CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN
DE PRODUCTOS DE CERÁMICA EN ECUADOR. PERIODO 2015**

**Trabajo de Titulación previo a
la obtención del Título de
Ingeniero Comercial**

AUTORES:

MARÍN DUCHI ADRIANA PRISCILA

C.I. 0105671556

MÁRQUEZ LÓPEZ MAYRA ALEXANDRA

C.I.0104833918

DIRECTOR:

ING. DIEGO MAURICIO LOYOLA OCHOA

C.I. 0102157237

CUENCA – ECUADOR

2016



RESUMEN

Este trabajo de titulación tiene como fin determinar los costos logísticos de la industria de la cerámica plana mediante el análisis de la cadena de suministros, los mismos que contribuirán a la investigación realizada por el Phd Denis Borenstein investigador de la Universidad de Cuenca quien se encuentra desarrollando el “MODELO MATEMÁTICO DE CADENAS DE SUMINISTROS”.

Es de vital importancia para todas las empresas productoras realizar un análisis de la cadena de suministro para conseguir mayor eficiencia en la producción, disminuir tiempos de entrega del producto final al cliente; por otro lado genera una ventaja competitiva ante las empresas que no realizan dicho análisis.

Para el desarrollo de esta investigación se establecieron dos sub-redes denominadas Proveedor-Fabrica y Fabrica-Centro de Distribución las mismas que abarcan todos los eslabones de la cadena de suministros, es decir desde la extracción de la materia prima en su estado natural hasta la distribución del producto terminado

La investigación se aplicará a una empresa modelo denominada empresa “ABC”, es una empresa del sector industrial que dedica su actividad comercial a la producción y distribución de cerámica plana.

Palabras claves: Costos logísticos, cadena de suministros, proveedor, fábrica, centros de distribución.



ABSTRACT

This certification project has as a goal to determine the costs of logistic into the stoneware industry through the analysis of the supply chain, which will contribute to the research done by Phd Denis Borenstein researcher from Cuenca's University who is developing a "MODELO MATEMÁTICO DE CADENAS DE SUMINISTROS".

It is vitally important for every company to do a proper analysis of the supply chain so they could get a more efficient production, lower times of delivery of the final product to the costumers; on the other hand it generates an advantage in front of companies that do not do such analysis.

For the development of this research it has been established two main sub-nets named Supplier- Factory and Factory- Distribution Center which include every link from the supply chain, meaning from the extraction of the raw material in its natural form until the distribution of the final product.

This research will be apply to a fictional company named "ABC" Corporation, this is a company from the industrial sector which dedicates its commercial activities to the production and distribution of stoneware.

Key Words: Logistic Cost, supply chain, supplier, factory and distribution centers.



ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
ÍNDICE DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS	8
ÍNDICE DE FÓRMULAS	9
CLAUSULAS DE DERECHOS DE AUTOR	11
CLAUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	13
AGRADECIMIENTO	15
DEDICATORIA	17
INTRODUCCIÓN	19
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	21
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	21
OBJETIVO GENERAL	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
CAPITULO I	22
EL SECTOR INDUSTRIAL DE CERÁMICA PLANA EN EL ECUADOR	22
1.1. ANTECEDENTES DEL SECTOR INDUSTRIAL DE CERÁMICA PLANA DEL ECUADOR.	22
1.2. EXPORTACIONES	23
1.3. PRINCIPALES EMPRESAS DE CERÁMICA PLANA DEL ECUADOR.	26
1.3.1. GRAIMAN CIA. LTDA	26
1.3.2. CERÁMICA RIALTO S. A	29
1.4. PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS	30
1.5. PRINCIPALES PRODUCTOS	31
1.6. PRINCIPALES PROVEEDORES	32
CAPITULO II	33
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	33
2.1. CONCEPTUALIZACIÓN E IMPORTANCIA DE LA CADENA DE SUMINISTROS	33
2.2. MARCO CONCEPTUAL	34
2.2.1. GESTIÓN LOGÍSTICA.	34
2.2.2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SUB RED PROVEEDOR – FÁBRICA	35
2.2.3. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SUBRED FÁBRICA – CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	36
2.2.4. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SUBRED CENTROS DE DISTRIBUCIÓN – ZONAS DE CONSUMO	38
2.2.5. GESTIÓN DE PEDIDOS	39
2.3. METODOLOGÍAS PARA ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA.	39
2.3.1. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS COSTOS DE TRANSPORTE .	40
2.3.2. COSTO DE TRANSFERENCIA DE LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO	45
2.3.3. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS COSTOS DE ALMACENAMIENTO.	45



2.3.4. ÍNDICE LOGÍSTICO DE UN PRODUCTO	48
2.3.6. COSTOS DEL PROCESO DE ALMACENAJE	49
2.3.6.1. Costos directos	49
CAPITULO III	55
APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE METODOLOGÍA DE LA CADENA DE SUMINISTRO APLICADO EN LA EMPRESA “ABC”	55
3.1. ANÁLISIS DE LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO DENOMINADA “ABC”	55
3.1.1. PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS	55
3.1.1.1. RUTAS PROVEEDOR – FÁBRICA.	56
3.1.2. PRINCIPALES PRODUCTOS.	56
3.1.3. PRINCIPALES CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	56
3.1.3.1. RUTAS FÁBRICA – CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	57
3.2. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	57
3.2.1. PARÁMETROS DE LA SUBRED PROVEEDOR-FÁBRICA (MATERIA PRIMA)	58
3.2.1.1. Costo de transporte de materia prima	58
3.2.1.2.3. Costo mensual de Almacenamiento de Materia Prima	66
3.2.2. PARÁMETROS DE LA SUBRED FÁBRICA-CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	74
3.2.2.1. COSTO DE TRANSFERENCIAS DEL PRODUCTO TERMINADO A LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	74
CAPITULO IV	100
4.1. CONCLUSIONES	100
4.2. RECOMENDACIONES.	101
ANEXOS	102
BIBLIOGRAFÍA	105
DISEÑO DE TRABAJO DE TITULACIÓN	107



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla - Ecuador - Exportaciones - Evolución - NCE: cerámica vidriada - placas y baldosas, de cerámica, barnizadas o esmaltadas, para pavimentación o revestimiento; cubos, dados y artículos similares, de cerámica, para mosaicos, barnizados o esmaltados, incluso con soporte. - Anual FOB US.....	24
Tabla 2. Principales empresas Productoras y distribuidoras de Cerámica plana del Ecuador.....	26
Tabla 3. Comparación de la Capacidad Instalada y Capacidad Producida de Graiman	27
Tabla 4. Comparación entre la Capacidad instalada y producida de Rialto	29
Tabla 5. Formatos de cerámica plana.....	32
Tabla 6. Principales proveedores de Materia prima en el Ecuador	32
Tabla 7. Rutas., Proveedor - Fábrica	56
Tabla 8. Tipos de productos producidos y comercializados	56
Tabla 9. Principales centros de distribución de la empresa "ABC"	57
Tabla 10 Rutas., Fábrica - Centros de distribución.....	57
Tabla 11. Características de la volqueta.....	58
Tabla 12. Datos generales empresa "ABC".....	59
Tabla 13. Datos del Vehículo	59
Tabla 14. Costos de Mantenimiento por volqueta por cada 5.000 km	60
Tabla 15. Datos del mercado por volqueta	60
Tabla 16. Ítems de Costo fijo y Administrativo	60
Tabla 17. Ítems de Costo Variable	61
Tabla 18. Costos de Transporte de Materia Prima	61
Tabla 19. Índice logístico Materia prima	64
Tabla 20. Cantidad de materia prima transportada mensualmente.....	65
Tabla 21. Costo mensual de recepción de materia prima	65
Tabla 22. Datos para el cálculo de la mano de obra directa	67
Tabla 23. Costo mensual de mano de obra directa por ítem de MP	67
Tabla 24. Costo mensual por pérdida de materias primas.	68
Tabla 25. Costo operacional mensual del stock de materias primas	68
Tabla 26. Costo mensual de la Materia Prima.	69
Tabla 27. Datos de cálculo del costo del espacio.....	70
Tabla 28. Costo mensual de espacio por ítem de producto	71



Tabla 29. Costos de inventario.....	72
Tabla 30. Costos indirectos de Materia Prima	73
Tabla 31. Costo Total mensual de Almacenamiento de Materia Prima.	73
Tabla 32. Costo de transferencia de la Materia Prima.....	74
Tabla 33. Índice logístico para el producto terminado	75
Tabla 34. Costo mensual de Recepción el Producto Terminado	77
Tabla 35. Datos mensuales para el cálculo de mano de obra.....	78
Tabla 36. Costo mensual de mano de obra directa de Producto Terminado	78
Tabla 37. Costo mensual del producto terminado	79
Tabla 38. Días de almacenamiento del producto terminado	80
Tabla 39. Datos mensuales del terreno	81
Tabla 40. Costo mensual del espacio del producto terminado.....	81
Tabla 41. Costo mensual operacional de Stock de producto terminado	83
Tabla 42. Materiales para embalar producto Terminado	84
Tabla 43. Costo mensual de los materiales de embalaje de producto terminado.....	85
Tabla 44. Costo mensual de maquinaria de embalaje por producto terminado.....	86
Tabla 45. Costos mensuales operacionales complementarios de producto terminado..	86
Tabla 46. Costo mensual operacional procesos de almacenamiento (Costos Directos)	87
Tabla 47. Costos mensuales indirectos de la empresa "ABC"	88
Tabla 48. Costo total de almacenamiento mensual.....	89
Tabla 49. Costo mensual de despacho de producto terminado	89
Tabla 50. Costo mensual de Transferencia del producto terminado.....	90
Tabla 51. Cantidad mensual del producto enviado a los centros de distribución	91
Tabla 52. Tabla de pesos y dimensiones Empresa "ABC"	92
Tabla 53. Datos mensuales de costos de horas extras y costos salariales de la empresa "ABC"	93
Tabla 54. Datos del vehículo de la empresa "ABC"	94
Tabla 55. Datos de mantenimiento del vehículo.....	94
Tabla 56. Precios del mercado para el vehículo.....	95
Tabla 57. Datos del mercado para el vehículo.....	95
Tabla 58. Costos Fijos y Costos Indirectos.....	96
Tabla 59. Costo variable de la empresa "ABC"	97
Tabla 60. Costo de transporte de la empresa "ABC"	97
Tabla 61. Costo de flete por ruta de la empresa "ABC"	99



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logotipo Graitman	26
Ilustración 2. Logotipo Rialto	29
Ilustración 3. Principales materias primas para la elaboración de Cerámica Plana..	31
Ilustración 4. Cadena de suministro	34
Ilustración 5. Subred Proveedor - Fábrica.....	35
Ilustración 6. Subred Fábrica - Centros de Distribución.....	36
Ilustración 7. Tabla nacional de pesos y dimensiones para volquetas.....	40
Ilustración 8. Tabla nacional de pesos y dimensiones: posibles combinaciones para Trailers	41
Ilustración 9. Materias Primas utilizadas en la producción de Cerámica Plana.	55
Ilustración 10. Tipo de transporte de materia prima	58
Ilustración 11. Almacenamiento de Materia Prima	66
Ilustración 12. Trailer Kenworth T800	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Tabla - Ecuador - Exportaciones - Evolución - NCE: cerámica vidriada - placas y baldosas, de cerámica, barnizadas o esmaltadas, para pavimentación o revestimiento; cubos, dados y artículos similares, de cerámica, para mosaicos, barnizados o esmaltados, incluso con soporte. - Anual FOB US.</i>	<i>24</i>
<i>Gráfico 2 Tabla - Ecuador - Exportaciones - Evolución - NCE: cerámica vidriada - placas y baldosas, de cerámica, barnizadas o esmaltadas, para pavimentación o revestimiento; cubos, dados y artículos similares, de cerámica, para mosaicos, barnizados o esmaltados, incluso con soporte. - Anual FOB US</i>	<i>25</i>
<i>Gráfico 3. Comparación Gráfica de la Capacidad Instalada y Producida de Graitman</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico 4. Comparación Gráfica de la Capacidad Instalada y Producida de Rialto .</i>	<i>30</i>
<i>Gráfico 5. Métodos de estimación de costos.....</i>	<i>46</i>



ÍNDICE DE FÓRMULAS

<i>Fórmula 1. Consumo de combustible (km/lt)</i>	42
<i>Fórmula 2. Intervalo entre cambios de aceite (km/lt)</i>	42
<i>Fórmula 3. Costo de combustible por kilómetro (km/lt)</i>	42
<i>Fórmula 4. Costo del aceite (\$/km)</i>	42
<i>Fórmula 5. Costo de mantenimiento por kilómetro (\$/km)</i>	43
<i>Fórmula 6. Costos fijos de transporte</i>	43
<i>Fórmula 7. Costos Variables de transporte</i>	43
<i>Fórmula 8. Costos Indirectos de transporte</i>	43
<i>Fórmula 9. Número de viajes al mes</i>	43
<i>Fórmula 10. Kilómetros recorridos al mes</i>	44
<i>Fórmula 11. Costo fijo por tonelada mes</i>	44
<i>Fórmula 12. Costo variable por tonelada mes</i>	44
<i>Fórmula 13. Costos Indirectos por tonelada</i>	44
<i>Fórmula 14. Costo por tonelada enviada</i>	44
<i>Fórmula 15. Costo por kilómetro enviado</i>	45
<i>Fórmula 16. Costo mensual de transferencia</i>	45
<i>Fórmula 17. Índice logístico de un producto</i>	48
<i>Fórmula 18. Índice de peso</i>	48
<i>Fórmula 19. Índice de volumen</i>	48
<i>Fórmula 20. Costo de mano de obra directa</i>	49
<i>Fórmula 21. Costo operacional de Stock</i>	50
<i>Fórmula 22. Costo del inventario</i>	50
<i>Fórmula 23. Rotación del inventario</i>	51
<i>Fórmula 24. Costo de espacio por producto</i>	51
<i>Fórmula 25. Costo de pérdida</i>	51
<i>Fórmula 26. Costo de oportunidad</i>	52
<i>Fórmula 27. Costos complementarios</i>	52
<i>Fórmula 28. Costo de material de embalaje</i>	52
<i>Fórmula 29. Costo de maquinaria de embalaje</i>	53
<i>Fórmula 30. Costos totales indirectos</i>	53
<i>Fórmula 31. Costo de mano de obra indirecta</i>	53



<i>Fórmula 32. Costo de equipos y sistemas</i>	<i>54</i>
<i>Fórmula 33. Costos administrativos.....</i>	<i>54</i>
<i>Fórmula 34. Costo total de almacenamiento.....</i>	<i>54</i>
<i>Fórmula 35. Costo total de despacho</i>	<i>54</i>
<i>Fórmula 36. Costo total de recepción</i>	<i>54</i>



CLAUSULAS DE DERECHOS DE AUTOR



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Marín Duchi Adriana Priscila, autora del Trabajo de Titulación "CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE CERÁMICA EN ECUADOR. PERIODO 2015", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Comercial. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, 23 de Noviembre de 2016

Marín Duchi Adriana Priscila

C.I: 0105671556



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Márquez López Mayra Alexandra, autora del Trabajo de Titulación "CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE CERÁMICA EN ECUADOR. PERIODO 2015", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Comercial. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, 23 de Noviembre de 2016

Márquez López Mayra Alexandra

C.I: 0104833918



CLAUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Marín Duchi Adriana Priscila, autora del Trabajo de Titulación "CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE CERÁMICA EN ECUADOR. PERIODO 2015", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 23 de Noviembre de 2016

Marín Duchi Adriana Priscila

C.I: 0105671556



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Márquez López Mayra Alexandra, autora del Trabajo de Titulación "CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE CERÁMICA EN ECUADOR. PERIODO 2015", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 23 de Noviembre de 2016

Márquez López Mayra Alexandra

C.I: 0104833918



AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por ser el motor fundamental en mi vida y darme las fuerzas para alcanzar mis metas; a mi familia por su apoyo y confianza; a mis padres Marco y Cecilia por su amor, esfuerzo y sacrificio entregado día a día; a mis hermanas(os) y sobrina(os) por sus palabras de aliento y esperanza; a mis amigos que me acompañaron en todo este trayecto; a mis estimados profesores de la carrera de quienes he adquirido los conocimientos necesarios para ser una excelente profesional y en especial a mi tutor Ing. Diego Loyola por haberme guiado para culminar con éxito este trabajo y por último quiero agradecer a los Ingenieros Cristian Picón y Alexander Vaca que en muchas ocasiones me brindaron su apoyo en el proceso de este trabajo.

MARÍN DUCHI ADRIANA PRISCILA



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme en los logros obtenidos, dándome fuerzas y muchas ganas para continuar con cada meta propuesta.

Agradezco a mi madre Martita, por ser el pilar en el que siempre me he sujetado, ya que gracias a su gran ejemplo de madre, que con esfuerzo y dedicación ha sabido darme una educación digna y apoyarme a culminar una etapa más y muy importante en mi vida, siendo ella el ejemplo que he seguido para nunca rendirme a pesar de las circunstancias, ya que ha depositado su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento, a mi familia y amigos que de una u otra manera les hice cómplices de mis trabajos.

Agradezco también a mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, en especial a mi tutor Ing. Diego Loyola por guiarme para culminar este trabajo, al Ing. Cristian Picón, finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

MÁRQUEZ LÓPEZ MAYRA ALEXANDRA



DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo la persona que más amo en la vida, ella es Cecilia mi madre y mejor amiga quien ha sido el mayor ejemplo de lucha y perseverancia, quien me ha enseñado que todo que uno quiere lo puede lograr y por la que día a día quiero ser una mejor persona y la mejor profesional; a mi padre que hizo el mayor sacrificio de amor al dejarnos hace muchos años para que nunca nos falte nada y que a pesar de la distancia siempre es incondicional con su apoyo, amor y sus palabras de aliento, y por ultimo quiero dedicar este trabajo a mi hermana y segunda madre Sandra que siempre ha sido mi confidente, mi apoyo y un gran ejemplo a seguir.

MARÍN DUCHI ADRIANA PRISCILA



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios, por permitir que cumpla con cada meta planteada iluminándome y guiándome a cada paso que he dado en mi vida, a mis padres y familia por el apoyo brindado, ya que ellos son quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, a mi novio Noé por ser un pilar muy importante en mi vida por su ayuda y su amor incondicional. Es por ellos que he logrado culminar mi carrera académica. Gracias a todos, de todo corazón los amo con mi vida.

MÁRQUEZ LÓPEZ MAYRA ALEXANDRA



INTRODUCCIÓN

Ecuador es conocido como un país productor de cerámica plana de alta calidad, del que sobresale la provincia del Azuay ya que se destaca por ser la mayor productora de cerámica para revestimiento a nivel nacional, esto se debe a que en esta se encuentran principales yacimientos de arcilla, cuarzo y feldespato.

La norma ISO 1006 define a las baldosas cerámicas como “placas de poco grosor que son utilizadas para revestimientos de piso y pared, enfocada su actividad a la construcción y decoración de interiores”.

Según la cámara de Comercio el Ecuador tiene una demanda de 3 millones de metros cuadrados al mes, esta cantidad es abastecida por los representantes del sector, el 80% de la materia prima para la elaboración de la cerámica plana es nacional, mientras que el 20% restante es importado lo que corresponde a esmaltes, maquinarias y repuestos.

La producción de cerámica plana en el Ecuador hasta el año 2013 no abastecía la capacidad de demanda del mercado nacional, debido a que las empresas no estaban utilizando de manera eficaz su capacidad de producción; mientras que para el año 2014 las empresas ecuatorianas han incrementado su producción de productos cerámicos en un 40% lo que permite abarcar el mercado actual en un 65% alcanzando márgenes de utilidad más altos.

Debido a la alta demanda que ha surgido desde el año 2014 en la producción y comercialización de productos de cerámica plana, se realiza este trabajo de titulación que tiene por objetivo realizar un estudio de la caracterización y análisis del suministro y distribución de productos de cerámica plana en la empresa objeto de estudio denominada “ABC”, que contribuirá al “Modelo de programación matemática para el proyecto de cadena de suministros” desarrollado por el Phd Denis Borenstein, investigador Prometeo de la Universidad de Cuenca, el mismo que se encuentra basado en indicadores para determinar los costos logísticos de transporte que involucran en la cadena de suministros, además se utilizó la metodología “Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto”



de Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013, el mismo que permitirá determinar el costo de almacenamiento de un producto dentro de los eslabones de la cadena de suministros, a través del cálculo de índices logísticos e inductores de los diferentes costos.

El objetivo de la investigación consiste en aportar con una herramienta para la elaboración del modelo matemático, con la información de los productos de cerámica plana en el Ecuador durante el periodo de análisis considerado 2015.

En el presente trabajo se encuentra desarrollado por cuatro capítulos, posteriormente explicados:

En el capítulo I se presenta el planteamiento del trabajo de investigación realizado, así como el problema, los objetivos, el alcance y sus limitaciones, a su vez se explican brevemente el sector cerámico y sus características, luego se caracteriza a la empresa “ABC”, identificando sus principales productos, sus proveedores y los centros de distribución.

En el capítulo II se explica las metodologías utilizada para el desarrollo del trabajo, con el fin de definir el sistema logístico que utiliza la empresa objeto de estudio, para contribuir con el desarrollo del modelo matemático, se identificarán los parámetros necesarios para realizar el cálculo de los costos logísticos.

En el capítulo III se desarrolla la metodología utilizada, lo que permite obtener los costos finales de transporte para la empresa objeto de estudio y a su vez los costos para el almacenamiento del producto, teniendo en cuenta las subredes por las que está compuesto como son sub-red “Proveedor–Fabrica” y “Fabrica–Centros de Distribución”, así como las interpretaciones de los resultados obtenidos.

En el capítulo IV se detalla las conclusiones y recomendaciones detectadas en el trabajo de titulación realizado.



DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Descripción del problema

En Ecuador y en el mundo entero se está generando grandes cambios en cuanto a la matriz productiva, es por eso que todas las empresas que destinen su actividad comercial en cualquier sector económico se ven obligadas a optar por una herramienta que les permita adaptarse a los cambios del entorno. Por consiguiente es necesario el análisis de uno de los aspectos más importantes en el proceso productivo como es la cadena de suministro, así como también el análisis de los costos logísticos.

Objetivo general

Contribuir con el proyecto del MODELO MATEMÁTICO DE CADENAS DE SUMINISTROS mediante la determinación y análisis de los costos de toda la etapa logística de la industria de cerámica plana en el Ecuador; desde la extracción de la materia prima hasta la distribución de los productos terminados a los distintos centros de distribución. Además proporcionar una herramienta de consulta que se acomode a las necesidades de cualquier tipo de empresa que necesite un análisis de la cadena de suministro y de los costos logísticos.

Objetivos específicos

1. Identificar el sector objeto de estudio
2. Levantar parámetros para la caracterización de la cadena de suministro y de los costos logísticos en el sector objeto de estudio
3. Identificar y establecer variables para la construcción del modelo.
4. Caracterizar la operación logística de distribución actual de las industrias productoras de cerámica plana.
5. Determinar los costos monetarios del proceso logístico de distribución actual de la industria productora de cerámica plana.
6. Interpretar los datos obtenidos a través de indicadores.



CAPITULO I

EL SECTOR INDUSTRIAL DE CERÁMICA PLANA EN EL ECUADOR

1.1. Antecedentes del sector industrial de cerámica plana del Ecuador.

Analizando un poco la concepción del término cerámico podemos identificar que este se deriva del vocablo griego “*Keramos*”, que significa “quemar”. Se refiere en su totalidad a la arcilla en todas sus formas, además de todos los materiales inorgánicos no metálicos que se forman por el calor y son sometidos a molienda y amasado, seguidamente secados y cocidos a altas temperaturas que se adhieran a cada una de las composiciones.

Normas ISO define a las baldosas cerámicas como placas de poco grosor que son utilizadas para revestimientos de piso y pared¹, enfocan su actividad a la construcción y decoración de interiores. Son utilizados para el revestimiento de cocinas, baños, lavanderías, patios entre otros, con la finalidad de decorar las superficies y darle protección a las mismas.

La cerámica plana está considerada como uno de los insumos más utilizados dentro de la industria de la construcción, está dentro de las 14 industrias prioritarias en el cambio de la matriz productiva². Es notable el incremento de la construcción en todo el país debido a la alta inversión que se realiza tanto en el sector público como en el privado para la compra, remodelación de viviendas o centros de comercio.

En la ciudad de Cuenca se encuentran tres de las cuatro empresas productoras y comercializadoras de cerámica plana del Ecuador esta industria se ha desarrollado cada vez más con el paso del tiempo, las mismas que se dividen en 2 grupos empresariales a nivel nacional que dedican su actividad comercial a la producción y comercialización de cerámica plana:

- **Grupo Peña con Graiman**

¹ PRO ECUADOR. Instituto de promoción de exportaciones e inversiones. Página 1.

² Secretaria Nacional de Planificación y desarrollo. SEMPLADES. Transformación de la matriz productiva.2012. Página 15



- **Grupo Eljuri** con Ecuacerámica, Kerámicos, Rialto e Italpisos. A este grupo de empresas se las conoce con el nombre de Grupo Cerámico.

(GUTIÉRREZ, 2008) Afirma que estas empresas no ha podido abastecer la demanda del mercado Ecuatoriano por los bajos niveles de producción en los que se encuentran laborando puesto que las empresas no utilizan de manera eficaz su capacidad de producción.

Mientras que para el año 2014 las empresas ecuatorianas han aumentado su producción de productos cerámicos para piso y pared en un 40%, lo que permite satisfacer la demanda del mercado actual en un 65%, alcanzando así mayores márgenes de utilidad para las empresas³.

Estos grupos empresariales cuentan las plantas más grandes a nivel de Ecuador y se encuentra ubicada en Cuenca y Riobamba respectivamente. Estas empresas realizan exportaciones a diferentes países de América como Venezuela, Estados Unidos, Perú, Colombia y México.

En la provincia del Azuay se concentra la mayor parte de la producción de cerámica, ya que cuenta con la presencia de yacimientos de arcilla, cuarzo y feldespato, permitiendo así ser la provincia con mayor producción de cerámica en el país. En la industria de la cerámica el 80% de la materia prima para la producción es nacional y el 20% es importado lo que corresponde a esmaltes, maquinarias y repuestos.

1.2. Exportaciones

A continuación ilustraremos el cuadro de las exportaciones de cerámica plana del Ecuador hacia el resto de países en América Latina en los últimos cinco años en miles de dólares.

³ www.eluniverso.com/noticias/2014/01/16



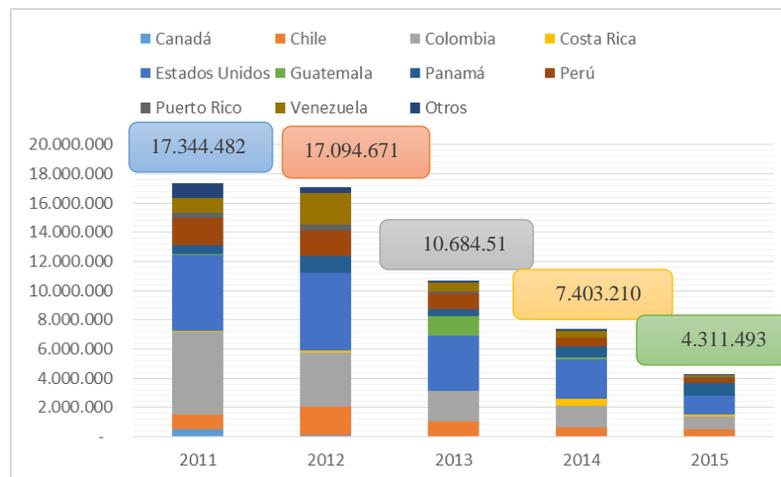
Tabla 1. Tabla - Ecuador - Exportaciones - Evolución - NCE: cerámica vidriada - placas y baldosas, de cerámica, barnizadas o esmaltadas, para pavimentación o revestimiento; cubos, dados y artículos similares, de cerámica, para mosaicos, barnizados o esmaltados, incluso con soporte. - Anual FOB US.

PAIS IMPORTADOR	AÑOS				
	2011	2012	2013	2014	2015
Canadá	499.433,00	95.364,00	-	-	-
Chile	1.043.966,00	1.959.592,00	1.058.240,00	622.852,00	535.978,00
Colombia	5.622.366,00	3.702.124,00	2.078.309,00	1.465.508,00	823.971,00
Costa Rica	109.309,00	129.572,00	14.012,00	525.637,00	151.995,00
Estados Unidos	5.162.108,00	5.356.122,00	3.769.123,00	2.696.647,00	1.272.579,00
Guatemala	51.616,00	-	1.359.037,00	100.330,00	35.428,00
Panamá	606.856,00	1.141.553,00	468.360,00	747.934,00	862.207,00
Perú	1.890.135,00	1.755.277,00	1.090.686,00	589.595,00	356.748,00
Puerto Rico	330.402,00	357.820,00	132.791,00	53.666,00	60.041,00
Venezuela	1.024.038,00	2.154.971,00	600.330,00	414.431,00	117.151,00
Otros	1.004.253,00	442.276,00	113.623,00	186.610,00	95.395,00
TOTAL	17.344.482	17.094.671	10.684.511	7.403.210	4.311.493

Fuente: Informes Comex

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Gráfico 1. Tabla - Ecuador - Exportaciones - Evolución - NCE: cerámica vidriada - placas y baldosas, de cerámica, barnizadas o esmaltadas, para pavimentación o revestimiento; cubos, dados y artículos similares, de cerámica, para mosaicos, barnizados o esmaltados, incluso con soporte. - Anual FOB US.



Fuente: Informes Comex

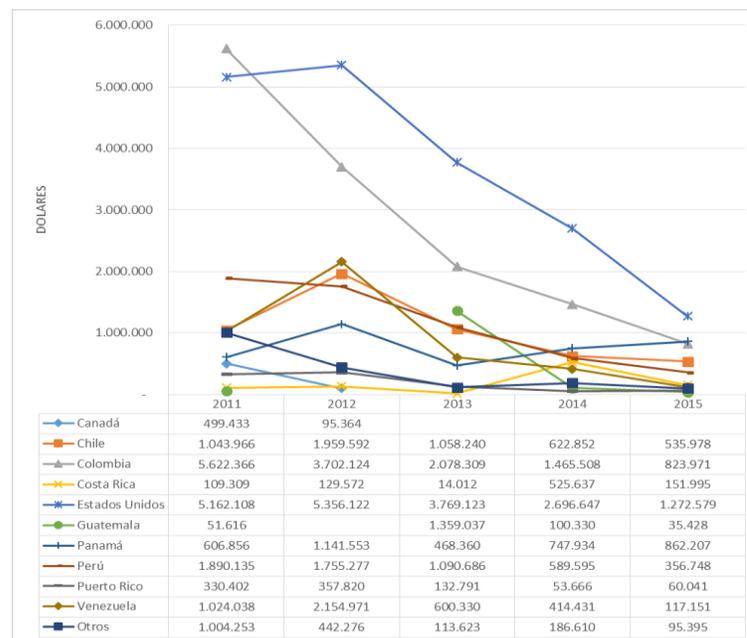
Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Como podemos observar en el gráfico anterior las exportaciones del país en el año 2015 han disminuido un 25% con referencia a el año 2011, esto debido a que en el



año 2011 el país no contaba con un mayor porcentaje enfocado a la construcción por lo que la mayor parte de la producción era destinada a la exportación a los distintos países de América Latina. Mientras que para en el año 2015 la mayor parte de la producción es distribuida a nivel nacional y solo un pequeño porcentaje es destinado para la exportación.

Gráfico 2 Tabla - Ecuador - Exportaciones - Evolución - NCE: cerámica vidriada - placas y baldosas, de cerámica, barnizadas o esmaltadas, para pavimentación o revestimiento; cubos, dados y artículos similares, de cerámica, para mosaicos, barnizados o esmaltados, incluso con soporte. - Anual FOB US



Fuente: Informes Comex

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Los principales países importadores del Ecuador de producto cerámico en todas sus formas base son Colombia, Venezuela y Estados Unidos. En los últimos 5 años estos países han disminuido sus importaciones en un 15%, 11% y en un 25% respectivamente, sin embargo siguen siendo los principales importadores de los productos cerámicos del Ecuador, y otros países como por ejemplo Costa Rica y Panamá han aumentado su nivel de importación para el año 2015, representando mayores tasas de importación para el país.

1.3. Principales empresas de cerámica plana del Ecuador.

En el siguiente cuadro se podrán observar las dos principales empresas productoras y distribuidoras de cerámica plana según el ranking de las mismas en la superintendencia de compañías del Ecuador.

Tabla 2. Principales empresas Productoras y distribuidoras de Cerámica plana del Ecuador

	EMPRESA	CIUDAD
Grupo Industrial Graiman	GRAIMAN CIA LTDA	Cuenca Quito, Guayaquil y Ambato
Grupo Eljuri	ECUACERAMICA S.A	Quito, Pichincha
	KERÁMIKOS S.A	Cuenca, Riobamba, Chimborazo
	CERAMICA RIALTO S.A	Quito, Pichincha
	ITALPISOS S.A	Cuenca

Fuente: Súper intendencia de compañías

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

A continuación describiremos a las dos empresas más representativas dentro de cada grupo como son Graiman y Rialto, las mismas que se ubican en el puesto # 118 y #300 respectivamente en el ranking empresarial según la Superintendencia de compañías, valores y seguros.

1.3.1. GRAIMAN CIA. LTDA

Ilustración 1. Logotipo Graiman



EXPRESA TUS SUEÑOS

Fuente: Grupo industrial Graiman

El Grupo industrial Graiman surge como el resultado de años de trabajo, y una visión común de doce empresas Vanderbilt, Tugalt, Industrias Químicas, Pecalpa, Vías del Austro, Fuenlabrada, Calatayud, Hidrosa, Millenium Plaza, Sports Planet,



Graiman y Hormicroto; todos con el mismo y único objetivo de producir y servir a sus consumidores.

Grupo industrial Graiman fue fundado como empresa de cerámica plana en febrero de 1994 por su propietario el Sr. Alfredo Peña Calderón. Su fábrica está ubicada en el parque industrial de la ciudad de Cuenca debido a que en esta ciudad se puede extraer las principales materias primas para la producción de cerámica plana, pues esta ciudad alberga a sus alrededores suelos ricos en arcillas, feldespatos y caolín.

Esta empresa fue una de las más modernas en cuanto a tecnología en América, teniendo una capacidad inicial de producción de 15.000 m^2 diarios. En el año 2003 inauguraron la planta de producción para porcelanato.

Actualmente esta empresa ha crecido potencialmente tanto a nivel nacional como a nivel mundial, por la producción y comercialización de cerámica plana (piso y pared), porcelanato, cenefas, grifería y sanitarios. Sin embargo la producción y comercialización de cerámica plana sigue siendo su principal actividad comercial.

Hoy en día, después de capacitaciones al personal y renovaciones tecnológicas se ha implementado nuevas variedades, en cuanto a revestimientos para piso y pared satisfaciendo así los requerimientos de los clientes. Las salas de exhibición se encuentran en las principales ciudades del Ecuador como son Cuenca, Quito, Ambato y Guayaquil, contando así como una cadena de distribuidores a nivel nacional y local.

A continuación se presenta la capacidad instalada y la capacidad de producción de cerámica plana de la empresa en los últimos cinco años.

Tabla 3. Comparación de la Capacidad Instalada y Capacidad Producida de Graiman

Años	2011	2012	2013	2014	2015
Capacidad Instalada	5.965.714	5.965.714	5.965.714	8.228.571	8.228.571
Capacidad	5.379.445	5.285.572	5.148.046	7.216.560	7.216.560

Fuente: Grupo industrial Graiman

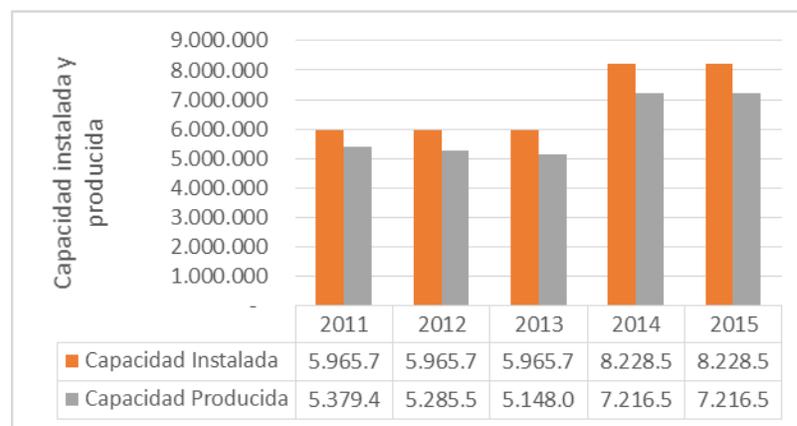
Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



Como se puede observar en la Tabla 3, la empresa no ha tenido variación en cuanto a su capacidad instalada para la producción de cerámica plana en el periodo de estudio desde el año 2011 hasta el 2013 ha sido la misma de 5.965.714 pero en el año 2014 y 2015 se puede visualizar un crecimiento significativo del 72% esto debido a la necesidad de cumplir con la demanda posible del mercado actual.

En cuanto a la Capacidad producida se puede visualizar claramente que Graiman en los tres primeros años de estudio, su capacidad de producción es relativamente baja esto es equivalente al bajo nivel de demanda que se presentaba en dichos años, sin embargo para los dos últimos años se ha incrementado significativamente la inversión tanto pública como privada enfocada al sector de la construcción.

Gráfico 3. Comparación Grafica de la Capacidad Instalada y Producida de Graiman



Fuente: Grupo industrial Graiman

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Graiman se ha convertido en una empresa líder en el mercado ecuatoriano tanto en la producción como en la comercialización de cerámica plana. Debido a este posicionamiento que ha logrado a lo largo de los años, ha permitido que se posicione en todo el país y también a nivel internacional.

1.3.2. CERÁMICA RIALTO S. A

Ilustración 2. Logotipo Rialto



Fuente: Pagina Web Rialto

La empresa de Cerámica Rialto empezó a funcionar en el año de 1982, su planta está ubicada en la ciudad de Cuenca, en el sector de Challuabamba en la Panamericana Norte km 8 1/2. Cuenta con un área de 22.000 m^2 .

En cuanto a la tecnología cuenta con maquinaria industrial de origen italiano, fue la primera empresa ecuatoriana en realizar impresión digital a través de la tecnología Ink Jet en sus cerámicas. Esta empresa dedica su principal actividad a la producción de revestimientos para pisos y pared en Monoquema y Monoporosa en una pasta roja.

En el siguiente recuadro se visualiza tanto la capacidad instalada como la capacidad producida en los últimos cinco años.

Tabla 4. Comparación entre la Capacidad instalada y producida de Rialto

Años	2011	2012	2013	2014	2015
Capacidad Instalada	7.752.000	8.160.000	8.760.000	10.200.000	10.200.000
Capacidad Producida	4.296.782	4.393.437	4.469.418	4.632.917	5.040.000

Fuente: Tonon O. Luis “Análisis de los impactos del Reglamento Técnico RTE INEN 033 en el sector cerámico”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

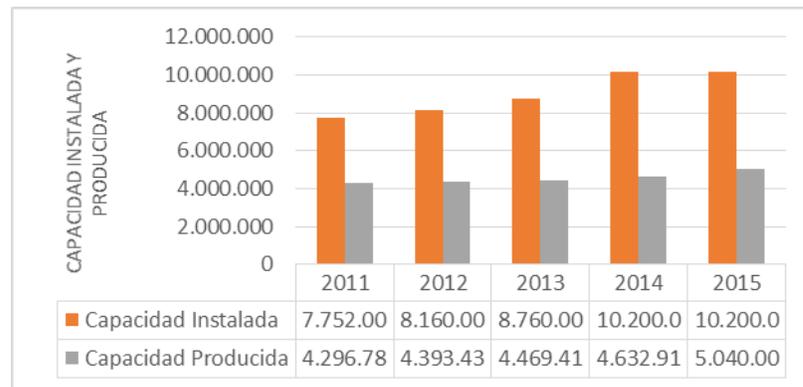
Se puede observar en la Tabla 4, que la empresa ha tenido una baja variación en cuanto a su capacidad instalada en los tres primeros años a analizar, esto es debido a que esta dedica su actividad comercial únicamente a la producción y distribución



de cerámica plana y el espacio real sobre pasa a la cantidad de demanda de mercado, sin embargo esto ha incrementado en los dos últimos

En cuanto a las ventas que realiza Rialto, la mayor parte de ellas son destinadas al mercado nacional y en un bajo porcentaje lo es al mercado internacional es decir aproximadamente menos del 5%.

Gráfico 4. Comparación Gráfica de la Capacidad Instalada y Producida de Rialto



Fuente: Tonon O. Luis “Análisis de los impactos del Reglamento Técnico RTE INEN 033 en el sector cerámico”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

1.4. Principales Materias primas

La calidad de los productos cerámicos se basa principalmente en la materia prima que se utilice para la elaboración de los productos terminados, la misma que es extraída de varias minas que se encuentran en el mismo país, puesto que el Ecuador es un país considerado rico en Arcilla y cuarzo que son los materiales principales para la elaboración de dicho productos, a continuación de detallaremos algunos de los proveedores de este material en el país.

La baldosa terminada consta de 2 componentes básico que son la baldosa cerámica (cuerpo) y recubrimiento vítreo (esmaltes y serigrafías)



Ilustración 3. Principales materias primas para la elaboración de Cerámica Plana

Producto Cerámico	Esmaltes	Fijador
<ul style="list-style-type: none">▪ Arcillas▪ Feldespatos▪ Cuarzo	<ul style="list-style-type: none">▪ Óxidos▪ Sílices o silicatos▪ Feldespatos▪ Caolines▪ Pigmentos▪ Fritas	<ul style="list-style-type: none">▪ Agua▪ Pega

Fuente: (Jaramillo, 2013)

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

- **Arcillas:** Se entiende como arcilla a una roca lodosa que está formada de partículas pequeñas y finas que se mezclan con agua, se endurece al ser secada y se vuelve frágil, la arcilla tiene gran capacidad de absorción.

- **Feldespatos:** Según definiciones el feldespato es un tipo de mineral que está compuesto por silicatos de aluminio, se caracteriza por su dureza y brillo que posee, es tipo de mineral es el más común en la corteza terrestre.

- **Cuarzo:** El cuarzo es un mineral conocido por su naturaleza de aspecto duro y cristalino, pero suele adquirir una variedad de colores de acuerdo a las sustancias que se le mezcle.

- **Esmaltes:** Se puede definir como una mezcla de materiales que adopta la forma de una placa de vidrio para cubrir y dar brillo a la cerámica ya que generalmente se funden a temperaturas de 650°C.

1.5. Principales productos

Según el reglamento técnico Ecuatoriano RTE INEN 033 (1R), las baldosas cerámicas deben cumplir con requisitos para prevenir riesgos para el medio ambiente y la vida humana.

Las empresas productoras de cerámica plana clasifican sus productos en:

- Cerámica para piso
- Cerámica para pared



Tabla 5. Formatos de cerámica plana

Tipo de Cerámica	FORMATOS				
Piso	20x30	25x33	25x44	30x30	
Pared	30x30	35x50	40x40	42.5x42.5	45x45

Fuente: Empresas del Sector

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

1.6. Principales proveedores

Tabla 6. Principales proveedores de Materia prima en el Ecuador

PROVEEDOR	MATERIA PRIMA	UBICACIÓN
Caolín el Rodeo	Caolín	A 11 km. Al oeste de azogues
Arcillas de San Marcos	Arcilla	4.5 km al este de Azogues
Feldespático de Cojitambo	Feldespatato	6 km de Azogues
Caolín de Baños	Caolín	Baños de Ambato

Fuente: Empresas del sector (Graiman, Italpisos y Rialto)

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1. Conceptualización e importancia de la cadena de suministros

La cadena de suministros (SC) se refiere a toda actividad que involucre el flujo y transformación de bienes, empieza en la extracción de la materia prima hasta la distribución del producto terminado al consumidor final; es decir se refiere a todas las actividades que realiza la empresa, desde la negociación con los proveedores (hacia atrás y hacia adelante) hasta la entrega del producto terminado. Toda cadena de suministros en su proceso incluye el abastecimiento, fabricación y distribución.

(Christopher, 1992), define a la administración de la cadena de suministros como “una red de organizaciones que están involucradas, a través de enlaces hacia arriba y hacia abajo, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en la forma de productos y servicios para el consumidor final”.

El Council of Supply Chain Management of Professional define a la Logística y Cadena de suministros de la siguiente manera “La logística es parte de la cadena de suministros donde se planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento de manera eficaz y eficiente los productos y la información para satisfacer las necesidades del cliente”.

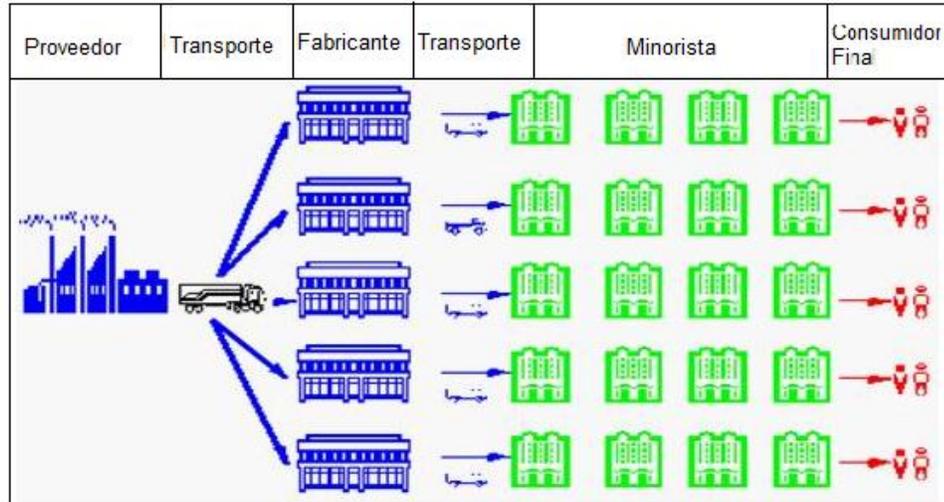
Mientras que la Cadena de suministros es la planificación y gestión de las actividades involucradas en todo el proceso.

Se puede afirmar que la cadena de suministros está siendo exitosa en cualquier empresa cuando el producto terminado es entregado en el lugar correcto, en el momento exacto y al precio requerido con un menor costo.

Hoy en día es vital en todo tipo de organización generar un óptimo manejo de la cadena de suministros logrando una ventaja competitiva y obteniendo una mejor posición en el mercado. Esto mediante el uso de la tecnología que es de gran

importancia en la implementación de la cadena de suministros ya que permite una negociación eficiente, es decir una correcta integración entre clientes y proveedores.

Ilustración 4. Cadena de suministro



Fuente: Laccei (Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology)

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Gestión logística.

Varios autores han definido la gestión logística como el proceso de planificar, implementar y controlar el flujo de los recursos que una empresa va a necesitar para la ejecución de sus actividades, además se refiere al conjunto de tareas y operaciones relacionadas con el envío de productos terminados al punto de consumo.

La gestión logística se basa en el requerimiento de cambio que surge de las necesidades de las empresas por modernizar la cadena de suministro con el fin de aumentar la capacidad de respuesta, mejorar la productividad y principalmente garantizar la satisfacción de los clientes.

La logística es parte importante dentro de la cadena de suministros en la que se debe planear, implementar y controlar el flujo de almacenamiento y distribución de bienes desde el punto de la extracción de la materia primas hasta la entrega del

producto final, satisfaciendo las necesidades del consumidor final, ya que es aquí donde la empresa crea el valor agregado a sus productos.

(Ballou, 2004) Define a la administración de la logística empresarial como el manejo de la cadena de suministros.

2.2.2. Conceptualización de la sub red Proveedor – Fábrica

Ilustración 5. Subred Proveedor - Fábrica



Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Al analizar esta sub red se tiene que considerar algunos factores que facilitan el cumplimiento de cada eslabón de la cadena de suministro que nos permite el cálculo de los distintos costos en cada parte de la cadena.

Proveedor: Se considera al proveedor como una persona o empresa que dedica su actividad económica al abastecimiento de materia prima o productos semielaborados que serán transformados y agregados valor para su venta o comercialización.

Transporte: El transporte es un elemento vital en la administración de la cadena de suministros ya que permite el desplazamiento de personas, materias primas y productos terminados a través de rutas diseñadas previamente para cumplir con los despachos en el mínimo tiempo.

Fábrica: Se considera como fábrica al espacio físico que cuenta con la infraestructura y la tecnología adecuada para la producción o transformación de materia prima o productos semielaborados en productos terminados listos para su venta o comercialización mediante el proceso de producción, acordes a los requerimientos de los clientes utilizando los estándares de calidad establecidos por entes reguladores dependiendo de la industria en la que se esté comercializando.

Esta etapa de aprovisionamiento y almacenamiento de las materias primas comienza desde la extracción de las mismas en su estado natural hasta la transformación en el producto terminado, en este proceso intervienen una serie de costos que deben ser analizados para el correcto análisis del costo final de la producción.

- **Costos de adquisición de productos:** expresa el valor de los materiales almacenados.
- **Costos de almacenaje o costo de orden de pedido:** son los gastos que incurre la empresa para la solicitud de material a los proveedores, en la misma que incurren los siguientes conceptos.
- **Costos de espacio y las instalaciones:** es el conjunto de gasto derivados de la utilización del local destinado al almacenamiento de productos. Este puede ser un local propio o alquilado, las principales partidas dentro de este costo de espacio son las amortizaciones, reparaciones, mantenimiento, seguros e impuestos.
- **Costos de pérdida:** se analizarán los costos de los materiales que han sido deteriorados en todo el proceso productivo, material que no es empacado ni puesto a la venta, se refiere únicamente al producto que es completamente desechado y representa un gasto para la fábrica.
- **Costo unitario:** se refiere al costo real de producir un bien, en el que incluyen todos los factores productivos.

2.2.3. Conceptualización de la subred Fábrica – Centros de Distribución

Ilustración 6. Subred Fábrica - Centros de Distribución



Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

En esta subred se enfoca en la mercadería que proviene de la planta de producción hacia los distintos centros de distribución para el almacenamiento de los mismos y ser enviados a su destino final, esto tendrá un impacto sobre el costo logístico.



Centro de distribución: Es el espacio físico que está destinado para una correcta ubicación de materiales y productos terminados con el fin de ser distribuidos a los clientes por medio de un proceso de recepción de órdenes, embalaje, procesamiento y despacho, esto puede representar el costo más alto dentro de la cadena de suministro pues es considerado el eslabón más importante ya que depende de la agilidad de la operación para una ágil comercialización y entrega a los clientes o consumidores.

Para un mejor desarrollo de la investigación es necesario aclarar algunos de los costos logísticos que enlazan a esta subred:

- **Producción:** se define como el proceso de fabricar o transformar la materia prima en productos terminados.
- **Distribución física:** es la parte encargada de administrar los flujos de los procesos productivos desde la obtención de la materia prima hasta la entrega del producto terminado, garantizando la satisfacción de los clientes.

Para que funcione eficientemente la cadena de suministros cada uno de los procesos en esta sub-red deben ser ejecutados adecuadamente aprovechando todas las herramientas como los flujos de información y de esta manera mejorar la productividad incrementando los niveles de satisfacción de los clientes y una mejora en la administración de la empresa.

Por lo tanto para que la sub-red funcione eficazmente es necesario tener en cuenta los siguientes costos en la cadena de suministros.

- **Costo de transferencia:** es aquel valor económico que toda empresa predispone a cada uno de sus productos o servicios para poder intercambiarlos con otras organizaciones, un costo de transferencia es óptimo cuando hay un incremento de utilidades y esta es rentable para ambas partes. Para el cálculo de este costo es necesario tener en cuenta los siguientes costos:
 - **Costo de recepción:** consiste en recibir el producto terminado para ser almacenado y luego transportado a su destino final, involucra los costos



de manipulación de almacenaje, salarios, gastos del personal involucrado, depreciación, reparación y mantenimiento de equipos utilizados en la recepción, otros gastos.

- **Costos de manipulación y almacenamiento:** se debe calcular con el salario del personal que trabaja en el aérea involucrada, depreciación de los edificios, gastos de operación, mantenimiento y reparación de equipos involucrados además los gastos de embalaje.
- **Costos de despacho:** consiste en la entrega del producto terminado a los diferentes centros para su venta y así ser vendido al consumidor final, incluye el costo de salarios, costo de transporte desde las bodegas hacia los almacenes.

2.2.4. Conceptualización de la subred Centros de Distribución – Zonas de Consumo

Esta sub red se encarga de la distribución del producto terminado a las distintas zonas de consumo, esto se realiza mediante órdenes de pedido que son emitidas por las mismas zonas de consumo especificando la cantidad que requieren de producto.

Existen diferentes tipos de transporte a utilizar para el abastecimiento de producto terminado a las zonas de consumo, como es transporte terrestre, marítimo, ferroviario y aéreo. Cada uno de estos tiene un costo diferente, el mismo que varía del criterio y economía de la empresa que necesita el servicio.

Zonas de consumo: son lugares donde se distribuye el producto terminado este a su vez vende al consumidor final.

Canal de distribución: es la ruta por la que se enviarán los productos al consumidor final de manera eficaz y eficiente. (Stern & El Ansary, 1992) Define como “un conjunto de funciones y organizaciones independientes, involucradas en el proceso de poner a disposición un bien o servicio a los consumidores”.



2.2.5. Gestión de Pedidos

Se enfoca en las actividades que comprenden en órdenes de pedido del cliente, es decir desde el momento en el que se recibe la orden hasta el despacho de los productos para entrega.

La gestión de pedidos debe cumplir con el siguiente ciclo:

- **Entrada de Pedidos:** es la orden de pedido que ingresa del cliente.
- **Comprobación de crédito:** la empresa verifica si el cliente cumple con crédito para su requerimiento.
- **Comprobación de Existencias:** consiste en verificar si se cuenta con el stock necesario para el despacho.
- **Priorización de pedidos:** la empresa comúnmente clasifica a los pedidos de los clientes según la importancia del cliente o la cantidad de pedido.
- **Preparación de Pedidos:** después de analizar todo lo antes mencionado bodega se encarga en la preparación y embalaje del pedido.
- **Envío y entrega:** se verifica que el pedido sea el correcto y es enviado a su destino y confirmada dicha entrega.
- **Facturación y cobro:** realiza la factura del pedido previamente requerido para proceder con el cobro del mismo.

2.3. Metodologías para análisis de distribución física.

Esta investigación se realizará en dos etapas, la primera será definir a la empresa objeto de estudio denominada empresa “ABC”, en cuanto a su actividad económica que realiza en los diferentes procesos de la cadena de suministros, lo que permitirá obtener información de costos, procesos para realizar plantillas que ayuden a definir el análisis de sus costos en cada eslabón de la cadena.

Esta investigación es descriptiva y se fundamentará básicamente en la definición, indagación y recolección de información de la empresa objeto de estudio y en el sector cerámico.



Para el análisis como muestra de la población se tomará en cuenta una de las empresas más representativas en el mercado tanto a nivel nacional como internacional en el Ecuador y por motivos de confidencialidad sus datos no serán revelados, la misma que será denominada como Empresa "ABC" para su análisis.

2.3.1. Metodología para determinar los costos de transporte

El Phd Denis Borestein establece una metodología a utilizar para determinar los costos de transporte en cada eslabón de la cadena de suministro, la misma que se contempla desde la transportación de las materias primas a los patios de la empresa, así como también de los costos de transporte desde la fábrica a los distintos centros de distribución, estos costos abarcan los siguientes factores a considerar; los costos fijos entendido como los sueldos del chofer, seguros, impuesto; costos variables que abarca los costos de combustible, mantenimiento, neumáticos; y la depreciación que representa los costos indirectos de la empresa.

Lo más factible sería calcular el costo de transporte por cada unidad de vehículo enviado, más sin embargo este cálculo no estará al alcance de la investigación por la poca accesibilidad para la obtención de la información en lo que se refiere a la vida útil de cada vehículo de carga, la marca del vehículo, tipos de motor, año de cada unidad, tamaño de la flota, entre otros; por lo que se va a realizar un costo de transporte total de la empresa en su distribución mensual.

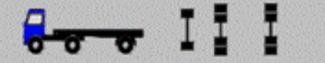
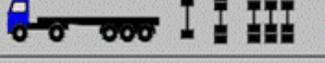
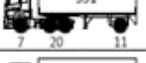
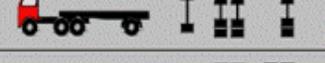
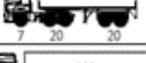
A continuación se presenta la tabla de pesos y dimensiones establecidas en el Acuerdo Ministerial N°36 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas que toda empresa debe registrarse para la utilización de carga pesada para evitar en el incumplimiento de la Ley de caminos y su reglamento aplicativo.

Ilustración 7. Tabla nacional de pesos y dimensiones para volquetas

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10

Fuente: Acuerdo Ministerial N°36 del Ministerio de transporte y obras públicas.

Ilustración 8. Tabla nacional de pesos y dimensiones: posibles combinaciones para Trailers

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30

Fuente: Acuerdo Ministerial N°36 del Ministerio de transporte y obras públicas.

El costo de transporte es uno de los principales costos a considerar dentro de la cadena de suministro de cualquier empresa, este costo puede ser por concepto de transporte propio o alquilado que la empresa utilice para la compra o venta de sus productos.

- **Transporte alquilado:** Cuando se utiliza este tipo de transporte generalmente para su cálculo solo se toma en consideración el valor pagado al proveedor según el peso transportado y la ruta utilizada.
- **Transporte propio:** Para el cálculo de este tipo de transporte es necesario tener en cuenta los costos tanto fijos como variables, gastos generales, horas trabajadas, capacidad del tráiler en toneladas, velocidad media, tiempo de carga, ruta; a continuación se explica cada uno de ellos:
 - **Costos fijos de transporte:** para el cálculo respectivo se debe considerar el sueldo del conductor, depreciación, seguros, mantenimiento, otros gastos.
 - **Costos variables:** se deberá tener en cuenta combustible, costo de los neumáticos, costo del aceite, otros gastos.



- **Gastos generales:** incluye el valor de agua potable, luz eléctrica, impuestos, costos indirectos etc.
- **Horas trabajadas:** se calculará el total de horas que trabaja al mes el personal.
- **Capacidad de carga del tráiler en toneladas:** se calculará el total de toneladas que se envía.
- **Tiempo de carga/descarga/espera:** Es el número de horas que el conductor utiliza para cargar y descargar el producto.
- **Tasa de ganancia:** se deberá tomar el número de kilómetros de salida y de llegada.
- **Ruta:** es la distancia en kilómetros desde que sale hasta que entrega el producto a su destino.

A continuación se explica las fórmulas a utilizar para los cálculos respectivos según metodología aplicada por el Phd. (Borenstein, 2007)

Fórmula 1. Consumo de combustible (km/lt)

$$\text{Consumo de combustible} = \frac{\text{Ruta km}}{(\text{Capacidad utilizada de combustible lt})}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

Fórmula 2. Intervalo entre cambios de aceite (km/lt)

$$\text{Intervalo entre cambio de aceite} = \frac{\text{km recorridos}}{(\text{Cantidad de litros de aceite por cambio})}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

Fórmula 3. Costo de combustible por kilómetro (km/lt)

$$\text{Costo de combustible por kilómetro} = \frac{\text{Precio del combustible por litro}}{\text{Consumo de combustible por km/litro}}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

Fórmula 4. Costo del aceite (\$/km)

$$\text{Costos del aceite} = \frac{\text{Precio del aceite por litro}}{\text{Kilometros recorridos}}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca



Fórmula 5. Costo de mantenimiento por kilómetro (\$/km)

$$\text{Costos de mantenimiento} = \frac{\text{costos de revisión} + \text{costos de lavado}}{\text{Kilometros recorridos}}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

Los costos calculados anteriormente permitirán construir los datos de salida como son los Costos Fijos, Costos Variables y Costos Indirectos que posteriormente servirán para calcular los costos finales

a) Costos Fijos

Fórmula 6. Costos fijos de transporte

$$\text{Costos Fijos} = \text{Mano de obra} + \text{Impuestos}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

b) Costos Variables

Fórmula 7. Costos Variables de transporte

$$\text{Costos Variables} = \text{C. combustible km} + \text{C. aceite lt} + \text{C. neumáticos} + \text{C. mantenimiento}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

c) Costos Indirectos

Fórmula 8. Costos Indirectos de transporte

$$\text{Costos Indirectos} = \text{Depreciación} + \text{Costos administrativos}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

Estos datos obtenidos previamente permiten obtener los siguientes resultados finales:

1. Viajes al mes

Fórmula 9. Número de viajes al mes

$$\text{Viaje / mes} = \frac{\text{horas trabajadas}}{\left(\text{tiempo de carga y descarga} + \left(\frac{\text{ruta}}{\text{velocidad media}} \right) \right)}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca



2. Kilómetros recorridos al mes

Fórmula 10. Kilómetros recorridos al mes

$$km/mes = \frac{viaje}{(mes)} * ruta$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

3. Costos fijos por tonelada

Fórmula 11. Costo fijo por tonelada mes

$$CF/tonelada = \left(\frac{costos\ fijos\ mensual}{\frac{viaje}{mes} * capacidad\ media\ de\ carga\ efectiva} \right)$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

Dónde:

Capacidad media de carga efectiva = Toneladas

4. Costo variable por tonelada

Fórmula 12. Costo variable por tonelada mes

$$CV/toneladas = \left(\frac{Costo\ variable * ruta}{capacidad\ media\ de\ carga\ efectiva} \right)$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

5. Costos Indirectos por tonelada

Fórmula 13. Costos Indirectos por tonelada

$$Costo\ Indirecto/tonelada = \frac{Costos\ Indirectos}{Toneladas\ enviadas\ al\ mes}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

6. Costo de flete por tonelada enviada

Fórmula 14. Costo por tonelada enviada

$$Costo\ flete\ /tonelada = \left(\frac{cf}{tonelada} + \frac{cv}{tonelada} + Costos\ Indirectos \right)$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca



7. Costo de flete por kilometro

Fórmula 15. Costo por kilómetro enviado

$$\text{Costo flete / km} = \left[\frac{(\text{Costo flete / tonelada}) * \text{capacidad media de carga}}{\text{ruta}} \right]$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

2.3.2. Costo de transferencia de la materia prima y producto terminado

Para el cálculo del costo de transferencia de la materia prima y producto terminado se deberá aplicar la siguiente formula:

Fórmula 16. Costo mensual de transferencia

$$\text{Costo de transferencia} = \sum (\text{costo de recepción} + \text{costo de almacenaje} + \text{costo de despacho})$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

Cabe recalcar que para obtener el costo de recepción y despacho tanto de la materia prima como del producto terminado es necesario tomar en cuenta factores como el número de trabajadores que desempeñan dicha actividad, el índice logístico y el salario de cada trabajador destinado al costo de recepción y despacho.

2.3.3. Metodología para determinar los costos de almacenamiento.

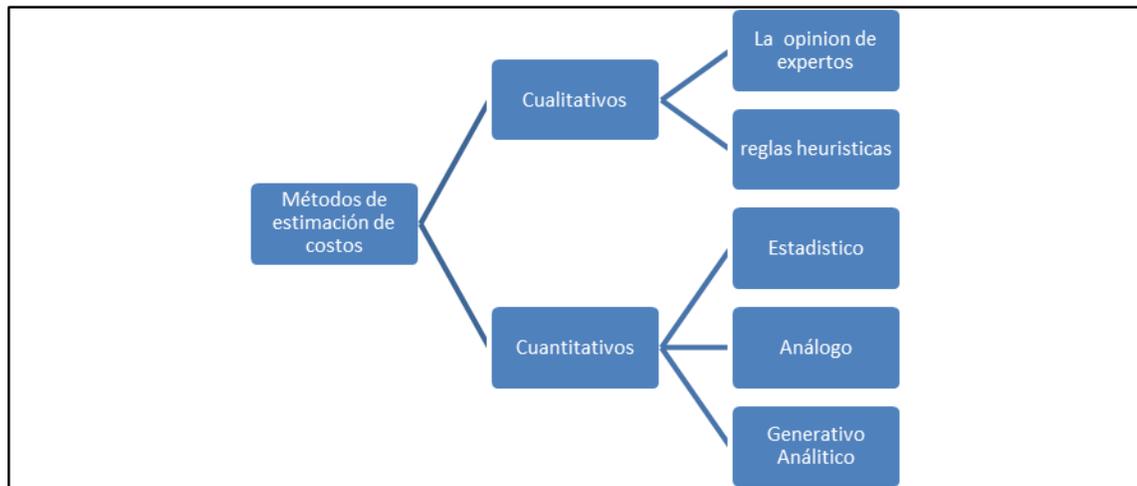
La metodología utilizada será basada en el “Modelo para el cálculo del costo de Almacenamiento de un producto: Caso de estudio en un entorno logístico” elaborado por (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013).

Debido a que las empresas en la actualidad no satisfacen a la demanda utilizando los sistemas tradicionales, se desarrolla este modelo para determinar el costo de almacenamiento de un producto en toda la cadena de suministros, proponen un índice logístico que será un nuevo inductor de costo para brindar una mejor información.

Gunasekaran manifiesta que es necesario renovar los sistemas y enfoques de costos debidos a que los sistemas tradicionales no brindan suficiente información, el cálculo no es preciso, no motivan mejoras y son predominantes.

Existen dos métodos para el cálculo de almacenamiento, el cualitativo y cuantitativo, en el siguiente grafico se explicará la manera de estimar el costo:

Gráfico 5. Métodos de estimación de costos



Fuente: Adaptada de Caputo y Pelagagge 2008. (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto.

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

El método cualitativo se fundamenta básicamente el juicio de un experto, sin dar valores, mientras que el cuantitativo se puede clasificar como modelo estadístico, análogo y analítico, es por ello que se utilizara el método cuantitativo para la ejecución del modelo.

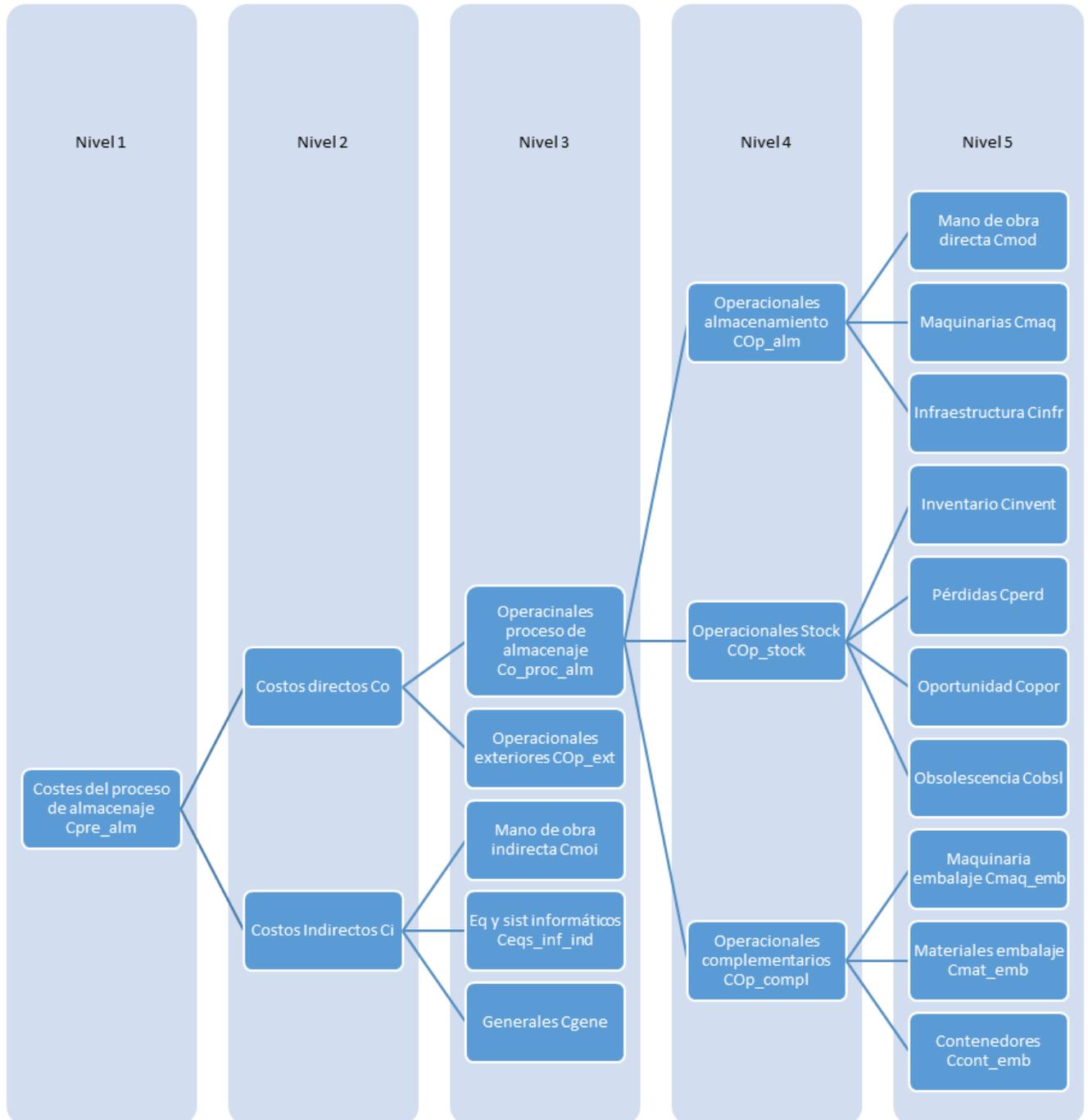
El método analítico es más preciso, es aplicado en el proceso de fabricación ya que descompone al producto en unidades, dando así como resultado el costo la suma de cada uno de ellos.

Es por ello que este modelo propone un proceso para la cadena de suministros, donde se deberá tener en cuenta el peso y volumen del producto ya que estos factores son muy importantes en el proceso. Para el cálculo de los costos se deberá identificar los costos directos es decir los recursos utilizados, sistemas de



manipulación y transporte mientras que para los indirectos se tomará en cuenta el salario del personal, gastos administrativos, tarifas energéticas entre otros.

Grafico 1. Modelo de costos del proceso de almacenamiento



Fuente: (Pilar Lambàn, Royo, & et., 2016)

Elaboración: Marín Duchí Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



2.3.4. Índice logístico de un producto

El modelo plantea un nuevo inductor que es el índice logístico que permitirá el reparto del costo de almacenamiento a cada producto permitiendo así distribuir el costo de almacenamiento según el peso y el volumen, a continuación se muestra la fórmula para el cálculo respectivo (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013):

Fórmula 17. Índice logístico de un producto

$$I_{log\ i} = \alpha * I_{pes\ i} + \beta * I_{vol\ i}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013)

En donde:

$I_{pes\ i}$: Es el índice de peso del artículo i objeto de estudio, calculado de la siguiente manera:

Fórmula 18. Índice de peso

$$I_{pes\ i} = \frac{Pes_art_i}{\sum_{j=1}^n Pes_art_i}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013)

Es decir, el Peso del artículo i para la sumatoria del peso de los artículos posibles

$I_{vol\ i}$: Es el índice del volumen del artículo i objeto de estudio, calculado de la siguiente manera.

Fórmula 19. Índice de volumen

$$I_{vol\ i} = \frac{Vol_art_i}{\sum_{j=1}^n Vol_art_i}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013)



El Volumen del artículo i para la sumatoria del volumen de los artículos posibles siendo $j=1$ es el número de artículos.

En cuanto a los factores Alfa (α) y Beta (β) se deberá asignar un valor entre 0 y 1, estos valores serán asignados según la importancia tanto al peso como al volumen del producto y la suma de ello será igual a 1. $\alpha + \beta = 1$

2.3.6. Costos del proceso de almacenaje

2.3.6.1. Costos directos

Para realizar el cálculo de este costo, es necesario tomar en cuenta el costo de almacenamiento, el costo operacional de stock y los costos complementarios

a) Operacionales de almacenamiento (C_{op_alm})

▪ Mano de Obra Directa (C_{mod})

Para este cálculo es necesario conocer el número de horas que se trabaja, el número de turnos, el salario del personal de producción, el número de unidades fabricadas entre otros.

Fórmula 20. Costo de mano de obra directa.

$$C_{mod} = \sum_{k=1}^k \left[C_{mo} * \frac{I \log_i * N_{pi_r}}{\sum_{r=1}^R (I \log_i * N_{pr_r})} \right]$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

Dónde:

C_{mod} = \$/pieza_i Costo de mano de obra directa

k = Numero de operarios que manipulan el producto

C_{mo} = Costo de mano de obra del operario por mes

$I \log_i$ = Índice logístico del producto

r = cada referencia manipulada por los operarios en el periodo

N_{pi_r} = Para determinar un artículo r este número de piezas podría ser:

N_{pm_r} = Número de piezas manipuladas del artículo r en el periodo de estudio

N_{pa_r} = Número de piezas almacenadas del artículo r en el periodo de estudio

N_{pe_r} = Número de piezas embaladas del artículo r



- **Infraestructura:** El costo de la infraestructura se calcula mediante la depreciación del edificio en el que realiza el almacenamiento para su distribución, este valor puede ser obtenido mensual o anualmente.

b) Operacionales de Stock (C_{op_stock})

Para calcular el costo operacional de stock no se utilizará el índice logístico, para ello se aplicará la siguiente fórmula:

Fórmula 21. Costo operacional de Stock

$$\begin{aligned} \text{Costo de operacional de stock} \\ = \text{Costo de inventario} + \text{Costo por pérdida} + \text{Costo de oportunidad} \end{aligned}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

Donde:

- **Costo de inventario:** Para realizar el cálculo del costo de inventario es importante tener en cuenta los siguientes datos: el costo del producto es decir cuánto le cuesta a la empresa fabricarlo, el costo del espacio de tener el producto en bodega y el número de días de almacenamiento ya que el inventario no sale enseguida sino tiene un lapso de tiempo hasta que se despache. Después de obtener la información antes mencionada se procede a realizar la siguiente fórmula para su correcto cálculo

Fórmula 22. Costo del inventario

$$\begin{aligned} \text{Costo de inventario} \\ = \text{costo del producto} + \left(\frac{\text{Costo espacio producto}}{30} \right) \end{aligned}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

Para determinar el costo de inventario se necesita calcular la rotación del mismo para obtener el número de días de almacenamiento al mes

*Fórmula 23. Rotación del inventario*

$$\text{Rotación del Inventario} = \frac{\text{Costo producción vendida}}{\text{Costo de inventario}}$$

Fuente: (Van Horne, 2002) Fundamentos de la administración

Para calcular el costo de espacio se necesita aplicar la siguiente formula:

Fórmula 24. Costo de espacio por producto

$$\text{Costo de espacio} = C_{terr} + C_{acond} + C_{nave_t} + C_{mant_{esp}} + C_{seg} + C_{imp} * \left(\frac{\text{Vol prod}}{\text{Vol utilizado}} \right)$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

Siendo:

C_{terr} = costo del terreno mensual

C_{acond} = costo de acondicionamiento de la bodega

C_{nave_t} = Costo de la nave (construcción)

$C_{mant_{esp}}$ = Costo de mantenimiento de la bodega

C_{seg} = Costo de seguros

C_{imp} = Costo de impuestos

$\frac{\text{Vol real}}{\text{Vol utilizado}}$ = Volumen real de la bodega / volumen utilizado en la bodega

- **Costo de pérdida:** Se requiere obtener información del costo por extravíos, el costo por deterioro, definiendo como costos por extravíos a los productos perdidos durante la producción, y por deterioro a los productos con fallas físicas u rupturas no recuperables. Por lo tanto el

Fórmula 25. Costo de pérdida

$$\text{Costo de pérdida} = \text{costo por caducidad} + \text{costo por extravíos} + \text{costo por deterioro}$$

costo de pérdida será obtenido de la siguiente manera:

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto.



- **Costo de oportunidad:**

Fórmula 26. Costo de oportunidad

$$\text{Costo de oportunidad} = \frac{\text{costo de la producción} * \text{porcentaje de oportunidad}}{\text{Producción}}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

- c) Operacionales complementarios (*C op_compl*)

Estos costos abarcan los costos de embalaje y contenedores, se refiere a todo los costos involucrados en el momento de arreglar y asegurar el producto para que se encuentre en condiciones aceptables para ser almacenado y transportado hasta el consumidor final.

En el caso objeto de estudio este costo se entiendo al de embalar los pallets de cerámica ya que son transportados de esa manera no por caja

Fórmula 27. Costos complementarios

$$\text{Costos complementarios} = \text{Costos de maquinaria de embalaje} + \text{Costos de materiales de embalaje}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto.

- **Costo de materiales de embalaje**

Fórmula 28. Costo de material de embalaje

$$\text{Costo de material de embalaje} = \text{Costo de material} * \left(\frac{\text{indice logístico} * \text{Num pallets}}{\sum(\text{indice logístico} * \text{Num pallets})} \right)$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto.



- **Costo de maquinaria de embalaje**

Fórmula 29. Costo de maquinaria de embalaje

$$\text{Costo de maquinaria de embalaje} = \text{valor de la depreciación maquinaria} * \left(\frac{\text{índice logístico} * \text{Num pallets}}{\sum(\text{índice logístico} * \text{Num pallets})} \right)$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

2.3.6.2. Costos Indirectos

El cálculo de costos indirectos es la suma de la mano de obra indirecta más equipos y sistemas informáticos y más costos administrativos

Fórmula 30. Costos totales indirectos

$$\text{Costos totales indirectos} = C. \text{Mano de obra indirecta} + C. \text{Equipos y sistemas} + C. \text{Administrativos}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

- **Mano de Obra indirecta:** Para este cálculo se requiere los sueldos y salarios de los trabajadores de la empresa que no estén involucrados directamente con la producción sino más bien se refiere al personal administrativo como es el Gerente, asistentes, secretarías, conserje entre otros.

Fórmula 31. Costo de mano de obra indirecta

$$\text{Costo de mano de obra indirecta} = \text{Índice logístico} * \sum \text{Costo de mano de obra}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

- **Equipos y sistemas informáticos:** Se refiere a todos los equipos y sistemas utilizados en la empresa que no estén involucrados en el área productiva como son equipo de computación para el área administrativa, muebles y enseres, materiales y suministro, útiles de oficina entre otros.

*Fórmula 32. Costo de equipos y sistemas*

$$\begin{aligned} \text{Costo de equipos y sistemas informaticos} \\ = \text{Índice logístico} * \sum \text{Costo de equipos y sistemas} \end{aligned}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

Costos administrativos: En cuanto a los gastos administrativos hace referencia a todos los costos dentro del área administrativa como es servicios básicos, capacitaciones al personal, viáticos, entre otros.

Fórmula 33. Costos administrativos

$$\text{Costos administrativos} = \text{Índice logístico} * \sum \text{Costo administrativos}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

Fórmula 34. Costo total de almacenamiento Costo Indirecto

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013) Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto

2.3.6.3. Costo de despacho del producto

Fórmula 35. Costo total de despacho

$$\text{Costo total de despacho del producto} = \text{Costo salario} * \text{Índice logístico}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

2.3.6.4. Costo de recepción del producto

Fórmula 36. Costo total de recepción

$$\text{Costo total de recepción del producto} = \text{Costo salario} * \text{Índice logístico}$$

Fuente: Denis Borenstein Phd. Universidad de Cuenca

CAPITULO III

APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE METODOLOGÍA DE LA CADENA DE SUMINISTRO APLICADO EN LA EMPRESA “ABC”

3.1. Análisis de la empresa objeto de estudio denominada “ABC”

La empresa que nosotros hemos tomado como base para el respectivo análisis del costo logístico y caracterización de la cadena de suministro es una empresa cuencana que la denominaremos como empresa “ABC” la misma que cuenta con una larga transcendencia, hasta la fecha ha llegado a ocupar un puesto entre las más competitivas a nivel nacional e internacional, generando varias fuentes de trabajo para muchas personas.

Los datos a continuación servirán para el análisis del sector enfocado a la producción y comercialización de cerámica plana en el Ecuador, se ha identificado que esta industria tiene un campo de aplicación más amplio en las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato y Riobamba.

3.1.1. Principales Materias Primas

Las principales materias primas para la fabricación de cerámica plana son arcilla, cuarzo y feldespatos, las mismas que son obtenidas de distintas minas ubicadas en los distintos lugares del Ecuador, los principales yacimientos de materia prima se encuentran en Jadán, Sevilla y Zamora.

Ilustración 9. Materias Primas utilizadas en la producción de Cerámica Plana.

MATERIAS PRIMAS	IMAGEN
Arcilla	
Feldespatos	
Cuarzo	

Elaboración: Marín Duchí Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



3.1.1.1. Rutas proveedor – fábrica.

A continuación presentan las rutas desde los centros de extracción de materia prima hasta la fábrica:

Tabla 7. Rutas., Proveedor - Fábrica

UBICACIÓN	DISTANCIA IDA Y VUELTA /KM	FÁBRICA/ CUENCA
Zamora Chinchipe	500	
Morona Santiago	400	
Jadán - Azuay	64	

Fuente: (Google Maps, 2016)

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

3.1.2. Principales productos.

La empresa fabrica varios tipos de productos

- Cerámica para piso
- Cerámica para pared

Siendo el mismo producto para los dos usos, el producto terminado es comercializado en cajas y generalmente se las vende a los consumidores finales por metros cuadrados o pallets en las distintas dimensiones:

Tabla 8. Tipos de productos producidos y comercializados

PRODUCTO	PESO kg	M2 POR CAJA
20x30	11,09	1,5
25x44	20,32	1,54
30x30	16,63	1,53
40x40	29,56	1,44
45x45	37,41	1,65

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

3.1.3. Principales centros de distribución

A continuación se detallará el número de centros de distribución ubicados en distintas zonas geográficas del país.



Tabla 9. Principales centros de distribución de la empresa “ABC”

CIUDAD	CENTROS DE DISTRIBUCIÓN
AMBATO	A1
CUENCA	C1
	C2
	C3
GUAYAQUIL	G1
	G2
	G3
QUITO	Q1

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchí Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

3.1.3.1. Rutas Fábrica – Centros de distribución

A continuación presentamos las rutas utilizadas por la empresa “ABC” a los diferentes centros de distribución:

Tabla 10 Rutas., Fábrica - Centros de distribución

FÁBRICA/ CUENCA	CIUDAD	DISTANCIA IDA Y VUELTA/KM	CENTROS DE DISTRIBUCIÓN
	AMBATO	291	A1
CUENCA	1	C1	
	10,6	C2	
	2,3	C3	
GUAYAQUIL	195	G1	
QUITO	441	Q1	
	421	Q2	
	440	Q3	

Fuente: (Google Maps, 2016)

Elaboración: Marín Duchí Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

3.2. Aplicación de la metodología

En el siguiente capítulo se realizará la aplicación de las metodologías antes expuestas en la empresa objeto de estudio denominada empresa “ABC” con el fin de determinar los costos en los que incurre en cada eslabón de la cadena de suministro.

3.2.1. Parámetros de la Subred Proveedor-Fábrica (Materia Prima)

Los datos utilizados para el siguiente análisis fueron proporcionados por la empresa objeto de estudio, además los mismos fueron analizados a nivel sectorial para la validación de los mismos.

Para el cálculo de esta subred analizaremos los costos de transporte, transferencia y almacenamiento de la materia prima.

3.2.1.1. Costo de transporte de materia prima

Los costos en los que la empresa “ABC” incurre dependen del tipo de transporte que se utilice para el traslado de materia prima desde las minas hacia los patios de la fábrica. Utilizan dos tipos de volquetas denominadas “Volqueta Mula” de marca “Internacional” y “Actros Mercedes Benz” ambas con la misma capacidad de carga de $13m^3$.

Ilustración 10. Tipo de transporte de materia prima



Fuente: Olx Ecuador

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

CARACTERISTICAS	
Marca	Internacional
Tipo	Volquea (V3A)
# Ejes	3
Capacidad	13 metros cúbicos
Toneladas de carga	18-20

Tabla 11. Características de la volqueta

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



A continuación, se presenta los datos para el cálculo del costo de transporte de materia prima de la empresa "ABC", tomaremos para nuestro análisis la Volqueta tipo Mula Internacional.

Tabla 12. Datos generales empresa "ABC".

DATOS DE LA "EMPRESA PILOTO"		
Volqueta Mula Internacional		
Salario del Chofer	\$/mes	\$772,00
Beneficios de ley	\$/mes	\$211,15
Horas de trabajo al mes	H.H/mes	300
Depreciaciones	\$/mes	\$1.466,67
Tonelaje mensual enviado	toneladas	380,25

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

a) Datos de entrada

Ahora detallaremos los datos del vehículo, costos de mantenimiento y datos del mercado necesarios para el cálculo del costo total del transporte.

Tabla 13. Datos del Vehículo

DATOS DEL VEHÍCULO		
Consumo de combustible	Km/litro	0,720
kilometraje entre cambio de aceite del motor	Km	5000
Litros de aceite por cambio	litro	22
Intervalo entre cambios	Km/litro	227
kilometraje entre cambio de aceite caja	Km	30000
Litros de aceite por cambio	litro	27
Intervalo entre cambios	Km/litro	1111
Número de neumáticos	uidades	10
Intervalo entre cambio de neumático	Km/cambio	45000
Capacidad de carga	Tn	20
Toneladas enviadas mensualmente	Tn/mes	3024

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



Tabla 14. Costos de Mantenimiento por volqueta por cada 5.000 km

DATOS DE MANTENIMIENTO		
A	Costo del lavado de la volqueta	\$ 44,00
B	Revisión general de motor	\$ 50,00
C=A+B	Total costos	\$ 94,00
D	Kilometraje recomendado para manteneri km	5000
E=C/D	Costo de mantenimiento	\$/Km \$ 0,02

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Tabla 15. Datos del mercado por volqueta

DATOS DEL MERCADO		
Valor de adquisición del vehículo	\$	\$110.000
Precio del aceite para motor	\$/litro	\$4,55
Precio del aceite para caja y corona	\$/litro	\$5,93
Precio del combustible	\$/litro	\$0,269
Precio del neumático	\$	\$550,00
Precio del reencauche	\$	\$250,00
Matricula	\$/año	\$5.000,00
Cuenca aire	\$/año	\$100,00
Tasa solidaria	\$/año	\$180,00

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

b) Datos de Salida

El cálculo de los costos fijos, administrativos y de los costos variables son necesarios para la obtención del costo de transporte de la empresa "ABC", los choferes de las volquetas tipo mula laboran 220 horas al mes, debido a que el empleado labora 10 horas diarias de lunes a viernes y 5 horas los días sábados por lo que el costo por cada chofer es de \$870,96.

Tabla 16. Ítems de Costo fijo y Administrativo

ITEMS COSTO FIJO Y COSTO ADMINISTRATIVO		
A	Salario del Chofer	\$/mes \$772,00
B	Beneficios de ley	\$/mes \$211,15
C=A+B	Mano de obra	\$/mes \$983,15
D	Matricula	\$/mes \$416,67
E	Cuenca aire	\$/mes \$8,33
F	Tasa solidaria	\$/mes \$15,00
G=D+E+F	Impuestos del vehiculo	\$/mes \$440,00
H=C+G	COSTOS FIJOS	\$/mes \$1.423,15
I	COSTOS ADMINISTRATIVOS	\$/mes \$1.466,67

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



Tabla 17. Ítems de Costo Variable

ITEMS COSTO VARIABLE		
A Precio del combustible	\$/litro	\$0,269
B Consumo de combustible	Km/litro	0,720
C=A/B Combustible	\$/Km	\$0,37
D Precio de aceite de motor	\$/litro	\$4,55
E Intervalo entre cambios de aceite	Km/litro	227
F=D/E Aceite para motor	\$/Km	\$0,020
G Precio de aceite de caja y corona	\$/litro	\$5,93
H Intervalo entre cambios de aceite	Km/litro	1111
I=G/H Aceite para caja y corona	\$/Km	\$ 0,005
J Precio del neumático	\$	\$550,00
K Kilometraje entre cambio de neumático	Km/cambio	45000
L Número de neumáticos	unidades	10
M=(J/K)*L Neumáticos	\$/Km	\$0,12
N Costo de mantenimiento	\$	\$94,00
O Revision	km	5000
P=N/O Mantenimiento	\$/Km	\$0,02
Q=C+F+H+M COSTO VARIABLE	\$/Km	\$0,54

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Una vez calculados los datos de entrada y salida se pasa a calcular el costo por flete/km de la mina hacia la fábrica:

Tabla 18. Costos de Transporte de Materia Prima

COSTO DE TRANSPORTE		
COSTO FIJO	\$1.423,15	\$/MES
COSTO VARIABLE	\$0,54	\$/KM
COSTO INDIRECTO	\$ 0,49	\$/TON
HORAS TRABAJADAS	300	H/MES
CAPACIDAD DE CARGA EFECTIVA	20	TON
VELOCIDAD MEDIA DEL VEHICULO	60	Km/H
TIEMPO DE CARGA / DESCARGA	0,25	HORA/VIAJE
RUTA	500	Km/viaje
TONELAJE MENSUAL ENVIADO	380,25	Ton

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Mediante los costos presentados se procede al cálculo del costo de transporte mediante las formulas expresadas en el capítulo 2.



- **Número de viaje al mes**

$$\text{Viaje / mes} = \frac{300}{\left(0,25 + \left(\frac{500}{60}\right)\right)}$$

$$\text{Viaje / mes} = 34,95$$

Al mes la empresa realiza 35 viajes en la adquisición de sus materias primas desde Zamora.

- **Kilómetros recorridos al mes**

$$\text{km/mes} = 34,95 * 500$$

$$\text{Km/ mes} = 17.475,73$$

Los kilómetros recorridos al mes en la ruta Zamora-Cuenca de 500km es de 17.475,73 kilómetros

- **Costo fijo por tonelada**

$$\text{CF/tonelada} = \left(\frac{1.423,15}{34,95 * 20}\right)$$

$$\text{CF/Tonelada} = \$2,04$$

El costo fijo por tonelada transportada es de \$2,04

- **Costo variable por tonelada**

$$\text{CV/toneladas} = \left(\frac{0,54 * 500}{20}\right)$$

$$\text{CV/Tonelada} = \$13,51$$

El costo variable por tonelada transportada mensualmente es de \$13,51

- **Costos Indirectos por tonelada**

$$\text{Costo Indirecto/tonelada} = \frac{1.466,67}{3.024}$$

$$\text{CI} = \$0,69$$

Los costos indirectos son de \$0,69 por tonelada al mes



- **Envío/ tonelada**

$$\text{Costo flete /tonelada} = (2,04 + 13,51 + 0,49)$$

$$\text{Envío/tonelada} = \$16,03$$

El costo del flete por tonelada es de \$16,03 independientemente de la materia prima recibida.

- **Envío/kilometro**

$$\text{Costo flete/km} = \left[\frac{16,03 * 20}{500} \right]$$

$$\frac{\text{Envío}}{\text{Km}} = \$0,64$$

El costo del flete de materia prima por kilómetro recorrido en la ruta Zamora-Cuenca es de \$0,64.

3.2.1.2. Costos de transferencias de la Materia prima

Como se expuso en el capítulo anterior los costos de transferencia en cualquier industria son expresados en base a las necesidades de cada una. La empresa "ABC" cuenta con procesos logísticos establecidos para determinar los costos de transferencia tanto en las materias primas como de los productos terminados tomando en cuenta varios parámetros a analizar para el cálculo del mismo, como:

3.2.1.2.1. Índice logístico

Al momento de la proyección de los logros, el cálculo del índice logístico es el indicado para que la empresa identifique los cambios que necesita a nivel general con el fin de generar eficiencia en la capacidad instalada para cumplir con el nivel de demanda.

Los valores de alfa y beta son del 60% y 40% respectivamente, debido a que en la industria de cerámica plana el peso siempre va a ser más significativo que el volumen esto tanto para la materia prima como para los productos terminados, a continuación se detalla el costo logístico de materia prima de nuestra empresa objeto de estudio:



Para determinar el índice logístico se utilizara la fórmula #17, 18 y 19, expuestas en el capítulo 2.

Tabla 19. Índice logístico Materia prima

INDICE LOGISTICO PARA LA MATERIA PRIMA								
Materia Prima	Peso tn	Densidad	Volumen m ³	α (peso)	β (volumen)	Índice de Peso (I_{pes_i})	Índice de Volumen (I_{vol_i})	Índice Logístico (I_{log_i})
	A	B	C	D	E	$F=A/\sum A$	$G=B/\sum B$	$H=(C*E)+(D*F)$
Arcilla	1.960	1,50	1.307	0,6	0,4	0,4033	0,5297	0,4539
Cuarzo	1.440	2,50	576	0,6	0,4	0,2963	0,2335	0,2712
Feldespato	1.460	2,50	584	0,6	0,4	0,3004	0,2368	0,2749
TOTAL	4.860		2.467					1,0000

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

El cálculo de los índices de peso y volumen son el resultado de la división tanto del peso y del volumen de cada materia prima en toneladas para la sumatoria total de los mismos respectivamente.

Tomaremos como ejemplo a la Arcilla para plasmar el cálculo del índice de peso y de volumen; las 1.960 *tn* es dividido para 4.860 *tn* que es la suma total de los pesos de las materias primas, dando como resultado un índice de peso ponderado de 0,4033. De igual forma el volumen de la arcilla es de 1.307 *m³* dividido para la sumatoria total de 2.467 *m³* dando como resultado un índice de volumen del 0,52973, la suma de los índices logísticos de peso y volumen nos dan como resultado el índice logístico del producto, es decir el índice logístico de la arcilla es 0,4539. Este mismo procedimiento se aplica para las demás materias primas expresadas en el cuadro anterior.

3.2.1.2.2. Costo de recepción de Materia Prima

Para el cálculo del costo de recepción de la Materia prima se aplicara la formula #36 expuesta en el capítulo 2, y que para la misma se toma como base a la adquisición de materia prima por el número de volquetas diarias extraídas desde las minas hacia la fábrica, las mismas que se medirán en toneladas de carga de cada materia prima, las volquetas que la empresa "ABC" utiliza para la distribución de la materia prima es de 13 *m³* una vez extraída la materia prima es llevada a la fábrica para ser almacenada en los patios para posteriormente ser colocada en las tolvas para la producción en las siguientes cantidades:



Tabla 20. Cantidad de materia prima transportada mensualmente

Materia prima	Q de MP en Tn x Volqueta	# de volquetadas mensual	Tonelada Mensual
Arcilla	20	98	1.960
Cuarzo	20	72	1.440
Feldespatos	20	73	1.460
TOTAL		243	4860

Fuente: Obreros de las distintas minas de extracción de materia prima

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Los costos de recepción de materia prima en los que la empresa “ABC” incurre son considerados el costo del espacio por metro cuadrado tomando en cuenta que las materias primas para la elaboración de la cerámica plana son productos de gran volumen, así como también se incurre en costo de la mano de obra de los operarios de las distintas tracto mulas utilizadas para la descarga del material en la fábrica.

La empresa “ABC” cuenta con 7 trabajadores para el proceso de recepción y almacenamiento de la materia prima, según tabla sectorial del 2015 indica que los salarios son de \$371 más los beneficios de ley el costo mensual por cada operador de maquinaria pesada asciende a \$487,80.

Tabla 21. Costo mensual de recepción de materia prima

Costo mensual de recepción de MP						
Materia Prima	#de empleados	Costo por trabajador (incluye beneficios de ley)	Costo total de trabajadores	Índice Logístico (I log _i) Ref Tabla 22	Costo de recepción de MP	Costo Total de recepción de MP
	A	B	C	D=A*C	E=B*D	F=A*D
Arcilla	7	\$ 487,80	\$ 3.414,57	0,40329	\$ 196,72	\$ 1.377,07
Cuarzo	7	\$ 487,80	\$ 3.414,57	0,29630	\$ 144,53	\$ 1.011,73
Feldespatos	7	\$ 487,80	\$ 3.414,57	0,30041	\$ 146,54	\$ 1.025,78
TOTAL						\$ 3.414,57

Fuente: Obreros minas de Cuenca y Cumbe

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

El costo de recepción de la materia prima obtenemos mediante la multiplicación de los salarios por el índice logístico antes calculado, lo que nos permite tener un conocimiento total de los costos de recepción para cada materia prima.

Ejemplo:

Para el cálculo del costo de recepción de la arcilla multiplicamos el costo de cada operador que es de \$487,80 por el índice logístico correspondiente para ese ítem de 0,40329 lo que daría un costo total de recepción de arcilla para la empresa “ABC” de \$1.377,07.

3.2.1.2.3. Costo mensual de Almacenamiento de Materia Prima

Ilustración 11. Almacenamiento de Materia Prima



Fuente: Mina de Arcilla Jadán

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Para el almacenamiento de materias primas la empresa “ABC” cuenta con patios de 1300 m^2 la misma que ha sido adaptada para un adecuado flujo de materiales con una rotación máxima de 5 días.

Para el cálculo del costo de almacenamiento partimos en los parámetros establecidos en el gráfico no. 2 “Costos de Almacenamiento”, y se aplicará la fórmula #33 para su cálculo, además tomaremos como base el índice logístico para determinar los siguientes costos:

a. Costos directos

Para el cálculo adecuado de este costo es necesario analizar los costos de mano de obra, maquinaria y el costo de infraestructura.

- **Costo de mano de obra directa:** Los datos que se presentan a continuación han sido datos proporcionados por la empresa y del entorno para una mayor precisión de los mismos, se aplicará para su cálculo la fórmula #20 expuesta en el capítulo 2.



Tabla 22. Datos para el cálculo de la mano de obra directa

MANO DE OBRA DIRECTA		
	DATOS	UNIDAD
COMPRA MATERIA PRIMA	4738,5	TN
# Volquetas	3159	13 M3
OPERADOS DE MAQUINARIA INDUSTRIAL	35	PERSONAS
SALARIO	488	\$
CHOFERES DE VOLQUETAS	10	PERSONAS
SALARIO	983	\$
MANIPULACIONES	136	VECES
INDICE LOGISTICO	0,4033	

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Con los datos de la tabla anterior podemos obtener los costos de mano de obra directa para cada ítem de producto los mismos que se expondrán en la siguiente tabla:

Tabla 23. Costo mensual de mano de obra directa por ítem de MP

COSTO MENSUAL DE MANO DE OBRA DIRECTA POR ÍTEM DE PRODUCTO									
Cargo	Materia prima	# empleados	Costo Mensual por trabajador (Cmo) (incluye beneficios de lev)	Costo Salarial Total (Cmo)	Índice Logístico (I log _i) (ref. tabla 22)	Núm de manipulaciones (Nom r)	Índice Logístico (I log _i)*Núm de manipulaciones (Nom r)	Costo Mano de Obra por trabajador (Cmod)	Costo Total de Mano de Obra (Cmod)
Oper. De maquinaria industrial	Arcilla	35	\$ 487,80	\$ 17.072,87	0,4033	54,60	22,02	\$ 232,88	\$ 8.150,71
	Cuarzo				0,2963	40,11	11,89	\$ 125,70	\$ 4.399,55
	Feldespató				0,3004	40,67	12,22	\$ 129,22	\$ 4.522,61
COSTO TOTAL POR OPERADOR DE MAQ. INDUST							46,12		\$ 17.072,87
Chofer de Volqueta	Arcilla	10	\$ 983,15	\$ 9.831,50	0,4033	191,10	77,07	\$ 469,36	\$ 4.693,63
	Cuarzo				0,2963	140,40	41,60	\$ 253,35	\$ 2.533,50
	Feldespató				0,3004	142,35	42,76	\$ 260,44	\$ 2.604,37
COSTO TOTAL POR CHOFER DE VOLQUETA							161,43		\$ 9.831,50
TOTAL COSTO MENSUAL DE MANO DE OBRA DIRECTA									\$ 26.904,37

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

- **Costo del stock:** el stock en la empresa “ABC” es calculado en base a la cantidad recibida vs la utilizada para la fabricación mensual; para la fabricación la empresa utilizan tolvas con una capacidad máxima de 5 tn cada una con una rotación de 3 veces al día; es necesario realizar el cálculo del costo por perdida de la materia prima para poder obtener el valor del stock final.



Tabla 24. Costo mensual por pérdida de materias primas.

COSTO POR PERDIDA DE MATERIA PRIMA (C perd)						
Producto	Producción mensual	Costo por Caducidad (C cadu)	Costo por Extravíos 0,5% (C extv)	Costo unitario Deterioro (C deter)	Cantidad de producción extraviada (Tn)	Costo total por pérdida (C perd)
	A	B	C	D	E=A*0,5%	F=D+E
Arcilla	1.911,00	\$ -	\$ 0,0013	\$ -	9,56	\$ 0,0126
Cuarzo	1.404,00	\$ -	\$ 0,0009	\$ -	7,02	\$ 0,0066
Feldespatio	1.423,50	\$ -	\$ 0,0013	\$ -	7,12	\$ 0,0090
TOTAL	4.738,50				23,69	

Fuente: Empresa "ABC" "Mina Santa Susana".

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Con los datos calculados del costo de pérdida de materia prima, ahora se puede realizar el cálculo de costo del stock de materia prima.

Los datos analizados en la tabla anterior también nos expresa el costo operacional del stock, la empresa considera un porcentaje del 1% para el extravió de la materia prima, considerado como la cantidad de materia prima que se queda en los baldes de las volquetas o en los patios.

Tabla 25. Costo operacional mensual del stock de materias primas

COSTO MENSUAL OPERACIONAL DE STOCK DE LA EMPRESA "ABC"											
Materia Prima	VALORACIÓN DEL COSTO DE INVENTARIO (C invent)					COSTO POR PERDIDA DE CERÁMICA (C perd)				Costo de Oportunidad del inventario 5% (C opor)	Costo operacional de stock de cerámica (C op_stock)
	Q en inv.	Costo Prom. de Invent	Costo Total de espacio del producto (C esp_prod) (ref. tabla 29)	Dias de almacena	Valoración del costo por inventario (C invent)	Costo por Caducidad (C cadu)	Costo por Extravíos (C extv)	Costo por deterioro de la producción (C dete)	Costo total por pérdida (C perd)		
	A	B	C	D	E=(B+C/30)*D	F	G	H	I=F+G+H		
Arcilla	111	\$ 505,05	\$ 157,61	2	\$ 514,77	\$ -	\$ 0,0013	\$ -	\$ 0,0013	0,2275	\$ 515,00
Cuarzo	54	\$ 263,25	\$ 115,79	1	\$ 267,88	\$ -	\$ 0,0009	\$ -	\$ 0,0009	0,24375	\$ 268,13
Feldespatio	74	\$ 358,31	\$ 117,40	2	\$ 364,70	\$ -	\$ 0,0013	\$ -	\$ 0,0013	0,24375	\$ 364,95
TOTALES	239	\$ 1.126,61	\$ 390,80		\$ 1.147,35				\$ 0,0035	\$ 0,7150	\$ 1.148,07

Fuente: Empresa "ABC" "Mina Santa Susana".

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



Ejemplo:

El costo operacional del stock de la arcilla se obtiene del resultado de sumar los costos del producto más el costo de la materia prima en inventario 157,61, más el costo por perdida 0,0013 y el costo de oportunidad del 5% considerado por la empresa 0,2275 lo que da como resultado un costo operacional mensual de \$515,00 este procedimiento es el mismo para cada una de las materias primas generando un costos mensual total de \$1.148,07.

- **Costo mensual del producto:** el costo de las materias primas utilizadas para la fabricación de la cerámica plana fue extraído tanto de la empresa objeto de estudio como del mercado para tener un dato más próximo al mercado.

Tabla 26. Costo mensual de la Materia Prima.

Materia prima	Cantidad de MP /	Costo por Tn	Costo total de MP
	B	A	C=A*B
Arcilla	1.911	\$ 5	\$ 8.695
Cuarzo	1.404	\$ 4,9	\$ 6.845
Feldespato	1.424	\$ 4,9	\$ 6.940
TOTAL			\$ 22.479

Fuente: Empresa "ABC" "Mina Santa Susana".

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

- **Costo mensual del espacio por ítem de producto:** el costo del espacio por ítem de producto está compuesto por la sumatoria del costo del terreno, el costo de acondicionamiento, el costo del predio mensual de la nave destinada para almacenar, los costos de mantenimiento y los seguros e impuestos todo esto multiplicado por el valor obtenido del volumen ocupado sobre el instalado.

Los datos presentados en la tabla a continuación serán calculados en base a los datos propios de la empresa "ABC", los mismos que se presentaran en la tabla siguiente:



Tabla 27. Datos de cálculo del costo del espacio.

Costo del espacio		
Costos para almacenamiento de MP	Forma de cálculo	Valores
Costo terreno	(Valor del terreno + predio del terreno)/12	\$ 1.357,08
Costo de acondicionamiento	1300 m ² * 1\$	\$ 108,33
Nave destinada al almacenamiento	(Valor comercial de la construcción /20/12)	\$ 1.625,00
Costos de mantenimiento	1300 m ² * 1\$	\$ 108,33
Costo de seguros	La materia prima no es	\$0
Impuestos	No paga impuestos	\$0

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

El espacio destinado para el almacenamiento de la materia prima es de 1300 m² del mismo que se paga un impuesto predial de \$750 al año, el mismo que se ha dividido para 12 para obtener el valor mensual necesario para el cálculo, es decir que paga \$62,50 al mes esto más el valor comercial del terreno que de \$250 m² que nos daría los \$1,357.08 del costo mensual del terreno; de igual forma para el cálculo del costo de la nave destinada al almacenamiento de la materia prima se ha tomado el valor el valor comercial del terreno más construcción que es de \$300 dividido para 20 años de vida útil y para 12 meses lo que nos da un valor mensual de \$1,625 para el costo del acondicionamiento y de mantenimiento se paga anualmente el valor de \$1 por metro cuadrado dando un costo de \$1300 para ambos, y por último la empresa no cuenta con seguros para la materia prima y tampoco paga impuestos en su materia prima al tratarse de productos extraídos directamente de la naturaleza es por ello que estos rubros tienen un valor de \$0.



Tabla 28. Costo mensual de espacio por ítem de producto

COSTOS MENSUALES DIRECTOS DE MATERIA PRIMA EMPRESA "ABC"										
Materia prima	Índice Logístico (I _{log_i})	Costo del terreno (C _{terr})	Costo de acondicionamiento acond)	Costo de nave de almacenamiento (C _{nave_t})	Costos de mantenimiento (c _{mant_esp})	Volumen utilizado (m3)	Volumen real (m3)	Volumen de espacio por producto m3	Costo total de espacio del producto	Costo T de espacio del produc (C _{esp_prod})
	A	B=A*ΣB	C=A*ΣC	D=A*ΣD	E=A*ΣE	F	G	H=F/G	I=(B+C+D+E)*H	J=I/F
Arcilla	0,4033	547,30	\$ 43,69	\$ 655,35	\$ 43,69	1.274	10.428	0,1222	\$ 157,61	\$ 0,12
Cuarzo	0,2963	402,10	\$ 32,10	\$ 481,48	\$ 32,10	936	7.661	0,1222	\$ 115,79	\$ 0,12
Feldespatato	0,3004	407,68	\$ 32,54	\$ 488,17	\$ 32,54	949	7.768	0,1222	\$ 117,40	\$ 0,12
TOTALES	1	\$ 1.357,08	\$ 108,33	\$ 1.625,00	\$ 108,33	3.159	25.857	0,3665	\$ 390,80	

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



Aplicando la formula # 24 de la metodología antes expuesta, el costo del terreno se obtiene de multiplicar el índice logístico de 0,4033 por el total del costo del terreno que para este formato es de \$547,30 para el cálculo de los siguientes costos de acondicionamiento, de infraestructura (nave), mantenimiento, seguros e impuestos se aplica la misma metodología utilizada para el cálculo del costo del terreno del mismo que se obtiene un costo mensual de espacio de la arcilla de \$157,61

- **Costo de inventario:** para el cálculo del costo de inventario se aplicará la formula #22, para la cual es necesario calcular antes el costo del producto, costo de espacio y los días de almacenamiento de la materia prima.

Tabla 29. Costos de inventario.

Materia prima	Peso tn	# tolbas mes	tn x tolba	Q mes	Inventario mes	Costo unitario por tn	Costo mp utili	Costo mp inv	Rotacion del inventario	N. de dias de almacenamiento
	A	B	C	D=B*C	E=A-D	F	G=D*F	H=E*F	I=D/E	J=30/I
Arcilla	1.911	360	5	1.800	111	\$ 5	8.190,00	505,05	16	2
Cuarzo	1.404	270	5	1.350	54	\$ 5	6.581,25	263,25	25	1
Feldespat	1.424	270	5	1.350	74	\$ 5	6.581,25	358,31	18	2
TOTALES				4500	238,5		21352,5	1.126,61		

Fuente: Empresas a “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

b. Costos indirectos

Para el cálculo de los costos indirectos es necesario el cálculo de los siguientes costos: el costo de la mano de obra indirecta, los costos referentes a equipos y sistemas informáticos y por último costos administrativos, la empresa carga el 30% a la materia prima y el 70% ya al producto terminado.

- **Mano de obra Indirecta:** La empresa cuenta 161 empleados en el área administrativa, 6 operadores de montacargas y 12 choferes de Trailers, los mismos con un costo por empleado de \$482,89, \$647,15 y \$1.072,90 respectivamente, los costos detallados anteriormente son costos incluidos beneficios de ley. Aplicación de la fórmula # 31.



- **Equipos y sistemas informáticos:** La empresa realiza una renovación de sus equipos y sistemas cada 3 años para lo cual destinan un presupuesto de \$3.220 con el fin de mejorar la eficiencia y eficacia de las distintas labores. Aplicación de la fórmula # 32.
- **Costos administrativos:** La empresa cuenta con un presupuesto de \$9.000 al año para el pago de los servicios básicos y para la compra de útiles de oficina con el fin de cumplir con las necesidades de los empleados. Aplicación de la fórmula # 33.

A continuación presentaremos se expondrá el cálculo de los costos indirectos de la empresa “ABC” mediante la aplicación de la fórmula # 30:

Tabla 30. Costos indirectos de Materia Prima

Materia prima	Prodct. Almacenados en m3	Índice Logístico (I log.) (ref. tabla 22)	Costo mano de obra indirecta (C moi)	Costo de equipos y sistemas (C eqs_inf_ind)	Costos administrativos			Costo total de MP	Costo total unitario
					Cost. De Sumin. de oficina.	Costos por servicios básicos	Total costo administrativo unitario (C adm)		
					E=ΣG*B	F=ΣI*B	G=E+F		
Arcilla	1911	0,4033	\$11.433,70	\$108,22	\$120,988	\$967,90	\$1.088,89	\$ 12.630,801	\$ 6,61
Cuarzo	1404	0,2963	\$8.400,27	\$79,51	\$88,89	\$711,11	\$800,00	\$ 9.279,772	\$ 6,61
Feldespat	1424	0,3004	\$8.516,94	\$80,61	\$90,12	\$720,99	\$811,11	\$ 9.408,658	\$ 6,61
TOTALES	4739	1	\$28.350,90	\$268,33	\$300,00	\$2.400,00		\$ 31.319,230	

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Una vez obtenidos los costos directos e indirectos en los que la empresa incurre procedemos al cálculo del costo total de almacenamiento que es la suma de los costos directos más los costos indirectos.

Tabla 31. Costo Total mensual de Almacenamiento de Materia Prima.

COSTO MENSUAL DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA			
Materia prima	Costos Directos (C direct) (ref. tabla 26)	Costos Indirectos (C indir) (ref. tabla 31)	Costo total de almacenamiento (C alm)
	A	B	C=A+B
	Arcilla	\$ 13.359,34	\$ 12.630,80
Cuarzo	\$ 6.933,05	\$ 9.279,77	\$ 16.212,83
Feldespat	\$ 7.126,98	\$ 9.408,66	\$ 16.535,63
TOTAL			\$ 58.738,60

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Una vez analizado el proceso y realizados los cálculos del proceso de almacenamiento de materia prima procedemos a la obtención del costo de transferencia del producto terminado.



Mediante los cálculos anteriores el costo de transferencia de la materia prima se obtiene de la sumatoria del costo de recepción y del costo total de almacenamiento. Aplicación de la fórmula # 16.

Tabla 32. Costo de transferencia de la Materia Prima

COSTO MENSUAL DE TRANSFERENCIA DEL PRODUCTO TERMINADO MENSUAL			
Materia prima	Costo de recepción de producto terminado (C recep) (ref. tabla 24)	Costo de almacenamiento (C alm) (ref. tabla 32)	Costo de transferencia (C transf)
	A	B	C=A+B
Arcilla	\$1.377,07	\$25.990,14	\$27.367,21
Cuarzo	\$1.011,73	\$16.212,83	\$17.224,55
Feldespató	\$1.025,78	\$16.535,63	\$17.561,41
TOTAL			\$62.153,17

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Ejemplo:

El costo de transferencia que deberá asumir la empresa “ABC” por ejemplo para la arcilla es de \$27.367,21 este valor es el resultado de sumar el costo de recepción de \$1.377,07 el costo de almacenamiento y de \$25.990,14.

Con la obtención del costo de transferencia de la materia prima se concluye con el primer eslabón de la cadena de suministro, en los cuales se aplicaran los mismos métodos aplicados en esta etapa para el cálculo de los costos en el siguiente eslabón.

3.2.2. Parámetros de la Subred Fábrica-Centros de Distribución

3.2.2.1. Costo de transferencias del producto terminado a los centros de distribución

El costo de transferencia del producto terminado es asumido por la empresa “ABC” al momento de comercializar su producto, ya que este se encuentra listo para ser enviado a los distintos Centros de Distribución autorizados. Para el cálculo de este costo se considerará la misma metodología antes mencionada en la materia prima, puesto que está conformada por los mismos rubros como recepción, almacenamiento y despacho.



Los parámetros de los costos de recepción, almacenamiento y despacho del producto terminado servirán para obtener el costo de transferencia final.

3.2.2.1.1. Índice logístico

El índice logístico es de vital importancia para el cálculo de las distintas fórmulas al momento de determinar el costo del producto terminado y sus diferentes costos. En la empresa “ABC” existen una gran variedad de productos por lo que en el análisis de estudio a realizarse se plantea un modelo aplicable a los distintos eslabones de la cadena de suministros.

Para determinar el índice logístico se utilizara la fórmula #17, 18 y 19, explicadas anteriormente en el capítulo 2

En donde alfa y beta tendrán una ponderación de acuerdo a su importancia, para el caso del análisis en la empresa “ABC” alfa tendrá un valor de 0,70 y beta 0,30 ya que es de mayor importancia el peso y no el volumen, debido a que la cerámica plana para el traslado y almacenamiento se considera por su peso.

De acuerdo a las normas establecidas en el “Acuerdo Ministerial 036” del Ministerio de Transporte y Obras Públicas los transportes deben cumplir con un peso determinado de acuerdo al tipo de vehículo que utilicen; el peso máximo bruto a enviar en un transporte (Tráiler 3 ejes) según el reglamento es de 48 toneladas y el peso neto de 30 toneladas.

El índice de peso y volumen se obtiene dividiendo el peso de cada producto para la sumatoria total de los mismos, y de la misma manera para el índice de volumen.

Tabla 33. Índice logístico para el producto terminado

ÍNDICE LOGÍSTICO DE CERÁMICA PLANA DE LA EMPRESA "ABC"								
Producto	Formato	Peso de la cerámica (kg)	Volumen de la cerámica (m ³)	α (peso)	β (volumen)	Índice de Peso (I _{pes})	Índice de Volumen (I _{vol})	Índice Logístico (I _{log})
		A	B	C	D	E=A/ΣA	F=B/ΣB	G=(C*E)+(D*F)
Cerámica para pared	20x30	731.607	659	0,70	0,30	0,0705	0,0814	0,0738
Cerámica para pared	25x44	955.889	785	0,70	0,30	0,0921	0,0970	0,0936
Cerámica para piso	30x30	1.196.341	969	0,70	0,30	0,1153	0,1198	0,1166
Cerámica para piso	40x40	2.813.944	2.077	0,70	0,30	0,2712	0,2567	0,2668
Cerámica para piso	45x45	4.678.432	3.603	0,70	0,30	0,4509	0,4452	0,4492
TOTALES		10.376.213	8.094			1,00	1,00	1,00

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



Como se puede observar en la tabla del índice logístico, el peso y volumen de cada producto es diferente debido al formato de cada cerámica.

Por ejemplo: en el caso de la cerámica para pared de 20x30, el índice de peso es el resultado de dividir 731.607 *kg* para la sumatoria total de 10.376.213 *kg*, dando como resultado 0,0705; de igual forma se deberá realizar el cálculo para el índice de volumen.

Para determinar el índice logístico se multiplica el valor de alfa 0,70 por el índice de peso 0,0705 más el valor de beta 0,30 multiplicado por el índice de volumen 0,0814 obteniendo como índice logístico 0,0738.

El índice logístico permitirá desarrollar el modelo para el cálculo de costo de almacenamiento de un producto explícito en el capítulo 2.

3.2.2.1.2. Costo de recepción de producto terminado

Todos los productos elaborados por la empresa “ABC” se encuentran bajo las normas de calidad, NTE INEN ISO 13006, NTE INEN ISO 650:2000, RTE INEN 033.2008, y son clasificados por la empresa dependiendo el tipo de producto final.

Para el cálculo de este costo se tomará como muestra a un centro de distribución donde se identificará el número de trabajadores en el área de manipulación del producto, el salario de cada uno de ellos y el índice logístico del producto terminado. En cada centro la empresa “ABC” cuenta con 2 trabajadores industriales y 1 operador de montacargas para la recepción del producto.

Para el cálculo del costo de recepción del producto terminado se utilizara la fórmula # 36 explicada en el capítulo 2:

Como se puede observar en la tabla #34, el costo por trabajador en la cerámica para pared de 20x30 es de \$477,02 y \$647,15 incluido beneficios de ley, aplicando la fórmula establecida se obtiene un costo de recepción por producto de \$118,15 para un centro de distribución tomado como muestra de la empresa “ABC”; de igual manera se realiza el cálculo para los demás formatos.



Tabla 34. Costo mensual de Recepción el Producto Terminado

COSTO MENSUAL DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO DE LA EMPRESA "ABC" (Centro de Distribución "X")									
Producto	Formato	Cargo	Núm. Trabajadores	Índice Logístico (I log _i)	Costo por trabajador (incluye beneficios de ley)	Costo total de trabajadores	Costo Total de recepción por trabajador	Costo de recepción por trabajador	Costo Total de recepción por producto
			A	B	C	D=A*C	E=B*D	F=E/A	G=ΣE
Cerámica para pared	20x30	Trabajador Industrial	2	0,0738	\$ 477,02	\$ 954,05	\$ 70,40	\$ 35,20	\$ 118,15
		Operador de Montacargas	1		\$ 647,15	\$ 647,15	\$ 47,75	\$ 47,75	
Cerámica para pared	25x44	Trabajador Industrial	2	0,0936	\$ 477,02	\$ 954,05	\$ 89,28	\$ 44,64	\$ 149,83
		Operador de Montacargas	1		\$ 647,15	\$ 647,15	\$ 60,56	\$ 60,56	
Cerámica para piso	30x30	Trabajador Industrial	2	0,1166	\$ 477,02	\$ 954,05	\$ 111,28	\$ 55,64	\$ 186,76
		Operador de Montacargas	1		\$ 647,15	\$ 647,15	\$ 75,48	\$ 75,48	
Cerámica para piso	40x40	Trabajador Industrial	2	0,2668	\$ 477,02	\$ 954,05	\$ 254,57	\$ 127,29	\$ 427,25
		Operador de Montacargas	1		\$ 647,15	\$ 647,15	\$ 172,68	\$ 172,68	
Cerámica para piso	45x45	Trabajador Industrial	2	0,4492	\$ 477,02	\$ 954,05	\$ 428,52	\$ 214,26	\$ 719,20
		Operador de Montacargas	1		\$ 647,15	\$ 647,15	\$ 290,68	\$ 290,68	
TOTAL									\$ 1.601,20

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

3.2.2.1.3. Costo mensual de almacenamiento de producto terminado

Para el almacenamiento del producto terminado la empresa "ABC" cuenta con una bodega de 3320 m², para el cálculo del costo de almacenaje se tomará en cuenta el índice logístico, así como los rubros que componen los costos directos e indirectos, del "Modelo de costos del proceso del almacenamiento" previamente ilustrado en el capítulo anterior.

a. Costos directos

Está compuesto por los costos operacionales de almacenamiento, operacionales de stock y operacionales complementarios.

1. Operacionales de almacenamiento

Para el cálculo del costo directo se tomará el costo de mano de obra, costo de infraestructura y el costo de maquinaria que en el caso de la empresa "ABC" el costo de maquinaria es cargado en su totalidad al costo final del producto terminado, es por ello que no se genera un costo establecido para el cálculo.

- a. **Costo mensual de mano de obra:** La empresa "ABC" cuenta con 341 trabajadores industriales en tres turnos rotativos, distribuidos en las 5 etapas del proceso productivo. El costo por trabajador es de \$371,13 según tabla sectorial 2015, los



beneficios de ley son de \$116,83 generando un costo total de mano de obra directa de \$487,96 por trabajador.

Tabla 35. Datos mensuales para el cálculo de mano de obra

DATOS MANO DE OBRA DIRECTA		
	DATOS	UNIDAD
Inventario mensual de Pallets	614	Unidad/mes
Núm. de trabajadores	341	Personas
Costo total de trabajadores	\$ 487,96	Dólares/mes
Num de manipulaciones	2	Veces
Índice Logístico	0,0738	Formato 20x30
	0,0936	Formato 25x44
	0,1166	Formato 30x30
	0,2668	Formato 40x40
	0,4492	Formato 45x45

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Para el cálculo del costo mensual de mano de obra se utilizará la fórmula #20.

Tabla 36. Costo mensual de mano de obra directa de Producto Terminado

COSTO MENSUAL DE MANO DE OBRA DIRECTA DE LA EMPRESA "ABC"								
Formato	Cargo	Num Trabajadores	Costo Mensual por trabajador (Cmo) (incluye beneficios de ley)	Costo Salarial Total (Cmo)	Índice Logístico (Ilog _i)	Núm de manipulaciones (Npm _r)	Índice Logístico (Ilog _i)*Núm de manipulaciones (Npm _r)	Costo Total de Mano de Obra (Cmod)
		A	B	C=A*B	D	E	F=D*E	G=C*(F/5F)
20x30	Operador de maquinaria Industrial	341	\$ 487,96	\$ 166.393,30	0,0738	2	0,1328	\$ 12.278,16
25x44					0,0936		0,1684	\$ 15.570,30
30x30					0,1166		0,2100	\$ 19.407,72
40x40					0,2668		0,4803	\$ 44.399,39
45x45					0,4492		0,8086	\$ 74.737,73
TOTAL							1,8001	\$ 166.393,30

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Por ejemplo: cálculo de la mano de obra directa para el formato de 20x30.

Para el desarrollo de la metodología del cálculo del costo de mano de obra directa, se necesita el índice logístico (*Ilog_i*) del formato 20x30 de 0,0738 (tabla N.34), el número de manipulaciones (*Npm_r*) que se obtiene de la división del inventario mensual de 614 pallets de cerámica plana para los 341 trabajadores, dando como resultado 2 manipulaciones; una vez obtenida esta información se procede a la aplicación de la fórmula #20 obteniendo un costo mensual de mano de obra para este producto de \$12.278,16.



2. Operacionales de stock

En el costo operacional de stock involucra a los costos de inventario, costos por pérdida, costo de oportunidad y obsolescencia.

a. Costo de inventario: Para determinar el costo del inventario de la empresa "ABC" se deberá tomar en consideración el costo del producto, costo del espacio del producto y los días de almacenamiento de los productos terminados:

- **Costo del producto terminado:** El costo del producto terminado es el valor que se asigna al bien después de su producción en este se incluyen materiales directos, mano de obra y costos indirectos de fabricación.

Tabla 37. Costo mensual del producto terminado

COSTO MENSUAL DEL PRODUCTO CERÁMICO TERMINADO DE LA EMPRESA "ABC"							
Producto	Formato	Cantidad de Producción Mensual (m2)	Costo unitario de producción por m2 (sin embalaje)	m2 de cerámica por pallet	Costo de cerámica por pallet	Numero de pallets de cerámica al mes	Costo total de cerámica
		A	B	C	D=B*C	E	F=D*E
Cerámica para pared	20x30	55.230,00	\$ 5,00	120	\$ 600,00	461	\$ 276.600,00
Cerámica para pared	25x44	64.800,00	\$ 5,50	116	\$ 638,00	559	\$ 356.400,00
Cerámica para piso	30x30	73.860,00	\$ 5,50	108	\$ 594,00	684	\$ 406.230,00
Cerámica para piso	40x40	160.680,00	\$ 6,00	91	\$ 547,20	1.762	\$ 964.080,00
Cerámica para piso	45x45	246.810,00	\$ 6,00	93	\$ 556,80	2.660	\$ 1.480.860,00
TOTAL		601.380,00			\$ 2.936,00	6.124,94	\$ 3.484.170,00

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Ejemplo:

El costo del producto por pallet en el formato de 20x30 de cerámica plana es de \$600,00 con un costo por metro cuadrado de \$5,00, en el pallet se embalan 120 m², obteniendo en el mes 461 pallets lo que representa un costo total de \$276.600,00.

- **Días de almacenamiento:** Para el cálculo de rotación del inventario de la bodega principal de la empresa "ABC", es necesario determinar la cantidad demandada mensualmente la misma que representa el 90% de la producción, el costo del producto vendido y el costo promedio del inventario.



Por lo tanto se calculará la rotación del inventario utilizando la fórmula #23:

Tabla 38. Días de almacenamiento del producto terminado

DIAS DE ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO CERÁMICO TERMINADO DE LA EMPRESA "ABC" (MENSUAL)									
Producto	Formato	Producción de cerámica (m ²)	Demanda de cerámica (m ²)	Inventario de cerámica (m ²)	Costo unitario de producción por m ² (sin embalaje)	Costo total de venta	C. Promedio de inventarios	Rotación del inventario	Núm días de almacenamiento
		A	B	C	D	E=B*D	F=C*D	G=E/F	H=30/G
Cerámica para pared	20x30	55.230,00	49.707,00	5.523,00	\$ 5,00	\$ 248.535,00	\$ 27.615,00	9	3
Cerámica para pared	25x44	64.800,00	58.320,00	6.480,00	\$ 5,50	\$ 320.760,00	\$ 35.640,00	9	3
Cerámica para piso	30x30	73.860,00	66.474,00	7.386,00	\$ 5,50	\$ 365.607,00	\$ 40.623,00	9	3
Cerámica para piso	40x40	160.680,00	144.612,00	16.068,00	\$ 6,00	\$ 867.672,00	\$ 96.408,00	9	3
Cerámica para piso	45x45	246.810,00	222.129,00	24.681,00	\$ 6,00	\$ 1.332.774,00	\$ 148.086,00	9	3
TOTAL		601.380,00	541.242,00	60.138,00		\$ 3.135.348,00	\$ 348.372,00		

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Ejemplo.

La rotación del inventario del formato de 20x30 se obtiene de la división del costo de la producción vendida de \$248.535,00 para el promedio de inventario de \$27.615,00, dando como resultado una rotación de inventario de 9 veces al mes, es decir que cada 3 días rota el inventario.

- **Costo mensual de espacio del producto terminado:** Para el cálculo de este costo se necesita el costo del terreno, costo de acondicionamiento, costo de la nave destinada al almacén, costos de mantenimiento, costos de seguros, impuestos, capacidad de la bodega total y utilizada. Como se expuso en la aplicación de esta metodología en el caso de la materia prima, se tomará el 70% del valor total de los costos mencionados para este cálculo.

La empresa "ABC" cuenta con un terreno de 3.320 m² destinado para el almacenamiento de cerámica plana hasta 5 pallets de alto, de los cuales el 30% del espacio es destinado a los corredores y el 70% es para el almacenamiento.



Tabla 39. Datos mensuales del terreno

Datos	
Tamaño del terreno (m2)	3.320
Costo comercial por metro cuadrado (m2)	\$ 250,00
Costo comercial de infraestructura (nave m2)	\$ 300,00
Costo por metro cuadrado de acondicionamiento de la bodega	\$ 1,00
Costo por metro cuadrado de mantenimiento de la bodega	\$ 1,00
Costo anual de seguros	\$ 10.000,00
Impuestos anuales pagados	\$ 25.000,00

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

A continuación se presenta la tabla con los cálculos respectivos para el costo del espacio aplicando la formula #24:

Tabla 40. Costo mensual del espacio del producto terminado

COSTO MENSUAL DEL ESPACIO DEL PRODUCTO CERÁMICO EN LA BODEGA PRINCIPAL DE LA EMPRESA "ABC"												
Producto	Formato	Índice Logístico (I log _i)	Costo del terreno (C terr)	Costo de acondicionamiento (C acond)	Costo de nave destinada a almacenamiento (C nave _t)	Costos de mantenimiento (c mant _{esp})	Costos de Seguro (C seg)	Costos de Impuestos (C imp)	Volumen utilizado (m3)	Volumen real (m3)	Volumen de espacio por producto (m3)	Costo Total de espacio del producto (C esp _{prod})
		A	B=A*ΣB	C=A*ΣC	D=A*ΣD	E=A*ΣE	F=A*ΣF	G=A*ΣG	H=A*ΣH	I=A*ΣI	J=H/I	K=(B+C+D+E+F+G)*J
Cerámica para pared	20x30	0,0738	\$ 255,19	\$ 20,42	\$ 214,36	\$ 20,42	\$ 61,49	\$ 153,73	382,97	464,88	1,2139	\$ 880,79
Cerámica para pared	25x44	0,0936	\$ 323,61	\$ 25,89	\$ 271,84	\$ 25,89	\$ 77,98	\$ 194,95	485,66	589,52	1,2139	\$ 1.116,95
Cerámica para piso	30x30	0,1166	\$ 403,37	\$ 32,27	\$ 338,83	\$ 32,27	\$ 97,20	\$ 243,00	605,35	734,82	1,2139	\$ 1.392,24
Cerámica para piso	40x40	0,2668	\$ 922,80	\$ 73,82	\$ 775,15	\$ 73,82	\$ 222,36	\$ 555,90	1.384,87	1.681,05	1,2139	\$ 3.185,04
Cerámica para piso	45x45	0,4492	\$ 1.553,36	\$ 124,27	\$ 1.304,82	\$ 124,27	\$ 374,30	\$ 935,76	2.331,16	2.829,73	1,2139	\$ 5.361,40
TOTAL			\$ 3.458,33	\$ 276,67	\$ 2.905,00	\$ 276,67	\$ 833,33	\$ 2.083,33	5.190,00	\$ 6.300,00		\$ 11.936,42

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Ejemplo: formato de cerámica plana 20x30

Aplicando la metodología antes expuesta, el costo del terreno *C. terr* se obtiene de multiplicar el índice logístico *I log_i* de 0,0738 por el total del costo del terreno que para este formato es de \$255,19, para el cálculo de los siguientes costos de acondicionamiento *C. acond*, de infraestructura (nave) *C. nave_t*, mantenimiento *C. mant_{esp}*, seguros *C. seg* e impuestos *C. imp* se aplica la misma metodología utilizada en el cálculo del costo del terreno.



- **Costo mensual de inventario**

Para determinar el costo de inventario se aplicó la fórmula #22, obteniendo un valor de \$27.859,66 en el formato 20x30

b. Costo mensual por pérdida de producto terminado

Para determinar el costo mensual por pérdida del producto terminado se necesita el costo por caducidad, extravíos y deterioro en productos terminados, en la empresa "ABC" no se obtienen costos por caducidad ya que estos no son perecibles, ni se tomará en cuenta los costos por extravíos debido a que en la empresa no existen pérdidas físicas, y para el deterioro se asignará un 2% a la producción total puesto que esta se puede romper o estar en condiciones no adecuadas para la venta, a continuación se presenta el costo por pérdida que representa para la empresa, aplicando la fórmula #25, se obtiene un costo total por pérdida para el formato de 20x30 de \$110,46 de la producción mensual.

c. Costo de Oportunidad

La empresa "ABC" tiene un 95% en su nivel de satisfacción, quedando un margen del 5% de error, que en este caso representaría el costo de oportunidad el cual sería el valor de la alternativa deseada, para su cálculo se ha utilizado la fórmula #26 :

Como se puede observar en la tabla ilustrada a continuación el costo de oportunidad para la cerámica de 20x30 es de \$30,00, es decir que por cada dólar que invierta la empresa se recuperará \$30 dólares siendo esto de beneficio para la empresa. Por lo tanto los valores calculados anteriormente servirán como insumo para determinar el costo operacional de stock, calculado de la siguiente manera mediante la fórmula #21:



Tabla 41. Costo mensual operacional de Stock de producto terminado

COSTO MENSUAL OPERACIONAL DE STOCK DE LA EMPRESA "ABC"											
Producto	Formato	VALORACIÓN DEL COSTO DE INVENTARIO (C invent)				COSTO POR PERDIDA DE CERÁMICA (C perd)				Costo de Oportunidad del inventario 5% (C oport)	Costo operacional de stock de cerámica (C op_stock)
		C. Promedio de Inventarios	Costo Total de espacio del producto (C esp_prod)	Núm. De días de almacenamiento	Valoración del costo por inventario (C invent)	Costo por Caducidad (C cadu)	Costo por Extravíos (C extv)	Costo por deterioro de la producción (C dete)	Costo total por perdida (C perd)		
		A	B	C	$D=A+(B/30)*C$	E	F	H	I=E+F+H		
Cerámica para pared	20x30	\$ 27.615,00	\$ 880,79	3	\$ 27.712,87	\$ -	\$ -	\$ 110,46	\$ 110,46	\$ 30,00	\$ 27.853,33
Cerámica para pared	25x44	\$ 35.640,00	\$ 1.116,95	3	\$ 35.764,11	\$ -	\$ -	\$ 142,56	\$ 142,56	\$ 31,90	\$ 35.938,57
Cerámica para piso	30x30	\$ 40.623,00	\$ 1.392,24	3	\$ 40.777,69	\$ -	\$ -	\$ 162,49	\$ 162,49	\$ 29,44	\$ 40.969,62
Cerámica para piso	40x40	\$ 96.408,00	\$ 3.185,04	3	\$ 96.761,89	\$ -	\$ -	\$ 385,63	\$ 385,63	\$ 27,23	\$ 97.174,76
Cerámica para piso	45x45	\$ 148.086,00	\$ 5.361,40	3	\$ 148.681,71	\$ -	\$ -	\$ 592,34	\$ 592,34	\$ 27,84	\$ 149.301,89
TOTAL		\$ 348.372,00	\$ 11.936,42		\$ 349.698,27	\$ -	\$ -	\$ 1.393,49	\$ 1.393,49	\$ 146,41	\$ 351.238,17

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



El costo de operacional de stock del formato 20x30 es de \$27.853,33, calculado con la fórmula #21 es decir, sumando la valoración del costo por inventario de \$27.712,87 más el costo de perdida de \$110,46 y más el costo de oportunidad de \$30,00, de igual manera se realiza el cálculo para los demás productos.

3. Operacionales complementarios

Los costos operacionales complementarios contemplan los costos referentes a embalaje, tanto de maquinaria como los materiales que intervienen.

- Materiales para embalaje

El material que interviene en el embalaje del producto terminado es: el cartón, los pallets de madera, el plástico stretch y zuncho plástico, la empresa mensualmente gasta en estos materiales \$ 54.625,00 aproximadamente.

Tabla 42. Materiales para embalar producto Terminado

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Pallet	Madera 1,12x1,12x0,125	
Cartón	Cartón con logo de la empresa las medidas dependen del tipo de formato	
Plástico Stretch	Rollos de plástico 50cmx400m	
Zuncho plástico	Rollo de correas plásticas. 19 mm- 1.02 -852 kilos 914 m/ rollo	

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



Tabla 43. Costo mensual de los materiales de embalaje de producto terminado

MATERIAL	COSTO TOTAL
Plástico stretch	\$ 175,00
Correas plásticas zuncho	\$ 200,00
Cartón	\$ 54.000,00
Pallet	\$ 250,00
TOTAL	\$ 54.625,00

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Tabla 44. Costo mensual de material de embalaje de producto terminado

COSTO MENSUAL DE MATERIALES DE EMBALAJE DEL PRODUCTO CERÁMICO DE LA EMPRESA "ABC"						
Producto	Formato	Índice Logístico (Ilog _i)	Num de pallets mensuales	Índice Logístico (Ilog _i)*Núm de pallets producidos al mes	Costo mensual de materiales de embalaje (C _{mat emb})	material de embalaje por formato (C _{mat emb})
		A	B	C=A*ΣB	D	E=D*(C/ΣC)
Cerámica para pared	20x30	0,0738	461	451,96	\$ 54.625,00	\$ 4.030,78
Cerámica para pared	25x44	0,0936	559	573,14		\$ 5.111,55
Cerámica para piso	30x30	0,1166	684	714,40		\$ 6.371,33
Cerámica para piso	40x40	0,2668	1.762	1.634,34		\$ 14.575,81
Cerámica para piso	45x45	0,4492	2.660	2.751,10		\$ 24.535,53
TOTAL			6.125	6.124,94		\$ 54.625,00

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Ejemplo:

Para el cálculo del material de embalaje en el formato de 20x30 se utilizó la fórmula #28 es decir se multiplica el costo de material mensual de \$54.625,00 por la multiplicación obtenida entre el índice logístico y el número de pallets 451,96 y esto dividido para la sumatoria de 6124,94, obteniendo un costo por producto de \$4.038,78.

- Maquinarias de Embalaje

La empresa "ABC" dispone de maquinaria industrial de última tecnología para embalar el producto terminado valuada en \$1.000.000,00, para los cálculos se tomará en cuenta la depreciación de la misma que es \$7.500,00 mensuales, para obtener el costo de maquinaria de embalaje para el formato 20x30 se realizó mediante la fórmula #29 explicado en el capítulo 2.



Tabla 44. Costo mensual de maquinaria de embalaje por producto terminado

COSTO MENSUAL DE MAQUINARIA DE EMBALAJE DEL PRODUCTO CERÁMICO DE LA EMPRESA "ABC"						
Producto	Formato	Índice Logístico (I _{log_i})	Num de pallets mensuales	Índice Logístico (I _{log_i})*Núm de pallets producidos al mes	Costo mensual de la maquinaria de embalaje (C _{maq_emb})	Costo de maquinaria de embalaje por formato (C _{maq_emb})
		A	B	C=A*B	D	E=D*(C/ΣC)
Cerámica para pared	20x30	0,0738	461	34,0172	\$ 7.500,00	\$ 553,42
Cerámica para pared	25x44	0,0936	559	43,1382		\$ 701,81
Cerámica para piso	30x30	0,1166	684	53,7699		\$ 874,78
Cerámica para piso	40x40	0,2668	1.762	123,0105		\$ 2.001,26
Cerámica para piso	45x45	0,4492	2.660	207,0642		\$ 3.368,72
TOTAL			6.125	461,0000		\$ 7.500,00

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

El costo de maquinaria por formato es el resultado de multiplicar el valor de la depreciación de la maquinaria de \$7.500,00 por 34,01 dividido para la sumatoria de 461,00 dando como resultado un costo de maquinaria de \$553,42 en el formato de 20x30.

A continuación se presenta el total del costo operacional complementario calculado mediante la fórmula #27

Tabla 45. Costos mensuales operacionales complementarios de producto terminado

COSTOS OPERACIONALES COMPLEMENTARIOS MENSUALES				
Producto	Formato	Costos de maquinaria de embalaje (C _{maq_emb})	Costo de materiales de embalaje (C _{mat_emb})	TOTAL (C _{op_comp})
		A	B	C=A+B
Cerámica para pared	20x30	\$ 553,42	\$ 4.030,78	\$ 4.584,20
Cerámica para pared	25x44	\$ 701,81	\$ 5.111,55	\$ 5.813,36
Cerámica para piso	30x30	\$ 874,78	\$ 6.371,33	\$ 7.246,11
Cerámica para piso	40x40	\$ 2.001,26	\$ 14.575,81	\$ 16.577,06
Cerámica para piso	45x45	\$ 3.368,72	\$ 24.535,53	\$ 27.904,26
TOTAL		\$ 7.500,00	\$ 54.625,00	\$ 62.125,00

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

El costo operacional complementario es el resultado de sumar el costo de maquinaria y costo de materiales de embalaje previamente calculados, dando como resultado para el formato de 20x30 de \$4.584,20

Para el costo total de almacenamiento que son el total de los costos directos se utilizará la formula #33 explicada en el capítulo anterior.



Tabla 46. Costo mensual operacional procesos de almacenamiento (Costos Directos)

COSTOS OPERACIONALES PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE LA EMPRESA "ABC"						
Producto	Formato	Costo operacional de almacenamiento (C alm)	Costo operacional de stock (C op_stock)	Costos operacionales complementarios (C op_compl)	Total Costos Directos (C directo)	
		A	B	C	D=A+B+C	
Cerámica para pared	20x30	\$ 12.278,16	\$ 27.853,33	\$ 4.584,20	\$	44.715,69
Cerámica para pared	25x44	\$ 15.570,30	\$ 35.938,57	\$ 5.813,36	\$	57.322,23
Cerámica para piso	30x30	\$ 19.407,72	\$ 40.969,62	\$ 7.246,11	\$	67.623,45
Cerámica para piso	40x40	\$ 44.399,39	\$ 97.174,76	\$ 16.577,06	\$	158.151,22
Cerámica para piso	45x45	\$ 74.737,73	\$ 149.301,89	\$ 27.904,26	\$	251.943,88
TOTAL		\$ 166.393,30	\$ 351.238,17	\$ 62.125,00	\$	579.756,47

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Según la metodología explicada en el capítulo 2 los costos directos son el resultado de sumar los costos operacionales proceso de almacenamiento más el costo operacional exterior, pero para la empresa "ABC" no se tomará en cuenta los costos operacionales de exterior por restricción de datos, por lo tanto el Costo Directo será igual al costo operacional proceso de almacenamiento que es el resultado de sumar el costo de almacenamiento, el costo de stock y el costo complementario dando como resultado para el formato de 20x30 \$44.715,69.

d) Costos Indirectos

- Mano de obra indirecta

La empresa "ABC" cuenta con 179 trabajadores, de los cuales 161 pertenecen al área administrativa, 6 Operadores de montacargas y 12 Choferes de Trailers. El total de los costos de sueldos y salarios percibidos por el personal según la tabla sectorial 2015 es de \$94.503,40 incluidos beneficios de ley, de este valor se tomará el 70% ya que el 30% se consideró para el costo de mano de obra indirecta de la materia prima, por lo tanto el valor será de \$66.152,38, y este valor será multiplicado por el índice logístico obteniendo un costo para el formato de 20x30 de \$4.881,38, estos cálculos fueron realizados mediante la fórmula #31

Para determinar el costo de la mano de obra indirecta se debe considerar la cantidad del índice logístico y el total de los costos de sueldos y salarios de los trabajadores incluidos beneficios de ley.



- **Equipos y sistemas informáticos**

La empresa piloto cuenta con aproximadamente una inversión de \$32.200,00 en equipos y sistemas informáticos, se tomará el valor mensual de \$626,11 tomando en consideración el 70% ya que el 30% fue considerado para la materia prima, para obtener el costo por producto se multiplica por el índice logístico de 0,0738 por el valor mensual de \$626,11, dando como resultado un costo de \$46,20, el valor fue calculado mediante la fórmula #32

e) Costos Administrativos

Los costos administrativos de la empresa "ABC" son de \$9.000,00 de este valor se considerará el 70% para el producto terminado, en este incluye los costos de materiales de oficina, servicios básicos entre otros.

Por ejemplo para obtener el costo administrativo del formato 20x30 se multiplico el total del costo por el índice logístico dando como resultado \$464,88, esto fue realizado con el cálculo de la formula #33

Por lo tanto los costos indirectos serán igual a la sumatoria de los costos de mano de obra indirecta más costos de equipos y sistemas y más los costos administrativos, es decir se basó en la formula #30 para su calculo

Tabla 47. Costos mensuales indirectos de la empresa "ABC"

COSTOS MENSUALES INDIRECTOS DE LA EMPRESA "ABC"									
Producto	Formato	Índice Logístico (Ilog _i)	Num de pallets mensuales	Costo mano de obra indirecta (C _{moi})	Costo de equipos y sistemas (C _{eqs_inf_ind})	Costos administrativos			Costo indirecto (C _I)
						Costos administrativos	Servicios Basicos	Total costo administrativo unitario (C _{adm})	
		A	B	C=A*ΣC	D=A*ΣD	E=A*ΣE	F=A*ΣF	G=E+F	H=C+D+G
Cerámica para pared	20x30	0,0738	461	\$ 4.881,38	\$ 46,20	\$ 51,65	\$ 413,22	\$ 464,88	\$5.392,46
Cerámica para pared	25x44	0,0936	559	\$ 6.190,23	\$ 58,59	\$ 65,50	\$ 524,02	\$ 589,52	\$6.838,34
Cerámica para piso	30x30	0,1166	684	\$ 7.715,86	\$ 73,03	\$ 81,65	\$ 653,17	\$ 734,82	\$8.523,70
Cerámica para piso	40x40	0,2668	1.762	\$ 17.651,71	\$ 167,07	\$ 186,78	\$ 1.494,27	\$ 1.681,05	\$19.499,83
Cerámica para piso	45x45	0,4492	2.660	\$ 29.713,21	\$ 281,23	\$ 314,41	\$ 2.515,31	\$ 2.829,73	\$32.824,16
TOTAL		1,00	6.125	\$66.152,38	\$ 626,11	\$ 700,00	\$ 5.600,00	\$ 6.300,00	\$73.078,49

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchí Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Después de haber calculado los costos directos e indirectos en la empresa "ABC" se deberá obtener el costo total de almacenamiento que es el resultado de sumar los totales obtenidos, este cálculo se realizó en base a la fórmula #34.



Tabla 48. Costo total de almacenamiento mensual

COSTO TOTAL DE ALMACENAMIENTO MENSUAL				
Producto	Formato	Costos Directos (C direct)	Costos Indirectos (C indir)	Costo total de almacenamiento (C alm)
		A	B	C=A+B
Cerámica para pared	20x30	\$ 44.715,69	\$ 5.392,46	\$ 50.108,15
Cerámica para pared	25x44	\$ 57.322,23	\$ 6.838,34	\$ 64.160,56
Cerámica para piso	30x30	\$ 67.623,45	\$ 8.523,70	\$ 76.147,16
Cerámica para piso	40x40	\$ 158.151,22	\$ 19.499,83	\$ 177.651,05
Cerámica para piso	45x45	\$ 251.943,88	\$ 32.824,16	\$ 284.768,04
TOTAL				\$ 652.834,95

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

El costo total de almacenamiento mensual para el formato 20x30 es de \$50.108,15, es decir es el resultado de sumar los costos directos más los costos indirectos.

a. Costo de despacho de producto terminado

Para este cálculo es necesario considerar los rubros como el salario de los empleados y el índice logístico, la formula a utilizar es la #35

Tabla 49. Costo mensual de despacho de producto terminado

COSTO MENSUAL DE DESPACHO DEL PRODUCTO TERMINADO									
Producto	Formato	Cargo	Num Trabajadores	Costo salarial	Total costos	Índice Logístico (I log _i)	Costo de despacho por producto	Costo de despacho por trabajador	Costo de despacho por trabajador (C desp)
			A	B	C=A*B	D	F=C*D	E=F/A	G=ΣF
Cerámica para pared	20x30	TRABAJADOR INDUSTRIAL	10	\$ 477,02	\$ 4.770,24	0,073790	\$ 352,00	\$ 35,20	\$ 447,50
		OPERADOR DE MONTACARGA	2	\$ 647,15	\$ 1.294,30		\$ 95,51	\$ 47,75	
Cerámica para pared	25x44	TRABAJADOR INDUSTRIAL	10	\$ 477,02	\$ 4.770,24	0,093575	\$ 446,38	\$ 44,64	\$ 567,49
		OPERADOR DE MONTACARGA	2	\$ 647,15	\$ 1.294,30		\$ 121,11	\$ 60,56	
Cerámica para piso	30x30	TRABAJADOR INDUSTRIAL	10	\$ 477,02	\$ 4.770,24	0,116638	\$ 556,39	\$ 55,64	\$ 707,35
		OPERADOR DE MONTACARGA	2	\$ 647,15	\$ 1.294,30		\$ 150,96	\$ 75,48	
Cerámica para piso	40x40	TRABAJADOR INDUSTRIAL	10	\$ 477,02	\$ 4.770,24	0,266834	\$ 1.272,86	\$ 127,29	\$ 1.618,23
		OPERADOR DE MONTACARGA	2	\$ 647,15	\$ 1.294,30		\$ 345,36	\$ 172,68	
Cerámica para piso	45x45	TRABAJADOR INDUSTRIAL	10	\$ 477,02	\$ 4.770,24	0,449163	\$ 2.142,62	\$ 214,26	\$ 2.723,97
		OPERADOR DE MONTACARGA	2	\$ 647,15	\$ 1.294,30		\$ 581,35	\$ 290,68	
TOTAL									\$ 6.064,54

Fuente: Empresa “ABC”

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



Ejemplo:

En el área de despacho existen 12 trabajadores y para determinar el costo de despacho en el formato de 20x30 se multiplica el costo total de salario de \$447,50 para ese formato.

Para determinar el costo de transferencia del producto terminado se aplicará la formula #16:

Tabla 50. Costo mensual de Transferencia del producto terminado

COSTO DE TRANSFERENCIA DEL PRODUCTO TERMINADO MENSUAL					
Producto	Formato	Costo de recepción de producto terminado (C recep)	Costo de almacenamiento (C alm)	Costo de despacho de producto terminado (C desp)	Costo de transferencia (C transf)
		A	B	C	D=A+B+C
Cerámica para pared	20x30	\$ 118,15	\$ 50.108,15	\$ 447,50	\$ 50.673,81
Cerámica para pared	25x44	\$ 149,83	\$ 64.160,56	\$ 567,49	\$ 64.877,89
Cerámica para piso	30x30	\$ 186,76	\$ 76.147,16	\$ 707,35	\$ 77.041,27
Cerámica para piso	40x40	\$ 427,25	\$ 177.651,05	\$ 1.618,23	\$ 179.696,53
Cerámica para piso	45x45	\$ 719,20	\$ 284.768,04	\$ 2.723,97	\$ 288.211,21
TOTAL					\$660.500,70

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

El costo de transferencia del producto terminado que deberá asumir la empresa "ABC" por ejemplo en el formato de 20x30 es de \$50.820,60, este valor es el resultado de sumar el costo de recepción, el costo de almacenamiento y el costo de despacho previamente calculados.



Cantidad mensual de cerámica plana enviada de la fábrica a los centros de distribución

Tabla 51. Cantidad mensual del producto enviado a los centros de distribución

CANTIDA MENSUAL ENVIADA A LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DESDE LA BODEGA PRINCIPAL				
Fábrica	Ciudad	Formato	m2 enviado mensual	Num de pallets
Fábrica	QUITO	20x30	21.242	177
		25x44	24.923	215
		30x30	28.408	263
		40x40	61.800	678
		45x45	94.927	1.023
	CUENCA	20x30	12.745	106
		25x44	14.954	129
		30x30	17.045	158
		40x40	37.080	407
		45x45	56.956	614
	GUAYAQUIL	20x30	21.242	177
		25x44	24.923	215
		30x30	28.408	263
		40x40	61.800	678
		45x45	94.927	1.023
TOTAL			601.380	6.124

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

La Empresa "ABC" envía mensualmente a los distintos centros de distribución 601.380,00 m² de cerámica plana, lo que equivale a 6.124 pallets mensuales.

3.2.2.2. Transporte del producto terminado hacia los centros de distribución

Para transportar el producto terminado a los diferentes centros de distribución ubicados en las principales ciudades como Cuenca, Guayaquil, Quito y Ambato, la empresa "ABC" cuenta con 13 unidades de transporte para el envío de cerámica plana.

Ilustración 12. Trailer Kenworth T800



Fuente: Empresa "ABC"

Para transportar el producto terminado hacia los centros de distribución la empresa "ABC" utiliza Tráileres de 3 ejes, de acuerdo a la normativa del ministerio de transporte y obras públicas. A continuación se ilustra la tabla de pesos y dimensiones de los tráiler que la empresa utiliza.

Tabla 52. Tabla de pesos y dimensiones Empresa "ABC".

Tipo Tráiler	# Ejes	Peso bruto	Peso Neto	Longitud plataforma
Tráiler (3S3) Tracto Camión de ejes y semirremolque	3 ejes	48 ton	30 ton	12,5*2,6m

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (Acuerdo 036)

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

3.2.2.2.1.

Costo de transporte del producto terminado

Este costo forma parte de la cadena de suministros y es de gran importancia ya que permite que la empresa garantice una correcta distribución y comercialización de sus productos.

Para el cálculo del costo de transporte es necesario considerar los costos fijos, variables e indirectos que se presenten, ya que permitirá a la empresa detectar costos irrelevantes o excesivos para tomar medidas correctivas.

Para ello se deberá calcular los costos mencionados de acuerdo a la metodología explicada en el capítulo 2.

A continuación se presenta los datos para el cálculo del costo de transporte de producto terminado desde la fábrica principal a los centros de distribución, utilizando para el análisis el Tráiler de marca Kenworth modelo T800.



a) Datos de entrada

Se presenta a continuación datos fundamentales para los cálculos, lo cuales fueron proporcionados por la empresa "ABC".

Tabla 53. Datos mensuales de costos de horas extras y costos salariales de la empresa "ABC"

DATOS DE LA "EMPRESA ABC"		
Datos	Unidad	Valor
A Horas trabajadas al mes	H.H/mes	160
B Horas suplementarias	H.H/mes	48
C Horas extraordinarias	H.H/mes	30
D=A+B+C Total horas trabajadas al mes	H.H/mes	238
E Costo horas suplementarias	\$/horas	\$ 163,48
F Costo horas extraordinarias	\$/horas	\$ 136,24
G Salario	\$/mes	\$ 844,66
H Beneficios de ley (XIII, XIV, Fondos Reserva, Vacaciones, aportaciones)	\$/mes	\$ 228,25
I=G+H beneficios de ley	\$/mes	\$ 1.072,90

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Según el artículo 47,49 y 55 del código de trabajo un trabajador debe laborar 8 horas al día, 40 a la semana y 160 al mes, y de acuerdo a las horas suplementarias no deberá exceder en 4 horas al día ni 12 a la semana, mientras que para las horas extraordinarias estará considerado los fines de semana y días festivos con un máximo de 60 horas. Por lo tanto el total de horas al mes máximas es de 240,

A continuación se detallará los datos del vehículo, costos de mantenimiento y datos del mercado necesarios para determinar el costo total del transporte.

b) Datos del vehículo

Para determinar el consumo del combustible por kilómetro se aplicó la formula # 1, que para el caso de estudio se tiene una ruta de 390 km de Cuenca a Guayaquil, que es la más frecuente para la empresa, esto dividido para la utilización del combustible que es de 520 litros de diésel, siendo el resultado de 0,75km/litro.



Para el cálculo del intervalo entre cambios de aceite del motor y de la caja-corona se dividió el kilometraje entre cambio de aceite de 9.000 km para los litros de aceite por cambio de 45 litros, aplicando la fórmula #2 se obtiene 200 km/litro.

Tabla 54. Datos del vehículo de la empresa "ABC"

DATOS DEL VEHÍCULO		
Datos	Unidad	Valor
A Ruta frecuente (ida y vuelta)	km	390
B Capacidad real del tanque para el combustible	litro	908
C Capacidad utilizada del tanque para el combustible	litro	520
D=A/C Consumo de combustible	Km/litro	0,75
E kilometraje entre cambio de aceite motor	Km	9.000
F Litros de aceite por cambio (motor)	litro	45
G=E/F Intervalo entre cambios de aceite (motor)	Km/litro	200
H kilometraje entre cambio de aceite (caja y corona)	km	50.000
I litros de aceite por cambio (caja y corona)	litro	57
J=H/I Intervalo entre cambios de aceite caja y corona	Km/litro	877
K Número de neumáticos	unidades	22
L Intervalo entre cambio de neumático	Km/cambio	70.000
M Peso bruto máximo	Tn	48
N Capacidad de carga neta	Tn	30
O Numero de viajes promedio al mes	unidad	12
O Toneladas enviadas mensualmente	Tn/mes	360

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

c) Datos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento mensual para el tráiler son de \$160,00 mensuales, pero lo recomendable es realizar un mantenimiento después de 5.000km recorridos, aplicando la fórmula #3 se obtiene \$0,03 \$/km.

Tabla 55. Datos de mantenimiento del vehículo

DATOS DE MANTENIMIENTO		
Datos	Unidad	Valor
A Costo del lavado del trailer	\$	\$ 60,00
B Costo de la revisión general del motor	\$	\$ 100,00
C=A+B Total costos	\$	\$ 160,00
D Kilometraje recomendado para mantenimiento	km	5.000
E=C/D Costo de mantenimiento	\$/km	\$ 0,03

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra



d) Datos del mercado

El precio del aceite para el motor, para la caja y corona, se encuentra en el mercado y es vendido por canecas (5 galones), el lavado del tráiler es de \$60,00 y el combustible que utilizan es Diésel y el precio por litro es de \$0,27.

Tabla 56. Precios del mercado para el vehículo

DATOS DE PRECIOS DEL MERCADO			
Datos	Unidad		Valor
Precio de aceite de motor	\$/litro	45	\$ 180,00
Precio de aceite caja y corona	\$/litro	57	\$ 240,00
Precio de lavado del Trailer	\$	1 ves/mes	\$ 60,00
Precio del diesel	S/litro	1 litro	\$ 0,27

Fuente: Lubricadora Ordoñez

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Tabla 57. Datos del mercado para el vehículo

DATOS DEL MERCADO		
Datos	Unidad	Valor
Costo de adquisición del vehículo + Plataforma ⁴	\$	\$ 170.000,00
Costo del aceite para motor ⁵	\$/litro	\$ 4,00
Costo del aceite para caja y motor ⁶	\$/litro	\$ 4,21
Costo del combustible (Diésel) ⁷	\$/litro	\$ 0,27
Costo del neumático ⁸	\$/unidad	\$ 700,00
Costo del reencauche ⁹	\$/unidad	\$ 350,00
Matricula ¹⁰	\$/año	\$ 1.000,00
Revisión Técnica Vehicular (Cuenca aire) ¹¹	\$/año	\$ 100,00
Tasa solidaria ¹²	\$/año	\$ 180,00

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

e) Datos de salida

El cálculo de los costos fijos, administrativos y costos variables son necesarios para la obtención del costo de transporte de la empresa "ABC", los choferes de los tráileres laboran 238 horas al mes, debido a que el chofer labora 160 horas semanales, 48 horas suplementarias diarias de lunes a viernes y 30 horas los fines

⁴ Disponible en: <http://www.lamega.ec/otros-vehiculos/pichincha/kenworth-t800-172292.html>

⁵ Precio cotizado en Lubricadora Ordoñez

⁶ Precio cotizado en Lubricadora Ordoñez

⁷ Precio cotizado en Estación de Servicios Vidal

⁸ Precio cotizado en Nitro llanta

⁹ Precio cotizado en Nitro llanta

¹⁰ Disponible en: <https://declaraciones.sri.gob.ec/mat-vehicular-internet/reportes/general/valoresAPagar.jsp>

¹¹ <http://www.emov.gob.ec/?q=content/revisi%C3%B3n-t%C3%A9cnica-vehicular-rtv>

¹² <http://www.azuay.gob.ec/tasa-solidaria/>



de semana y feriados por lo que el costo total mensual por chofer es de \$1.072,90 incluido beneficios de ley.

- Costos fijos y Costos Indirectos

Tabla 58. Costos Fijos y Costos Indirectos

COSTO FIJO Y COSTO INIDRECTO DE LA EMPRESA "ABC"		
Datos	Unidad	Valor
A Costo de remuneración incluido beneficios de ley	\$/mes	\$ 1.072,90
B=A Mano de obra	\$/mes	\$1.072,90
C Matrícula	\$/mes	\$ 83,33
D Cuenca aire	\$/mes	\$8,33
E Tasa solidaria	\$/mes	\$15,00
F=C+D+E Impuestos del vehiculo	\$/mes	\$106,67
G=B+F COSTOS FIJOS	\$/mes	\$1.179,57
H Depreciación Vehículo	\$/mes	\$ 2.266,67
I=H COSTOS INDIRECTOS	\$/mes	\$2.266,67

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

El costo de mano de obra fue calculado de acuerdo al salario de la tabla sectorial e incluido los beneficios de ley como XIII sueldo, XIV sueldo, Fondos de Reserva, Vacaciones, Aportaciones patronales y personales.

Para el cálculo del costo fijo se utilizó la formula #6 obteniendo un costo de \$1.179,57 que es la suma de la mano de obra más los impuestos que se paga por el vehículo y para el costo Indirecto la formula #8 que para el caso de estudio es igual a la depreciación mensual del vehículo ya que los costos administrativos son cargados al producto terminado.

- Costo Variable

El costo variable depende de la frecuencia con la que se utilice, además el precio en el mercado de los productos varían, por lo tanto el costo variable para la empresa "ABC" es de \$0,64 para el tráiler.

Para el cálculo del costo variable se requiere obtener los costos de combustible, costos de aceite, costos de neumáticos y costos de mantenimiento, los mismos que fueron calculados con las fórmulas # 3, #4, #5, en la tabla N 61 se puede observar los resultados obtenidos y para el costos variable se utilizó la fórmula #7 que es la sumatoria de los costos anteriores, siendo el resultado \$0,64 \$/km.



Tabla 59. Costo variable de la empresa "ABC"

COSTO VARIABLE MENSUAL DE LA EMPRESA "ABC"		
Datos	Unidad	Valor
A Precio del combustible	\$/litro	\$0,27
B Consumo de combustible	km/litro	0,75
C=A/B Costo de Combustible por km	\$/km	\$0,36
D Precio de aceite de motor	\$/litro	\$4,00
E Intervalo entre cambios de aceite motor	km/litro	200
F=D/E Costo de Aceite para motor por km	\$/km	\$ 0,02
G Precio de aceite de cajay corona	\$/litro	4,21
H Intervalo entre cambios de aceite caja y corona	km/litro	877
I=G/H Costo de Aceite para caja y corona por km	\$/km	0,005
J Precio del neumático	\$/unidad	\$700,00
K kilometraje entre cambio de neumático	km/cambio	70.000
L Numero de neumáticos	unidades	22
M=(J/K)*L Costo de Neumáticos por km	\$/km	0,22
N Costo de mantenimiento	\$	\$160,00
O Revisión recomendada	km	5.000
P=N/O Costo de Mantenimiento por km	\$/km	\$ 0,03
Q=C+F+I+M+P COSTO VARIABLE	\$/km	\$ 0,64

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Después de realizar los cálculos de los costos mencionados, se utilizaran como insumo para realizar el cálculo del costo por flete/km, costo por tonelada de la fábrica a los centros de distribución.

Tabla 60. Costo de transporte de la empresa "ABC"

COSTO DE TRANSPORTE MENSUAL DE LA EMPRESA "ABC"		
Datos	Unidad	Valor
Costo fijo	\$/Mes	\$1.179,57
Costo variable	\$/KM	\$0,64
Costo indirecto	\$/Ton	\$ 6,30
Horas trabajadas	H/mes	238
Capacidad de carga efectiva	Ton	30
Velocidad media del vehículo	Km/Hora	60
Tiempo de carga / descarga	Hora/Viaje	2
Ruta (ida y vuelta)	Km/viaje	390

Fuente: Empresa "ABC"

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Después de haber calculado cada costo de transporte se procede a desarrollar las formulas expuestas en el capítulo 2, dando como resultado los siguientes costos:



- **Numero de viaje al mes**

Fórmula #9

$$\text{Viaje / mes} = \frac{238}{\left(2 + \left(\frac{390}{60}\right)\right)}$$

$$\text{Viaje / mes} = 28$$

Al mes la empresa realiza 28 viajes, en la ruta Cuenca – Guayaquil

- **Kilómetros recorridos al mes**

Fórmula #10

$$\text{km/mes} = 28 * 390$$

$$\text{Km/ mes} = 10.920$$

Los kilómetros recorridos al mes en la ruta Cuenca-Guayaquil de 390km es de 10,920 kilómetros

- **Costo fijo por tonelada**

Fórmula #11

$$\text{CF/tonelada} = \left(\frac{1.179,57}{28 * 30}\right)$$

$$\text{CF/Tonelada} = \$1,40$$

El costo fijo por tonelada transportada es de \$1,40

- **Costo variable por tonelada**

Fórmula #12

$$\text{CV/toneladas} = \left(\frac{0,64 * 390}{30}\right)$$

$$\text{CV/Tonelada} = \$8,28$$

El costo variable por tonelada transportada mensualmente es de \$8,28

- **Costos Indirectos por tonelada**

Fórmula #13

$$\text{Costo Indirecto/tonelada} = \frac{2.266,67}{360}$$

$$\text{CI} = \$6,30$$



Los costos indirectos son de \$6,30 por tonelada al mes

- **Envío/ tonelada**

Fórmula #14

$$\text{Costo flete /tonelada} = (1,40 + 8,28 + 6,30)$$

Envío/tonelada = \$15,98

El costo del flete por tonelada es de \$15,98 independientemente del formato que se envíe, esto en referencia a la ruta Cuenca-Guayaquil.

- **Envío/kilometro**

Fórmula #15

$$\text{Costo flete /km} = \left[\frac{15,98 * 30}{390} \right]$$

$$\frac{\text{Envío}}{\text{Km}} = \$1,23$$

El costo del flete por kilómetro recorrido en la ruta Cuenca-Guayaquil es de \$1,23.

- **Costo de flete por ruta**

Tabla 61. Costo de flete por ruta de la empresa "ABC"

FÁBRICA CUENCA	CIUDAD	DISTANCIA IDA Y VUELTA (km)	TIEMPO IDA (minutos)	COSTO DE FLETE POR km	COSTO DE FLETE POR RUTA (km)
	Ambato	594	4:39	1,00	594,00
Cuenca	2,5	0:07	1,30	3,25	
	4,6	0:18	1,50	6,90	
	390	3:30	1,23	479,70	
Quito	894	6:50	0,82	733,08	
	880	6:30	0,82	721,60	
	1064	8:10	0,77	819,28	

Fuente: Google Maps (2016)

Elaboración: Marín Duchi Adriana Priscila & Márquez López Mayra Alexandra

Como se puede observar en la tabla el costo por ruta es más costoso si está más lejos como en la ciudad de Quito de \$819,28 mientras que en la ciudad de Cuenca es de apenas \$3,25 ya que la fábrica se encuentra cerca del centro de distribución.



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación, se ha constatado que los objetivos planteados para este trabajo de titulación se han abarcando en su totalidad en los capítulos detallados anteriormente, llegando a las siguientes conclusiones:

- La cerámica plana es considerada uno de los insumos más utilizados dentro de la industria de la construcción, la misma que se encuentra dentro de las 14 industrias prioritarias en el cambio de la matriz productiva según la Semplades.
- En este trabajo de investigación se ha establecido una metodología a seguir para el cálculo de los costos logísticos, tomando desde el costo de la materia prima extraída en su estado natural hasta la distribución del producto terminado a los distintos centros a nivel del Ecuador.
- Los costos logísticos a calcular de la empresa “ABC” se han basado en dos subredes identificadas como proveedor - fábrica y fábrica - centros de distribución, las mismas que permiten tener un conocimiento de los costos a utilizar dentro de cada eslabón; los costos que necesitan para la aplicación de dicha metodología se resumen en costos de transporte y costos de transferencia tanto de materia prima como de producto terminado, la forma del cálculo para dichos costos son expuestos a lo largo de este trabajo de investigación.
- EL sector objeto de estudio es fácilmente identificable, más sin embargo resulta dificultoso extraer costos logísticos de la cadena de suministros, debido a existen dos grupos empresariales que abarcan este mercado en su totalidad generando una competencia directa entre ambas empresas; este trabajo ha sido aplicado a nivel sectorial para una mayor precisión de los costos establecidos.
- A partir de cálculos obtenidos se ha evidenciado que existe una diferencia altamente representativa entre los costos directos de almacenamiento tanto



de la materia prima como del producto terminado, esto se debe a que la empresa no cuenta con un inventario de seguridad de materia prima lo que genera un costo excesivamente alto.

- Así mismo al analizar los costos indirectos de la empresa se pueden identificar que los costos enfocados al producto terminado son mayores que a los costos de materia prima, esto debido a la transformación de la materia prima y también a que la empresa “ABC” carga el 70% de los costos indirectos al producto terminado.

4.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda aplicar este trabajo de investigación inmediatamente en la empresa para un adecuado cálculo de los costos a lo largo de la cadena de suministros, con el fin de identificar los costos de mayor relevancia a lo largo de la misma.
- También se recomienda utilizar este trabajo para el cálculo de los costos de la cadena de suministros en las empresas del sector, con el fin de realizar un análisis mediante la aplicación del benchmarking ¹³ el mismo que le permite a la empresa generar una ventaja competitiva sobre las empresas competidoras.
- Se debe realizar un análisis longitudinal de los siguientes años para poder establecer comparaciones entre costos obtenidos, con el fin de que los costos calculados sean los más óptimos para la empresa.

¹³ (Boxwell, 1994) denomina al benchmarking como “el estudio comparativo en áreas o sectores de empresas competidoras con el fin de mejorar el funcionamiento de la propia organización”



Anexos

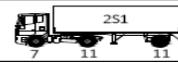
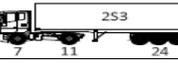
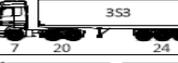
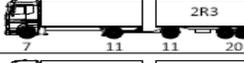
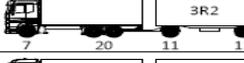
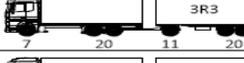
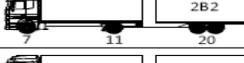
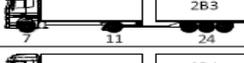
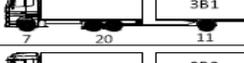
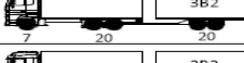
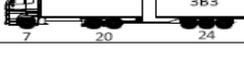
ANEXO N°1. Pesos y Dimensiones “Ministerio de Transporte y Obras Públicas”

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 octopus			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	2,60	4,10
S2			20	13,00	2,60	4,10
S1			11	13,00	2,60	4,10
R2			22	10,00	2,60	4,10
R3			31	10,00	2,60	4,10
B1			11	10,00	2,60	4,10
B2			20	10,00	2,60	4,10
B3			24	10,00	2,60	4,10

Para las unidades de carga (Remolques, semiremolques y remolques balanceados) en la combinación se restará el largo del traslape.



5.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	20,50	2,60	4,30



ANEXO N°2. Modelo de Rol de Pagos para la empresa “ABC”

ROL DE PAGOS MENSUAL DE LA EMPRESA "ABC"													
Cargo	No. De trabajadores	Ingresos		Deducciones			IESS		Provisiones			Total Beneficios de ley	Costo Total por Trabajador
		Sueldo (tabla sectorial)	Horas Extras	Total Ingresos	9,45% Ap. Pers	12,15% Ap. Patronal	Fondo de Reserva	XIII sueldo	XLV sueldo	Vacaciones			
	A	B	C	D	E= D*9,45%	F=D*12,15%	G=D*8,33%	H=D/12	I=354/12	J=D/24	K=-E+F+G+H+I+J	L=D+K	
Trabajador Industrial	1	\$ 362,28	-	\$ 362,28	\$ 34,24	\$ 44,02	\$ 30,18	\$ 30,19	\$ 29,50	\$ 15,10	\$ 114,74	\$ 477,02	
Operador de Montacargas	1	\$ 500,00	-	\$ 500,00	\$ 47,25	\$ 60,75	\$ 41,65	\$ 41,67	\$ 29,50	\$ 20,83	\$ 147,15	\$ 647,15	
Operador de maquinaria Industrial	1	\$ 371,13	-	\$ 371,13	\$ 35,07	\$ 45,09	\$ 30,92	\$ 30,93	\$ 29,50	\$ 15,46	\$ 116,83	\$ 487,96	
Trabajadores Administrativos	1	\$ 367,03	-	\$ 367,03	\$ 34,68	\$ 44,59	\$ 30,57	\$ 30,59	\$ 29,50	\$ 15,29	\$ 115,86	\$ 482,89	
Chofer	1	\$ 544,94	\$ 299,72	\$ 844,66	\$ 79,82	\$ 102,63	\$ 70,36	\$ 70,39	\$ 29,50	\$ 35,19	\$ 228,25	\$ 1.072,90	

CALCULO DE HORAS EXTRAS DE LA EMPRESA "ABC"						
Horas	Salario	Salario/240	% Hora	Valor hora	Num. Horas	Valor hora*Num horas
	A	B=A/240	C=B*%HORA	D=B+C	E	F=D*E
Suplementarias 50%	\$ 544,94	\$ 2,27	\$ 1,14	\$ 3,41	48	\$ 163,48
Extraordinarias 100%	\$ 544,94	\$ 2,27	\$ 2,27	\$ 4,54	30	\$ 136,24
TOTAL					238	\$ 299,72



Bibliografía

- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Bastida, J. E. (26 de 07 de 2013). *Factores para determinar los costos de transporte*. Obtenido de MECALUZ: <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/67452-factores-determinar-los-costos-del-autotransporte>
- Boreinstein, D. (2016). *Costos de transporte*.
- Borenstein, D. (2007). *The vehicle rescheduling problem: Model and algorithms*. Rio Grande do Sul: Universidad Federal do Rio Grande do Sul.
- Borenstein, D. (2015). *Desarrollo de modelos de programación matemática para el proyecto de cadenas de suministro*.
- Boxwell, R. J. (1994). *Benchmarking para competir con ventaja*. España: S.A. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
- Cevallos, M. (2010). *Optimización del proceso de prensado en la planta de azulejos de la C.A. Ecuatoriana de Cerámica*. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/handle/123456789/680/96T00132.pdf;jsessionid=17DDBD057C484316B9645B96632FA05E?sequence=1>
- Christopher, M. (1992). *Logistics and the Supply Chain*. UK: Publishing.
- COMEX. (2015). *Tabla - Ecuador - Exportaciones - Evolución - NCE: cerámica vidriada - placas y baldosas, de cerámica, barnizadas o esmaltadas, para pavimentación o revestimiento; cubos, dados y artículos similares, de cerámica, para mosaicos, barnizados o esmaltados, i. Ecuador*.
- Cougil, J. C. (10 de 09 de 2011). *El diario de un logístico*. Obtenido de Los costes de almacenaje: <http://eldiariodeunlogistico.blogspot.com/2011/08/los-costes-de-almacenaje.html>
- Google Maps, 2. (2016). *Google Maps*.
- Guerrero, N. (2012). *Estrategia para la minimización de costos logísticos: aplicaciones en una empresa piloto*. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/9035/1/7709509.2012_.pdf
- GUTIÉRREZ, E. (2008). *LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CERÁMICA EN CUENCA*. CUENCA: Uediciones.



- Helga Bendix, G. M. (2006). *Una introducción a los modelos para la Optimización de la Cadena de Suministros*. El Salvador.
- Jaramillo, M. P. (Septiembre de 2013). GUÍA DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DE. LOJA - ECUADOR.
- Lambam Pilar, Royo Jesús, Valencia Javier, Berges Luis, Galar Diego. (2013). *Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto: Caso de estudio en un Entorno Logístico*. Medellín: Dyna.
- Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.
- MIPRO. (enero de 2012). *derechoecuador.com*. Obtenido de <http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registros-oficiales/2012/enero/code/20154/registro-oficial-no-628---viernes-27-de-enero-de-2012-primer-suplemento>
- Patiño, O. A.-O. (2012). *Propuesta para reducir el costo logístico del transporte primario desde la cervecera del valle a los diferentes centros de distribución mediante un modelo matemático*. Cali.
- Peralta, C. O.-P. (2007). *Optimización del proceso de producción*. Cuenca.
- Pérez, S. G. (2009). *La logística: Una herramienta para el futuro de la Cerámica*. Valencia.
- Pilar Lambàn, m., Royo, J., & et. (Marzo de 2016). *MODELO PARA EL CÁLCULO DEL COSTO DE ALMACENAMIENTO DE UN PRODUCTO: CASO DE ESTUDIO EN UN ENTORNO LOGÍSTICO*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49627363004>
- Van Horne, J. C. (2002). *Fundamentos de la administración*. Mexico: Pearson Educación.



DISEÑO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

1. TEMA DE LA INVESTIGACIÓN

CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE CERÁMICA EN ECUADOR. PERIODO 2015

La cadena de suministros no incluye solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (menudeo) e incluso a los mismos clientes. Una cadena de suministros es dinámica por lo que necesita un flujo constante de información, productos y fondos entre las diferentes etapas. (Meindl, 2008)

Debido a que nos encontramos en un mercado cambiante y altamente competitivo, un óptimo manejo de la cadena de suministros en el área de producción y distribución de cerámica plana, generará en las empresas Cuencanas una herramienta que facilite y optimice los costos en cada una de las etapas de la cadena, es decir:

- Proveedores – fabricantes
- Fabricantes – distribuidores
- Distribuidores – zonas de consumo

Lo que consecuentemente nos permitirá llegar a una eficaz toma de decisiones referentes a logística en el sector cerámico de la ciudad, además plasmará una ventaja competitiva en las empresas que hagan uso de esta optimización de la cadena.

“Desarrollo de modelos de programación matemática para el proyecto de cadenas de suministro” este proyecto tiene como objetivo minimizar los costos logísticos mediante un modelo matemático que optimice la toma de decisiones dentro del flujo de la cadena de suministros. (Borenstein, 2015)

El presente trabajo de investigación busca caracterizar y analizar los diferentes parámetros que requiere el modelo matemático como la capacidad de transferencia de los centros de distribución, capacidad de producción de la fábrica, costo fijo anual de funcionamiento del centro de distribución, costo unitario de transporte de materia prima del vendedor para la fábrica, costo unitario de transporte del producto por ruta, costo unitario de transporte del producto de la fábrica para el centro de



distribución y el costo unitario de transporte dl producto del centro de distribución para la zona de consumo.

La empresa manufacturera que vamos a tomar como referente para la aplicación de proyecto tiene una participación del 40% en el mercado Ecuatoriano de cerámica plana y porcelanato en el año 2012. (MIPRO, 2012)

Centraremos nuestro análisis en los productos más representativos de esta industria que utilizan tecnología monoquema¹⁴ y monoporosa¹⁵ en cerámica de piso y pared, con las siguientes dimensiones.

Piso

- 45 x 45
- 40 x 40
- 30 x 30
- 25 x 44

Pared

- 20 x 30
- 25 x 33
- 30 x 30
- 20 x 25

2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del tema de investigación nos basaremos en una empresa manufacturera productora de cerámica plana (Piso y Pared) de la ciudad de Cuenca, que por motivos de confidencialidad no se mencionará el nombre de la misma.

Se ha visualizado un crecimiento progresivo en el mercado industrial enfocado a la producción de cerámica plana, debido al incremento del sector de la construcción, tanto a nivel de inversión pública como privada en la ciudad y en el país en general;

¹⁴ Monoquema (Cevallos, 2010) es un proceso para producir baldosas de piso con alta resistencia a flexión, baja absorción de agua y comprensión con esmaltes brillantes y granilla cerámica; ya que posee gran cantidad de carbonatos.

¹⁵ Monoporosa (Cevallos, 2010) es un proceso para producir baldosas de pared, es un producto con espesor reducido al mínimo lo que permite la fácil aplicación en las paredes con un bajo peso.



con aquello las empresas se ven forzadas a realizar una correcta parametrización en la cadena de suministros.

Por otro lado este proyecto de investigación tiene un alto grado factibilidad en su aplicación puesto que contamos con la asesoría directa del Prometeo Phd Dennis Borenstein de Brasil, el cual posee una vasta experiencia en el campo logístico de su país y se planea establecer un modelo matemático para las industrias más representativas de Cuenca.

3. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

En la actualidad contamos con alrededor de 11 empresas activas productoras y comercializadoras de cerámica plana en el Ecuador, las mismas que están distribuidas de la siguiente forma en Quito contamos con 3, Guayaquil 3, Ambato 1 y Cuenca 3. Sin embargo en la ciudad de cuenca se encuentra una de las empresas más representativas del sector de cerámica plana en el Ecuador, esta es considerada como ciudad cerámica por excelencia; puesto que a sus alrededores alberga suelos con las más ricas arcillas, feldespatos y caolines, que han privilegiado a este ciudad para el desarrollo de la industria cerámica.

4. PROBLEMATIZACIÓN

CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE CERÁMICA PLANA APLICADO EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE LA CIUDAD DE CUENCA. PERIODO 2015

- **OBJETO:** Empresa manufacturera de cerámica plana de Cuenca (Por motivos de confidencialidad no se expondrá su identidad)
- **FENÓMENO ECONÓMICO:** Caracterización de la cadena de suministros.
- **RELACIÓN ENTRE VARIABLES:** Optimización de recursos y costos.
- **PERIODO A ESTUDIAR:** 2015

La primera etapa del proyecto DESARROLLO DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA PARA EL PROYECTO DE CADENAS DE SUMINISTRO requiere determinar en su totalidad la cadena logística de la empresa a analizar que es productora de cerámica plana en Cuenca.



PROBLEMA CENTRAL

En la industria de cerámica plana no existe una caracterización y análisis de la cadena de suministro y distribución en las empresas de la ciudad de Cuenca.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1. ¿La industria de cerámica plana ha realizado una caracterización de la cadena de suministro?
2. ¿La industria de cerámica plana cuenta con un eficiente manejo de la cadena de suministro?
3. ¿La industria de cerámica plana cuenta con transporte propio?
4. ¿Qué medios de distribución utiliza la industria de cerámica plana?

PRIORIZACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1. Desconocimientos de buenas practica logísticas por parte de las industrias.
2. Carencia de un estudio de caracterización en la industria.
3. Alto costos de transporte de materia prima y productos terminados.
4. Carencia de métodos para obtención de costos logísticos.

5. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Contribuir con el proyecto del MODELO MATEMÁTICO DE CADENAS DE SUMINISTROS mediante la determinación y análisis de los costos de toda la etapa logística de la industria de cerámica plana en Cuenca; desde la extracción de la materia prima hasta la distribución de los productos terminados a las distintas zonas de confort. Además proporcionar una herramienta de operación logística de distribución que ayude a optimizar y reducir los costos de la cadena de suministros en las empresas productoras y comercializadoras de productos cerámicos en Cuenca.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

7. Identificar el sector objeto de estudio
8. Levantar parámetros de costos logísticos en el sector objeto de estudio
9. Identificar y establecer variables para la construcción del modelo.
10. Caracterizar la operación logística de distribución actual de las industrias productoras de cerámica plana.
11. Determinar los costos monetarios del proceso logístico de distribución actual de las industrias productoras de cerámica plana.
12. Interpretar los datos obtenidos a través de indicadores.

6. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

6.1. MARCO DE ANTECEDENTES

(Pérez, 2009) Elaboro una tesis proponiendo una herramienta logística para el futuro de la Cerámica en la ciudad de Valencia. La misma que se plantea como principal objetivo ayudar a las industrias de cerámica a disminuir costos de producción, transporte y demás costos logísticos, así como también generará rapidez en los tiempos de entrega por parte de los proveedores y obtener un control de cada eslabón de la red logística. Las principales oportunidades logísticas identificadas es la creación de un almacén que sirva de depósito a las empresas fabricantes y que desde el mismo se pueda realizar los envíos a los distintos destinos. El estudio fue auspiciado por el Instituto Tecnológico del embalaje, transporte y logística.

(Peralta, 2007). Elaboro el estudio sobre la Optimización del proceso de producción. Su objetivo principal fue Optimizar el proceso de producción empleado en la fábrica actualmente, con el fin de maximizar los niveles de producción hasta ahora obtenidos, encontrando los puntos de mejora y las herramientas apropiadas que permitan alcanzar rendimientos superiores a los obtenidos en el presente periodo a estudiar. Sus principales resultados son mejorar la producción a través de la redistribución de planta, así como también generar motivación en los trabajadores para lograr una disminución de los residuos y obtener una mayor producción a un menor costo. El estudio fue auspiciado por la Universidad Politécnica Salesiana.



(Helga Bendix, 2006) Elaboro una tesis sobre los modelos para optimizar la Cadena de Suministro. Su principal objetivo consistía en definir estrategias que le permitan a las empresas ajustar sus productos y procesos a las necesidades de la industria, las cuales deben adaptarse al mercado cambiante en el que se está compitiendo, es decir que la industria esté apta para suplir necesidades futuras. Los resultados de este estudio indicaron que, con un óptimo manejo de la Cadena de Suministros, las industrias o empresas que lo realizan podrán maximizar el rendimiento de cada una de ellas. Este estudio fue auspiciado por la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”.

(Patiño, 2012) Realizaron una tesis con una propuesta para reducir el costo logístico del transporte primario, mediante un modelo matemático. Su principal objetivo mediante la aplicación del modelo es proveer herramientas a los administradores de la cadena de abastecimiento para diseñar, gestionar y mejorar de manera significativa el éxito en cada parte de la cadena, y de la misma manera hacer más eficiente la operación logística en las organizaciones por las evaluaciones previas al funcionamiento real, evaluando resultados de manera práctica y económica. Los resultados de este estudio indicaron que con el uso correcto del modelo en la cadena de abastecimiento y en área logística llegaría a ser una herramienta útil para hacer cada vez más eficientes los procesos y a minimizar de los costos logísticos. Este estudio fue auspiciado por la Universidad de Cali “ICESI - Facultad de Ingeniería”

6.2. MARCO TEÓRICO BASE

6.2.1. MÉTODO EXPLORATORIO

La metodología que se empleará para iniciar este trabajo de investigación será mediante el método exploratorio, el cual nos permitirá llevar a cabo un análisis sistemático, coherente y lógico del problema de investigación, tomando como referencia datos aproximados de la empresa manufacturera de cerámica plana objeto de estudio; los datos a analizar serán basados en la observación, deducción y análisis.



Para comenzar necesitamos identificar las principales características del sistema actual logístico desde el punto de extracción de la materia prima hasta la distribución del producto terminado para ser entregado posteriormente a la demanda respectiva. En este punto realizaremos actividades de campo para una debida recolección de los datos, para nuestro caso de estudio necesitaremos los respectivos datos logísticos, indicadores, responsables y principales actividades para identificar las posibles oportunidades de mejora para todo el canal de distribución de la empresa.

Así como también necesitamos determinar los costos del proceso a trabajar, es decir, las distintas operaciones o actividades que son susceptibles de mejora en la operación logística. Así como también identificar las rutas de distribución desde la fábrica hasta los centros de distribución, y a las zonas de confort respectivamente. Para lo cual utilizaremos los siguientes sistemas de valoración de costos para una adecuada estimación de los mismos.

Existen dos tipos de sistemas de valoración de costos que podrían aplicarse para la ejecución de este proyecto, contamos con el método del coste estándar y el método de los minoristas, estos métodos podrían ser aplicados únicamente cuando el resultado de aplicarlos se aproxime al costo real. Los costos estándares se podrán establecer de acuerdo a los niveles bases de consumo de materias primas, suministros, mano de obra, eficiencia y utilización de la capacidad. Es indispensable realizar un control periódico para identificar si se necesita cambiar los costos estándares cuando las condiciones así lo requieran. (Guerrero, 2012)

Por otro lado el método de los minoristas por lo general tiene mayor aplicación en el sector comercial, puesto que en este sector se tiene a una mayor rotación de artículos y tienen a márgenes similares por lo que resulta difícil la aplicación de otro método para el cálculo de los costes en este sector. El costo de las existencias con la utilización de este método se calculará deduciendo del precio de venta un porcentaje apropiado de margen bruto.

Valor neto realizable este valor se basara en la información real que se disponga. Las estimaciones de precio tendrán en consideración las fluctuaciones de costos y precios en que se incurran para la elaboración del producto terminado.



Método del costo estándar podemos identificar tres sistemas en este método, la selección minuciosa de los materiales; segundo, estudio de tiempo y movimientos de las operaciones; y tercero, estudio de ingeniería industrial sobre la maquinaria. Cabe recalcar que para nuestro trabajo de investigación nos basaremos únicamente en el segundo sistema del método del costo estándar.

Tipos de costo estándar

- **Costos Estándar Circulantes** representan al costo real que deberían ser llevados a los libros contables y estados financieros.
- **Costos Estándar Fijos o Básicos** representan a los costos que sirven como punto de referencia, y sirven como base para el cálculo de los índices de precios.

Si empleamos los costos estándar fijos es necesario emplear los costos estándar circulantes, mientras que si se emplean los costos circulantes no es necesario aplicar los costos estándar fijos.

Los costos estándar circulantes tienen como objetivo:

- Calcular los costos que facilitan la fijación del precio de venta.
- Calcular las medidas de control de las operaciones.
- Estandarizar los procedimientos productivos.
- Fijar costos reales.
- Determinar desviaciones que indican deficiencias o superaciones que al analizarse nos lleven al origen de las mismas.
- Conocer el costo la capacidad ociosa.
- Facilitar la elaboración de presupuestos.

Método de los minoristas analiza y asigna el costo a los grupos de artículos de la misma naturaleza, reduciendo un porcentaje adecuado al precio de venta del margen bruto.

6.2.2. DISTRIBUCIÓN FÍSICA

También vamos a tomar como referencia la **distribución física** para un adecuado traslado de productos y servicios desde su estado final de producción hasta la

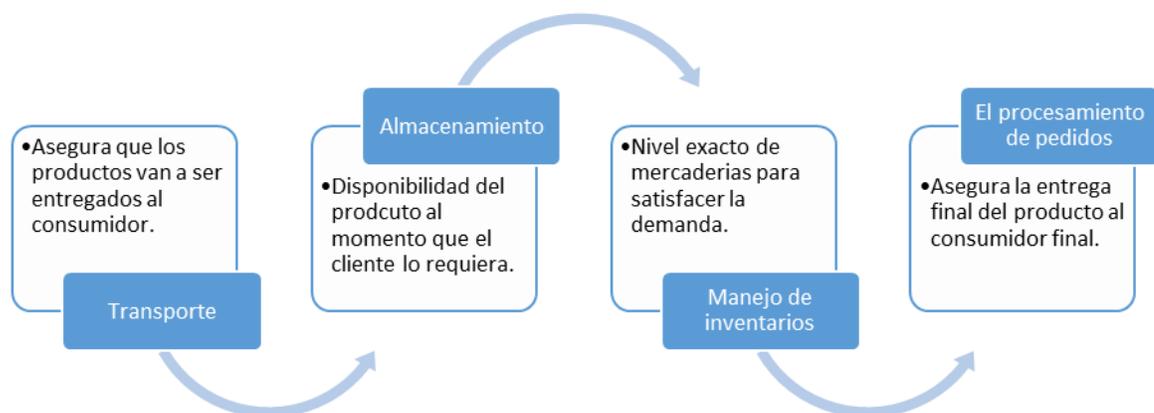


distribución del mismo a las distintas zonas de consumo, es importante realizar un manejo eficiente de cada empresa en lo que a distribución se refiere para poder obtener una disminución de costos, tiempo y lugar.

Funciones de la distribución física:

- De compra y venta de materia prima
- De transporte y difusión de la producción
- De fraccionamiento.
- De almacenamiento.
- De servicios.

La distribución física se compone de cuatro actividades bases para una correcto manejo de los productos.



Elaboración propia: Actividades bases para un correcto manejo de los productos

6.2.2.1. Transporte

Por medio de este proceso se mueven los productos a lo largo de las distintas etapas de la cadena de suministro, el transporte tiene una vinculación entre la capacidad y la eficiencia. (Meindl, 2008) Nos propone 3 componentes claves que las compañías deberían analizar al diseñar y operar una cadena de suministro.

6.2.2.1.1. Diseño de una red de transporte

La red de transporte es un conjunto de modos de transporte, ubicaciones y rutas de cada eslabón de la cadena de suministro hasta la entrega del producto al



consumidor final, las rutas deben ser trazadas de forma minuciosa determinando la capacidad del camión de carga el número de corridas que se realizarán.

6.2.2.1.2. Elección de modos de transporte

Se define como el movimiento de los productos de un sitio a otro en la red de la cadena de suministro, se tiene que elegir el medio por el que desea realizar dicho movimiento si por camión, tren, aires, barco o tuberías. Cada uno de ellos tiene características diferentes con respecto al tamaño de los embarques (palés, camiones completos, o barcos enteros), costo del envío, velocidad y flexibilidad.

6.2.2.1.3. Métodos relacionadas con la transportación

Se definen algunos métodos relacionados con la transportación y con los costos de transportación:

- El costo promedio del transporte entrante
- El tamaño promedio de embarque entrante
- El costo promedio del transporte entrante por embarque
- El costo promedio del transporte saliente
- El tamaño promedio del embarque saliente
- El costo promedio del transporte saliente por embarque
- La fracción transportada por medio

6.2.2.2. Almacenamiento

La actividad de Almacenamiento a diferencia del Transporte y Manejo de productos es de gran importancia en la red de distribución. Esta actividad es descrita como transportación a cero millas por hora. Puede llegar a absorber hasta un 20% del costo de distribución física de una empresa (Ballou R. , 2004).

Esta actividad se define como un proceso logístico que se encarga primordialmente de la recepción, almacenamiento y movimiento desde el almacén hasta las zonas de consumo (intermediarios), ya sea materias primas, productos semielaborados o productos terminados.



El objetivo básico de la gestión de almacenamiento es optimizar el área logística basada en dos etapas de flujo como lo es el abastecimiento y la distribución física, siendo esta una de las actividades más importantes en una organización

Actualmente se usan las bodegas como centro de distribución ya que este nuevo termino está reemplazando al antiguo, el mismo que implicaba un lugar no favorecedor de almacenar los productos terminados, debido a la falta de conocimiento para manejar la logística en cada bodega.

Proceso Operativo de Almacenamiento

1. Recepción de pedidos
2. Movimiento y ubicación
3. Procesamiento de pedidos
4. Preparación de pedidos
5. Transporte y distribución

Razones para el almacenamiento

Existen básicamente cuatro razones principales para almacenar:

1. **Reducción de los costos de producción – transporte:** el almacenamiento y el inventario son gastos añadidos pero pueden ser compensados mediante la eficiencia en la transportación y producción (Ballou R. , 2004).
2. **Coordinar la demanda y oferta:** aquellas empresas con alta producción estacional tienen conflicto en coordinar la oferta con la demanda, es por ello que se debe realizar el almacenamiento de dichos productos, a diferencia de las que producen a un nivel constante durante el año.
3. **Ayudar en el proceso de producción:** la fabricación de ciertos productos es relativamente extenso y es por ello que se requiere almacenar para continuar después con el siguiente proceso
4. **Ayudar en el proceso de servicio al cliente:** toda empresa se debe enfocar en la rapidez de disponer el producto para evitar costos excesivos de



almacenamiento, ya que si se acorta la cadena de distribución se reduce el tiempo de espera para los clientes.

6.2.2.3. Manejo de inventarios

Son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, productos en proceso y productos terminados que se encuentran a lo largo del canal de producción y logística. Mantener estos inventarios disponibles puede representar al año entre 20% y 40% del valor final del producto. En esta etapa están involucradas tres actividades básicas que son:

1. Determinación de las existencias mediante procesos para consolidar la información referente a las existencias físicas de los productos.
2. Análisis de inventarios: se aplica el “nada sobra y nada falta” y se pueden aplicar algunas metodologías como:
 - Fórmula de Wilson (máximos y mínimos)
 - Just in Time (Justo a tiempo)
3. Control de producción es la evaluación de todos los procesos de transformación de materia prima en productos terminados listos para su comercialización. Los métodos más utilizados son:
 - MPS (Plan maestro de producción)
 - MRP II (Planeación de recursos humanos)

6.2.2.4. Procesamiento de pedidos

Es el número de actividades incluidas en la recepción del pedido, es decir la preparación, la transmisión, la entrada y el informe del estado del pedido. No todo procesamiento de pedido debe ser llevado de la misma manera ya que el procesamiento de pedido para venta a los intermediarios no es lo mismo que una venta a los distribuidores.

Funcionamiento del procesamiento de pedidos

Después de haber recibido el pedido del consumidor se debe verificar si se cuenta con un inventario suficiente para cumplir con el pedido requerido,



consecuentemente se debe generar un listado de los pedidos que servirían como guía para el movimiento de los productos en bodega y como proceso final se debe realizar el respaldo necesario del producto enviado en el pedido. Todas estas actividades son responsabilidad del departamento de bodega exclusivamente

6.3. MARCO CONCEPTUAL

(Ballou R. H., 2004) define a la **cadena de suministros** como un conjunto de actividades que se repiten varias veces a lo largo del proceso productivo, por medio del cual la materia prima se convierte en productos terminados con el valor agregado para ser entregado al consumidor.

Logística: varios autores han definido a la logística como el proceso de planificar, implementar y controlar el flujo de los recursos que una empresa va a necesitar para la ejecución de sus actividades, además se refiere al conjunto de tareas y operación relacionadas con el envío de productos terminados al punto de consumo o uso.

Caracterización: es una fase descriptiva con resultados de identificación, esta puede ser cualitativa que se puede analizar datos o cuantitativa para poder profundizar conocimientos se debe identificar y organizar los datos, describir de una forma estructurada, y establecer su significado.

Parametrización: son datos obtenidos del entorno de investigación imprescindibles para evaluar o valorar una situación.

Productividad: describe la capacidad o nivel de producción por unidad de trabajo o equipos industriales, está enfocada al mejorar el proceso de producción a través del control y examinación de factores determinantes.

Eficiencia: hace referencia a la utilización correcta de los recursos de producción disponibles, para lograr las metas con la menor cantidad de recursos.

Valor agregado: es agregar un valor económico adicional en base a los bienes y servicios al ser transformados durante el proceso productivo.



7. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

La presente investigación tiene un carácter descriptivo por lo cual no contiene una hipótesis.

8. CONSTRUCCIÓN DE PARÁMETROS

Para la caracterización del modelo con su enfoque hacia línea blanca encontramos los siguientes parámetros:

- Máximos de los centros de distribución que se pueden abrir
- Tasa de utilización de la materia prima por unidad de acabados
- Capacidad de transferencia de los centros de distribución
- Capacidad de producción de la fábrica
- Costo fijo anual de funcionamiento del centro de distribución
- Costo unitario de transferencias del centro de distribución
- Costo unitario de transporte de materia prima del vendedor para la fábrica
- Costo unitario de transporte del producto por ruta
- Costo unitario de transporte del producto en la fábrica para el centro de distribución
- Costo unitario de transporte del producto del centro de distribución para la zona de consumo

9. DISEÑO METODOLÓGICO

En el diseño metodológico se detallará la forma en la cual se va a recolectar, sistematizar y analizar la información utilizada para la investigación que permitirá la caracterización y análisis del suministro y la distribución de la empresa objeto de estudio.

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis contará con una investigación descriptiva acerca del entorno en que se desarrolla, para obtener una visión de cómo se está operando y cuáles son las características que se presentan en la cadena de suministro en la empresa productora de cerámica plana en la ciudad de Cuenca. Mientras que en la



investigación explicativa se evaluará los resultados que se obtenga a los largo del proceso investigativo, es decir se podrá definir la relación causa-efecto en los acontecimientos investigados.

MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para nuestra investigación utilizaremos fuentes primarias, secundarias y terciarias que serán medios bases para una correcta obtención de datos e información; nos basaremos directamente en artículos científicos, tesis de grado dirigidos al tema de estudio, libros, así como también obtendremos información directamente de nuestro objeto de investigación.

TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información obtenida mediante esta investigación servirá para establecer los parámetros establecidos en el modelo matemático de cadena de suministro, realizaremos hojas de cálculos para cada parámetro propuesto, mediante tablas gráficas y figuras.

10. ESQUEMA TENTATIVO DE LA INVESTIGACIÓN

CAPITULO I

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.

- 1.1 Introducción
- 1.2 Antecedentes del sector industrial de cerámica plana del Ecuador.
- 1.3 Principales empresas de cerámica plana del Ecuador.
- 1.4 Principales centros de distribución.
- 1.5 Principales productos.
- 1.6 Rutas.
- 1.7 Objetivo de la investigación.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

- 2.1 Marco conceptual
 - 2.1.1 Gestión logística.



2.1.2 Distribución física.

2.1.2.1 Transporte.

2.1.2.2 Almacenamiento.

2.1.2.3 Manejo de inventarios.

2.1.2.4 Procesamiento de pedidos.

2.1.2.5 Otros gastos dentro de la distribución física.

2.2 Metodologías para análisis de distribución física.

2.2.1 Metodología para determinar los costos de transporte.

2.2.2 Metodología para determinar los costos de almacenamiento.

2.2.3 Metodología para determinar los costos de manejo de existencias.

2.2.4 Metodología para determinar los costos administrativos en la distribución física.

2.3 Diagnóstico de la distribución física.

2.3.1 Parámetros de distribución física en el sector.

2.3.2 Parámetros de distribución física en la empresa.

CAPITULO III

3. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA

3.1. Costos de almacenamiento

3.2. Costos de transporte

3.3. Costos de manejo de existencias

3.4. Costos administrativos en la distribución física

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS DE DATOS

4.1. Análisis de datos y resultados de parámetros de la distribución física.

4.1.1. Capacidad de transferencia de los centros de distribución

4.1.2. Costo fijo anual de funcionamiento del centro de distribución

4.1.3. Costo unitario de transferencias del centro de distribución

4.1.4. Costo unitario de transporte del producto por ruta



- 4.1.5. Costo unitario de transporte del producto en la fábrica para el centro de distribución
- 4.1.6. Costo unitario de transporte del producto del centro de distribución para la zona de consumo

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 5.1. Conclusiones
- 5.2. Recomendaciones

Bibliografía

Anexos



11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboracion del Diseño de tesis			■	■												
Presentacion del Diseño de Tesis en la direccion de la carrera				■												
Aprobacion del diseño de tesis				■	■											
Recoleccion de Informacion del Capitulo 1					■	■										
Redaccion del Capitulo 1							■	■								
Revision del Capitulo 1 (Director de tesis)								■								
Recoleccion de informacion del Capitulo 2								■	■							
Resolución de los parámetros para el modelo. ☒									■	■	■					
Determinación de los costos de los centros de distribución maximos que se pueden abrir y la capacidad de transferencia de los centros de distribución									■	■	■					
Determinación del costo fijo anual del funcionamiento de los centros de distribución y el costo de transporte desde el centro de distribución a las zonas de confor									■	■	■					
Determinación de costos de transporte de cada producto en determinadas rutas y los costos de transporte de la fábrica a cada centro de distribución.									■	■	■					
Aplicación de indicadores											■	■				
Generar una plantilla para costos logísticos												■				
Recoleccion de informacion del Capitulo 3													■			
Redaccion del capitulo 3													■	■		
Revision del Capitulo 3 (Director de Tesis)													■	■		
Analisis de datos													■	■		
Revision final de la tesis por parte del Director													■	■		
Impresión final de la tesis													■	■		
Empastado de la Tesis													■	■		
Presentacin en la direccion de carrera																■

**12. PRESUPUESTO REFERENCIAL**

CONCEPTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Útiles de oficina		30,00
Internet	25,00	100,00
Comida	2,50	200,00
Movilización	0,25	100,00
Impresiones	0,05	30,00
	0,15	30,00
Copias	0,02	20,00
Carpetas	0,30	2,10
Empastado	25,00	75,0
Otros	1,00	80,00
Total	11,77	667,10



13. BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, R. (2004). *Logística Administracion de la Cadena de Suministro*. Mexico: Pearson Educación.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administracion de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Borenstein, D. (2015). *Desarrollo de modelos de programación matemática para el proyecto de cadenas de suministro*.
- Cevallos, M. (2010). *Optimización del proceso de prensado en la planta de azulejos de la C.A. Ecuatoriana de Cerámica*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/handle/123456789/680/96T00132.pdf;jsessionid=17DDBD057C484316B9645B96632FA05E?sequence=1>
- Guerrero, N. (2012). *Estrategia para la minimización de costos logísticos: aplicaciones en una empresa piloto*. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/9035/1/7709509.2012_.pdf
- Helga Bendix, G. M. (2006). *Una introducción a los modelos para la Optimización de la Cadena de Suministros*. El Salvador.
- Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.
- MIPRO. (enero de 2012). *derechoecuador.com*. Obtenido de <http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registros-oficiales/2012/enero/code/20154/registro-oficial-no-628---viernes-27-de-enero-de-2012-primer-suplemento>
- Patiño, O. A.-O. (2012). *Propuesta para reducir el costo logístico del transporte primario desde la cervecera del valle a los diferentes centros de distribución mediante un modelo matemático*. Cali.
- Peralta, C. O.-P. (2007). *Optimización del proceso de producción*. Cuenca.
- Pérez, S. G. (2009). *La logística: Una herramienta para el futuro de la Cerámica*. Valencia.



14. ANEXOS

ANEXO 1.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE
PRODUCTOS DE CERÁMICA EN ECUADOR. PERIODO 2015

CARRERA:

ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

AUTORES:

MARÍN DUCHI ADRIANA PRISCILA
MÁRQUEZ LÓPEZ MAYRA ALEXANDRA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS

OBJETIVO CENTRAL:

PROPORCIONAR UNA HERRAMIENTA QUE AYUDE A OPTIMIZAR Y REDUCIR
LOS COSTOS DE LA CADENA DE SUMINISTROS EN LAS EMPRESAS
PRODUCTORAS Y COMERCIALIZADORAS DE PRODUCTOS DE CERÁMICA
PLANA EN EL ECUADOR.

TIEMPO PREVISTO PARA LA REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

CUATRO MESES

PRESUPUESTO REFERENCIAL:

667,10