



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

Propuesta de un modelo matemático para la distribución de productos elaborados en cuero (zapatos-chompas) en el cantón Guano.

Trabajo De Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación.

Presentado para otorgar al grado académico de:

INGENIERO EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

AUTOR: JONATHAN BRYAN VACACELA GUAMÁN

DIRECTORA: DRA. JENNY MARGOTH VILLAMARIN PADILLA

Riobamba-Ecuador

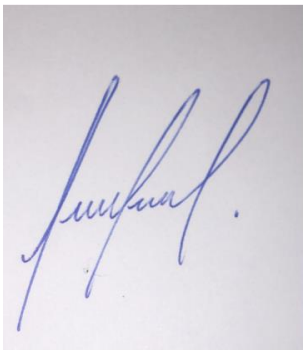
2021

©2021, Jonathan Bryan Vacacela Guaman

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jonathan Bryan Vacacela Guaman declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
Riobamba, 03 de marzo de 2021



Jonathan Bryan Vacacela Guaman


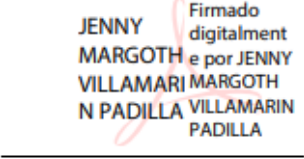

C.C: 060431876-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS

CARRERA DE GESTIÓN DE TRANSPORTE

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo Proyecto de Investigación; **“PROPUESTA DE UN MODELO MATEMATICO PARA LA DISTRIBUCION DE PRODUCTOS ELABORADOS EN CUERO (ZAPATOS-CHOMPAS) EN EL CANTON GUANO.”** realizado por el señor: **JONATHAN BRYAN VACACELA GUAMAN** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el tribunal autoriza su presentación

	FIRMA	FECHA
Ing. Ruffo Neptali Villa Uvidia. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 RUFFO NEPTALI VILLA UVIDIA	<u>2021 - 03 - 03</u>
Dra. Jenny Margoth Villamarín Padilla. DIRECTOR/A DEL TRABAJO DE TITULACION	 JENNY MARGOTH VILLAMARIN PADILLA	<u>2021 - 03 - 03</u>
Dr. Jorge Milton Lara Sinaluisa. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 JORGE MILTON LARA SINALUISA	<u>2021 - 03 - 03</u>

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, Mis padres y hermanos por ser el inspirador y darme la fuerza necesaria para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados en mi vida académica.

Bryan

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presente en cada decisión tomada en mi vida.

Bryan.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
SUMMARY	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Delimitación del problema.....	2
1.4. Justificación	3
1.4.1. <i>Justificación teórica</i>	3
1.4.2. <i>Justificación Metodológica</i>	3
1.4.3. <i>Justificación Práctica</i>	4
1.5 Objetivos	4
1.5.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.5.2 <i>Objetivos Específico</i>	4
1.6 Antecedentes Históricos.....	5
1.7 Referentes de la Investigación.....	6
1.8 Marco Teórico	7
1.8.1 <i>Investigación de operaciones</i>	7
1.8.2 <i>Técnicas De La Investigación De Operaciones</i>	7
1.8.3 <i>CPM y PERT: Operación con redes</i>	8
1.8.4 <i>Modelo de transporte</i>	9
1.8.5 <i>Logística</i>	9
1.8.6 <i>Planeación de la logística</i>	10
1.8.7 <i>Logística comercial internacional</i>	10
1.8.8 <i>Distribución física de mercancías</i>	10
1.8.9 <i>Canales de distribución</i>	11
1.8.10 <i>Importancia del tiempo y lugar</i>	11
1.8.11 <i>Cadena de suministros</i>	11
1.8.12 <i>Logística de producción</i>	12
1.8.13 <i>Logística inversa</i>	12

1.9	Marco Conceptual.....	13
<i>1.9.1</i>	<i>Definición del problema.....</i>	<i>13</i>
<i>1.9.2</i>	<i>Construcción del modelo.....</i>	<i>13</i>
<i>1.9.3</i>	<i>Solución del modelo.</i>	<i>13</i>
<i>1.9.4</i>	<i>Validez del modelo.....</i>	<i>14</i>
<i>1.9.5</i>	<i>Proveedor.....</i>	<i>14</i>
<i>1.9.6</i>	<i>Fabricante.</i>	<i>14</i>
<i>1.9.7</i>	<i>Transportistas.....</i>	<i>14</i>
<i>1.9.8</i>	<i>Distribuidor.</i>	<i>15</i>
<i>1.9.9</i>	<i>Detallista.....</i>	<i>15</i>
<i>1.9.10</i>	<i>Algoritmo de Dijkstra.</i>	<i>15</i>
1.10	Marco Legal.....	16
1.11	Idea a defender	17
1.12	VARIABLES.	17
<i>1.12.1</i>	<i>Variable Independiente.....</i>	<i>17</i>
<i>1.12.2</i>	<i>Variable Dependiente.....</i>	<i>17</i>
CAPÍTULO II		
2	MARCO METODOLÓGICO.....	18
2.1	Enfoque de Investigación.....	18
2.2	Nivel de Investigación.....	18
<i>2.2.1</i>	<i>Investigación Descriptiva.....</i>	<i>18</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Investigación de campo.....</i>	<i>18</i>
<i>2.2.3</i>	<i>Investigación documental y bibliográfica.</i>	<i>19</i>
<i>2.2.4</i>	<i>Investigación exploratoria.</i>	<i>19</i>
2.3	Diseño de Investigación.....	19
<i>2.3.1</i>	<i>No experimental.</i>	<i>19</i>
2.4	Tipo de estudio	19
<i>2.4.1</i>	<i>Transversal.</i>	<i>19</i>
2.5	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.	20
<i>2.5.1</i>	<i>Métodos.....</i>	<i>20</i>
<i>2.5.2</i>	<i>Técnica.....</i>	<i>20</i>
<i>2.5.3</i>	<i>Instrumentos.....</i>	<i>20</i>
CAPÍTULO III		
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	21
3.1	Población y Muestra.	21
<i>3.1.1</i>	<i>Población.....</i>	<i>21</i>

3.1.2	<i>Muestra</i>	21
3.2	Construcción del modelo	22
3.2.1	<i>Estructuración del modelo</i>	23
3.3	Caracterización del modelo	23
3.3.1	<i>Características generales de la modelación matemática del artículo</i>	25
3.4	Componentes del modelo	25
3.4.1	<i>Productos</i>	25
3.4.2	<i>Plantas</i>	25
3.4.3	<i>Centros de distribución</i>	25
3.4.4	<i>Ciudades de distribución</i>	26
3.4.5	<i>Transporte</i>	26
3.5	Formulación del modelo	26
3.6	Variables de decisión:	27
3.6.1	<i>Restricciones</i>	27
3.7	Análisis e interpretación de resultados	28
3.7.1	<i>Análisis e interpretación de la encuesta dirigida a la empresa de la zona 1:</i>	29
3.7.2	<i>Análisis e interpretación de la encuesta dirigida a la empresa de la zona 2:</i>	31
3.7.3	<i>Análisis e interpretación de la ficha de observación dirigida a la empresa</i>	34
3.7.4	<i>Análisis e interpretación de la ficha de observación dirigida a la</i> <i>empresa</i>	34
3.8	Comprobación de interrogantes de estudio-hipótesis	35
3.9	Marco propositivo	36
3.9.1	<i>Título</i>	36
3.9.2	<i>Contenido de la propuesta</i>	36
	CONCLUSIONES	50
	RECOMENDACIONES	51
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Características del Cantón Guano.....	6
Tabla 1-2:	Normativa legal del transporte en Ecuador.	16
Tabla 3-3:	Población Urbana del Cantón.....	21
Tabla 4-3:	Datos de la población Urbana del Cantón.	21
Tabla 5-3:	Datos necesarios para la caracterización.	24
Tabla 6-3:	Tiempo se demora en abastecerse del cuero.....	29
Tabla 7-3:	Cuero lo obtienen de manera directa o por intermediarios.....	29
Tabla 8-3:	Tiempo que se demora en elaborar una docena de zapatos.....	30
Tabla 9-3:	Tiempo se demora en elaborar una chompa.....	30
Tabla 10-3:	Entrega de los productos se la realiza de forma directa o por algún medio de transporte terrestre.	31
Tabla 11-3:	Tiempo se demora en abastecerse del cuero.....	31
Tabla 12-3:	Cuero lo obtienen de manera directa o por intermediarios.....	32
Tabla 13-3:	Tiempo se demora en elaborar una chompa.	32
Tabla 14-3:	Tiempo se demora en elaborar una chompa.....	33
Tabla 15-3:	Entrega de los productos se la realiza de forma directa o por algún medio de transporte terrestre..	33
Tabla 16-3:	Ficha de observación empres “EL TORO”.	34
Tabla 17-3:	Ficha de observación empresa “LASLAND”.....	34
Tabla 18-3:	Datos de la Empresa “EL TORO”.....	36
Tabla 19-3:	Datos de la empresa “LASLAND”.....	37
Tabla 20-3:	Presupuesto de implementación del modelo.	38
Tabla 21-3:	Distribución real Vs Aplicación del Modelo.....	48
Tabla 22-3:	Primera Validación.....	48

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico: 1-1:	Grafica de redes.	9
Gráfico: 2-1:	Flujo de la Logística Inversa.	12
Gráfico: 3-3:	Ruta 1	24
Gráfico: 4-3:	Ruta 2.	24
Gráfico: 5-3:	Ruta 1 desde la fábrica al centro de distribución.	41
Gráfico: 6-3:	Ruta 2 desde la fábrica al centro de distribución.	42
Gráfico: 7-3:	Ruta 3 desde la fábrica al centro de distribución.	43
Gráfico: 8-3:	Ruta 4 desde la fábrica al centro de distribución.	44
Gráfico: 9-3:	Ruta 5 desde la fábrica al centro de distribución.	45

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo proponer un modelo matemático con la aplicación de la investigación de operaciones que mitigue los problemas de distribución de un producto, la investigación se la realizó aplicando técnicas de investigación de operaciones como la minimización de la función objetivo, el algoritmo de Dijkstra y el modelo de ruta crítica CPM, aplicando la metodología de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y explicativo, usando fuentes de información documentales y bibliográficas, haciendo investigación de campo determinando que la investigación fue de tipo no experimental, en la que se tomó como población las empresas de mayor producción de curtiembre del Cantón Guano, utilizando la técnica de la observación directa mediante fichas de observación, con lo cual se pudo estudiar la capacidad de producción y los tiempos de traslado de los productos ya elaborados. La propuesta contempló el escenario de mejorar los procesos de embarque de los productos para realizar una correcta distribución a las ciudades de comercialización con la ayuda de la aplicación de un modelo matemático basado en las necesidades de la empresa de estudio, y como ayudará a mitigar los problemas presentados por la empresa, con la aplicación del algoritmo de Dijkstra fue posible establecer un mejoramiento en las rutas y así reducir los tiempos de transportación. Se recomienda la implementación de este modelo matemático debido a que ayudará a reducir gastos y tiempos en inventarios generando así un mayor ingreso a las empresas que opten por el mismo.

Palabras clave: <MODELO MATEMATICO>, <CADENA DE SUMINISTROS>, <LOGISTICA INVERSA>, <ALGORITMO DE DIJKSTRA>, <COSTOS DE PRODUCCION>, <GUANO (CANTON)>



Firmado electrónicamente por:

ELIZABETH
FERNANDA
AREVALO
MEDINA

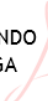


SUMMARY

The present study aimed to propose a mathematical model with the application of operations research in order to mitigate product distribution problems. The research was carried out by applying operational research techniques such as the minimization of the objective function, the Dijkstra algorithm and the critical path model CPM, applying the quantitative approach methodology, descriptive and explanatory levels, documentary and bibliographic information resources, developing a field research and determining that it was nonexperimental type of study. Companies with high production of tannery located in Guano canton were considered as the sample population by using the direct observation through checklists to study the production capacity and transportation time for elaborated products. The proposal established the scenario of improving shipping processes of products for an efficient distribution to different cities with the assistance of a mathematical model based on the needs of the company, and how it will help to mitigate problems. Through the application of the Dijkstra algorithm, it was possible to evidence an improvement on the routes in order to reduce transportation times. The implementation of this mathematical model is recommended as it will help reduce expenses and inventory times to generate a higher income for companies that apply it.

Keywords: <MATHEMATICAL MODEL>, <SUPPLY CHAIN>, <REVERSE LOGISTICS>, <DIJKSTRA ALGORITHM>, <PRODUCTION COSTS>, <GUANO (CANTON)>.

LUIS
FERNANDO
BARRIGA
FRAY



Firmado
digitalmente por
LUIS FERNANDO
BARRIGA FRAY
Fecha: 2021.06.16
11:33:33 -05'00'

INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación con el tema PROPUESTA DE UN MODELO MATEMATICO PARA LA DISTRIBUCION DE PRODUCTOS ELABORADOS EN CUERO (ZAPATOS-CHOMPAS) EN EL CANTON GUANO, el proyecto es de gran importancia por cuanto permitirá analizar un problema de gran alcance como es el costo de transportación generado por las demoras en los tiempos de viaje y manipulación de embarque de la carga, que no solo genera demoras en el traslado sino en todo el cantón Guano. El capítulo I manifiesta el diagnóstico actual del problema, el planteamiento del mismo, cómo se genera la problemática del embarque y desembarque de productos generado por la mala manipulación de la carga; la formulación del problema, la idea clave de esta investigación; la justificación, los objetivos, general y específicos, son alcanzables y durante la investigación del proyecto nos sirvió como guía y orientación. El capítulo II consta de la revisión de la literatura o fundamentos teóricos en el que se desarrolla los antecedentes las bases teóricas y la definición de los conceptos, es de suma importancia tener los conocimientos teóricos, investigaciones previas para la aplicación correcta en nuestra investigación; la idea a defender y las variables que van a intervenir en nuestra investigación. El capítulo II corresponde al marco metodológico a ser empleada para el desarrollo de esta investigación; tipo de investigación; población y muestra; métodos, técnicas e instrumentos, análisis e interpretación de las fichas de observación dirigidas a las empresas de mayor producción de artículos elaborados a base de cuero en el cantón Guano, concluyendo con la verificación de la idea a defender. En el capítulo III tratara sobre la propuesta y plan de ejecución y comprende: el diseño de un modelo matemático que está desarrollado de acuerdo con las necesidades e interacciones que se presentaron para mitigar el problema en el traslado de productos. En la parte final del proyecto de investigación se tiene las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos en donde se incluye los instrumentos aplicados en el trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Planteamiento del problema

Se presentará un modelo matemático aplicado al transporte con la ayuda de la Investigación de Operaciones. El proceso general de distribución se organiza en niveles que presentan problemas entre la empresa y sus respectivos clientes.

En cada nivel se pueden ver claramente unidades producidas, entre un origen y varios destinos, con transporte directo de mercancías y con problemas de eficiencia al momento de realizar la distribución correcta del producto. La programación de la distribución se realiza en cada unidad de producción, utilizando una correcta aplicación de la Investigación de Operaciones, considerando un correcto manejo de la cadena de suministros efectivizando la logística de embarcación.

El modelo de transporte de distribución basado en la aplicación de un modelo que adapte las variables de producción y comercialización resulta apropiado para modelar las empresas caracterizadas y ha permitido diseñar e implementar una propuesta para un correcto procedimiento para la programación de la distribución de una empresa.

1.2 Formulación del problema

¿La aplicación de un modelo matemático para la distribución efectiva contribuirá a la disminución de los tiempos de distribución y demoras en la entrega de productos, en el Cantón Guano?

1.3 Delimitación del problema

El presente trabajo de titulación tiene la siguiente delimitación:

Campo: Industria de Curtiembre.

Área: Transporte

Aspecto: Logística del Transporte.

Delimitación Espacial: Cantón Guano.

Delimitación Temporal: 2019-2020.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación teórica.

La programación matemática es una herramienta eficiente al momento de modelar procesos en los que se vean inversos los procesos de toma de decisiones. Cuando se trata de resolver un problema de este tipo, la primera etapa consiste en identificar las posibles decisiones que pueden tomarse; esto conlleva a identificar las posibles variables a determinar del problema en concreto. Normalmente, las variables son de carácter cuantitativo y que buscan que los valores puedan ayudar a optimizar el objetivo. La segunda etapa supone determinar qué decisiones resultan admisibles; esto conduce a un conjunto de restricciones que se determinan en cuanto al volumen y características de producción de las empresas que vayan a aplicar este modelo. En la tercera etapa, se va a tener en cuenta el costo de producción, así como el tiempo asociado a cada decisión admisible; esto supone determinar una función objetivo que asigna un valor a cada conjunto posible de variables que determinan una decisión.

En todo sistema existirá un conjunto de variables y las relaciones entre dichas variables.

1.4.2 Justificación Metodológica

Mediante la investigación se determinó que la distribución de productos elaborados a base de cuero en el cantón Guano no se realiza de una manera eficiente debido a que no existe una forma adecuada ni planificada de realizarlo, con la integración del presente estudio se pretende establecer un modelo matemático que genere una efectividad al momento de realizar las entregas para que así se pueda reducir costos, y tiempos de viaje.

A cada una de estas zonas la empresa despacha pedidos, una vez a la semana. La proximidad entre los clientes de una zona, en comparación con la distancia al del lugar de producción y la frecuencia de entregas semanal por parte de los colaboradores de la empresa, esto permitirá tener una relación establecida en base a los tiempos de producción y distribución.

Además, los clientes podrán conocer con exactitud la fecha de entrega, solicitada al momento de pedir un volumen determinado. En general, el tamaño de cada pedido de los distintos clientes supone un intervalo de frecuencias de distribución según la necesidad de cada cliente.

1.4.3 Justificación Práctica.

La Aplicación de un modelo matemático para la distribución de productos en la presente investigación se realiza porque es necesario incentivar a tomar medidas de reducción de costos y de tiempos de demora al momento de ser distribuidos. A través de la observación directa, y toma de fotografías en la población de estudio, se podrá determinar la forma de distribución y transportación de productos dentro y fuera del cantón y conocer los problemas en relación con nuestras variables de estudio.

También es necesario realizar un estudio de capacidad a transportar ya que el volumen de los productos ha incrementado constantemente durante los últimos años, en especial los productos elaborado a base de cuero ya que en este cantón se establece como una zona de interés comercial para el desarrollo de la producción industrial y artesanal de la provincia. Para la obtención de la cantidad de productos transportados, se realizarán encuestas en las empresas de mayor producción.

El presente trabajo de titulación servirá como aporte al Gad de Guano, ya que se encargará de tomar acciones pertinentes de acuerdo con los resultados emitidos por este estudio; de este modo se garantizará la seguridad al momento de trasladar los productos y brindando así un gran aporte de seguridad y satisfacción entre las empresas productoras y los clientes.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General.

Proponer un modelo matemático con la aplicación de la investigación de operaciones que mitigue los problemas de distribución de un producto.

1.5.2 Objetivos Específico.

- Establecer las bases de un modelo matemático a través de los tiempos de distribución de viajes origen destino sobre la transportación de productos.
- Recopilar información a través de encuestas y fichas de observación para determinar la situación actual de cómo es la distribución de productos de las empresas en la zona de estudio del cantón Guano.
- Estructurar una correcta aplicación de la cadena de suministros para mejorar la distribución de productos en el cantón Guano.

1.6 Antecedentes Históricos

En la tesis (Aliaga, 2015), Titulada “Análisis y mejora del proceso productivo de una línea de galletas en una empresa de consumo masivo”. En esta sección se presenta y se describe el problema del transporte.

Imagínese que un cierto producto debe enviarse en determinadas cantidades u_1, \dots, u_m , desde cada m orígenes, y recibirse en cantidades v_1, \dots, v_n , en cada n destinos.

El problema consiste en determinar las cantidades x_{ij} , que deben enviarse desde el origen i al destino j , para conseguir minimizar el coste del envío.

Se tiene como objetivo optimizar el proceso productivo mediante la aplicación de herramientas estadísticas y herramientas de calidad, para lo cual propuso gráficas de control con límites que satisfagan los requerimientos del proceso, se identificó que la distribución en la zona de preparación de masas no es la adecuada para lo cual se propuso la modificación de esta.

En la tesis (Gamboa Ocampo, 2012), hace referencia que en su trabajo de titulación utiliza la modelación matemática, y en concreto un modelo de programación lineal en donde establece aspectos y características que conforman la cadena de abastecimiento en su área de localización, con el que intenta resolver un problema de producción y logística para lograr la operación de la red de distribución y la producción eficiente que nos permita reducir los costos mínimos de producción. El modelo se construye sobre una estructura de red que admite, plantas, centros de distribución y clientes, se modelan los flujos de producto terminado a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, detallando de manera explícita los costos de producción, transporte de producto terminado, y administración de inventarios. El modelo incluye la optimización de la cadena mediante la asignación de cantidades de productos distribuidos para cada distrito de la red, mientras se satisface un conjunto de restricciones que incluye: Capacidad de las plantas, y de los centros de distribución, satisfacción de valores de demanda por producto y por distrito, balance de flujo de materiales en plantas, balance de flujo de producto en centros de distribución, y condición de no negatividad sobre las variables de decisión.

En la tesis (KALIL, 2012), nos detalla que en su trabajo trata acerca del transporte de mercaderías, enfocándose principalmente en las empresas productoras y distribuidoras de productos de consumo masivo y de gran producción, como una alternativa para mejorar la eficacia y eficiencia

en las empresas a escala nacional sin importar sus volúmenes de producción. Debido a que él considera que la transportación es un tema muy sustancial dentro de la generación de costos a tratar dentro de la formulación de esta investigación así como demostrar la afectación positiva que el tema tiene en el aspecto socio - económico de nuestra ciudad y regiones en general, como actividad generadora de empleo, impuestos y riqueza.

1.7 Referentes de la Investigación

Al momento de realizar la investigación de campo se pudo evidenciar que no existen las suficientes investigaciones desarrolladas hacia las empresas del cantón por parte de la Escuela de Ingeniería en Gestión de Transporte ni de otra carrera dentro de la Facultad de Administración de Empresas pertenecientes a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El cantón Guano posee una superficie total de 459.70 km² que representa el 7% del territorio de la provincia de Chimborazo y en el que se localizan las siguientes elevaciones:

Nevado Chimborazo, con una altitud de 6.310 m.s.n.m. (es el nevado más alto del Ecuador), Cordillera del Igualata, con una altitud aproximada de 4.400 m.s.n.m., Loma de Langos, con una altitud de 2.967 m.s.n.m.

Tabla 1-1: Características del Cantón Guano.

Poblacion:	42.9 mil hab. (9,3% respecto a la provincia de Chimborazo)
Urbana:	18,1%
Rural:	81,9%
Mujeres:	52,2%
Hombres:	47,8%
PEA:	53,3% (9% de la PEA de Chimborazo)

Fuente: INEC – Censo de Poblacion y Vivienda, 2010.

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Según la primera división territorial de la Gran Colombia, Guano es cantón desde el 25 de junio de 1824, pero el decreto definitivo de la Asamblea de Cuenca es el 17 de diciembre de 1845; empieza a regirse a partir del 20 del mismo mes y año. Cambió de denominación de Ilustre Municipalidad a Gobierno Autónomo Descentralizado, se realizó mediante Ordenanza discutida y aprobada por el Concejo Municipal de Guano en sesiones de 12 y 19 de abril del 2012, publicada en el Registro Oficial 158 de 23 de junio de 2011, cambio de denominación de Ilustre

Municipalidad del Cantón Guano a Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guano. (Guano, 2014)

1.8 Marco Teórico

1.8.1 Investigación de operaciones

A lo largo de la historia las personas han formado organizaciones con el fin de satisfacer metas individuales o colectivas. Esto es evidente a través del desarrollo de la civilización. Es así como de una economía rural cerrada se pasó a una artesanal y de intercambio, se empezó a reconocer las ventajas de ésta y la importancia de la especialización. Más que producir sus propios bienes, las familias, al ver que podían generar excedentes, intercambian productos con otras familias, necesiándose unas a otras. De esta manera se desarrollaron las organizaciones artesanales hasta convertirse en los gremios de la Edad Media y luego en las fábricas.

El área de la Administración de Operaciones ha evolucionado en un período relativamente corto. Sus raíces se remontan a la Revolución Industrial, en la década de 1770, época en la que aparecen obras que ponen de manifiesto múltiples desarrollos administrativos. (Guisselle Adriana García Llinás, Ángel León González Ariza, 2015)

1.8.2 Técnicas De La Investigación De Operaciones

Utilizando métodos determinísticos y probabilísticos, la investigación de operaciones permite encontrar soluciones óptimas a los problemas originados en la actividad de la empresa, además de simular las diversas políticas, con lo cual se limitan los riesgos de decisión.

Para resolver estos problemas se han desarrollado técnicas que se especializan en una determinada área, con el fin de comprenderla, analizarla y presentar mejoras que contribuyan a aumentar su productividad.

Las explicaciones y aplicaciones de estas técnicas se producen en situaciones en las que un servicio dispone de medios limitados para satisfacer la demanda de los usuarios. A continuación, se presentan algunas de las técnicas de la investigación de operaciones.

1.8.3 CPM y PERT: Operación con redes

Los modelos que contienen redes le permiten al gerente hacer frente a las interdependencias y aspectos complejos de grandes proyectos. Las técnicas cubiertas comprenden CPM y PERT, que significan *Método del camino crítico* y *Técnica de evaluación y revisión de programas*, respectivamente.

Son técnicas relacionadas entre sí, muy útiles para planear, controlar y tomar decisiones relativas a proyectos grandes y complejos; para evaluar la secuencia de un programa de investigación y desarrollo. También se están usando para medir y controlar el progreso en muchos otros tipos de proyectos especiales.

Gráfica: Una gráfica es una serie de puntos llamados nodos que van unidos por unas líneas llamadas ramales o arcos.

Red: Una red es una gráfica que presenta algún tipo de flujo en sus ramales. Por ejemplo una gráfica cuyo flujo en sus ramales sea la electricidad es una red eléctrica. En las redes se usa una simbología específica para denotar su tamaño y elementos que la constituyen, dicha notación es la (N, A) donde N representa el número de nodos que contiene la red y A representa el número de arcos o ramales.

Una red se compone de un conjunto de nodos unidos por arcos (o ramas). La notación para describir una red es (N, A) , donde N es el conjunto de nodos, y A es el conjunto de arcos.

Aguisa de ilustración, se describe como:

$$N = \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$A = \{(1, 2), (1, 3), (2, 3), (2, 5), (3, 4), (3, 5), (4, 2), (4, 5)\}$$

Asociado con cada red hay un flujo (por ejemplo, los productos de petróleo fluyen por un oleoducto y el tráfico de automóviles fluye por las carreteras). El flujo máximo en una red puede ser finito o infinito, según la capacidad de sus arcos. Se dice que un arco está dirigido u orientado si permite el flujo positivo sólo en una dirección. Una red dirigida tiene todos los arcos dirigidos. Una ruta es un conjunto de arcos que unen dos nodos distintos, y que pasan a través de otros nodos en la red. Por ejemplo, en la figura 6.1 los arcos $(1, 2)$, $(2, 3)$, $(3, 4)$ y $(4, 5)$ forman una ruta entre los nodos 1 y 5. Una ruta forma un ciclo o un bucle si conecta un nodo de vuelta a sí mismo a través de otros nodos. En la figura 6.1, los arcos $(2, 3)$, $(3, 4)$ y $(4, 2)$ forman un ciclo. (Taha H. , 2015)

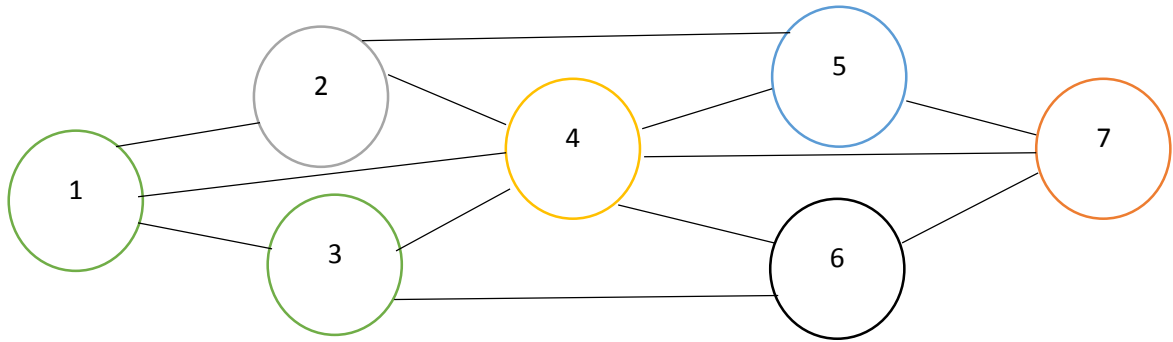


Gráfico: 1-1: Grafica de redes.

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Cadena: Una cadena corresponde a una serie de elementos ramales que van de un nodo a otro. En el siguiente caso se resalta una cadena que va desde el nodo 1 hasta el nodo 7 y que se compone por los elementos.

Ciclo: Un ciclo corresponde a la cadena que une a un nodo con sigo mismo, en el siguiente ejemplo el ciclo está compuesto por la cadena [4-2, 2-5, 5-7, 7-4].

Ramal orientado: Un ramal o arco orientado es aquel que tiene un sentido determinado, es decir que posee un nodo fuente y un nodo destino. (Guisselle Adriana García Llinás, Ángel León González Ariza, 2015)

1.8.4 *Modelo de transporte*

El problema de transportación es un tipo de modelo de redes de distribución que utiliza las características especiales de dicha estructura para obtener un procedimiento de resolución específico denominado *técnica de transporte*. Esto se debe a la complejidad de resolver dichos problemas por medio del algoritmo simplex. (Guisselle Adriana García Llinás, Ángel León González Ariza, 2015)

1.8.5 *Logística*

Logística es el proceso de planear, implementar y controlar efectiva y eficientemente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen

El modelo de transporte, también llamado por algunos autores *modelo de distribución*, puede ser aplicado a casos como:

- Control y diseño de plantas de fabricación.
- Determinar zonas o territorios de ventas.
- Determinación de centros de distribución o almacenamiento.
- Programación de producción periódica.
- Decisiones de producción en tiempo extra y en tiempo normal.
- Problemas de proveedores de empresas manufactureras o de servicios.

Los supuestos, también considerados como desventajas, de este método son:

- Los costos de transporte son una función lineal del número de unidades.
- Tanto la oferta como la demanda se expresan en unidades.
- Los costos unitarios de transporte no varían de acuerdo con la cantidad transportada.
- La oferta y la demanda deben ser iguales.
- Las cantidades de oferta y demanda no varían con el tiempo.
- No considera más efectos para la localización que los costos del transporte.
- Sin embargo, puede considerarse como ventaja el que es un método preciso y muy imparcial, pues no se deja afectar por factores de preferencia. (Ramírez, 2015)

1.8.6 Planeación de la logística

Uno de los objetivos de la logística es medir de manera cuantificable cada una de las etapas de la cadena con indicadores de gestión. De esta manera, cada paso es controlado de forma independiente con un solo fin: bajar costos sin desabastecer el mercado. (Granada, 2015)

1.8.7 Logística comercial internacional

Es el estudio que determina y gestiona los flujos de materiales, la producción y la distribución con los flujos de información, con el fin de adecuar la oferta de la empresa a la demanda del mercado en condiciones óptimas de calidad.

1.8.8 Distribución física de mercancías

Es el conjunto de operaciones necesarias para el desplazamiento de los productos preparados como carga, desde el lugar de producción o manufactura en el país de exportación hasta el local del importador en el país destino, bajo el concepto de óptima calidad costo razonable y entrega justo a tiempo.

1.8.9 Canales de distribución

Estos canales tienen como objetivo hacer que los productos elaborados lleguen al consumidor final, mediante el uso de distintos niveles y tipos de intermediarios.

Dentro de los canales de distribución de productos de consumo se encuentran los siguientes:

- **Fabricante – Consumidor:** es conocido normalmente como canal directo, ya que no cuenta con niveles o uso de intermediarios, y en este caso son los fabricantes los que venden directamente a los consumidores.
- **Productores – Minoristas – Consumidores:** denominado como canal de distribución de tipo dos, en el que se establece un contacto directo con los minoristas para que sean ellos los que distribuyan el producto final a los consumidores
- **Productores – Minoristas o Mayoristas – Consumidores:** es llamado normalmente como canal de distribución largo debido a que en este tipo se establece el contacto con dos intermediarios, puede ser utilizado por empresas que no tienen la disponibilidad de vehículos para hacer llegar sus productos a las empresas. (Velazquez, 2012)

1.8.10 Importancia del tiempo y lugar

La utilidad de un producto depende no solamente de su forma (características físicas), sino de dónde está y de si se halla en un lugar dado en el momento en que se lo necesita.

1.8.11 Cadena de suministros

Es donde se gestionan los flujos físicos y administrativos de la transformación de los materiales, el ensamble de las piezas y elementos y, el almacenamiento de productos terminados, con el fin de colocarlos para su distribución.

1.8.12 Logística de producción

Es donde se gestionan los flujos físicos y administrativos de la transformación de los materiales, el ensamble de las piezas y elementos y, el almacenamiento de productos terminados, con el fin de colocarlos para su distribución. (Ramírez, 2015)

1.8.13 Logística inversa

La logística inversa tiene en cuenta los procesos relacionados con el retorno de productos, el reciclaje, la reutilización de materiales y la eliminación de residuos. Igualmente, la función logística estándar de la compañía se complementa con la logística inversa, con ella se cierra el círculo de materiales e información.

La logística inversa en la cadena de suministro comprende todas aquellas actividades relacionadas con el movimiento de materiales desde el consumidor o usuario hacia el punto de origen o punto de recogida. (González, 2018)

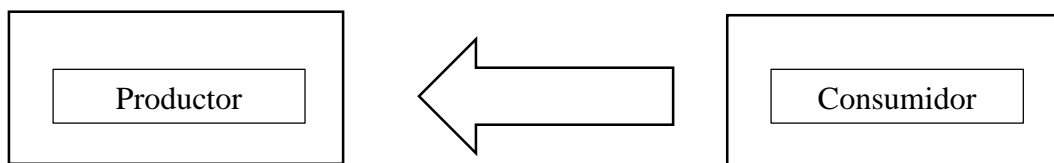


Gráfico 2-1: Flujo de la Logística Inversa.

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Fuente: Optimización de la cadena logística.

La logística inversa está enfocada a tres objetivos fundamentales:

Las devoluciones: los consumidores y empresas cada vez valoran más las políticas de devoluciones de las compañías. Y es aquí, donde actúa la logística inversa. En concreto, los aspectos que esta debe cubrir son la rapidez y la calidad del servicio.

El cuidado al medioambiente: el creciente deterioro del planeta ha concienciado más a la sociedad sobre el uso y reutilización de materiales, de forma que el desarrollo económico sea más sostenible.

Alternativa económica: la reutilización de materiales plantea una nueva forma productiva, donde se reciclan materias primas que se incorporan a nuevos procesos productivos. (González, 2018).

1.9 Marco Conceptual

Existen diversos elementos relacionados con las formas de distribución de productos, para un mejor entendimiento se puntualizan a continuación:

1.9.1 Definición del problema

Implica definir el alcance del problema investigado. Esta función debe ser realizada por todo el equipo de Investigación de Operaciones.

El objetivo es identificar tres elementos principales del problema de decisión: (1) descripción de las alternativas de decisión; (2) determinación del objetivo del estudio, y (3) especificación de las limitaciones bajo las cuales funciona el sistema modelado.

1.9.2 Construcción del modelo

Implica un intento de transformar la definición del problema en relaciones matemáticas. Si el modelo resultante se ajusta a uno de los modelos matemáticos estándar, similares a los de programación lineal, se suele obtener una solución utilizando los algoritmos disponibles. Por otra parte, si las relaciones matemáticas son demasiado complejas como para permitir la determinación de una solución analítica, la investigación basada en IO puede optar por simplificar el modelo y utilizar un método heurístico, o bien considerar la simulación, si es lo apropiado. En algunos casos, una simulación matemática puede combinarse con modelos heurísticos para resolver el problema de decisión.

1.9.3 Solución del modelo

Es por mucho la más sencilla de todas las fases de IO porque implica el uso de algoritmos de optimización bien definidos. Un aspecto importante de la fase de solución del modelo es el análisis de sensibilidad.

Tiene que ver con la obtención de información adicional sobre el comportamiento de la solución óptima cuando el modelo experimenta algunos cambios de parámetros. El análisis de sensibilidad es particularmente necesario cuando no se pueden estimar con precisión los parámetros del

modelo. En estos casos es importante estudiar el comportamiento de la solución óptima en el entorno de los parámetros estimados.

1.9.4 Validez del modelo

Comprueba si el modelo propuesto hace en realidad lo que dice que hace, es decir, ¿predice adecuadamente el comportamiento del sistema que se estudia? Al principio, el equipo de IO debe estar convencido de que el resultado del modelo no contenga “sorpresas”. Del lado formal, un método común de comprobar la validez de un modelo es comparar su resultado con resultados históricos. El modelo es válido si, en condiciones de datos de entrada iguales, reproduce de forma razonable el desempeño pasado. Sin embargo, no suele haber seguridad de que el desempeño futuro continuará copiando el comportamiento pasado. Además, como el modelo se basa en el examen cuidadoso de datos pasados, la comparación propuesta casi siempre es favorable. Si el modelo propuesto representara un sistema nuevo (inexistente), no habría datos históricos disponibles. En esos casos podemos utilizar la simulación como una herramienta independiente para comprobar el resultado del modelo matemático. (Taha H. A., 2012)

1.9.5 Proveedor

Persona o empresa que abastece de algunos artículos necesarios, como insumos y materias primas requeridas para la producción de un bien, de forma periódica y que debe cumplir con la calidad del producto y entrega oportuna.

1.9.6 Fabricante

Persona o empresa que fabrica productos, por medio de una transformación de insumos y materia prima.

1.9.7 Transportistas

Son los encargados de las operaciones de transporte y que la materia prima o producto terminado llegue a los clientes.

1.9.8 Distribuidor

Se encarga de distribuir el producto terminado en los puntos de venta del consumidor final.

1.9.9 Detallista

Es la persona que vende al por menor a través de un punto de venta, a los consumidores finales.
(Granada, 2015)

1.9.10 Algoritmo de Dijkstra

Se define al algoritmo de Dijkstra como como aquel conjunto de pasos que resuelve el problema de encontrar la ruta más corta a partir de un nodo de origen, en grafos ponderados y que no tengan pesos negativos $W(v_i, v_j) \geq 0$, el proceso en el que el Algoritmo de Dijkstra opera para encontrar la ruta más corta desde un nodo de inicio es el siguiente:

- a. Debe existir un conjunto S de nodos cuya distancia más corta desde el nodo origen ya es conocida.
- b. El conjunto S inicialmente contiene solo el nodo de origen.
- c. Cada vez que va iterando el algoritmo, se va agregando el nodo iterado v al conjunto S, cuya distancia desde del nodo origen es la más corta posible (es posible que encontrar el camino más corto entre un par de nodos y estos deben pasar por la trayectoria de los nodos del conjunto S).
- d. En cada iteración el algoritmo de Dijkstra utiliza un arreglo [D] el cual servirá para almacenar la longitud del camino más corto de cada nodo v, otra manera de expresar el arreglo [D], es que almacena la suma de los pesos de las aristas del camino más corto.
- e. Cuando el conjunto S incluye todos los nodos iterados, el arreglo [D] almacenara la distancia más corta del origen a cada vértice de destino.
- f. También se utiliza un arreglo [P] que almacenara la trayectoria más corta, es decir todos los nodos que se deben recorrer.
- g. Repetir paso a. (Chen, 2015)

Muchas situaciones de investigación de operaciones pueden modelarse y resolverse como redes (nodos conectados por ramas); a continuación tenemos algunos ejemplos de aplicación:

- Diseño de una red de oleoductos para gas natural a una determinada distancia de la costa para conectar los cabezales de los pozos en el Golfo de México a un punto de distribución costero con el objetivo de minimizar el costo de construcción de los oleoductos.
- Determinación de la ruta más corta entre dos ciudades en una red existente de carreteras.
- Determinación de la capacidad máxima (en toneladas por año) de una red de oleoductos para lodos de carbón que unen minas de carbón en Wyoming con plantas eléctricas en Houston (los oleoductos para lodos transportan carbón al bombear agua a través de tuberías especialmente diseñadas).
- Determinación del cronograma (fechas de inicio y terminación) para las actividades de un proyecto de construcción.
- Determinación del itinerario de flujo de costo mínimo desde campos petroleros hasta refinerías a través de una red de oleoductos. (Taha H. , 2015)

1.10 Marco Legal

La distribución de productos por medios de transporte terrestre (carga) dentro del territorio nacional se encuentra regulado por las entidades públicas como la ANT y el MTOP.

Tabla 2-1: Normativa legal del transporte en Ecuador.

Ley	Artículo
Constitución de la Republica de Ecuador	Art. 394.- El Estado garantizará la libertad de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial dentro del territorio nacional, sin privilegios de ninguna naturaleza. La promoción del transporte público masivo y la adopción de una política de tarifas diferenciadas de transporte serán prioritarias. El Estado regulará el transporte terrestre, aéreo y acuático y las actividades aeroportuarias y portuarias.
Ley Orgánica de Transporte Transito y seguridad Vial	Art. 1 .- La presente Ley tiene por objeto la organización, planificación, fomento, regulación, modernización y control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, con el fin de proteger a las personas y bienes que se trasladan de un lugar a otro por la red vial del territorio ecuatoriano, y a las personas y lugares expuestos a las

	contingencias de dicho desplazamiento, contribuyendo al desarrollo socio-económico del país en aras de lograr el bienestar general de los ciudadanos
Reglamento específico para el transporte comercial de carga liviana y mixto	Art. 7.- <i>Ámbito.</i> El transporte comercial de carga liviana y mixta se prestará en el territorio nacional dentro de los ámbitos definidos en la LOTTTSV y su Reglamento.
Código Orgánico Integral Penal	Establece los tipos de sanciones que serán emitidas a los conductores que no respeten las dimensiones y pesos al momento de transportar mercancías
Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y descentralización	Art. 55 Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tienen 13 competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Fuente: Normas y Reglamentos Ecuatorianos.

1.11 Idea a defender

Con la realización del modelo matemático para la efectiva distribución de productos en el Cantón Guano y análisis de resultados se emitirán recomendaciones las cuales contribuirán a lo siguiente:

Transportación segura y eficiente de productos garantizando la satisfacción del cliente.

Disminuir el tiempo de viaje al momento de embarcar un producto y desplazarlo a un destino determinado.

1.12 Variables

1.12.1 Variable Independiente

Disminución de los tiempos de distribución de un producto.

1.12.2 Variable Dependiente

Producción

Elaboración

Vehículos

Factor Humano

CAPÍTULO II:

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque de Investigación

El presente trabajo de titulación tiene una orientación cualitativa y cuantitativa en el campo de la logística del transporte.

Cualitativa debido a que contaremos de datos descriptivos de los aspectos más importantes y de mayor rentabilidad del nivel de producción y el grado de distribución que va a ser generado por el nivel de producción.

La investigación por otra parte también será cuantitativa porque se recolectará información con los instrumentos estadísticos que son fichas de observación, que nos ayudarán como una eficiente técnica para la sustentación de esta investigación y obtener resultados reales que servirán como base para el establecimiento del modelo, el cual podrá ser planteado en cualquier empresa de producción local en base a productos elaborados en cuero.

2.2 Nivel de Investigación

El presente trabajo de titulación estará enmarcado dentro de la zona urbana y zona de producción y elaboración de cuero del cantón Guano con el apoyo de las principales empresas de Curtiembre de la ciudad.

2.2.1 *Investigación Descriptiva*

Con este tipo de investigación se pudo evidenciar el objetivo del campo de estudio a analizar partiendo de la observación, de hechos previamente establecidos, recolectando la información, clasificándola y finalmente estableciendo los resultados obtenidos.

2.2.2 *Investigación de campo*

Para establecer los patrones y factores correctos con el objeto de estudio, el investigador tuvo que realizar un contacto personal y de forma directa con el problema del objeto de estudio para así obtener información verídica y fiable de las empresas.

2.2.3 Investigación documental y bibliográfica

Para el presente trabajo de titulación nos pudimos acercar más a la realidad, fortaleciendo los conocimientos adquiridos previamente en la vida académica, con la revisión de material bibliográfico, proyectos, página web existente con respecto al tema de estudio, con el que se va a poder tener un mejor enfoque al momento de realizar la presente investigación.

2.2.4 Investigación exploratoria

La investigación establecida para este trabajo de titulación se la realizó en un determinado campo de estudio basándonos que no se tuvo un estudio previo que pueda garantizar una efectiva distribución de productos y que podría aumentar la posibilidad de realizar una investigación mas completa y satisfactoria.

2.3 Diseño de Investigación

2.3.1 No experimental

El diseño de investigación para este proyecto de titulación es no experimental, debido a que este trabajo está basado en un diseño descriptivo, mediante fichas de observación y matrices de evaluación de satisfacción de entrega. La observación será una parte fundamental para esta investigación debido a que con esta técnica se podrá obtener la información más relevante para establecer las matrices descritas.

2.4 Tipo de estudio

2.4.1 Transversal

Para el trabajo de titulación presentado a continuación se procederá a investigar y recolectar información de la población productora y consumidora del cantón Guano. Para el establecimiento de la información de las matrices origen destino se tomarán en cuenta únicamente las empresas de mayor producción.

2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

2.5.1 Métodos

Método Inductivo: se basará en utilizar la observación en las plantas donde se esté efectuando la producción de artículos elaborados a base de cuero, para observar los procesos de demoras.

Método Analítico: se basará en analizar los tiempos que se demora en producir un artículo elaborado a base de cuero y a su vez los tiempos en los que se realiza las distribuciones.

2.5.2 Técnica

Encuesta. - la encuesta se aplicará en forma directamente a las 3 empresas de mayor nivel de producción de Curtiembre dentro del cantón Guano.

Observación directa. – para el presente trabajo de investigación la observación directa fungirá como un eje primordial, debido a que es un estudio no experimental y en el cual solo se pretende analizar el problema que genera la demora en la producción y distribución de productos.

2.5.3 Instrumentos

Matriz causa y efecto: con esta matriz podemos identificar las distintas fases de desarrollo del proyecto ya que mediante dicha matriz vamos a poder analizar las distintas maneras de distribución y elaboración de los productos y a su vez poder establecer la frecuencia de envíos, y el costo que puede generar la inefectiva distribución.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Población y Muestra

3.1.1 Población

Para el análisis de la población que se acoge a la producción de cuero propuesto para este trabajo de titulación, se trabajó con la población de la cabecera cantonal y zona de influencia urbana, la misma que es 44.518 habitantes obtenido del último censo realizado en el año 2010.

Tabla 3-3: Población Urbana del Cantón.

Población del área urbana del cantón Guano	2010	Tasa de crecimiento	%	2019
Se tomó en cuenta la totalidad	17.160	1.37	100	19.133

Fuente: Plan de ordenamiento territorial – Guano (2014)

Realizado por: (Vacacela, 2019)

3.1.2 Muestra

Debido al tamaño considerable de la población se procedió a tomar un extracto de esta basándonos en la fórmula general de obtención de la muestra.

Tabla 4-3: Datos de la población Urbana del Cantón.

Z	1.96
P	0.5
Q	0.5
E	5%
N	19.133

Realizado por: (Vacacela, 2019)

DONDE:

Z: Es el nivel de confianza del estudio.

P: Es la probabilidad de éxito.

Q: Es la probabilidad de fracaso.

E: Es el error máximo admisible.

N: Tamaño de la población de estudio.

$$n = \frac{N * Z^2 * P * Q}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * P * Q}$$
$$n = \frac{19.133 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(19.13 - 1) * (0.05)^2 + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$
$$n = 376.61$$
$$n = 377.$$

Pero en el caso de nuestro estudio de investigación se realizará la encuesta de forma directa al personal a cargo de la empresa.

3.2 Construcción del modelo

Para comenzar con el diseño de la propuesta del modelo matemático, primero se debe establecer un cálculo de los costos más relevantes de la empresa.

Para este caso se establecerá la siguiente formula:

$$Cr = ((X * Cp) + Cf$$

Donde:

Cr= costo de producción real.

X= unidades producidas en la planta.

Cp= costo de producción por unidad.

Cf= costo del flete.

3.2.1 Estructuración del modelo

Los datos utilizados en el presente trabajo de investigación fueron recolectados teniendo en cuenta las principales empresas de producción del Cantón Guano, como son, La empresa “El Alce”, “Curtiembre “El Toro” y “Laslandra”. Se tomó en cuenta los tipos de abastecimiento que tienen dichas empresas, el volumen de producción por insumo de cuero, y los locales a los que se distribuyen dichos productos, más los valores que son producidos por la actividad de la distribución y elaboración de dichos productos (chompas y zapatos).

3.3 Caracterización del modelo

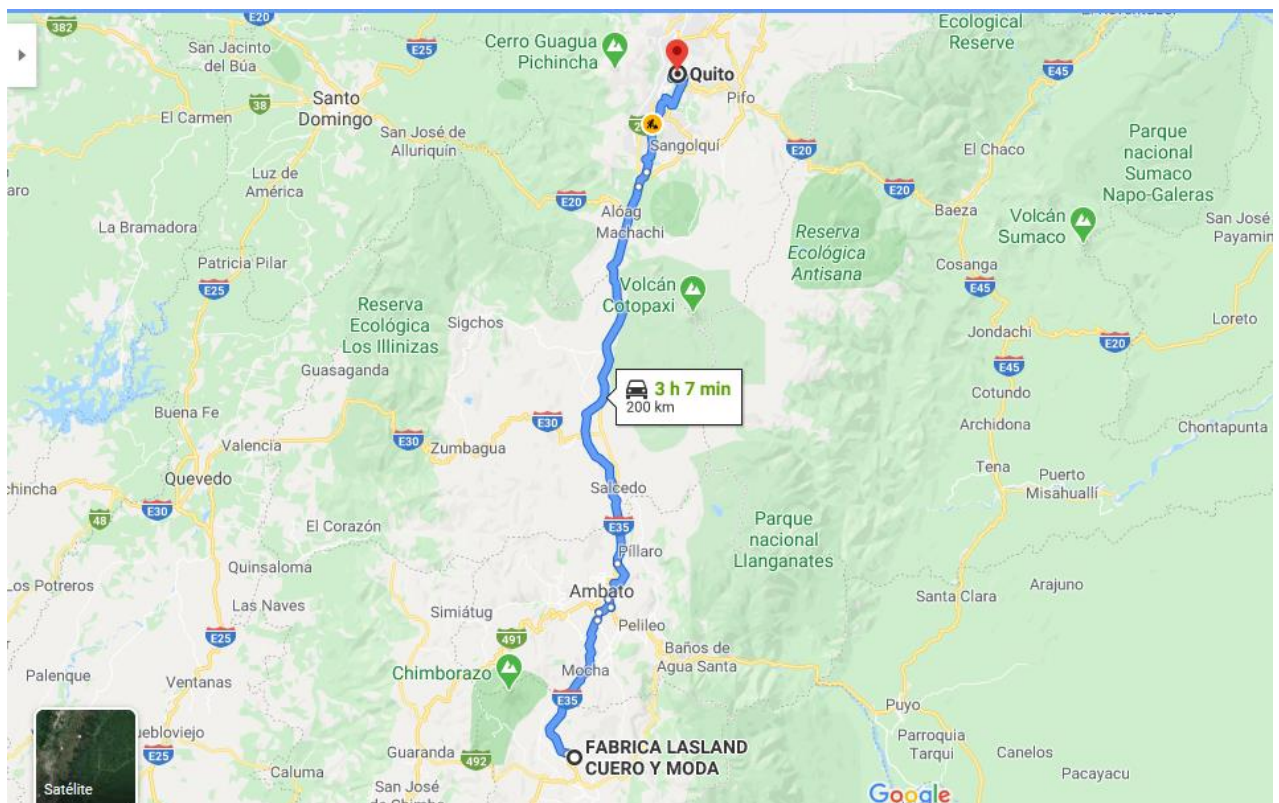
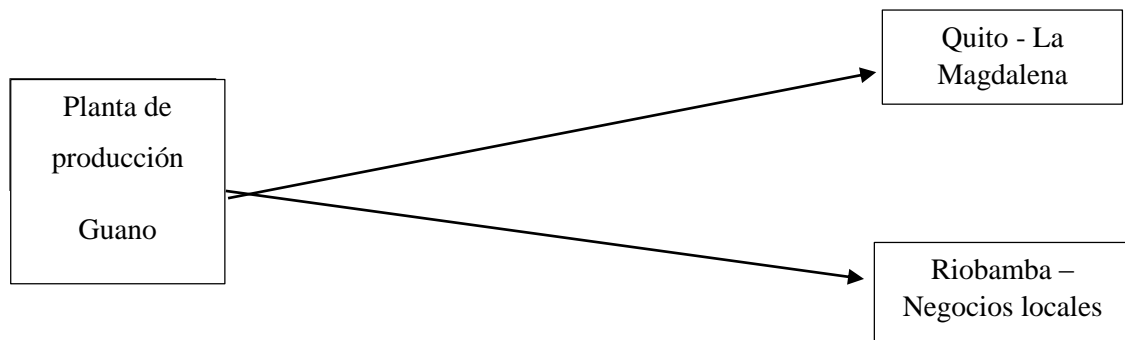


Gráfico 3-3: Ruta 1

Fuente: Google Maps

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Tramo establecido entre Guano (fabrica Lasland - Quito)

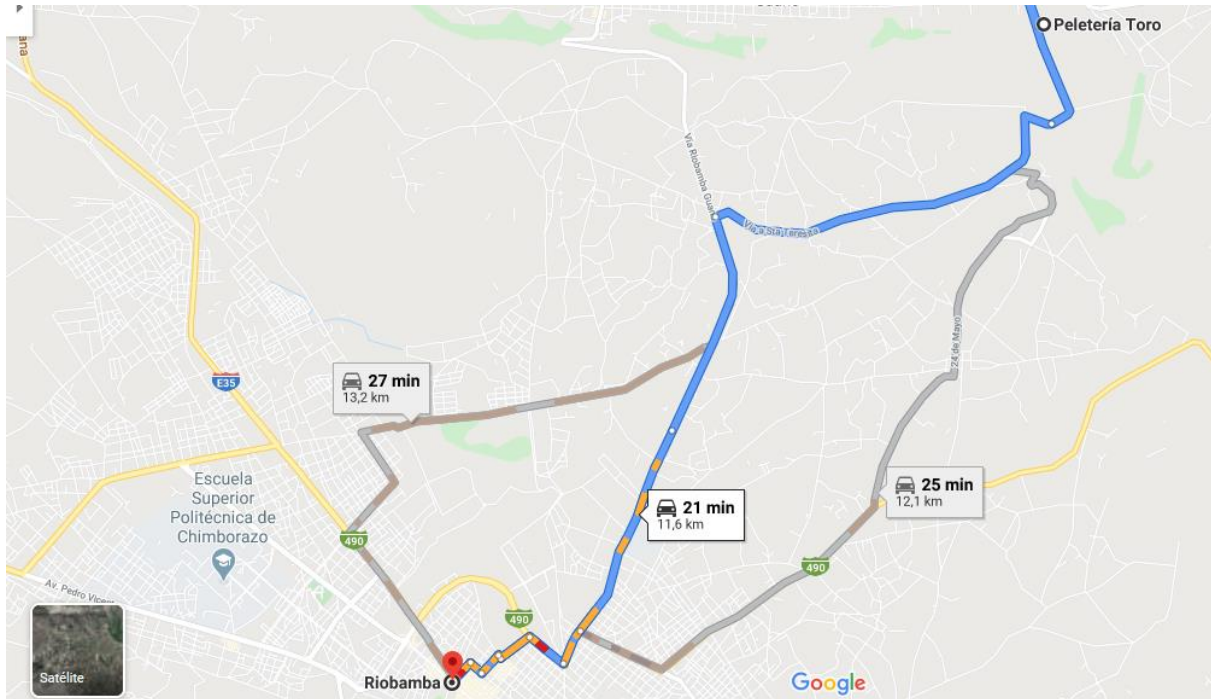


Gráfico 4-3: Ruta 2.

Fuente: Google Maps

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Tramo establecido entre Guano (fabrica “El Toro”- Riobamba)

Tabla 5-3: Datos necesarios para la caracterización.

Ítem	Detalle	Cantidad
1	Número de artículos producidos a la semana	12 pares zapatos, 5 chompas
2	Número de plantas de producción	2
3	Número de ciudades a las que se envía	2
4	Capacidad de plantas de producción	media
5	Número de flota de distribución	1
6	Número de restricciones	5

7	Función objetivo	1
---	------------------	---

Realizado por: (Vacacela, 2019)

3.3.1 Características generales de la modelación matemática del artículo

El modelo será diseñado para un tiempo de planeación de 6 meses.

Se tomó en cuenta los dos principales productos (Chompas y Zapatos).

Como variable de decisión se toma en consideración la reducción de tiempo de transportación de dichos artículos.

Se incluyen también restricciones como: los tiempos de almacenamiento, Costo, Capacidad de carga.

La función objetivo incluirá la sumatoria de todos los costos asociados a la cadena de suministros.

Las ciudades reciben de forma directa los productos enviados desde la planta origen.

3.4 Componentes del modelo

3.4.1 Productos

Fueron considerados dentro del modelo propuesto un conjunto de productos terminados en la planta origen. Debido a que las unidades producidas por artículo se hacen por unidad y docenas, de esta manera nos aportan una cantidad que facilite el cálculo de los costos establecidos.

3.4.2 Plantas

Como se detalló en la tabla N°5 las empresas cuentan con una planta de producción dentro del área urbana del cantón, desde donde se realizan el despacho de pedidos.

3.4.3 Centros de distribución

Los centros de distribución en el caso de las empresas (“El Toro y Lasland”) se encuentran ubicados en las mismas plantas, pero la empresa “Lasland” cuenta con su centro de distribución en la planta y en ciudades como Quito y Riobamba, a las cuales se dirigen clientes de todo el país.

Estableciendo canales de distribución de nivel dos como ya fue explicado con anterioridad la empresa realiza una distribución de sus productos a empresas mediante intermediarios que en este caso dependiendo del producto pueden ser minoristas o mayoristas.

3.4.4 Ciudades de distribución

Las ciudades de distribución de los productos elaborados por las plantas ya antes descritas van a estar correlacionadas con la producción y el nivel de la demanda prevista, en este caso tenemos dos ciudades, Guano y Quito.

3.4.5 Transporte

El transporte es un componente fundamental dentro del presente proyecto de investigación, el utilizado para realizar la distribución es el transporte por carretera (Camiones – camionetas de carga).

Este tipo de vehículos es normado según el reglamento de Tránsito el cual nos dice que para el traslado de mercancías se debe utilizar un tipo de vehículo de carga adecuado a la necesidad del fabricante.

3.5 Formulación del modelo

El modelo matemático es una forma muy eficaz de expresar el problema de optimización ya que presentará los distintos costos en la empresa, también se debe tener presente el tipo de restricciones a utilizar.

El modelo matemático de forma verbal se expresa de la siguiente manera:

Función objetivo: Minimizar.

$Z = \text{costo total de producción real} + \text{el costo total de distribución.}$

Donde:

Z: Función objetivo.

Parámetros:

Cap_i = Capacidad de producción de cada planta i .

$CINV_{ji}$ = Costo de mantener en el inventario cada producto j (zapato – Chompas) en las plantas i

CFI_{im} =

Costo de flete desde cada planta i a hasta las ciudades de distribución m (Guano – Quito)

Inv_i

= Capacidad física de almacenaje del inventario en la planta de fabricación (Guano).

Inv_f

= capacidad física de almacenaje del inventario en el centro de distribución (Quito).

Donde: los parámetros utilizados fueron previamente citados. Los parámetros detallados son unidimensionales debido a que cada planta se le asignó una capacidad, los parámetros bidimensionales como los fletes entre centros de distribución y plantas. Y parámetros multidimensionales que son la demanda de los productos asignándoles los meses de producción de sus respectivas plantas.

3.6 Variables de decisión

Y_{jml} = Unidades de producto j (Chompas o Zapatos), almacenados en la planta de producción m , en el mes l .

W_{jil} = Unidades despachadas de producto j , (Chompas o Zapatos), desde la planta i , en el mes l .

XY_{jik} =

Unidades de producto j (Chompas o Zapatos), desde la planta i , a las ciudades k (GUANO – QUITO).

3.6.1 Restricciones

Capacidad de producción.

Satisfacción de la demanda.

Tiempo de entrega

Capacidad de la planta.

Total, de envíos

Se definieron las siguientes restricciones: Restricción de Capacidad de producción La sumatoria de los envíos de los productos j de cada planta i a los centros de distribución m , más los productos j enviados desde las plantas i a las ciudades k debe ser menor o igual a la capacidad de cada planta i .

Formulación algebraica del modelo

$$(Min Z) = \sum_{jilk} XY_{jilk} * Cap_i + \sum_{jml} Y_{jml} * CINV_{ji} + \sum_{jil} W_{jil} * CFI_{im}$$

La función objetivo descrita para el estudio del presente trabajo de titulación tiene como objetivo minimizar la función objetivo, se ha procedido a usar:

1. Sumatoria de los costos de producción real en cada planta.
2. Sumatoria de los costos de inventarios.
3. Sumatoria de los costos de transportación (fletes) a las ciudades de distribución.

Formulación.

Función objetivo: minimizar z

Costo total de producción: Número de unidades de producto elaborados por el costo unitario de producción.

Costo de inventario: Número de unidades de producto almacenados por el costo unitario en almacén.

Costo de distribución: Número de unidades de producto despachadas por el valor del flete.

3.7 Análisis e interpretación de resultados

La siguiente investigación de campo se realizó en la cabecera cantonal de Guano, para lo cual se realizó una indagación mediante el uso de encuestas dirigidas a las dos empresas de mayor producción del cantón, las cuales fueron distribuidas en 2 zonas; Zona 1 con la empresa “EL TORO” ubicada en el sector de los Elenes y la Zona 2 con la empresa “LASLAND” ubicada en

la vía a San Andrés. Realizadas las encuestas y tabuladas respectivamente la información comprendida en cada encuesta, arrojó los siguientes resultados:

3.7.1 *Análisis e interpretación de la encuesta dirigida a la empresa de la zona 1:*

1. ¿Qué tiempo se demora en abastecerse del cuero?

Tabla 6-3: Tiempo se demora en abastecerse del cuero.

Días	1-2	3-5	6-7
Chompas			X
Zapatos		X	

Fuente: Encuesta empresa “EL TORO”

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 1 de la empresa ubicada en la zona 1 se puede evidenciar que existe un periodo de tiempo adecuado para poder contar con el cuero.

Interpretación: Debido al periodo de tiempo requerido para abastecerse las empresas deberán hacer pedidos muy grandes para abastecer sus respectivas demandas.

2. ¿El cuero lo obtienen de manera directa o por intermediarios?

Tabla 7-3: Cuero lo obtienen de manera directa o por intermediarios.

Forma	Directa	Intermediarios
Chompas	X	
Zapatos		x

Fuente: Encuesta empresa “EL TORO”

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 2 de la empresa ubicada en la zona 1 se constató que para la adquisición del cuero se lo va a realizar de dos maneras distintas, siendo esto un factor que genera retrasos puesto que se va a necesitar de intermediarios para poder producir los artículos de estudio.

Interpretación: con las distintas maneras de adquisición del cuero las empresas productoras, necesitan establecer un manejo eficaz de la materia prima para poder realizar una correcta funcionalidad del producto.

3. ¿Qué tiempo se demora en elaborar una docena de zapatos?

Tabla 8-3: Tiempo que se demora en elaborar una docena de zapatos

Días	1-2	3-5	6-7
Zapatos		X	

Fuente: Encuesta empresa "EL TORO"

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 3 de la empresa ubicada en la zona 1 el tiempo establecido para la elaboración de una docena de zapatos no es muy amplio y se puede satisfacer la demanda.

Interpretación: basándonos en la encuesta realizada el tiempo de elaboración de la docena de calzado, independientemente la clase (hombre – mujer) y tamaño (niño – adulto) es un periodo de tiempo que no genera un gran lapso de elaboración permitiéndonos no tener demoras en la entrega del producto.

4. ¿Qué tiempo se demora en elaborar una chompa?

Tabla 9-3: Tiempo se demora en elaborar una chompa

Días	1-2	3-5	6-7
Chompas			X

Fuente: Encuesta empresa "EL TORO"

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 4 de la empresa ubicada en la zona 1 el tiempo establecido para la elaboración de cada unidad de chompas es un amplio debido a que se utilizara una semana en la producción, pero se puede satisfacer la demanda.

Interpretación: basándonos en la encuesta realizada el tiempo de elaboración de por unidad de producto (chompa), independientemente la clase (hombre – mujer) y tamaño (niño – adulto) se puede decir que es un periodo alto debido a que genera una semana laboral pero si se lo hace de forma efectiva no habrá demoras en la entrega del producto

5. ¿La entrega de los productos se la realiza de forma directa o por algún medio de transporte terrestre?

Tabla 10-3: Entrega de los productos se la realiza de forma directa o por algún medio de transporte terrestre.

	Transporte	Forma directa
Zapatos (Cantidad)	4 – 8 docenas	Venta al publico

	Transporte	Forma directa
Chompas (Cantidad)	2 – 4 docenas	Venta al publico

Fuente: Encuesta empresa “EL TORO”

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 4 de la empresa ubicada en la zona 1 se considera dos formas de distribución de los productos, siendo un factor importante la distribución en forma directa.

Interpretación: basándonos en la encuesta realizada la distribución en forma directa siempre va a ser en mayor cantidad que la que se distribuye en transporte.

3.7.2 Análisis e interpretación de la encuesta dirigida a la empresa de la zona 2:

6. ¿Qué tiempo se demora en abastecerse del cuero?

Tabla 11-3: Tiempo se demora en abastecerse del cuero.

Días	1-2	3-5	6-7
Chompas		X	
Zapatos		X	

Fuente: Encuesta empresa “LASLAND”

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 1 de la empresa ubicada en la zona 2 se puede evidenciar que existe un tiempo óptimo basándonos a que es la mitad de una semana en la que se puede contar con el cuero.

Interpretación: Debido al periodo de tiempo requerido para abastecerse la empresa puede realizar pedidos a escala y simultáneos para poner cumplir con la elaboración de su demanda.

7. ¿El cuero lo obtienen de manera directa o por intermediarios?

Tabla 12-3: Cuero lo obtienen de manera directa o por intermediarios

Forma	Directa	Intermediarios
Chompas	X	
Zapatos	X	

Fuente: Encuesta empresa "LASLAND"

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 2 de la empresa ubicada en la zona 2 se constató que para la adquisición del cuero se lo va a realizar de una única forma, siendo esto un factor que ayude a tener una eficacia en la producción.

Interpretación: Con la adquisición de forma directa del cuero la empresa productora, no se necesitará del establecimiento de un control de inventarios eficaz para poder realizar una correcta funcionalidad del producto.

8. ¿Qué tiempo se demora en elaborar una docena de zapatos?

Tabla 13-3: Tiempo se demora en elaborar una chompa.

Días	1-2	3-5	6-7
Zapatos		X	

Fuente: Encuesta empresa "LASLAND"

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 3 de la empresa ubicada en la zona 2 el tiempo establecido para la elaboración de una docena de zapatos es corto tomando en cuenta los días laborables de una semana y que se puede satisfacer la demanda.

Interpretación: basándonos en la encuesta realizada el tiempo de elaboración de la docena de calzado, independientemente la clase (hombre – mujer) y tamaño (niño – adulto) es un periodo necesario para no tener demoras en la entrega del producto.

9. ¿Qué tiempo se demora en elaborar una chompa?

Tabla 14-3: tiempo se demora en elaborar una chompa

Días	1-2	3-5	6-7
Chompas		X	

Fuente: Encuesta empresa “LASLAND”

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 4 de la empresa ubicada en la zona 2 el tiempo establecido para la elaboración de cada unidad de chompas es aceptable, tomando en cuenta la producción semanal y los días que se utilizan para elaborarlos, pero se puede satisfacer la demanda.

Interpretación: basándonos en la encuesta realizada el tiempo de elaboración de por unidad de producto (chompa), independientemente la clase (hombre – mujer) y tamaño (niño – adulto) es un periodo aceptable y recomendable para no tener demoras en la entrega del producto

10. ¿La entrega de los productos se la realiza de forma directa o por algún medio de transporte terrestre?

Tabla 15-3: Entrega de los productos se la realiza de forma directa o por algún medio de transporte terrestre.

	Transporte	Forma directa
Zapatos (Cantidad)	5 – 8 docenas	Venta al publico

	Transporte	Forma directa
Chompas (Cantidad)	2 – 5 docenas	Venta al publico

Fuente: Encuesta empresa “LASLAND”

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la pregunta número 5 de la empresa ubicada en la zona 2 se considera dos formas de distribución de los productos, siendo un factor importante la distribución en forma directa, y no dejando a un lado la distribución a los otros centros ya que se llevan una considerable cantidad de productos.

Interpretación: basándonos en la encuesta realizada la distribución en forma directa siempre va a ser en mayor cantidad que la que se distribuye en transporte, pero para el caso de la empresa “LASLAND” la distribución a otros centros también genera una gran cantidad de envíos.

3.7.3 Análisis e interpretación de la ficha de observación dirigida a la empresa de la zona 1:

Tabla 16-3: Ficha de observación empres “EL TORO”.

Elemento	Si	No
¿Cuenta con producción propia?		X
¿Dispone de un lugar donde se da tratamiento al cuero?		X
¿Cuenta con personal capacitado?	X	
¿Los artículos son transportados por cuenta propia?	X	
¿Los productos son elaborados en el lugar (planta)		X

Fuente: Encuesta empresa “EL TORO”

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados por la ficha de observación en las instalaciones de la empresa “EL TORO” no cuentan con todos los procesos de producción, debido a que algunos trabajadores se llevan a sus casas a terminar lo que no acaban en la planta siendo estos y esto genera retrasos y demoras en la producción y elaboración de los productos mencionados en el presente estudio.

Interpretación: basándonos en la ficha de observación realizada el debido a que no cumple con algunos de los procesos básicos para la correcta producción de los productos ya mencionados, la empresa no genera una gran cantidad en cortos plazos de tiempo.

3.7.4 Análisis e interpretación de la ficha de observación dirigida a la empresa de la zona 2:

Tabla 17-3: Ficha de observación empresa “LASLAND”

Elemento	Si	No
¿Cuenta con producción propia?	X	

¿Dispone de un lugar donde se da tratamiento al cuero?	X	
¿Cuenta con personal capacitado?	X	
¿Los artículos son transportados por cuenta propia?	X	
¿Los productos son elaborados en el lugar (planta)	X	

Fuente: Encuesta empresa "LASLAND"

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Análisis: De acuerdo con los datos recabados para la ficha de observación realizada en las instalaciones de la planta, se puede evidenciar que la empresa cuenta con lo necesario para realizar una producción de los artículos establecidos en el estudio de una forma eficiente y eficaz.

Interpretación: basándonos en la ficha de observación realizada podemos constatar que la empresa se encuentra en una etapa apta para la correcta producción y elaboración de los productos ya mencionados en el presente estudio.

3.8 Comprobación de interrogantes de estudio-hipótesis

Al realizar el levantamiento de información mediante el método de observación primaria, y la realización de encuestas y fichas de observación a dos de las empresas de mayor producción de Curtiembre del cantón Guano establecidos para este proyecto de investigación, se puede verificar que la idea a defender va a cumplir el objetivo propuesto debido a que las empresas ya antes mencionadas, realizan procesos de forma empírica que genera los problemas ya mencionados.

Mediante la evaluación de la ficha de observación pudimos constatar que las empresas disponen una gran cantidad de productos elaborados para ser transportados hacia otros centros de distribución en distintas ciudades y al revisar los datos de las encuestas, se pudo evidenciar que no cuentan con los procesos necesarios para una correcta elaboración de los productos ya mencionados en este proyecto de investigación, por lo tanto los tiempos de distribución y traslado serán mayores, debido a que ninguna de las empresas cuenta con un sistema de distribución efectivo.

Con la propuesta de este modelo matemático enfocado en minimizar el problema presentado en la efectiva distribución y traslado de mercancías durante la investigación, se espera que al ser aplicado las empresas de producción y elaboración de productos que están realizados a base de

cuero puedan establecer estrategias y tomar decisiones que mejoren y efectivicen la correcta distribución física del producto terminado.

El modelo matemático propuesto se basa en un modelo de investigación de operaciones que tiene en cuenta los factores más relevantes de las empresas y que son los que generan el problema descrito con el objetivo de mitigar los problemas más representativos de las organizaciones planteadas, y se tomara en cuenta su principal problema como es la distribución de dichos artículos ya elaborados.

3.9 Marco propositivo

3.9.1 *Título*

PROPUESTA DE UN MODELO MATEMATICO PARA LA DISTRIBUCION DE PRODUCTOS ELABORADOS EN CUERO (ZAPATOS-CHOMPAS) EN EL CANTON GUANO.

3.9.2 *Contenido de la propuesta.*

Diagnóstico de la situación actual.

Mediante la evaluación realizada a las empresas de mayor producción en la elaboración de productos elaborados a base de cuero en el cantón Guano. Se puede evidenciar lo siguiente.

Tabla 18-3: Datos de la Empresa “EL TORO”.

Ítem	Detalle	Cantidad
1	Número de artículos producidos a la semana	12 pares zapatos, 5 chompas
2	Número de plantas de producción	2
3	Número de ciudades a las que se envía	2
4	Número de flota de distribución	1
5	Tiempo de Viaje (distribución a otras ciudades)	2-3 días.
6	Capacidad de la planta (unidades)	70 pares de zapatos y 35 chompas de cuero al mes.
7	Unidades enviadas.	36 pares de zapatos y 6 chompas

Fuente: Encuesta empresa “EL TORO”

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Tabla 19-3: Datos de la empresa “LASLAND”

Ítem	Detalle	Cantidad
1	Número de artículos producidos a la semana	20 pares zapatos, 40 chompas
2	Número de plantas de producción	1
3	Número de ciudades a las que se envía	2
4	Número de flota de distribución	1
5	Tiempo de Viaje (distribución a otras ciudades)	2-3 días.
6	Capacidad de la planta (unidades)	30 Docenas de zapatos y chompas de cuero al mes.
7	Unidades enviadas.	40 pares de zapatos y 40 chompas.

Fuente: Encuesta empresa “LASLAND”

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Con lo que se comprende que existe una gran producción y cumple con la restricción planteada en la fórmula propuesta con anterioridad, ya que la capacidad de producción de la planta abastece los centros de distribución a los que son enviados los productos desde las empresas de estudio.

Objetivos

Objetivo General

- Proponer un modelo matemático que permita minimizar los costos que se generan en la empresa mediante el proceso de elaboración de productos producidos a base de cuero (Zapatos – Chompas) con la aplicación de la fórmula propuesta.

Objetivos específicos

- Establecer una reducción significativa en los costos de producción total de las empresas de estudio.
- Maximizar las distribuciones físicas de los productos por medio de los envíos eficientes.
- Efectivizar la transportación segura y garantizar calidad de la entrega en los centros de distribución con la correcta aplicación del modelo matemático planteado.

Justificación

Según los métodos de observación aplicados en el presente trabajo de titulación, se pudo constatar que existen resultados desfavorables al momento de la obtención del cuero y la elaboración de los productos, que generan demoras y aumentan los costos de producción.

Por lo que nos encontramos en la necesidad de plantear como una propuesta viable las bases de un modelo matemático establecido con los principales factores que generan un resultado nada alentador al momento de la producción y distribución física de los productos de las empresas de Curtiembre.

Es primordial comenzar con motivación al personal que es el que elabora dichos productos y por consiguiente tratar de motivar y convencer a los directivos de las empresas de estudio para que dejen de basarse en su modelo empírico de generación, distribución y traslado y se arriesguen por aplicar esta propuesta de modelo, el cual servirá para mejorar y efectivizar dichos procesos.

La estrategia de implementar un modelo matemático a la distribución y traslado de productos ya elaborados es para generar un cambio efectivo reducir costos y así generar que las empresas no solo se enfoquen en ser grandes productoras, sino que sean más efectivas en sus entregas y así poder posicionarlas mejor en el mercado.

Alcance

La propuesta de este modelo matemático tiene como fin establecer un alcance significativo y no solo basarse ya en las empresas de Curtiembre, sino en empresas de otro tipo de producción ya que es una fórmula que puede ser modificada y aplicada según los problemas que presente dicha empresa o empresas que necesiten usarlo.

Presupuesto

Tabla 20-3: Presupuesto de implementación del modelo.

Ítem	Detalle	Valor
1	Adquisición del Software Lingo (resolver el mismo)	\$245.00
2	Capacitación al personal para usar el modelo y software	\$100.00
3	Útiles de oficina (hojas)	\$2.50

4	Total	\$ 347.50
---	-------	-----------

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Propuesta

Mediante la aplicación del modelo matemático propuesto en el presente trabajo de titulación, se podrá evidenciar que existe una minimización en la función objetivo.

MODELO MATEMÁTICO PROPUESTO:

$$(Min Z) = \sum_{jilk} XY_{jilk} * Cap + \sum_{jml} Y_{jml} * CINV_{ji} + \sum_{jiml} W_{jil} * CFI_{im}$$

Restricciones.

Capacidad de producción.

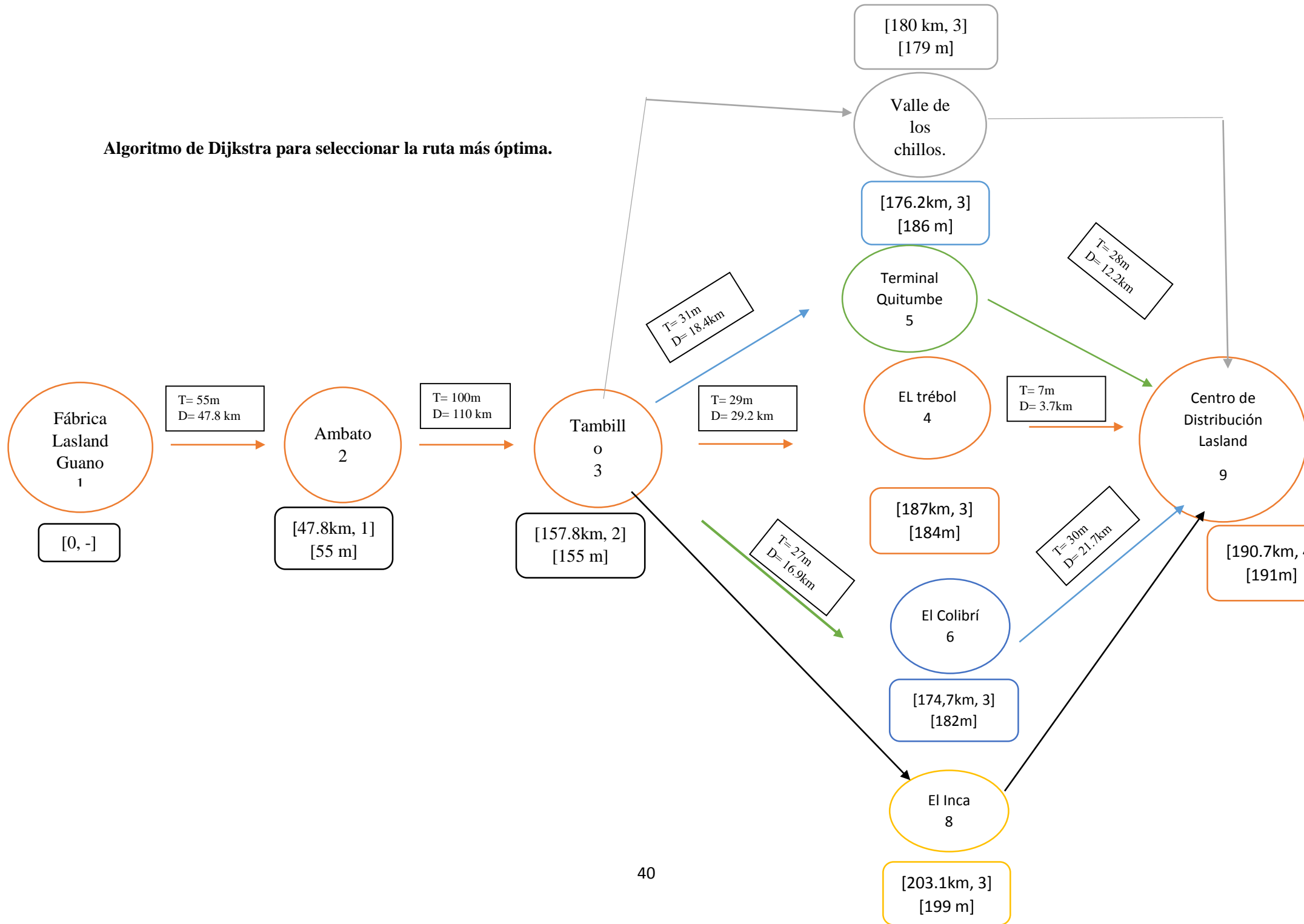
Satisfacción de la demanda.

Tiempo de entrega

Capacidad de la planta.

Total, de envíos.

Algoritmo de Dijkstra para seleccionar la ruta más óptima.



Rutas:

R1: 1-2-3-5-9 con una duración de 188km y un tiempo de 3 horas con 35 minutos.

R2: 1-2-3-4-9 con 190.7km de distancia y un tiempo de 3 horas con 11 minutos.

R3: 1-2-3-6-9 con 196km y un tiempo de 3 horas con 32 minutos.

R4: 1-2-3-8-9 con 213.2km y un tiempo de 4 horas con 05 minutos.

R5: 1-2-3-7-9 con 189.2 km y un tiempo de 3 horas con 21 minutos

Se seleccionara la ruta número dos debido a que es la que menor tiempo tiene de viaje y para nuestro proyecto de estudio es necesario establecer la ruta con menor duración.

Rutas de envío.

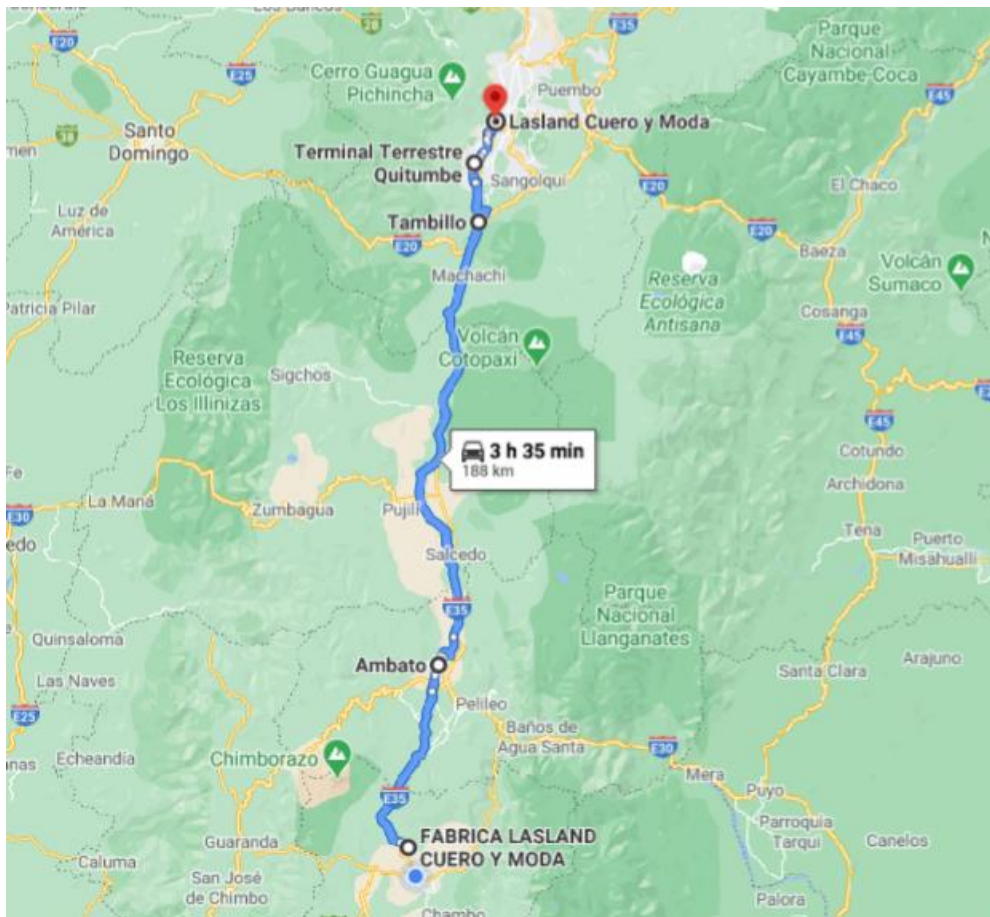


Gráfico 5-3: Ruta 1 desde la fábrica al centro de distribución.

Fuente: Google Maps.

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Tramo establecido entre Guano (fabrica Lasland –Terminal Quitumbe - Lansland centro de distribución Quito)

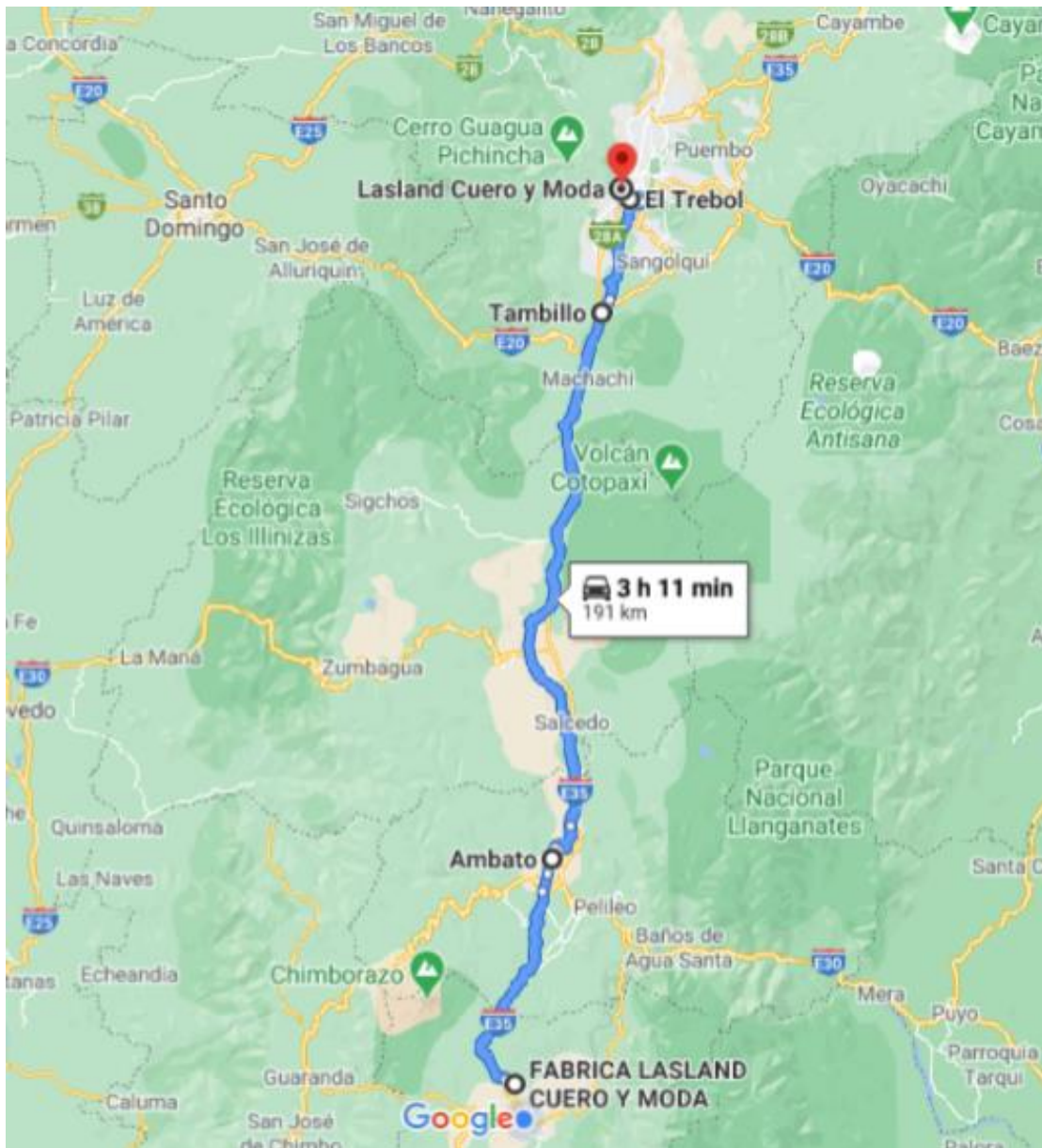


Gráfico 6-3: Ruta 2 desde la fábrica al centro de distribución.

Fuente: Google Maps.

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Tramo establecido entre Guano (fabrica Lasland – El trébol - Lansland centro de distribución Quito)

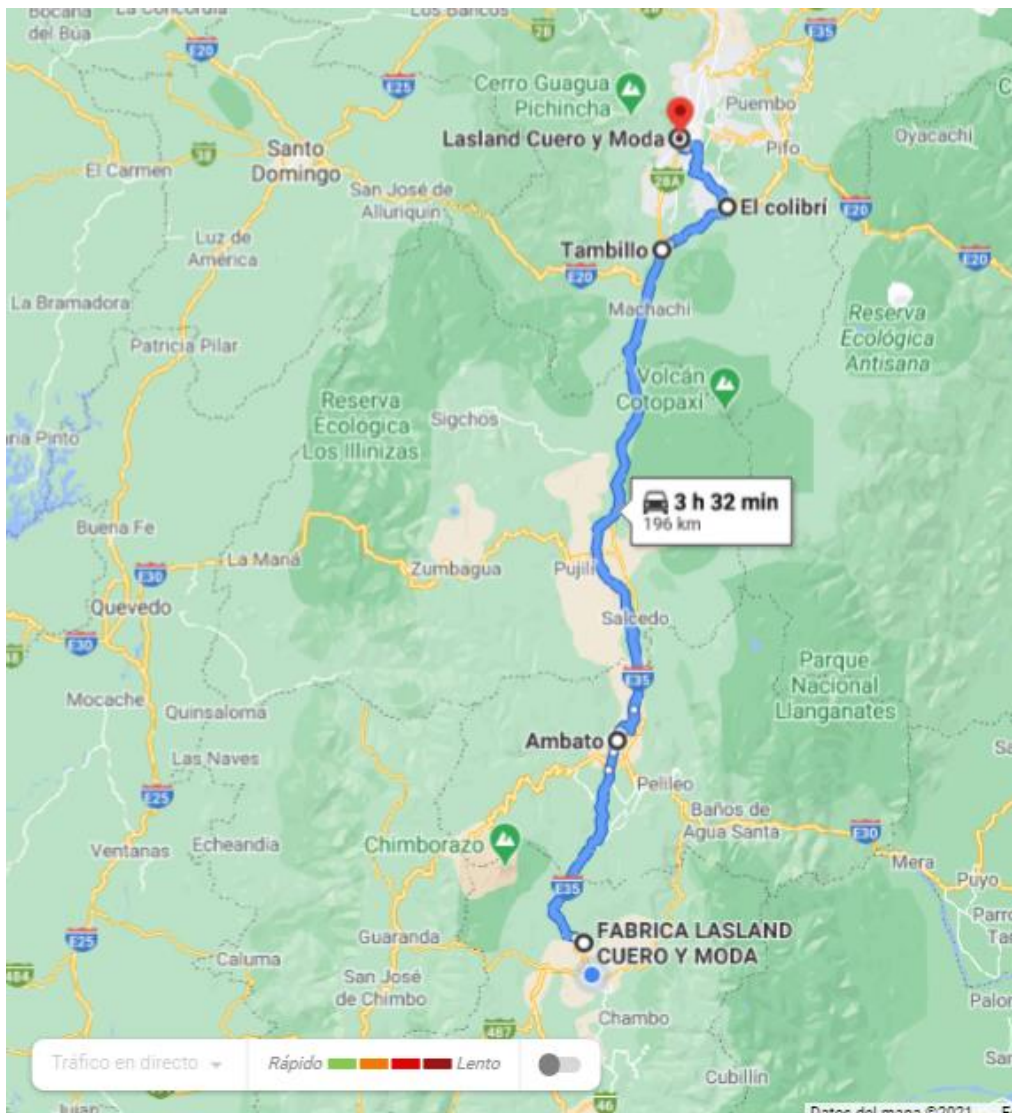


Gráfico 7-3: Ruta 3 desde la fábrica al centro de distribución.

Fuente: Google Maps.

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Tramo establecido entre Guano (fabrica Lasland – Av. General Rumiñahui - Lansland centro de distribución Quito)

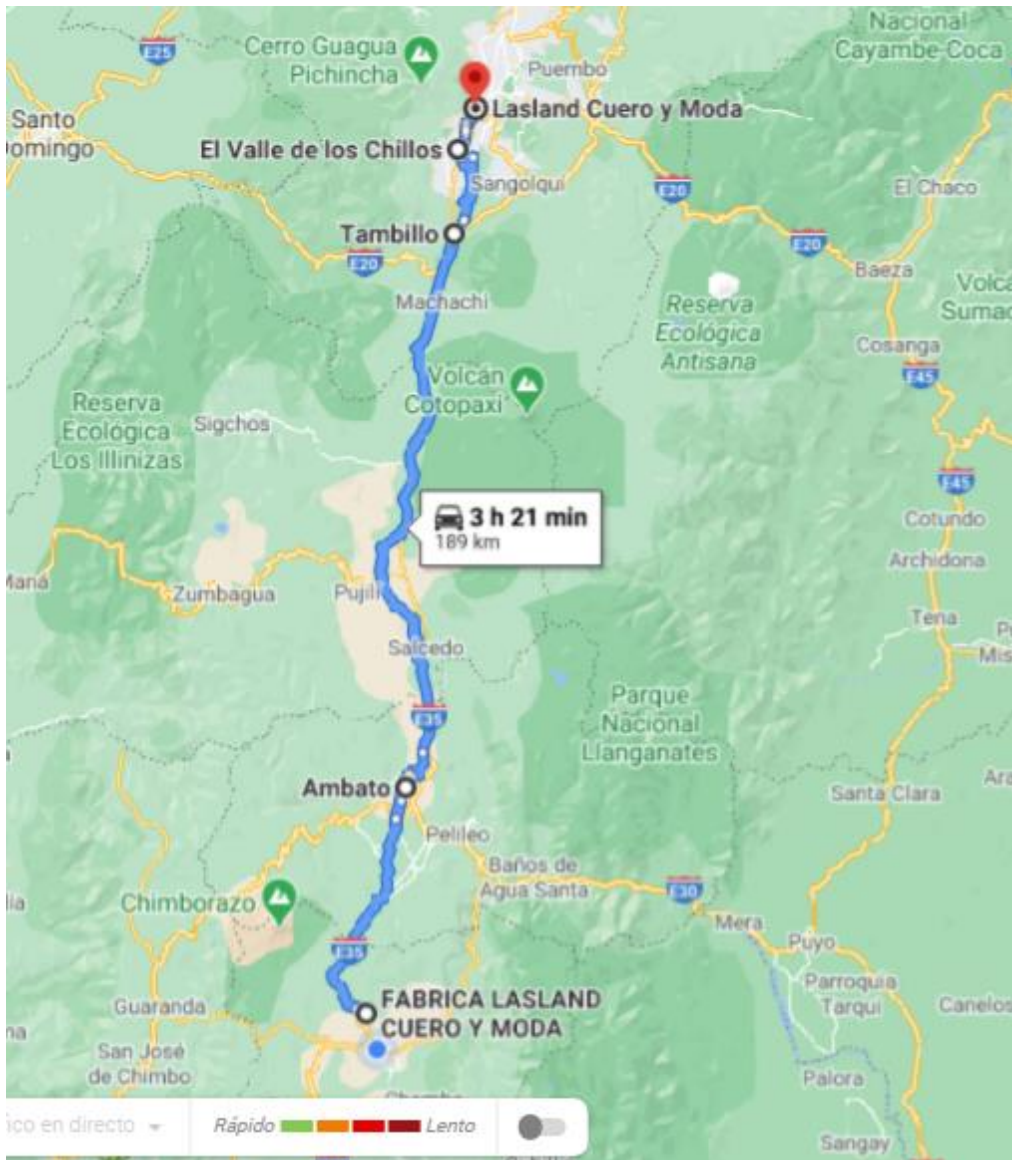


Gráfico 8-3: Ruta 4 desde la fábrica al centro de distribución.

Fuente: Google Maps.

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Tramo establecido entre Guano (fabrica Lasland – Valle de los Chillos - Lansland centro de distribución Quito)

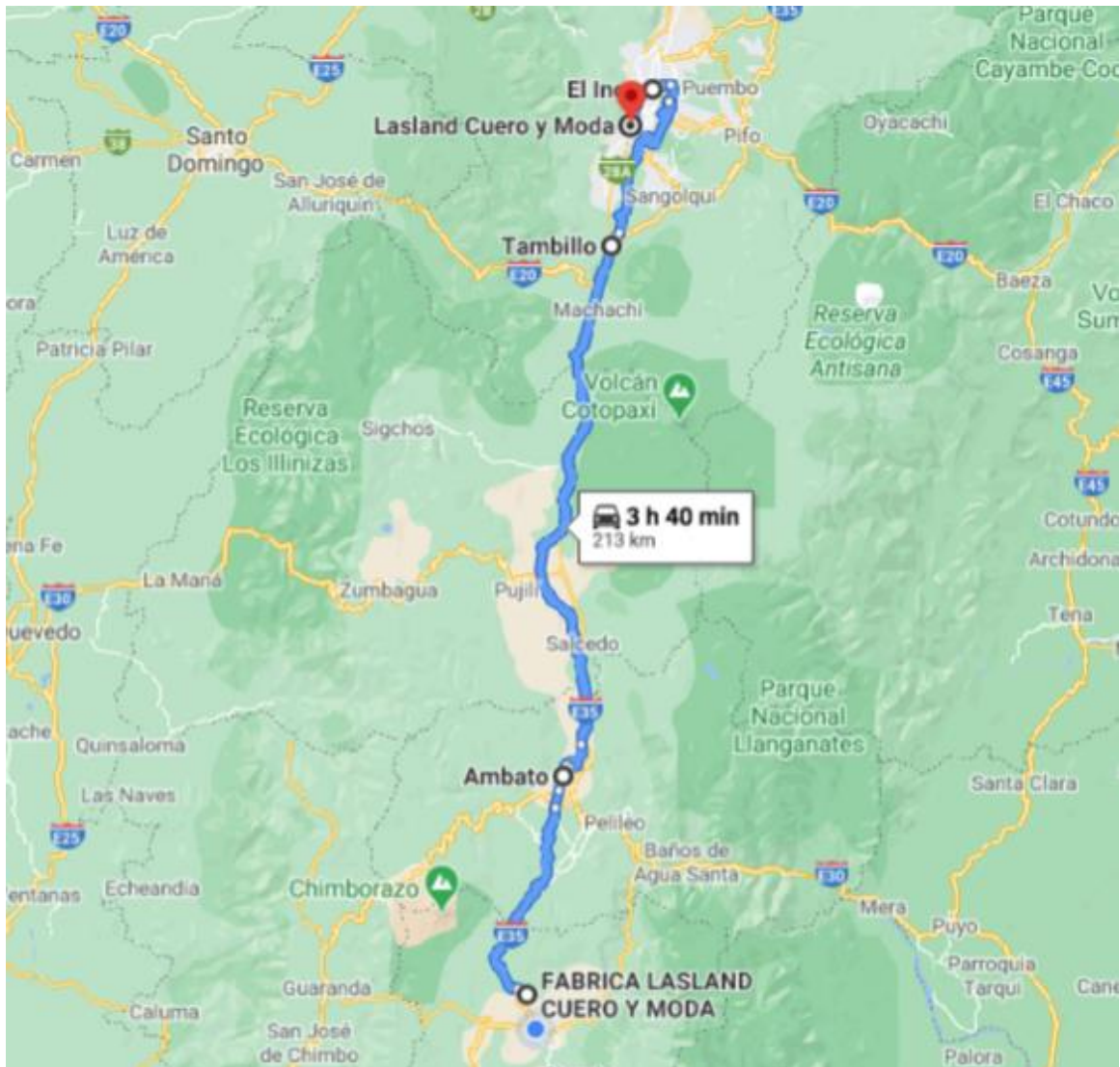


Gráfico 9-3: Ruta 5 desde la fábrica al centro de distribución.

Fuente: Google Maps.

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Tramo establecido entre Guano (fabrica Lasland – Av. El Inca- Lansland centro de distribución Quito)

Para establecer el planteamiento numérico propuesto se tuvo que realizar el siguiente procedimiento

Para proceder a minimizar Z que es nuestra función Objetivo:

La primera sumatoria que nos establece el valor real de producción de los artículos será remplazado por el producto de " $X * Cr$ " debido a que se toma en cuenta el número de unidades producidas por el costo real de fabricación unitario.

Para la segunda sumatoria se toma en cuenta el costo de mantener dichos artículos en el inventario para lo cual se establecerá la sumatoria de *Cinv*”, el cual nos detalla unidades producidas por el costo de que dichas unidades permanezcan en inventarios.

Para la tercera sumatoria se tendrá en cuenta el valor o costo de flete de trasportación, debido a que la empresa de estudio debe cumplir con la característica de enviar al menos 40 unidades por artículo, dicho valor el cual estará representado por *Cfi*”.

Nota: todos los valores son tomados de la tabla N° 19 que es donde se detallan los valores proporcionados por la empresa de estudio.

Para establecer el planteamiento numérico propuesto se tuvo que realizar el siguiente procedimiento en el caso de las restricciones que van a ser utilizadas en el modelo.

El número de productos de estudio debe ser menor a la capacidad establecida por medio del embarque.

El número de productos de estudio siempre debe ser menor a la capacidad física del inventario, así como a la capacidad de producción de la planta.

El número de unidades que van a ser enviadas debe siempre ser menor al número de unidades mínimas establecidas por el fabricante.

El número de unidades que van a ser enviadas debe siempre ser menor a la capacidad física del inventario del centro de distribución (Quito). No deben existir productos almacenados en el centro de distribución que tengan más de un mes de fabricación.

El inventario de la planta de fabricación (Guano) siempre debe ser mayor al inventario en el centro de distribución (Quito).

Otra restricción que se tomara muy en cuenta es la disponibilidad de la flota vehicular de alquiler, y las Restricciones vehiculares impuestas por el GAD en el caso que el producto para entrega se lo realice dentro de la prohibición de circulación establecida en el territorio durante la emergencia por Sars-Cov II.

Planteamiento Numérico

$$\text{Min } Z = (X * Cr) + (Cinv) + Cfi$$

Donde:

X = Número de productos de estudio.

Cr = costo de producción real.

CINV_{ji} = Costo de mantener en el inventario cada producto j (zapato – Chompas) en las plantas i

CFI_{im}

= Costo de flete desde cada planta i a hasta las ciudades de distribución m (Riobamba – Quito)

Inv_i = Capacidad física de almacenaje del inventario.

Inv_f = Capacidad física de almacenaje en el centro de distribución.

Y_{jil} = Unidades despachadas de producto j, (Chompas o Zapatos),

Restricciones

$$Y_{jil} \leq \text{Inv}_f.$$

$$\text{Inv}_i \geq X \leq \text{Cap}_i.$$

$$Y_{jil} \leq 40(\text{Numero de unidades minimas de envio}).$$

Reemplazo de variables en la ecuación propuesta.

Zapatos:

$$\text{Min } Z (\text{semana 1}) = 20 * 13 + 20 + 7 = 287$$

$$\text{Min } Z (\text{semana 2}) = 20 * 13 + 20 + 7 = 287$$

$$\text{Min } Z (\text{semana 3}) = 20 * 13 + 20 + 7 = 287$$

$$\text{Min } Z (\text{semana 4}) = 20 * 13 + 20 + 7 = 287$$

Chompas:

$$\text{Min } Z (\text{semana } 1) = 40 * 45 + 25 + 14 = 1839$$

$$\text{Min } Z (\text{semana } 2) = 40 * 45 + 25 + 14 = 1839$$

$$\text{Min } Z (\text{semana } 3) = 40 * 45 + 25 + 14 = 1839$$

$$\text{Min } Z (\text{semana } 4) = 40 * 45 + 25 + 14 = 1839$$

Nota: SE REALIZA LA MISMA CANTIDAD DE PRODUCCION POR ESPECIFICACIONES DE LA FABRICA.

Tabla 21-3: Distribución real Vs Aplicación del Modelo.

Distribución Real	Mes Julio – semanas	Productos Distribuidos (X)		Costo (Cr) \$		Fletes (Cinv) \$		Inventarios (Cfi) \$		Total, de gasto \$	
		Z	C	Z	C	Z	C	Z	C	Z	C
	Semana 1	20	40	13	45	20	25	7	14	287	1839
Semana 2	20	40	13	45	20	25	7	14	287	1839	
Semana 3	20	40	13	45	20	25	7	14	287	1839	
Semana 4	20	40	13	45	20	25	7	14	287	1839	
Total	80	160	13	45	20	25	7	14	287	1839	

Distribución Modelo	Mes Julio – semanas	Productos Distribuidos (X)		Costo (Cr) \$		Fletes (Cinv) \$		Inventarios (Cfi) \$		Total, de gasto \$	
		Z	C	Z	C	Z	C	Z	C	Z	C
	Semana 1	20	40	13	45	20	25	0	0	280	1825
Semana 2	20	40	13	45	20	25	0	0	280	1825	
Semana 3	20	40	13	45	20	25	0	0	280	1825	
Semana 4	20	40	13	45	20	25	0	0	280	1825	
Total	80	160	13	45	20	25					

Realizado por: (Vacacela, 2019)

Tabla 22-3: Primera Validación.

Distribución Real	Mes Julio – semanas	Productos Distribuidos (X)		Costo (Cr) \$		Fletes (Cinv) \$		Inventarios (Cfi) \$		Total, de gasto \$	
		Z	C	Z	C	Z	C	Z	C	Z	C
	Semana 1	20	30	13	45	20	25	7	14	287	1389
Semana 2	20	30	13	45	20	25	7	14	287	1389	

	Semana 3	20	30	13	45	20	25	7	14	287	1389
	Semana 4	20	30	13	45	20	25	7	14	287	1389
	Total	80	120	52	180	80	100	28	56	1148	5556

	Mes Julio – semanas	Productos Distribuidos (X)		Costo (Cr) \$		Fletes (Cinv) \$		Inventarios (Cfi) \$		Total, de gasto \$	
		Z	C	Z	C	Z	C	Z	C	Z	C
Distribución Modelo	Semana 1	20	30	13	45	20	25	0	0	280	1375
	Semana 2	20	30	13	45	20	25	0	0	280	1375
	Semana 3	20	30	13	45	20	25	0	0	280	1375
	Semana 4	20	30	13	45	20	25	0	0	280	1375
	Total	80	120	52	180	80	100	0	0	1120	5500

Realizado por: (Vacacela, 2019)

A este gasto se le debe establecer el costo de mantener en inventario las chompas que no fueron enviadas desde la fábrica hasta el centro de distribución que sería un valor de 560 dólares, y aun con este cargo extra se puede evidenciar que existe un ahorro para la empresa.

Nota: Con la aplicación del Modelo Matemático se eliminará el costo (Cfi) costo de inventarios, debido a que la distribución será más efectiva minimizando la permanencia en inventarios.

El cual deberá ser ingresado en forma de problema matemático al software designado considerando las variables generadas en el análisis del problema de cada organización, para su correcta resolución.

El impacto que se establecerá al utilizar el modelo matemático se espera que sea de carácter positivo, y que solvente las dudas y necesidades de cada propietario de empresas de producción media.

CONCLUSIONES

Al realizar la investigación del presente trabajo de titulación se podrá evidenciar que al implementar el modelo descrito los costos en forma global tendrán una reducción significativa.

Al establecer un modelo matemático que nos ayude a efectivizar los procesos internos de logística dentro de una organización de producción, se contara con un mayor número de ingresos y satisfacción de usuarios.

Con el modelo antes descrito podremos garantizar una distribución correcta y oportuna, estableciendo parámetros que nos ayuden a realizar cargas directas y seguras.

RECOMENDACIONES

Para poder implementar cualquier tipo de modelo se deberá primero contar con el apoyo de la planta administrativa con una correcta socialización.

Establecer un correcto plan de capacitación al personal que va a operar el software de aplicación ya que cada sistema automatizado tiene una constante actualización.


Rediseñar el modelo en base a las necesidades y problemas de cada empresa, ya que sería lo más oportuno y efectivo para poder solventar los problemas descritos de cada empresa de estudio.


BIBLIOGRAFÍA

- Chen, Y.-Z. S.-f. (2015). *Path optimization study for vehicles evacuation*. Beijing.
- González, M. J. (2018). *Optimización de la cadena logística*. IC Editorial .
- Granada, U. M. (2015). *Introduccion a la Logistica* .
- Guano, G. A. (2014). *Plan de Desarrollo Ordenamiento Territorial del Catón Guano*. Obtenido de <http://www.municipiodeguano.gob.ec/portal2018/index.php/municipio/careers/h>
- Gamboa Ocampo, Jhon Jairo. (2012). *DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO APLICADO A LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCION Y LA DISTRIBUCION DE LA SUPPLY CHAIN DE UNA EMPRESA DE CONSUMO MAVISO*. SANTIAGO DE CALI.
- Guisselle Adriana García Llinás, Ángel León González Ariza. (2015). Manual práctico de investigación de operaciones I. En Á. L. Guisselle Adriana García Llinás, *Manual práctico de investigación de operaciones I* (pág. 351). Barranquilla: Universidad del Norte.
- PRESA DE CONSUMO MAVISO* . SANTIAGO DE CALI .
- KALIL, J. (2012). *CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PARA LAS PYMES DEL ECUADOR*. GUAYAQUIL: Universidad Catolica Santiago de Guayaquil.
- Mtop. (2017). *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*. Tabla de homologación vehicular Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/STT_Certificados-de-Operacion-Regular-y-Especial.pdf
- Ramírez, A. C. (2015). *Logística comercial internacional*. Universidad del Norte.
- Taha, H. (2015). *Investigación de operaciones*.
- Taha, H. A. (2012). *Investigacion de Operaciones* . Pearson.
- Velazquez, E. V. (2012). *Canales de Distribucion y Logistica* . Mexico : Red Tercer Milenio S.C.

ANEXOS

		FECHA DEL ENVÍO 22 5 20	TIEMPO DE ENTREGA DEL ENVÍO 10:34:24	CÓDIGO DE TRACKING / FACTURA No -ADQUIRENTE-	049-002-000046501			
Centro de Soluciones R.U.C. 0991285679001 SERVIENTREGA ECUADOR S.A.		ORIGEN RIOBAMBA	DESTINO GUARANDA SECTOR	AUTORIZACION 1126127566				
DE MARIA SOFIA LANDA Dir: SAN ANDRES VIA GUANO Tel: 0983500955 C.I./R.U.C. 1716376676			PARA TUGLYMA HAYKA MERCEDES Dir: R.O. PS# 1 GARCÍA MORENO ENTRE 9 DE ABRIL Y GENERAL ENRIQUÉZ Tel: 0980412950 C.I./R.U.C. 0250191269					
OPERADOR POSTAL	ENT. SERVIENTREGA	DECLARACION DEL CONTENIDO	PESO (KILOS)	V. FLETES	DESCUENTO	TARIFA 0%	IVA %	SUB-TOTAL
BENAVIDES	ZAFATILL	20	15 10 2.00	1	4.29	0.00	0.00	4.29 4.29
REMITENTE: NOMBRE, FIRMA Y SELLO EL DESTINATARIO RECIBE A CONFORMIDAD			HORA	VALORACION	VALORADO	OTROS	OTROS	9.51 %
NOMBRE, FIRMA Y SELLO RIOBAMBA: AV. DE LA PRENSA S/N Y AV. DANIEL LEON BORJA ELAB. 22/01/2020 VENCE 22/01/2021 DEL 000045501 AL 000049500			FECHA	FORMA DE PAGO	EFFECTIVO	OTROS	V. TOTAL	
CONSUMIDOR FINAL 49001000268380			CONSUMIDOR FINAL 49001000268380		CONSUMIDOR FINAL 49001000268381		CONSUMIDOR FINAL 49001000268381	

		COOPERATIVA DE TRANSPORTES "S.A.N.T.A" Servicio Automotorizado Nacional de Transporte Ambulante Matr: AMBATO, Estado de Guayas, Ecuador Teléfono: 032521061		Documento No. 0028926074106
R.U.C. 1890042852001 CONTRIBUYENTE ESPECIAL / Resolución # DINCOC18-394-E		Sucursal: RIOBAMBA		Descargue su factura en: www.cooperativasanta.ec opción: documentos electrónicos
Oficia: septiembre 29, 2020 16:35 Fecha: LUIS ALVARADO Nombres y Apellidos / Razón Social: C.I./R.U.C. RIOBAMBA Dirección: Correo electrónico: Teléfono:		Oficia: 060107 Nombres y Apellidos / Razón Social: FANNY HERMELINDA LANDA Cod. Postal: Dirección: C.I./R.U.C.: 0.00 Teléfono: Valor declarado: 12		17002 Cod. Postal: Dirección: C.I./R.U.C.: Teléfono: Valor declarado:
Tipo Servicio: Envíos express de paquetería nacional <input type="checkbox"/> Envíos express de documentos nacional <input type="checkbox"/> Transporte nacional <input checked="" type="checkbox"/>		Descripción: NO VALORADO Declaración del contenido: Peso (Kilos)		Tarifa Valor guía Seguro IVA % TOTAL
Tiempo de entrega: Local: 1 día <input type="checkbox"/> Nacional: 2 días <input type="checkbox"/>		0028926074106 Código Tracking		
Declaro que el texto constante en el REVERSO, forma parte INTEGRANTE del mismo		FIRMA AUTORIZADA: Eduardo BE-SAIGUA		ACEPTA Y FIRMA EL REMITENTE ENTREGADO POR: Nombres: C.I.


COOPERATIVA DE TRANSPORTES "S.A.N.T.A"
 Servicio Automotorizado Nacional de Transporte Ambateño
 Matriz: AMBATO, Estados Unidos 04-111 y Paraguay - Teléfono: 032521061
 Agencia: Panamericana Norte Km.3

Documento No. 002-003-0021983

R.U.C. 1890042852001 Sucursal: Descargue su factura en: www.cooperativasanta.ec
CONTRIBUYENTE ESPECIAL / Resolución # DNORDEC18-354-E opción: documentos electrónicos

REMITENTE			DESTINATARIO		
Oficina: RIOBAMBA	Fecha: junio 26, 2020 15:58		Oficina: QUITO CENTRO	Fecha: junio 26, 2020 15:58	
Nombres y Apellidos / Razón Social: LUIS ALVARADO	Cod. Postal: 06010		Nombres y Apellidos / Razón Social: ADRIAN ALVARDO	Cod. Postal: 170402	
C.I. / R.U.C.: 0602273062			C.I. / R.U.C.:		
Dirección: RIOBAMBA			Dirección:		
Comeo electrónico:			Teléfono:	0.00	
Teléfono:			Valor declarado:	0.00	
Tipo Servicio: Envíos express de paquetería nacional <input type="checkbox"/>	Envíos express de documentos nacional <input type="checkbox"/>	Transporte nacional <input checked="" type="checkbox"/>	Tarifa	Valor guía	Seguro
			4.75	2.25	0.00
			I.V.A.	0.00	TOTAL 7.00
Descripción: 1 PAQUETE BLANCO			Seguro	0.00	
Declaración del contenido: MUESTRAS DE CALZADO			Valor guía	2.25	
Peso (Kilos): 0.00			Seguro	0.00	
			I.V.A.	0.00	
			TOTAL	7.00	
Declaro que el texto constante en el REVERSO, forma parte INTEGRANTE del mismo					
FIRMA AUTORIZADA Chiciza Lucas Luis Alberto I-chiciza	ACEPTA Y FIRMA EL REMITENTE C.I.	ENTREGADO POR:	RECIBI CONFORME: Nombres: C.I.		

Guías de transporte. (VALOR POR UNIDAD)