



**FACULTAD DE POSTGRADO
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA PROMEDIO EN
COLA DE LOS CLIENTES EN EL ÁREA DE BÁSCULA DE
UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL**

SUSTENTADO POR:

**EDGAR HENOC PORTILLO AMAYA
EVER JOSUE ISAULA BARAHONA**

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

**MÁSTER EN
GESTIÓN DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

OCTUBRE, 2023

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

PRORECTOR/ SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTOR ACADÉMICO

JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA

DIRECTORA NACIONAL DE POSTGRADO

ANA DEL CARMEN RETTALLY

**REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA PROMEDIO EN
COLA DE LOS CLIENTES EN EL ÁREA DE BÁSCULA DE
UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

MÁSTER EN

GESTIÓN DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA

ASESOR METODOLÓGICO

JOSÉ RODOLFO SORTO

ASESOR TEMÁTICO

ALEX BANEGAS

MIEMBROS DE LA TERNA:

JORGE DACCARETT

FABIO PONCE

LUIS JIMENEZ

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2023
Edgar Henoc Portillo Amaya
Ever Josué Isaula Barahona

Todos los derechos son reservados.



FACULTAD DE POSTGRADO

REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA PROMEDIO EN COLA DE LOS CLIENTES EN EL ÁREA DE BÁSCULA DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL

Edgar Henoc Portillo Amaya
Ever Josué Isaula Barahona

Resumen

La presente investigación tiene como propósito reducir los tiempos promedio de espera de los clientes, en básculas, que se abocan a las instalaciones de Cargill para comprar alimento para nutrición animal. El objetivo de la investigación fue elaborar una propuesta de mejora adecuada que permitiera reducir los tiempos de espera de los clientes haciendo uso eficiente de los recursos disponibles. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo con un diseño de tipo no experimental, transversal, descriptivo, la muestra utilizada es de tipo probabilístico y no probabilística, la población fueron los clientes que se abastecieron de producto en las instalaciones de Cargill durante 30 días. Mediante observación científica se recolectaron los tiempos de espera para el pesaje en vacío y pesaje cargado de los clientes en las instalaciones, posteriormente, se crearon diferentes escenarios, mediante la herramienta Flexsim y la aplicación de teoría de colas, para determinar la propuesta de mejora adecuada. Según resultados, se logró reducir el tiempo de espera en un 22.60% cuando se rediseña el flujo del proceso para que clientes sean atendidos en una báscula de acuerdo al tipo de pesaje y una reducción de 91.93% cuando se instala una báscula nueva en el sistema de pesaje de Cargill. Se recomendó a Cargill, implementar la propuesta de mejora 1 a corto plazo ya que utiliza los recursos disponibles de manera eficiente y a largo plazo se recomendó implementar la propuesta de mejora 2 ya que permitió una mayor reducción de tiempo en la atención al cliente.

Palabras claves: (atención al cliente, mejora, simulación, tiempo de atención, teoría de colas)



GRADUATE SCHOOL

REDUCTION OF THE AVERAGE WAITING TIME IN QUEUE FOR CUSTOMERS IN THE WEIGHBRIDGE AREA OF AN AGRO-INDUSTRIAL COMPANY

Edgar Henoc Portillo Amaya
Ever Josué Isaula Barahona

Abstract

The present investigation's purpose was to reduce the average waiting times of customers that used the weighing machines when they purchased commercial nourishment for animal nutrition in Cargill's facilities. The objective of the investigation was to determine the best improvement proposal that allowed the reduction in waiting times for clients and that also made use of the available resources efficiently. The investigation had a quantitative approach with a non-experimental design, transversal, descriptive. The sample used was of a probabilistic and non-probabilistic type and the population were all the customers that purchased product in Cargill's facilities during 30 days. Through scientific observation, the data of waiting times, of customers, for entry and exit of the facilities, were collected, subsequently, different scenarios were created with the use of the simulation tool Flexsim while using the queuing theory, to determine the appropriate improvement proposal. According to the results, it was possible to decrease the waiting times of customers by 22.60% when reconfiguring the weighbridges so that customers are weighed in a specific one according to the type of weighing that was required and a decrease of waiting time of 91.93% when a third weighbridge was installed in Cargill. It was recommended to Cargill the implementation of the first improvement proposal in the short term because it made efficient use of the available resources while the implementation of the second improvement proposal should be made in the long term because of the decreased in waiting times for all customers.

Palabras claves: (customer service, improvement, service time, simulation, queuing theory)

DEDICATORIA

La consecución de este trabajo de investigación se lo dedico en primer lugar a Dios por darme las fuerzas, sabiduría e inteligencia para desarrollar cada una de las actividades; a mis padres por ser esos pilares inamovibles en mi vida, por sus consejos y siempre orientarme a buscar la excelencia, a mis hermanos por ser ese apoyo incondicional, a mi novia por la comprensión y siempre transmitirme motivación para continuar, y a todas las personas familiares, amigos, compañeros de trabajo que me apoyaron de forma indirecta para alcanzar este objetivo.

Henoc Portillo

El resultado de este trabajo se lo dedico primeramente a Dios y a mi familia. Principalmente, a mi esposa, por su paciencia y apoyo, a lo largo de la carrera, también quiero dedicárselo a mis hijos pues son mi razón de ser y por quien me esmero para ser ejemplo tanto académico como personal. Este trabajo también se lo dedico a mi mamá, la persona que siempre ha estado a mi lado apoyándome en todo momento sin importar las condiciones, a mi papá por brindarme las oportunidades necesarias para optar por este grado académico, a mi hermana por su apoyo incondicional y a mis suegros por apoyarme con palabras de aliento durante mi carrera académica.

Ever Isaula

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestros tutores de tesis al Ms. José Sorto y al PhD. Alex Banegas, por orientar nuestro trabajo y guiarnos durante toda la investigación. A UNITEC que como institución siempre está al pendiente de los alumnos en cada etapa del proceso formativo, a los docentes que me transmitieron sus conocimientos de forma profesional e invaluable, para lograr desarrollarme de manera especializada e integral; a mis compañeros de maestría con los cuales dedicamos horas incalculables de trabajo y estudio, logrando desarrollar la comprensión y aprendizaje de una forma eficaz. A la empresa Cargill de Honduras por permitirme realizar la investigación y poder ayudar a la mejora de los procesos poniendo en práctica los conocimientos adquiridos. Agradezco a mis compañeras de trabajo que me brindaron el apoyo cuando necesitaba dedicar más tiempo a mis clases e investigaciones, por siempre motivarme a culminar mi grado académico.

Henoc Portillo

Quiero agradecer a Unitec y a cada uno de los docentes que nos han compartido conocimientos, experiencias y valores a lo largo de toda la carrera, agradezco también su profesionalismo y entrega en su labor de docencia. Principalmente, quiero agradecer al PhD Alex Banegas, por su actitud de disposición y por su asesoría durante la realización del presente trabajo, también al Ms José Sorto por su constante disponibilidad para atender cualquier consulta durante la realización de la tesis. Quiero agradecer a mis compañeros de carrera por su apoyo durante la carrera, por compartir sus experiencias y conocimientos profesionales, por compartir, también, largas horas para realizar los trabajos requeridos en cada clase y por último quiero agradecer a la empresa Cargill de Honduras por la accesibilidad brindada para poder elaborar el trabajo en sus instalaciones.

Ever Isaula

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	5
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	6
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	8
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO.....	8
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO	11
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO.....	15
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN.....	16
2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO	18
2.3.1 BASES TEÓRICAS.....	18
2.3.1.1 TEORÍA DE COLAS	18
2.3.1.2 SIMULACIÓN.....	20
2.3.1.3 SERVICIO AL CLIENTE	21
2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS	22
2.3.2.1 ANTECEDENTES DE LA TEORÍA DE COLAS	22
2.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS	23

2.4	MARCO LEGAL.....	24
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		26
3.1	CONGRUENCIA METODOLÓGICA	26
3.1.1	MATRIZ METODOLÓGICA.....	26
3.1.2	ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	28
3.1.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	28
3.1.4	HIPÓTESIS	30
3.2	ENFOQUE Y MÉTODOS.....	30
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.3.1	POBLACIÓN	33
3.3.1.1	POBLACIÓN 1	34
3.3.1.2	POBLACIÓN 2	34
3.3.1.3	POBLACIÓN 3	34
3.3.2	MUESTRA	34
3.3.2.1	MUESTRA 1	34
3.3.2.3	MUESTRA 2.....	35
3.3.3	TÉCNICAS DE MUESTREO.....	35
3.3.3.1	MUESTREO PROBABILÍSTICO.....	35
3.4	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS.....	35
3.4.1	TÉCNICAS.....	35
3.4.1.1	ENCUESTA.....	35
3.4.1.2	ENTREVISTA	35
3.4.1.3	OBSERVACIÓN	36
3.4.1.4	MODELACIÓN Y SIMULACIÓN.....	36
3.4.1.5	ANÁLISIS FINANCIERO	36
3.4.1.6	INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	36
3.4.2	INSTRUMENTOS	36
3.5	FUENTES DE INFORMACIÓN	38
3.5.1	FUENTES PRIMARIAS	38
3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS	38
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		40

4.1	INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	40
4.1.1	ENCUESTA.....	40
4.1.2	OBSERVACIÓN	41
4.1.3	ENTREVISTA	41
4.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS.....	42
4.2.1	RESULTADOS CUANTITATIVOS	42
4.2.1.1	RESULTADOS DE LA ENCUESTA	42
4.2.2	ANÁLISIS CUALITATIVO	53
4.2.2.1	RESULTADOS DE LA ENTREVISTA.....	53
4.3	ANÁLISIS INFERENCIAL Y MODELOS APLICADOS	57
4.3.1	SITUACIÓN ACTUAL: BÁSCULA 01 Y BÁSCULA 04.....	57
4.3.1.1	PARÁMETROS DE LA BÁSCULA 01	57
4.3.1.2	PARÁMETROS DE LA BÁSCULA 04.....	58
4.3.2	DISEÑO DEL MODELO DE SIMULACIÓN.....	58
4.3.2.1	VERIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN.....	59
4.3.2.2	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN: BÁSCULA 01 SITUACIÓN ACTUAL ..	61
4.3.2.4	PROPUESTA DE MEJORA 1: CONFIGURAR BÁSCULA 01 PARA PESAJE EN VACIO Y BÁSCULA 04 PARA PESAJE CARGADO.....	64
4.3.2.5	PROPUESTA DE MEJORA 2: AGREGAR UNA BÁSCULA PARA PESAJE EN VACÍO Y CARGADO	65
4.4.1	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	66
4.4.1.1	PRUEBA DE HIPÓTESIS: MEJORA 1	66
4.4.1.2	PRUEBA DE HIPÓTESIS MEJORA 2	67
4.5.1	ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO	68
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		71
5.1	CONCLUSIONES	71
5.2	RECOMENDACIONES.....	73
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD.....		75
6.1	NOMBRE DE LA PROPUESTA.....	75
6.2	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	75
6.3	ALCANCE DE LA PROPUESTA	75

6.3.1	OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA	75
6.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	75
6.4	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO	76
6.4.1	DESCRIPCIÓN	76
6.4.1.1	INFRAESTRUCTURA	76
6.4.1.2	RECURSO HUMANO	78
6.4.2	DESARROLLO	78
6.5	MEDIDAS DE CONTROL	80
6.5.1	MEDIDAS DE CONTROL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	80
6.5.2	MEDIDAS DE DESEMPEÑO DE LA PROPUESTA	82
6.6	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO	83
6.7	CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA.....	87
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	ANEXOS.....	95
	ANEXO 1 CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA	95
	ANEXO 2 FLEXSIM	96
	ANEXO 3 MINITAB	97
	ANEXO 4 MICROSOFT EXCEL	98
	ANEXO 5 ENTREVISTA	99
	ANEXO 6 ENCUESTA A CLIENTES DE CARGILL.....	100
	ANEXO 7 PRUEBA DE REPETICIÓN DE ENCUESTAS EN EL TIEMPO	102
	ANEXO 8 RESULTADOS DE REPLICA: SITUACIÓN ACTUAL V. MEJORA 1 PESAJE VACÍO	103
	ANEXO 9 RESULTADOS DE REPLICA: SITUACIÓN ACTUAL V. MEJORA 1 PESAJE CARGADO	104
	ANEXO 10 RESULTADOS DE REPLICA: SITUACIÓN ACTUAL V. MEJORA 2 PESAJE VACÍO	105
	ANEXO 11 RESULTADOS DE REPLICA: SITUACIÓN ACTUAL V. MEJORA 2 PESAJE CARGADO	106
	ANEXO 12 DIAGRAMA DE FLUJO DE CLIENTES DE CARGILL.....	107
	ANEXO 13 TIEMPOS OPERATIVOS DE LAS BÁSCULAS 01 Y 04	108

ANEXO 14 TASA DE LLEGADA: BÁSCULA 01 PESAJE EN VACÍO.....	114
ANEXO 15 TASA DE LLEGADA: BÁSCULA 01 PESAJE CARGADO.....	116
ANEXO 16 TASA DE LLEGADA: BÁSCULA 04 PESAJE EN VACÍO.....	118
ANEXO 17 TASA DE LLEGADA: BÁSCULA 04 PESAJE CARGADO.....	120
ANEXO 18 CARTA DE AUTORIZACION DE LA EMPRESA.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz Metodológica.....	26
(Continuación de la Tabla 2).....	27
Tabla 3 Operacionalización de Variables.....	29
Tabla 4 Plan de Actividades de Investigación	32
(Continuación de la Tabla 5).....	33
Tabla 7 Cálculo de la muestra para la encuesta	34
Tabla 8 Cálculo de parámetros para el modelo de colas de la báscula 01	57
Tabla 9 Cálculo de parámetros para el modelo de colas de la báscula 04	58
Tabla 10 Resultados de la simulación en el área de báscula 01	61
Tabla 11 Resultados de la simulación en el área de báscula 04.....	63
Tabla 12 Análisis Beneficio - Costo Mejora 1	69
Tabla 13 Análisis Beneficio - Costo Mejora 2.....	70
Tabla 14 Especificaciones de la estación de pesaje	76
Tabla 15 Microactividades a desarrollar en la propuesta.....	78
Tabla 16 Cronograma para el plan de implementación de la propuesta	83
Tabla 17 Presupuesto plan implementación de la mejora.....	86
Tabla 18 Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación GPS de las instalaciones de Cargill en Honduras.....	3
Figura 2 Crecimiento, por región, de la producción de alimento balanceado.....	9
Figura 3: Modelo de decisión de colas basado en costos.....	10
Figura 4 Producción de alimento balanceado en Centroamérica y Caribe.....	12
Figura 5 Flujo interno de las instalaciones de Cargill en Búfalo.....	16
Figura 6 Sistema de colas.....	17
Figura 7 Proceso básico de colas.....	19
Figura 8 Formas de estudiar un sistema.....	20
Figura 9 Modelo para maximizar la satisfacción y la lealtad del cliente.....	23
Figura 10 Representación de variables de estudio y sus dimensiones.....	28
Figura 11 Diseño Metodológico.....	31
Figura 12 Tiempo de espera para ser atendido en báscula 01, según clientes de Cargill.....	43
Figura 13 Tiempo de espera para ser atendido en báscula 04, según cliente de Cargill.....	44
Figura 14 Clientes que consideran que se respeta su turno en el área de báscula de pesaje y facturación.....	44
Figura 15 Horario de preferencia para retiro de pedidos por parte de clientes de Cargill.....	45
Figura 16 Preferencia de clientes respecto a la báscula de pesaje a utilizar.....	46
Figura 17 Motivos de preferencia para utilizar la báscula 01 según clientes de Cargill.....	46
Figura 18 Motivos de preferencia para utilizar la báscula 04 según clientes de Cargill.....	47
Figura 19 Porcentaje de clientes que han experimentado problemas en la báscula de pesaje y facturación.....	48
Figura 20 Problemas que se presentan cuando un cliente de Cargill es atendido en la báscula de pesaje y facturación.....	48
Figura 21 Frecuencia de ocurrencia del problema de falta de inventario para facturar.....	49
Figura 22 Frecuencia de ocurrencia del problema de diferencia de pesos significativas.....	50
Figura 23 Frecuencia de ocurrencia del problema de cambios en el documento de carga sin notificación.....	50
Figura 24 Frecuencia de ocurrencia del problema de documentación incompleta para facturar.....	51

Figura 25 Percepción del cliente sobre el tiempo de espera para ser atendido en el área de báscula y facturación de Cargill	52
Figura 26 Expectativa del cliente sobre el tiempo de espera tolerable para ser atendido en el pesaje y facturación de sus ordenes.....	52
Figura 27 Opinión del cliente sobre la velocidad de atención de los empleados en el área de báscula y facturación.....	53
Figura 28 Diseño del modelo de simulación para báscula 01	59
Figura 29 Diseño del modelo de simulación para báscula 04.....	59
Figura 30 Prueba para la validación de la simulación de báscula 01	60
Figura 31 Prueba para la validación de la simulación de báscula 04.....	60
Figura 32 Diseño del modelo de simulación para mejora 1	64
Figura 33 Diseño de la propuesta de mejora	65
Figura 34 Prueba T pareada situación actual y mejora 1	67
Figura 35 Prueba T pareada situación actual y mejora 2	68
Figura 36 Plano de la nueva distribución de básculas.....	80
Figura 37 Diagrama de Gantt para el plan de implementación de la propuesta.....	85

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Sampieri et al. (2014) proponen que son cinco los elementos clave que componen el planteamiento del problema: las preguntas de investigación, los objetivos específicos que se derivan de las preguntas de investigación y el objetivo general, la justificación y la viabilidad del estudio, y la evaluación de las deficiencias en el conocimiento del problema.

1.1 INTRODUCCIÓN

La empresa Cargill cuenta con 3 almacenes, ubicados en el desvío al Calán, Búfalo, Villanueva, Cortés, desde donde se lleva a cabo la distribución y venta de producto. Debido al alto volumen de clientes que necesitan ser atendidos, es fundamental para la empresa mejorar los tiempos de espera para pesaje vacío y cargado de los clientes, ya que actualmente un cliente espera un tiempo promedio de 44.5 minutos para ser atendido; con la finalidad de reducir el tiempo promedio que permanecen dentro de sus instalaciones y mejorar la velocidad de atención a los clientes. A pesar de que la empresa ha gestionado un sistema de retiro planificado de producto, no se han conseguido los resultados deseados, es por ello que se requiere un abordaje metodológico científico que permita dar solución a la problemática, actualmente no se cuenta con estudios de tiempos de espera por lo cual se requiere realizar la investigación mediante la obtención de datos reales como: promedio de clientes atendidos en cada báscula, porcentaje de utilización de cada báscula, toneladas que se facturan en cada báscula, etc. El uso de herramientas como simuladores y la teoría de colas nos permiten realizar el análisis de las diferentes variables que afectan la línea de espera de las básculas como ser: tasa de llegada, tiempo en el servidor, tiempo de espera en cola, tasa de salida, tiempo total de permanencia en el sistema, recurso humano disponible y maquinaria e infraestructura disponible para así dimensionar la magnitud del problema planteado. Mediante la configuración de escenarios en el simulador Flexsim, podemos observar el impacto que cambios como, el rediseño de flujos internos o adquisición de una nueva báscula, pueden tener sobre los tiempos de espera de los clientes, permitiendo a la gerencia tomar decisiones asertivas con fundamentos científicos, que posibiliten la reducción en al menos un 20% de los tiempos de espera de los clientes que son atendidos en el área de báscula.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Cargill cuenta con operaciones en Centroamérica desde 1969 con dos negocios principales:

Cargill Protein y Cargill Feed and Nutrition. Con presencia en Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Colombia con un equipo de empleados de más de 15,000 en la región.

La ubicación actual de la planta de alimentos de Cargill, se encuentra en el sector Búfalo desvío al Calan, Villanueva.



Figura 1. Ubicación GPS de las instalaciones de Cargill en Honduras

Fuente: (Google Maps, 2023)

Actualmente, Cargill cuenta con tres plantas de producción de alimentos y tres almacenes desde donde se atienden a los clientes que se abocan a las instalaciones a comprar producto terminado.

Cargill dispone de dos básculas para la atención del cliente y una para el ingreso de materia prima y el despacho de producto a las granjas propiedad de Cargill. Debido al alto volumen de clientes, la distribución física de las instalaciones, los flujos internos de la compañía hacia una localidad externa de almacenamiento y los tiempos de atención de en los muelles de carga, se genera un alto tráfico de vehículos dentro de las instalaciones y por consecuencia, largas filas de espera que provocan inconformidad al cliente, reduciendo así el grado de satisfacción del mismo.

Investigaciones anteriores, por ejemplo, Mejora en la atención al cliente a través de la teoría de colas, caso Distribuidora el Hueco S.A.S, muestran el impacto que el tiempo de espera en cola tiene sobre la satisfacción de los clientes con las organizaciones. La reducción de los tiempos de espera es un reto que predomina en la mayoría de empresas ya que está relacionado con el grado de satisfacción de los clientes; algunas investigaciones que ofrecen soporte en cuanto a la teoría de colas y el uso de simuladores para crear escenarios que permitan generar propuestas de mejora en la atención de los clientes exponen lo siguiente:

La investigación realizada en la tesis, *Mejora en la atención al cliente a través de la teoría de colas, caso distribuidora el hueco s.a.s*, tiene como propósito mejorar el nivel de satisfacción al cliente mediante el uso de la teoría de colas y la generación de un modelo de simulación con la herramienta Flexsim, para disminuir el tiempo que los clientes permanecen en cola y ser atendidos por un cajero. A partir de encuestas se evidencia que 19.2% de los clientes presentan insatisfacción por los tiempos de espera, por lo que se procede a la modelación del sistema para determinar la mejora apropiada. Luego del análisis del modelo de simulación, se concluye que la mejora a implementar es el aumento de los cajeros en un 66.7%, agregando 2 servidores a los 3 existentes, mejorando la capacidad del sistema para la atención de clientes, disminuyendo el tiempo en cola de los clientes y aumentando la satisfacción de los mismo. (Abril & Franco, 2022)

Morales (2018) en la tesis, *Modelo de línea de espera y calidad del servicio al cliente en la oficina de normalización previsional ONP*, en la sección de antecedentes, detalla el trabajo de investigación titulado aplicación de un modelo de teoría de colas en garitas de acceso de transporte pesado en un recinto portuario, donde se plantea como objetivo general emplear un modelo matemático, con base en la teoría de colas, para solventar la problemática que genera el congestionamiento en el ingreso y salida del transporte pesado en una compañía portuaria. Se utilizó como población los diferentes camiones que entran al recinto portuario. Mediante la aplicación de la teoría de colas y posteriormente su análisis, se pudo observar que el congestionamiento del sistema de partida es de un 266% para la carga de contenedores y 320% para carga de granel y carga general. A partir de la observación anterior, se concluye que el sistema esta sobresaturado y se tiene la necesidad de cambiar procesos y aumentar la cantidad de garitas en un 100% tanto para la entrada del sistema como en la salida del mismo para reducir el tiempo de espera de los camiones. (p. 33-34)

Por último, el trabajo de investigación, *Aplicación de la teoría de colas para optimizar los tiempos de espera en la atención al cliente en Promart, Talara*, demostró que la modelación de escenarios mediante simuladores, permite que se analicen y evalúen diferentes cambios en un sistema de colas para determinar, mediante resultados obtenidos, cual es el cambio o mejora que se debe implementar para reducir el tiempo de espera de los clientes. Utilizando el simulador Winqsb, se construyeron tres diferentes escenarios, cuya diferencia yace en la cantidad de servidores que atienden a los clientes, para determinar el comportamiento de la cola. Luego del análisis de los escenarios simulados, denominados M/M/3, M/M/4 y M/M/5, se determinó que es el escenario MM5, que cuenta con cinco servidores, el que presenta una mayor disminución en el tiempo de espera de los clientes, con un 0.168 minuto en cola, respecto a los 1.77 del escenario M/M/3 y 0.702 minutos en el escenario M/M/4. Los resultados obtenidos del escenario MM5 representan una disminución del tiempo de espera de 90.51% mientras que el escenario M/M/4 representa 60.34%. A partir de un análisis de horas con mayor volumen de clientes, se recomendó que se habiliten la cantidad de servidores del escenario M/M/5 para evitar la aglomeración de clientes en cola y la disminución de la satisfacción de los mismos. (Cruz & Olivos, 2022)

Debido a la insatisfacción mostrada por los clientes, expresada por medio de mensajes y llamadas a los representantes de servicio al cliente, provocada por los prolongados tiempos de espera para acceder o retirarse de las instalaciones, Cargill se ve interesada en encontrar una solución viable que haga uso de los recursos disponibles para reducir los tiempos de espera de los clientes y, mejorar así, el grado de satisfacción de los mismos, considerando que la política de satisfacción del cliente indica que no puede haber más de una queja de cliente, al mes, por fallas en el servicio.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Según Abril & Franco (2022) las organizaciones buscan mejorar los productos o servicios para ampliar su cobertura y aumentar la satisfacción del cliente. (p. 21) Toda organización que se dedique a prestar un servicio se enfrenta al reto de determinar cuál es la relación entre las colas de espera, la agilidad en atención y el costo operativo en el que se incurre al prestar el servicio.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Ante la exigencia de mejorar el nivel de servicio, producto de la política de la atención al

cliente de Cargill la cual establece que por cada almacén solo es permitido una queja al mes, e impulsada por la gerente de cadena de suministros; se necesita identificar y someter a un estudio los factores de: agilidad en el servicio, flexibilidad de las operaciones y confiabilidad del sistema para determinar ¿Es posible elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes en báscula, y que haga uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la situación actual del sistema de atención de clientes en báscula?

¿Cuáles son los factores que están influyendo de forma negativa y positiva en la atención de los clientes en báscula?

¿De qué forma las metodologías para la gestión de colas y simulación puede reducir el tiempo promedio de espera de los clientes en báscula y mejorar su satisfacción?

¿Es posible elaborar propuestas para la implementación del nuevo proceso de atención al cliente en báscula basado en la teoría de colas y simulación?

¿Cuál sería la relación beneficio-costos que podría obtener la empresa con el nuevo proceso de atención a los clientes en báscula basado en la gestión de colas y simulación?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos promedio de espera de los clientes haciendo uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Exponer la situación actual del sistema de atención de clientes en báscula.
- 2) Identificar los factores que están influyendo de forma negativa y positiva en la atención de los clientes en báscula.
- 3) Determinar de qué forma las metodologías para la gestión de colas y simulación pueden reducir el tiempo promedio de espera de los clientes en báscula y mejorar su

satisfacción.

- 4) Elaborar propuestas para la implementación del nuevo proceso de atención al cliente en báscula basado en la teoría de colas y simulación
- 5) Establecer la relación beneficio-costos que podría obtener la empresa con el nuevo proceso de atención a los clientes en báscula basado en la gestión de colas y simulación

1.5 JUSTIFICACIÓN

Cargill, en su división de nutrición animal, ha experimentado un crecimiento sustancial en sus ventas del 12% y, por consecuencia, también han incrementado los requerimientos internos necesarios para ofrecer los productos y servicios que son razón principal de su crecimiento.

Debido al enfoque de calidad bajo el cual opera Cargill y, su orientación hacia la atención al cliente, se necesita realizar una investigación que permita conocer, analizar y brindar una propuesta de solución para la problemática de los tiempos promedio de espera, que experimentan los clientes cuando compran producto en las instalaciones de la organización, mediante el uso y aplicación de la teoría de colas y herramientas de simulación como ser Flexsim.

Actualmente, no existen estudios sobre los tiempos promedio de espera de clientes que le permitan a Cargill asignar los recursos necesarios para abordar la problemática antes mencionada. La investigación propuesta pretende presentar la mejora más adecuada para la organización, a sus clientes externos e internos, de manera que la alta gerencia pueda informarse y apoyarse en dicha investigación para la toma de decisiones.

Algunos beneficios esperados de esta investigación son los siguientes:

1. Toma de decisiones acertadas con una base científica.
2. Mejora en la percepción del cliente, al disminuir los tiempos de espera promedio debido al procedimiento de control como lo es el pesaje de vehículos en vacío y con carga.
3. Dar un uso eficiente a los recursos disponibles.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo tiene como finalidad la construcción del marco teórico que consiste en el análisis de la situación actual, macro entorno, micro entorno y análisis interno de la organización. Según Sampieri et al., (2014) un buen marco teórico no es aquel que contiene muchas páginas, sino aquel que contribuye a profundizar los aspectos relacionados con el problema y ofrece un vínculo lógico y coherente de los conceptos y las propuestas existentes de estudios anteriores. (p. 95)

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

En diferentes escenarios de la vida cotidiana nos encontramos con procesos en los cuales tenemos que esperar para ser atendidos ya sea en un servicio de atención médica, ingreso a un evento social, servicios de compra, espera de vehículos para salir de una instalación, etc. Independientemente el lugar donde nos encontremos nos vemos involucrados en líneas de espera, generando un efecto en la economía y la calidad de vida de las personas. Los estudios de líneas de espera se abordan desde el concepto de teoría de colas, el cual ayuda a encontrar la forma eficaz que un proceso puede funcionar, creando una congruencia entre el tiempo de espera y el pago del servicio recibido. (Hillier & Lieberman, 2010)

Los estudios de simulación, normalmente permiten el ahorro de recursos importantes al minimizar el factor de riesgo, inherentemente asociado a la implementación de un cambio en procesos de las organizaciones, facilitando un diseño holístico del sistema. El impacto de la simulación en el aumento de la productividad global de las empresas oscila entre un 5% y 10%. (Piera et al., 2013)

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

La industria del alimento balanceado a nivel mundial a partir del año 2021 ha experimentado un aumento en la producción y ventas del 2.3% según datos de la empresa investigadora y desarrolladora de productos para la agroindustria Alltech; este aumento lleva a las empresas productoras a escenarios de mayor demanda de sus recursos e instalaciones, a lo largo de la cadena de suministro. La figura 2 muestra el crecimiento anual entre 2020 y 2021 para la

industria del alimento balanceado, en las diferentes regiones del mundo.

Región	2020 (MMT*)	2021 (MMT)	Crecimiento MMT	Crecimiento (%)
África	43.201	44.221	1.020	2.4%
Asia-Pacífico	433.610	458.121	24.511	5.7%
Europa	270.205	266.840	(3.365)	-1.2%
América Latina**	177.572	178.382	0.811	0.5%
Medio Oriente	24.791	24.592	(0.199)	-0.8%
Norteamérica***	248.123	252.928	4.805	1.9%
Oceanía	10.359	10.433	0.074	0.7%
Suma total	1 207.861	1 235.517	27.656	2.3%

*Millones de toneladas métricas (MTM)

**América Latina incluye todos los países de América Central y también México.

***Norteamérica comprende Canadá y los Estados Unidos.



Figura 2 Crecimiento, por región, de la producción de alimento balanceado

Fuente: Alltech (2022)

De la mano con el aumento de la demanda a sus recursos e infraestructura, las empresas del rubro agroalimentario deben adecuar los procesos internos para ofrecer una experiencia satisfactoria al cliente y obtener beneficios importantes.

Según estudios realizados por Microsoft (2017), el 90% de clientes a nivel mundial, consideran el servicio al cliente como un factor importante en la elección de una marca.

Compañías que se esfuerzan en brindar un servicio al cliente de calidad obtienen un incremento de 4% a 8% a sus ingresos, debido a que sus clientes se transforman en promotores. (Bain & Company, 2023)

Según Microsoft (2017), el 56% de consumidores, a nivel global, han dejado de comprar a una marca debido a una mala experiencia en el servicio.

Ante la estadística relacionadas con la experiencia del cliente en diferentes compañías podemos observar que el nivel de servicio al cliente es un factor importante con un impacto no solo en los ingresos de la compañía, pero también en su habilidad de atraer y retener clientes.

La teoría de colas es una herramienta que ha sido utilizada, a lo largo de los años, por

múltiples compañías para evidenciar la capacidad de un sistema para la atención al cliente y determinar cuáles son las causas de demoras que incrementan el largo de las filas para después mejorar los procesos y agilizar la atención. (Abril & Franco, 2022)

Según Taha (2011), el estudio de las colas se refiere al análisis del fenómeno de espera mediante una metodología cuantitativa con medidas representativas tales como longitud de la cola, tiempo de espera promedio en cola, y el uso promedio de la infraestructura donde se encuentra la cola. Los resultados del análisis de colas pueden ser utilizados en modelos de optimización que buscan minimizar el costo de ofrecer el servicio y la espera por parte de los clientes.

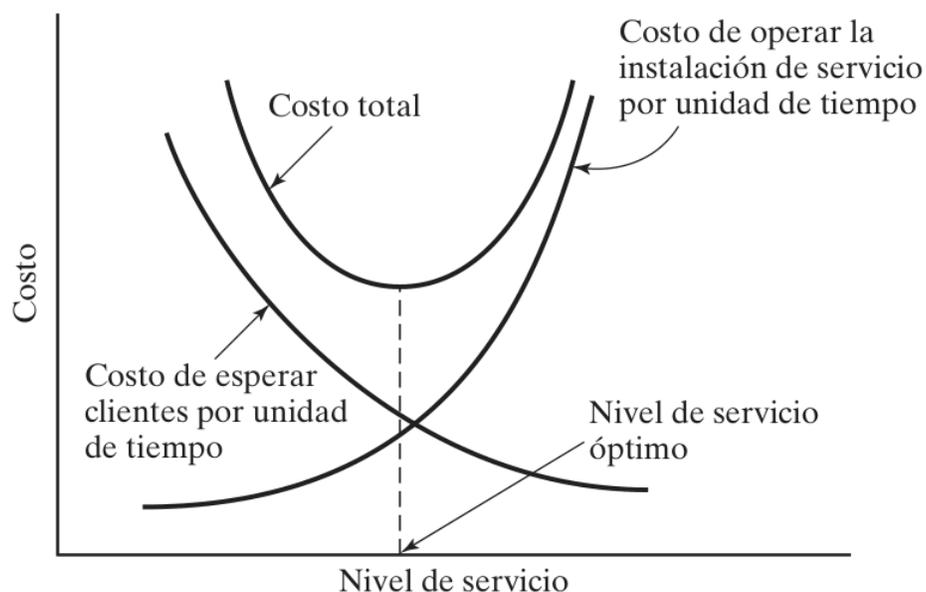


Figura 3: Modelo de decisión de colas basado en costos

Fuente: Taha (2011)

Un ejemplo de la aplicación de teoría de colas para el mejoramiento del servicio es el de KeyCorp, empresa estadounidense, dedicada a la prestación de servicios bancarios a más de 2.4 millones de clientes en 1300 sucursales repartidas en todo el país. KeyCorp realizó un estudio de investigación de operaciones para determinar la mejor forma de mejorar el servicio al cliente manteniendo los costos de personal en un rango intermedio. De acuerdo a la política de calidad planteada, se fijó el objetivo de reducir el tiempo de espera a menos de cinco minutos. La herramienta clave a utilizar fue el modelo de colas M/M/s y para aplicarlo se obtuvieron los datos necesarios para definir que el tiempo de servicio promedio es de 4.10 minutos. Con la información del tiempo de servicio y la tasa llegada, el modelo de colas M/M/s dio como resultado que es

necesario incrementar en un 30% el número de servidores que atienden a clientes. Debido a que el resultado fue considerado demasiado costoso por parte de los altos ejecutivo, se determinó que para mejorar la calidad de servicio será necesario una reingeniería de los procesos y el fomento de una mejor administración del personal. Como resultado de las actividades antes mencionada, KeyCorp consiguió una reducción a 1.91 minutos en el tiempo de servicio promedio y un ahorro de casi 20 millones de dólares por año con un servicio mejorado que permite que el 96% de los clientes esperen menos de cinco minutos. El éxito de la mejora fue tan significativo que se extendió a todas las sucursales logrando que el 94% cumpliera con el objetivo de calidad establecido. (Hillier & Lieberman, 2010)

Urquía et al., (2013) expone que el modelado y la simulación por ordenador es una forma de adquirir conocimiento acerca del comportamiento de los sistemas. Puede considerarse como sistema cualquier objeto cuyas propiedades se desean estudiar, según este criterio, toda fuente de datos puede considerarse un sistema. (p. 24)

En la actualidad, las herramientas de simulación aportan beneficios cualitativos y cuantitativos al proceso de toma de decisiones, sobre todo en aquellos proyectos que requieren considerables recursos económicos para su implementación. (Piera et al., 2013)

Piera et al., (2013) expone el caso de un aeropuerto donde, mediante el uso de la simulación, se caracterizó los requerimientos del sistema en cuanto a demanda, configuración de vuelos y compañías operadoras de vuelo, para determinar los cambios y recursos necesarios que permitan aumentar la capacidad de manera justa y necesaria, sin sobredimensionar los recursos del aeropuerto mitigando el riesgo de que esta nueva capacidad no sea utilizada en su totalidad. La simulación permite la búsqueda de nuevos caminos para hacer más eficiente el uso de los recursos con los que cuentan las organizaciones. (p. 96-97)

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

Honduras es el tercer país, de la región de Centroamérica y el Caribe, en producción de alimento balanceado para animales, según datos del informe anual de la cámara de industriales de alimentos balanceados (CIAB) el crecimiento del año 2017 al 2019 fue de 11.57%. (CIAB, 2020)

*PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO EN
CENTROAMÉRICA Y CARIBE*
Feed production in Central America and the Caribbean

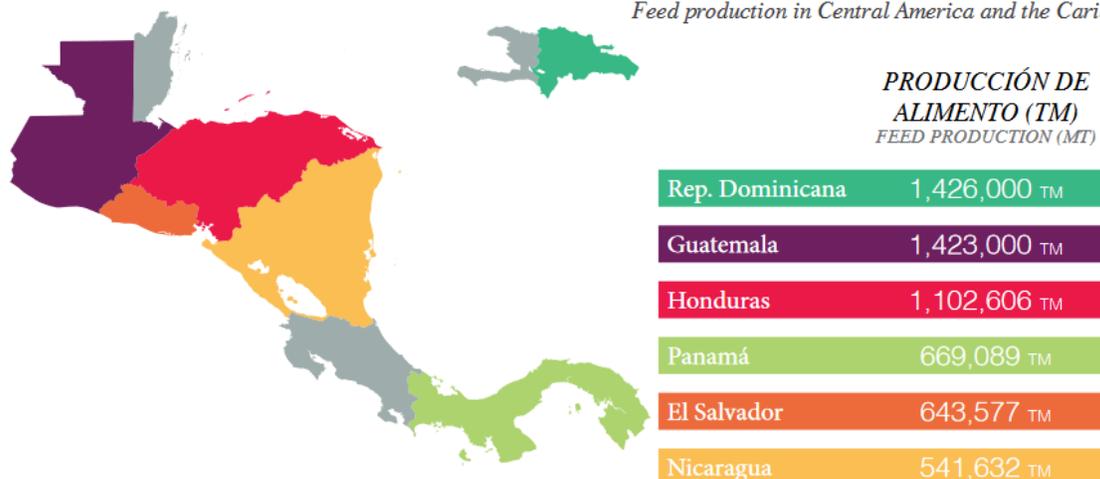


Figura 4 Producción de alimento balanceado en Centroamérica y Caribe

Fuente: Cámara de Industriales de Alimentos Balanceados (2020)

La industria de alimento balanceado en Honduras se enfrenta a desafíos de infraestructura vial y portuaria marítima. Las carreteras en Honduras se encuentran deterioradas, cabe mencionar que existen alianzas público-privadas para el mejoramiento vial, pero esto tiene como consecuencia un incremento al costo, por los peajes que se instalan. Honduras depende, en gran medida, de la importación de la mayoría de las materias primas necesarias para la producción de alimento balanceado para animales, el hecho de no tener un puerto eficiente, que permita la descarga múltiple de buques, afecta el nivel de competencia de la industria a nivel regional. (Ruiz B., 2013)

Según el informe, *estrategia del grupo BID con el país 2019-2022*, el Banco Interamericano de Desarrollo ha implementado estrategias de desarrollo integral en el sector energético en la región de Centroamérica, en lo que concierne a Honduras las estrategias han tenido un enfoque en reformas institucionales e inversiones estratégicas en transmisión y generación, esto permitió la diversificación de la matriz energética aumentando el uso de energías renovables de un 41% a un 59% mediante la generación eléctrica con fuentes fotovoltaicas y de biomasa, que por consecuencia logró una expansión de la capacidad instalada de generación eléctrica del país en 20 MW, generando aproximadamente 138 GW/h de energía limpia por año. También aumento la cobertura

eléctrica a nivel nacional de 72.3% a 78.1% en 2018.(Quintero & et al., 2018)

El rubro de transporte de carga y logística en Honduras presenta retos significativos que limitan su crecimiento. El plan nacional de logística detalla que la oferta de infraestructura y servicios logísticos especializados tiene un bajo nivel de desarrollo; el país ocupa la posición 106 de 160 países en el ranking de índice de desempeño logístico, ostentando el último puesto a nivel de la región de Centroamérica y República Dominicana, en cuanto a infraestructura, aduanas y competencia logísticas, además de mantener los costos más altos de importación y exportación de la región. En términos de calidad la red vial de Honduras está conformada por 15, 000 km, de los cuales solamente el 24% están pavimentados.(Quintero & et al., 2018)

En Honduras, la medición de la atención al cliente es un área de oportunidad para toda industria que brinda productos o servicios. La información recabada en encuestas y otros instrumentos para la recolección de datos son de suma importancia para las decisiones de mejoramiento de procesos internos de las compañías.

Según el estudio realizado por la empresa Marketing Total, en alianza con AMCHAM, los hondureños están satisfechos arriba de la media internacional con 76.4 sobre una escala de 100 puntos, este indicador destaca las expectativas del cliente, la calidad y valor percibido, la satisfacción general acumulada, quejas y reclamos y la lealtad hacia la compañía. (Romero, 2017)

En Honduras no existe una base de datos donde se lleve la estadística del comportamiento, grado de satisfacción y expectativas que los clientes tienen con las empresas. Algunas empresas dan seguimiento a la satisfacción de sus clientes de manera interna, mediante el uso de software CRM, encuestas de satisfacción y seguimiento post venta.

Un ejemplo de ello es el caso de la empresa Especias Don Julio cuyo objetivo fue evaluar el grado de satisfacción de los servicios de los clientes. Según Fajardo & Alemán (2018), medir la calidad percibida sirve de apoyo para que las empresas puedan detectar las razones por las cuales los clientes optan por repetir una compra o ignorar al resto de competidores en el mercado para optar por nuestra compañía, yendo más allá de la posible calidad que el producto ofrece.

López (2020) explica que el nivel de satisfacción del cliente está intrínsecamente relacionado con las expectativas que esperan los clientes de una marca y lo que realmente reciben cuando existe un contacto entre cliente y empresa. Los clientes, al experimentar contactos

negativos, se crean una percepción negativa y esto genera desconfianza hacia la marca afectando así el valor de la misma.

En la mayoría de industrias modernas, la toma de decisiones tiene como base modelos matemáticos de alta precisión que van de la mano con la simulación del escenario de estudio, principalmente en aquellos escenarios donde la introducción de cambios en variables tiende a generar un impacto considerable en la economía de las compañías. El uso de modelos de datos y simulación son elementos que sirven de apoyo para el proceso de toma de decisiones, haciendo uso del potencial de datos existentes en la industria. (CEPAL, 2020)

En Honduras, la simulación de procesos se encuentra en etapas de desarrollo, encontrando poca evidencia de su uso en compañías nacionales, para el mejoramiento de procesos y como soporte para la toma de decisiones.

Un caso de éxito nacional fue el de la simulación como herramienta para el diseño de un modelo de producción para la maquila textil, donde se aumentó en un 6% la producción de piezas diarias y la productividad en un 49%. Los cambios que fueron propuestos no presentaron una inversión adicional a la planta siendo estos una mejor gestión de los recursos disponibles. (Arias & Montenegro, 2021)

Los modelos de líneas de espera nos son especialmente útiles para determinar cómo operar un sistema de colas de manera eficiente ya que proporcionar demasiada capacidad a un sistema implica un incremento a los costos, pero si no contamos con la capacidad necesaria tendremos situaciones de espera excesivas. Los modelos de teoría de colas nos permiten encontrar el punto medio entre el costo de servicio y la cantidad de espera. (Hillier & Lieberman, 2010)

En un estudio realizado por los estudiantes de la maestría en Dirección Empresarial, de la universidad UNITEC, sobre la medición de los tiempos de espera relacionados con la satisfacción del usuario en consulta ambulatoria hospital militar, se encontró evidencia que la percepción de la satisfacción del cliente está directamente relacionada con el tiempo de espera para recibir un servicio. Los resultados de dicho estudio denotan que el 44% de los pacientes encuestados perciben como mal servicio por el tiempo de espera prolongado. (Ruiz J. & Tang, 2016).

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Cargill opera en Centroamérica desde 1969 con la adquisición, en Honduras, de Alimentos Concentrados Nacionales (ALCON). En 1978, Cargill expande su negocio para ofrecer aves de corral y embutidos al adquirir la empresa hondureña Productos Norteño. En la actualidad, Cargill cuenta con más de 15,000 empleados en la región centroamericana, en Honduras, su planilla consta con más de 2,300 empleados.

Según el reporte del departamento de logística, la proyección de ventas promedio anual expresado en toneladas métricas de alimento balanceado es de 317,500 para el año 2023, en comparación la cifra de 2022 es de 277,593 toneladas métricas, esto representa un aumento de 12.56%. Cabe mencionar que el volumen total de producto balanceado es despachado desde las instalaciones de la empresa en Búfalo.

Actualmente, las instalaciones de Cargill comprenden tres bodegas de producto terminado, tres plantas de producción, 22 andenes desde donde son atendidos los clientes que ingresan a las instalaciones para comprar producto. Las instalaciones cuentan con dos accesos por los cuales ingresan los vehículos de clientes para posteriormente, ser pesados en básculas y proceder a uno de los tres almacenes para realizar el retiro de sus órdenes de compra, también es por esos dos accesos donde ingresan y egresan los vehículos de la compañía que trasladan materia prima, insumos y producto terminado que se almacenan en bodegas externas.

Las operaciones de atención al cliente, en los almacenes de Cargill, inician 7:00 AM y finalizan a las 6:00 PM. En el transcurso del día laboral, la mayoría de los despachos realizados en el almacén, denominado ALCONEX, y el almacén, denominado CD SULA, se pesan en báscula 04 debido a su cercanía a dichos almacenes, el espacio de maniobra disponible y por preferencia de los motoristas, cabe destacar que gran parte de los vehículos que son pesados en dicha báscula, son de denominación T3S2. La mayor parte de los despachos del almacén, denominado FEED, se pesan en báscula 01, donde los vehículos son de tipo C3, C2 y NPR en su mayoría. Actualmente un cliente espera en cola un tiempo promedio de 14.38 minutos para pesaje en vacío y 48.82 minutos para pesaje con carga en la báscula 01, mientras que en la báscula 04 el tiempo promedio de espera en cola es de 54.54 minutos para pesaje en vacío y 60.31 minutos para pesaje con carga.

La figura 5 ilustra el flujo que siguen los clientes hacia las básculas dependiendo del almacén donde se realizó la carga del producto.

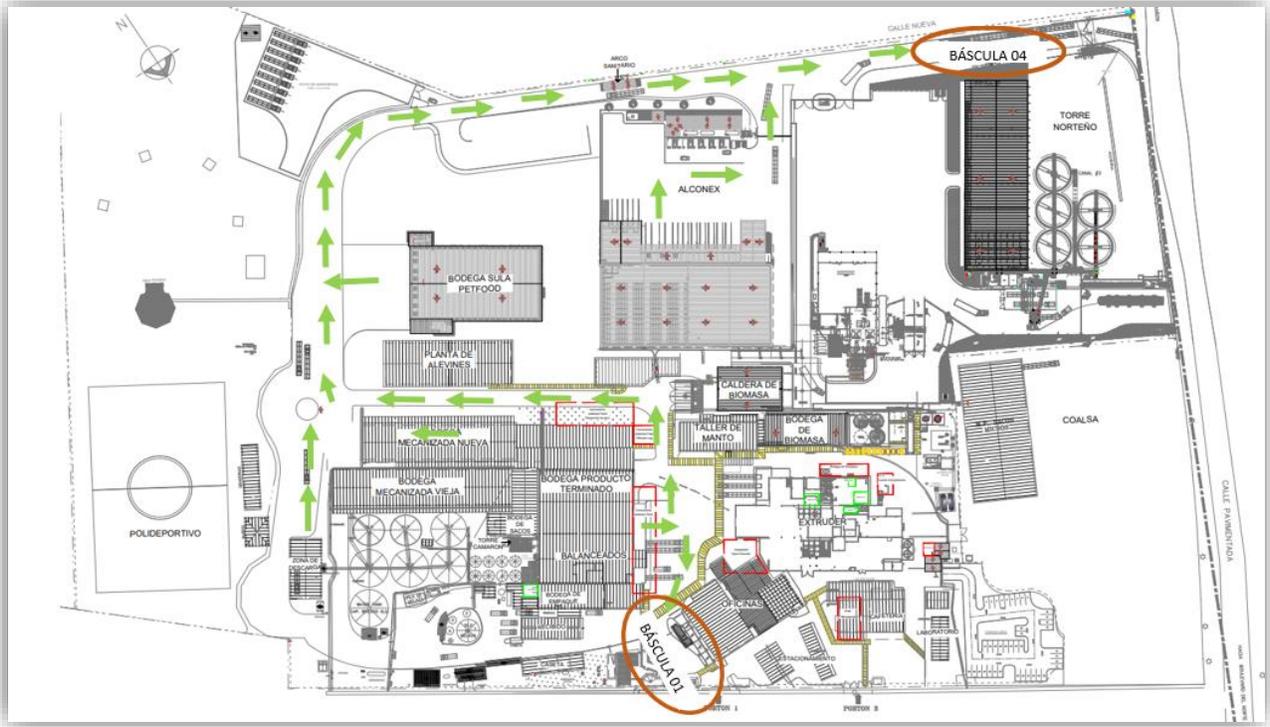


Figura 5 Flujo interno de las instalaciones de Cargill en Búfalo

Fuente: Cargill (2023)

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN

A medida se realiza el trabajo de investigación, ciertos conceptos toman un papel protagónico y se vuelve necesario conceptualizarlos para efectos de un mejor entendimiento y claridad sobre el tema de trabajo.

A continuación, detallamos lo que consideramos ser la variable dependiente del estudio:

Desempeño del sistema: El desempeño del sistema se ve reflejado como el tiempo de espera promedio en el que permanece un cliente en cola para ser atendido en las instalaciones de báscula de la compañía.

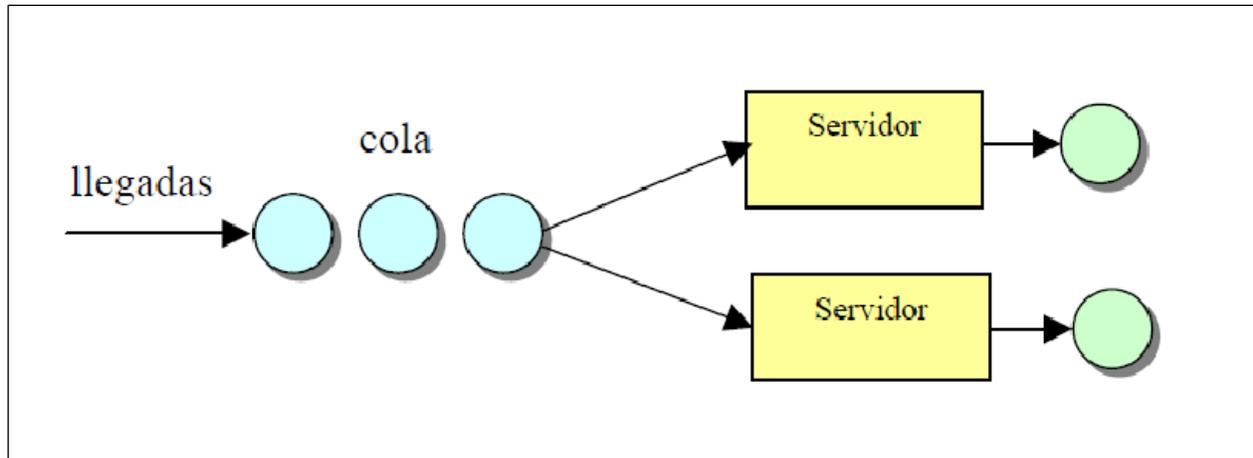


Figura 6 Sistema de colas

Fuente: Batanero (2013)

Considerando los requerimientos necesarios para medir el desempeño de un sistema de colas, se procede a enumerar las variables independientes:

Promedio de clientes en el sistema: el número de clientes que conforman la fila y reciben servicio también se relaciona con la eficiencia y la capacidad de dicho servicio. (Carro & Gonzalez, 2012)

Tiempo promedio de los clientes en el sistema: Es el tiempo que el cliente permanece en el sistema, nos permite descubrir posibles problemas con los clientes, eficiencia del servicio brindado o la capacidad del sistema. Dependiendo del problema que se presenta, puede ser necesario cambiar la disciplina de las colas, incrementar la eficiencia del servidor o ajustar la capacidad. (Carro & Gonzalez, 2012)

Promedio de clientes en la cola: El número de clientes que forman una fila reflejan dos condiciones, si la fila es corta, el sistema cuenta con un exceso de capacidad o el servicio a los clientes es adecuado, mientras que si la fila es larga significa que existe una ineficiencia en el servicio o la capacidad del mismo es baja. (Carro & Gonzalez, 2012)

Tiempo promedio de clientes en la cola: A pesar de que un sistema puede padecer de filas largas y no necesariamente contar con un mal servicio, la percepción del cliente, referente a la calidad del servicio, puede verse alterada de forma negativa. (Carro & Gonzalez, 2012)

Sistema de gestión: Un sistema de gestión contempla los elementos de una organización relacionados unos con otros para interactuar y establecer objetivos, metas, procedimientos y políticas. El sistema de gestión puede tener uno o varios enfoques ya sea en calidad, salud y

seguridad ocupacional, gestión de energías renovables, etc.(Cabalé Miranda & Rodríguez Pérez de Agreda, 2020)

Sistema de atención al cliente: El sistema de atención al cliente permite discernir, recopilar y administrar la retroalimentación que proveen los clientes, las solicitudes de mejoras, los informes de quejas y la experiencia al hacer uso de un producto o servicio, con el objetivo de garantizar el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes.(QuestionPro, 2023)

Báscula: Son herramientas de pesaje necesarias para toda organización que se dedique a la venta de producto en grandes cantidades, esto debido a que agiliza el proceso de pesaje en el ingreso y egreso, proveyendo información exacta para fines de control de inventario y cumplimientos legales del transporte terrestre en el país.(Torrey, 2023)

Tolerancia: Es una cierta cantidad de error que se permite en los procesos según las normas industriales; es la diferencia entre los valores máximos y mínimos permitidos, toda tolerancia debe estar considerada como parte del proceso sin afectar los costos de procesamiento y la función de calidad para la cual fue creada.(Keyence Corporation, 2023)

Estado del Sistema: en simulación de eventos discretos el estado del sistema se define como el número de clientes que están dentro del mismo y este cambia con la llegada de nuevos clientes o la salida cuando finaliza el servicio.(Hillier & Lieberman, 2010)

2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO

2.3.1 BASES TEÓRICAS

Considerando el enfoque y la dimensión del trabajo a realizar, es necesario sustentar la investigación mediante diferentes teorías que sirvan para guiar el trabajo y brindar apoyo en cuanto a la metodología a implementar.

2.3.1.1 TEORÍA DE COLAS

Hillier & Lieberman (2010) definen la teoría de colas como el estudio del fenómeno de espera en diferentes modalidades. Utiliza modelo de colas para representar los diversos sistemas de líneas de espera que se presentan en la realidad y utiliza fórmulas, para cada modelo, que describen cual debe ser el desempeño del sistema correspondiente y la cantidad promedio de espera que ocurrirá en diferentes escenarios.

Los elementos que comprenden el proceso de colas son los siguientes:

1. Fuente de entrada o población potencial
2. Cola
3. Disciplina de la cola
4. Mecanismo de servicio
5. Proceso de colas elemental

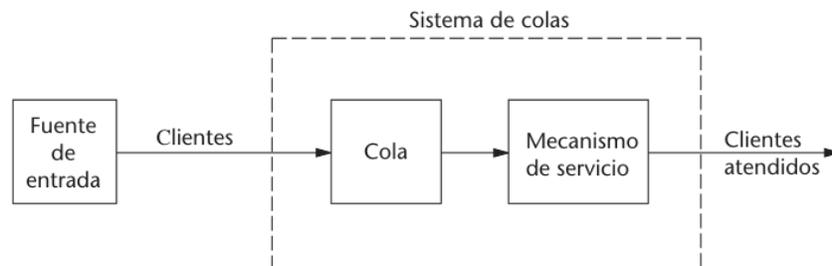


Figura 7 Proceso básico de colas

Fuente: (Hillier & Lieberman, 2010a)

Cada uno de estos elementos conforman el proceso básico de las líneas de espera y son estos mismos elementos los que son sujetos a estudio ya que su comportamiento, bajo diferentes escenarios y cambios, alteran el tiempo promedio de espera.

La teoría de colas contempla múltiples modelos para su análisis, en particular el modelo G/G/1, permite analizar el fenómeno de las colas cuando la tasa de llegada y el tiempo de servicio no siguen una distribución exponencial y también poseen un solo servidor. (Hernández, 2023)

Hernández (2023) menciona que John D Little, logro demostrar que los cuatro parámetros: número de clientes en cola(L), longitud esperada de la cola(L_q), tiempo de espera en el sistema para cada cliente, incluyendo tiempo de servicio(W) y tiempo de espera en la cola para cada cliente, excluyendo el tiempo de servicio(W_q), mantienen una relación que permite determinar los cuatros parámetros al conocer solamente uno de ellos.

Para calcular el tiempo en fila de clientes, Kingman desarrollo una expresión que permite aproximar los resultados de un sistema M/M/1 a un sistema G/G/1, a esta expresión se le denomina aproximación de difusión de Kingman.(Hernández, 2023)

$$Wq \approx \left(\frac{\lambda^2 * \sigma_e^2 + \mu^2 * \sigma_s^2}{2} \right) * \left(\frac{\rho}{1-\rho} \right) * \frac{1}{\mu} \quad (1)$$

2.3.1.2 SIMULACIÓN

Un proyecto de simulación es dinámico por naturaleza. Los resultados que se obtienen de una simulación pueden evidenciar nuevos problemas en el sistema o incluso limitaciones inherentes que nos obliguen a reconsiderar factores de diseño. Para tener un éxito en un entorno cambiante, es necesario que el modelo de simulación tenga una aproximación metodológica correcta.(Piera et al., 2013)

La herramienta de simulación nos permite imitar, en un ordenador, el comportamiento de un proceso. Para ello, es necesaria la construcción de un modelo que contenga el conocimiento de cómo funciona el proceso bajo ciertas condiciones, cuáles son las relaciones lógicas y matemáticas con las variables que influyen en el proceso. (Piera et al., 2013)

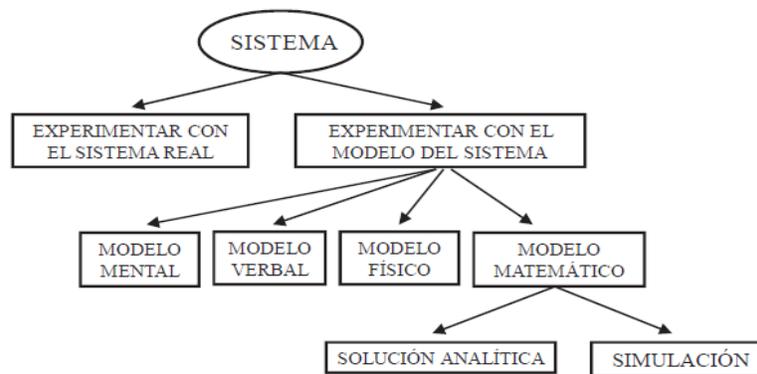


Figura 8 Formas de estudiar un sistema

Fuente: Moraleda & Villalba (2013)

Las etapas necesarias para crear un modelo de simulación son las siguientes:

1. Formulación del problema
2. Diseño de modelo conceptual
3. Recogida de datos
4. Construcción de modelos
5. Verificación y validación
6. Diseño de experimentos y experimentación
7. Análisis de resultados
8. Documentación
9. Implementación

El desarrollo de las etapas antes mencionadas nos permitirá simular un sistema indistinguible del real que, al aplicar cambios en variables o escenarios, obtendremos resultados que validen la implementación de las mejoras que consideremos oportunas.

2.3.1.3 SERVICIO AL CLIENTE

El modelo para maximizar la satisfacción del cliente, haga las cosas bien a la primera vez, por sus siglas en inglés DIRFT, plantea que la gestión efectiva de los contactos con los clientes se logra a través de:

1. Identificar las fuentes de insatisfacción
2. Realizar un análisis de la causa raíz
3. Resolver/solucionar el problema
4. Retroalimentación sobre la prevención del problema
5. Mejorar la calidad de los productos y los servicios

Mediante la gestión efectiva, podemos percibir las verdaderas necesidades de los clientes y cumplir con sus expectativas.(Goodman, 2014)

2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS

2.3.2.1 ANTECEDENTES DE LA TEORÍA DE COLAS

La teoría de colas remonta sus orígenes a principios del siglo XX cuando un ingeniero en telefonía, A.K. Erlang, decide aplicar la teoría de colas a líneas telefónicas con el fin de determinar el tiempo de espera de los usuarios de dichas líneas. (Hillier & Lieberman, 2010)

Desde entonces, la teoría de colas ha sido aplicada a trabajos de estudio, como la teoría de líneas de espera en el sector avícola para el diseño de muelles de despacho, donde se tuvo como objetivo determinar la cantidad óptima de muelles que se deben utilizar para la atención de clientes en una planta avícola. En el artículo se detallan las ventajas que se obtienen al aplicar la teoría de colas, para determinar los recursos necesarios para alcanzar los niveles de servicios deseados. El modelo utilizado para desarrollar este estudio fue el M/M/s ya que es el modelo que más se apega a la realidad de la operación. Se realizó la recolección de datos en los diferentes turnos de despacho, se hizo una observación detallada del entorno de trabajo y se creó una plantilla de hoja de cálculos en Excel para recabar la información y posteriormente analizarla para determinar la cantidad óptima de muelles en las instalaciones. (Batanero, 2013)

2.3.2.2 ANTECEDENTES DE LA SIMULACIÓN

La simulación es considerada una de las técnicas más utilizadas en la investigación de operaciones por sus características ya que es flexible, poderosa e intuitiva. La técnica hace uso de una computadora y software especializado para imitar o simular la operación de un proceso o sistema completo (Hillier & Lieberman, 2010)

La aplicación de la técnica de simulación puede verse empleada en múltiples trabajos de investigación, normalmente, es utilizada para aplicar cambios en un sistema de manera que el sistema real no deje de funcionar o se vea afectado en las operaciones del día a día. La simulación fue utilizada en el trabajo de tesis, *aplicación de teoría de colas en la simulación de escenarios para mejorar el tiempo de espera de los clientes del área de operaciones de una agencia bancaria en la ciudad Trujillo*. En dicho estudio, se inició definiendo la tasa de llegada y tasa de servicio para determinar la tasa de llegada y finalmente emplear la técnica de simulación de Montecarlo. Luego de fijar el objetivo de tiempo de servicio, se procede a simular diversos escenarios para posteriormente elegir el que mejor hace uso de los recursos disponibles e incrementar la cantidad de servidores que la compañía tiene capacidad para instalar. (Palomino, 2020)

2.3.2.3 ANTECEDENTES DEL SERVICIO AL CLIENTE

El éxito de toda empresa depende de que el cliente esté conforme con los productos y/o servicios ofrecidos. (Goodman, 2014)

La mayoría de gerentes tienen un concepto equivocado sobre cómo capturar las expectativas que el cliente tiene sobre el producto o servicio que se les brinda; utilizando el método DIRFT, que significa hacer las cosas bien la primera vez, se gestiona estratégicamente las experiencias de los clientes logrando igualar o incluso exceder las expectativas de satisfacción del cliente. (Goodman, 2014).

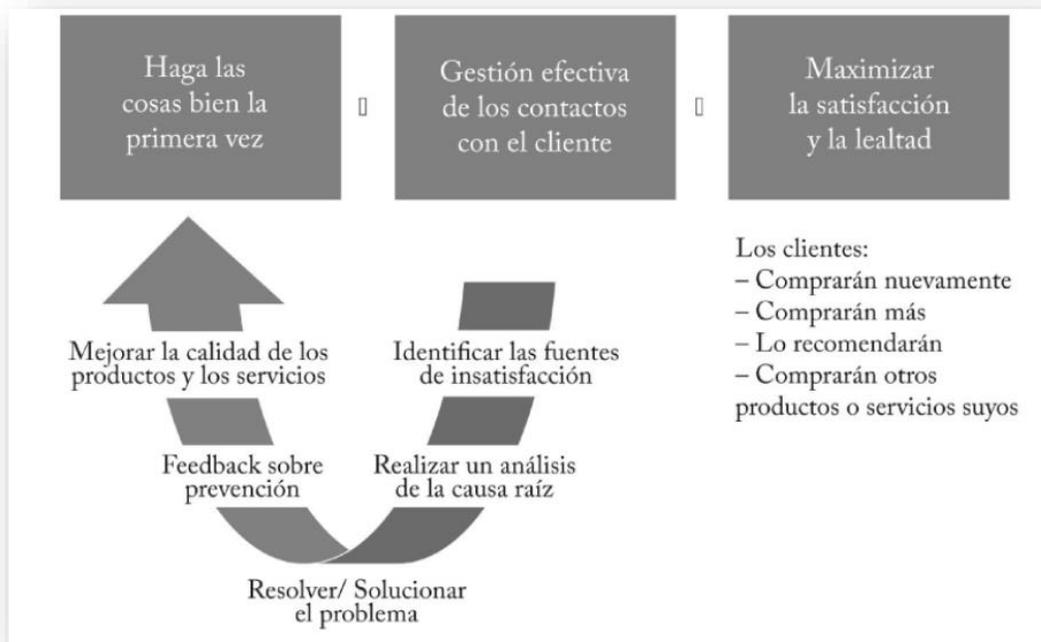


Figura 9 Modelo para maximizar la satisfacción y la lealtad del cliente

Fuente: (Goodman, 2014)

2.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Sampieri et al., (2014) afirma: "en la investigación disponemos de múltiples tipos de instrumentos para medir las variables de interés y en algunos casos llegan a combinarse varias técnicas de recolección de datos". Las herramientas utilizadas para llevar a cabo la investigación planteada son las siguientes:

Flexsim: es un programa de simulación 3D que permite imitar un proceso o un sistema real en un ordenador; mediante el cual se puede obtener información sobre el comportamiento ayudando a predecir y visualizar sistemas en una variedad de industrias: manufactura, manejo de materiales, salud, inventario, minería, logística, etc.; como se muestra en el anexo 2. (Flexsim, 2023)

Minitab: es un programa estadístico que se utiliza como herramienta de apoyo en el análisis de datos, facilitando y eficientizando el proceso de matemático de cálculos, ayudando a una mejor visualización e interpretación del comportamiento de las variables, en el anexo 3 se pueden visualizar las aplicaciones en diferentes procesos e industrias. (Minitab, 2023)

Excel: es un programa de cálculos que permite manipular grandes cantidades de datos matemáticos, estadísticos, financieros, etc. facilitando su análisis. El anexo 4 muestra como Microsoft Excel sirve como herramienta de apoyo en el proceso de toma de decisiones. (Microsoft, 2023)

2.4 MARCO LEGAL

Cargill dentro de sus procedimientos internos otorga la máxima importancia a las necesidades de sus clientes, independientemente de su magnitud ya se trate de granjeros, productores, distribuidores o minoristas; considera que el éxito de sus clientes contribuye a lograr el éxito de la compañía.

Los clientes que forman parte de Cargill son beneficiados ya que la empresa agrega valor aprovechando los puntos fuertes de Cargill en nutrición, gestión de riesgos, cadena de suministros y logística, alcanzado la satisfacción de los clientes con un modelo integral de capacidades. Los puntos fuertes en competitividad se reflejan en:

1. Nutrición aplicada
2. Conocimiento al cliente
3. Excelencia operativa

En Cargill, las operaciones y procesos se ven influenciados por los siete principios guía que son: respeto a la ley, integridad en la conducta de negocios, registros precisos y honestos, honradez en las obligaciones comerciales, trato con dignidad y respeto a las personas, protección de la información, activos e intereses de Cargill y responsabilidad de un ciudadano global. (Cargill, 2023)

De todas las políticas que forman parte de la empresa, debemos considerar las siguientes para este proyecto:

1. Política de salud y seguridad: Vela por la salud y seguridad de todos los clientes, y empleados que ingresan a las instalaciones de Cargill.
2. Política de alcohol y drogas: Define las restricciones dentro de las instalaciones de Cargill y todas las personas que están dentro de las mismas se someten a ella.
3. Política de competencia justa: Prohíbe la participación de empleados de Cargill en actividades ilícitas para la obtención de propiedad intelectual de la competencia y otros tipos de actividades de la misma índole.
4. Política global de seguridad alimentaria y los principios operativos de Cargill: vela para que los alimentos producidos por Cargill, sus procesos y actividades cumplan con los requisitos de inocuidad.

Cargill se apega al cumplimiento de las leyes de cada país en el que se instala y realiza transacciones productivas y comerciales; una de las leyes que está directamente relacionada con el proyecto es la ley del transporte terrestre de Honduras.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En este capítulo se plantea la forma de cómo abordar la problemática de estudio a través de la matriz metodológica, el planteamiento de la hipótesis, el método y diseño de la investigación, y las técnicas e instrumentos a utilizar; que permitan establecer el alcance de la investigación del sistema de atención al cliente en báscula de Cargill.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

Según Rojas (2015), la matriz de congruencia metodológica es una herramienta que nos permite de forma holística, poder establecer la operacionalización de las variables, ayudando a analizar e interpretar la investigación de forma teórica. Su estructura la conforma: el problema, los objetivos, las variables de investigación y la operacionalización de las variables, indicador, instrumento, escala y dimensión.

3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

Tabla 1 Matriz Metodológica

Título	Mejora de los tiempos de ingreso y egreso en báscula de clientes en Cargill				
Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos		Variables	
		General	Específicos	Independientes	Dependiente
¿Es posible elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes en báscula, y que haga uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill?	¿Cuál es la situación actual del sistema de atención de clientes en báscula?	Elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes haciendo uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill.	Exponer la situación actual del sistema de atención de clientes en báscula.	Población de clientes que entran y salen del sistema	Desempeño del sistema de atención al cliente
	¿Cuáles son los factores que están influyendo de forma negativa y positiva en la atención de los clientes en báscula?		Identificar los factores que están influyendo de forma negativa y positiva en la atención de los clientes en báscula.	Mecanismo de servicio	

(Continuación de la Tabla 2)

Título		Mejora de los tiempos de ingreso y egreso en báscula de clientes en Cargill			
Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos		Variables	
		General	Específicos	Independientes	Dependiente
¿Es posible elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes en báscula, y que haga uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill?	¿De qué forma las metodologías para la gestión de colas y simulación puede reducir el tiempo de espera de los clientes en báscula y mejorar su satisfacción?	Elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes haciendo uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill.	Determinar de qué forma las metodologías para la gestión de colas y simulación puede reducir el tiempo de espera de los clientes en báscula y mejorar su satisfacción.	Velocidad de atención al cliente	Desempeño del sistema de atención al cliente
	¿Cuál sería la relación beneficio-costo que podría obtener la empresa con el nuevo proceso de atención a los clientes en báscula basado en la gestión de colas?		Elaborar una propuesta para la implementación del nuevo proceso de atención al cliente en báscula basado en la teoría de colas y simulación.		
	¿Es posible elaborar una propuesta para la implementación del nuevo proceso de atención al cliente en báscula basado en la teoría de colas?		Establecer la relación beneficio-costo que podría obtener la empresa con el nuevo proceso de atención a los clientes en báscula basado en la gestión de colas y simulación.	Beneficio-Costo de las mejoras	

Fuente: Elaboración Propia (2023)

Mediante la elaboración de la matriz de congruencia metodológica podemos observar la relación holística que tienen los diferentes elementos sujetos a estudio, visualizando la relación directa entre la problemática, los objetivos que se pretenden alcanzar y las variables con sus dimensiones.

3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

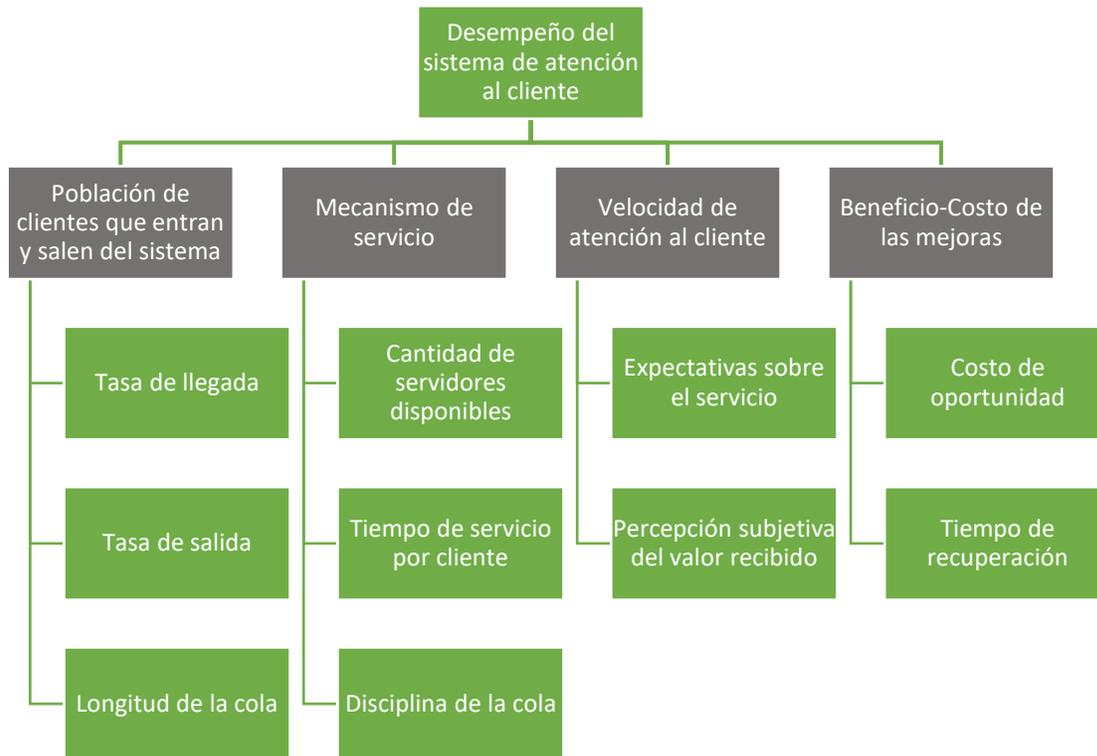


Figura 10 Representación de variables de estudio y sus dimensiones

Fuente: Elaboración Propia (2023)

En el presente trabajo de investigación las variables independientes son: Población de clientes que entran y salen del sistema, mecanismo de servicio, velocidad de atención al cliente, beneficio-costo; influyendo sobre la variable dependiente: Desempeño del sistema de atención al cliente.

3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Cuando se abordan problemas de investigación se encuentran una serie de variables independientes muchas veces con un alto grado de complejidad las cuales no pueden ser medidas directamente, lo que implica hacer una descomposición en dimensiones para obtener los datos y desarrollar los análisis necesarios.

Según López (2023), la operacionalización de la variable es definir el concepto relacionado de forma directa con el proyecto de investigación en el cual se encuentra, ya que es posible que su significado difiera de su definición etimológica. También, mediante la operacionalización, se habilita la variable para ser medida.

Tabla 3 Operacionalización de Variables

Variable de Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Escala
Población de clientes que entran y salen del sistema	"Es el número total de clientes que pueden requerir servicio en determinado momento" (Hillier & Lieberman, 2010, p. 709).	Cantidad promedio de clientes que hacen uso del sistema de atención en los procesos de entrada- salida de los accesos a las instalaciones de los almacenes	Tasa de llegada Tasa de salida Longitud de la cola	Cantidad de Transacciones diarias por báscula. Cantidad promedio de clientes en fila de entrada y salida	Observación científica	Razón
Mecanismo de servicio	"El mecanismo de servicio consiste en una o más estaciones de servicio, cada una de ellas con uno o más canales de servicio paralelos, llamados servidores" (Hillier & Lieberman, 2010, p. 710).	Es la cantidad de servidores (básculas) disponibles para la atención de los clientes; relacionadas con el tiempo promedio de servicio.	Cantidad de servidores disponibles Tiempo de servicio por cliente Disciplina de cola	Tiempo de jornada disponible Tiempo de uso del servidor Tiempo por transacción Oportunidades de mejora identificadas	Observación científica- Entrevista	Razón/ Ordinal- Nominal
Velocidad de satisfacción al cliente	La rapidez con la que una empresa logra aclarar las inquietudes de un cliente, toma sus pedidos, realiza las entregas de los productos y resuelve las incidencias que se puedan presentar (Díaz-Hernández et al., 2021)	Es la rapidez con la que se atiende al cliente cuando utiliza las básculas de pesaje.	Expectativas sobre el servicio. Percepción subjetiva del valor recibido	Nivel de satisfacción	Encuesta	Ordinal

Fuente: Elaboración Propia (2023)

(Continuación de la tabla 2)

Variable de Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Escala
Beneficio-Costo de las mejoras	Es una herramienta analítica financiera que permite el desarrollo sistemático de la información útil sobre los beneficios y efectos indeseables. (Chan, 2009)	Es la relación entre los beneficios esperados y los costos necesarios para obtener los resultados proyectados; minimizando los costos y maximizando los beneficios.	Tiempo de recuperación Valor Actual Costo de oportunidad	Años de recuperación de la inversión Cálculo del Valor Actual Costo de oportunidad	Análisis financieros	Razón

Fuente: Elaboración Propia (2023)

3.1.4 HIPÓTESIS

Las hipótesis de investigación nos indican aquello que queremos probar y se constituyen de posibles explicaciones al fenómeno estudiado. (Sampieri et al., 2014). La hipótesis nula se establece para negar o para rechazar lo planteado por la hipótesis de investigación. Debido a que la hipótesis nula existe para oponer lo planteado por la hipótesis de investigación, habrá tantas hipótesis nulas como hipótesis de investigación. (Sampieri et al., 2014)

La hipótesis formulada para esta investigación es:

H_i: Es posible reducir el tiempo de espera promedio en báscula, en al menos un 20%, usando el análisis de teoría de colas y simulación de escenarios.

H₀: Los tiempos de espera promedio en báscula se reducen en menos de un 20%, usando el análisis de teoría de colas y simulación de escenarios.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Esta investigación se basa en una combinación del enfoque cuantitativo y cualitativo, por lo tanto, se establece para el desarrollo de la misma, un enfoque mixto. La necesidad de utilizar el enfoque mixto en los problemas de investigación actuales se debe a que el grado de complejidad ha aumentado de tal manera que es necesario para los investigadores representar la realidad objetiva, tanto como la subjetiva siempre y cuando esto agregue valor al estudio. (Sampieri et al., 2014)

Se aconseja su uso en ciertas circunstancias, cuando los problemas de investigación son particularmente complejos, cuando se necesitan responder a preguntas con múltiples dimensiones por lo tanto se requiere obtener análisis y resultados prácticos. Su finalidad consiste en mejorar la comprensión, la confianza en los datos, la validez de los mismos, el enriquecimiento y la profundidad y amplitud del estudio. (Mendizábal, 2018)

Esta investigación es de tipo no experimental, la clasificación del diseño es transversal, con un alcance descriptivo; ya que estamos obteniendo la información directamente de las observaciones sin realizar manipulación de variables y los resultados de la simulación no serán experimentados en el sistema real. La técnica de muestreo utilizada es probabilística porque todos los clientes que ingresan a las instalaciones de Cargill pueden ser considerados para el estudio; mientras que la técnica de muestreo utilizada para la entrevista a empleados de la compañía es no probabilística ya que su selección depende de los juicios de los investigadores.

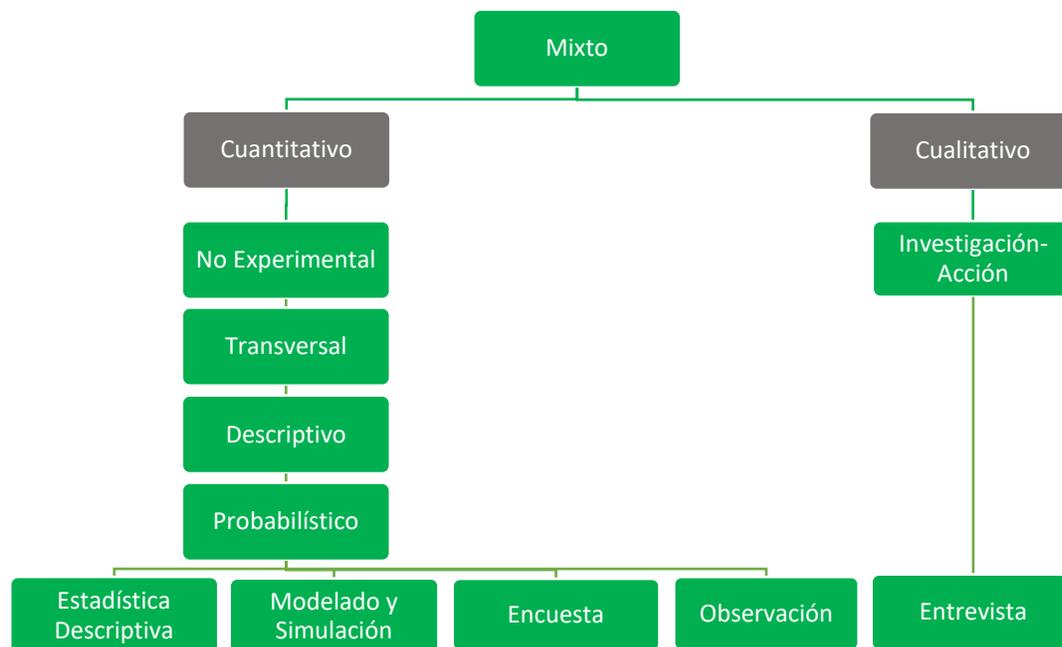


Figura 11 Diseño Metodológico

Fuente: Diseño propio (2023)

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se detalla el plan de actividades que fueron necesarias para llevar a cabo la investigación, las acciones requeridas para la ejecución de cada actividad, los recursos tanto materiales como humanos, el tiempo de ejecución y los encargados que realizaron cada acción.

Tabla 4 Plan de Actividades de Investigación

Actividades	Acción	Recursos		Tiempo de ejecución	Encargado
		Materiales	Humanos		
Recolección y análisis de datos	1. Identificar las etapas del proceso donde se recolectarán los tiempos	MS Excel	1 persona	1 día	Henoc Portillo
	2. Recolección de datos	Reporte sistema AS400	1 persona	10 días	Henoc Portillo
	3. Tabulación de datos	MS Excel	1 persona	2 días	Henoc Portillo
	4. Análisis de la situación actual de espera de los clientes	MS Excel/Minitab	2 personas	2 días	Ever Isaula Henoc Portillo
Entrevista	1. Elaborar las preguntas para la entrevista	MS Word	2 personas	3 días	Ever Isaula Henoc Portillo
	2. Revisión del diseño de la entrevista	Zoom	3 personas	1 día	Ever Isaula Henoc Portillo Asesor Temático
	3. Definir la población o muestra, a la que se le aplicará	Zoom	2 personas	1 día	Ever Isaula Henoc Portillo
	4. Realizar la entrevista	Zoom	1 persona	8 días	Henoc Portillo
	5. Tabular información	MS Excel	2 personas	1 día	Ever Isaula Henoc Portillo
	6. Analizar los datos recolectados	MS Excel/Minitab	2 personas	2 días	Ever Isaula Henoc Portillo

(Continuación de la Tabla 5)

Estrategia	Actividades	Recursos		Tiempo de ejecución	Encargado
		Materiales	Humanos		
Encuesta	1. Elaboración de preguntas de encuesta	MS Word	2 personas	2 días	Ever Isaula Henoc Portillo
	2. Validación de la encuesta	Zoom	3 personas	1 día	Ever Isaula Henoc Portillo Asesor Temático
	3. Aplicación de la encuesta	Zoom	1 persona	10 días	Henoc Portillo
	4. Tabular información	MS Excel	1 persona	1 día	Ever Isaula
	5. Analizar los datos recolectados	MS Excel/Minitab	2 personas	2 días	Ever Isaula Henoc Portillo
Creación de modelo de Simulación	1. Planeación, construcción, verificación y validación del modelo	Flexsim	2 personas	5 días	Ever Isaula Henoc Portillo
	2. Análisis de los resultados del modelo de simulación	Flexsim	2 personas	5 días	Ever Isaula Henoc Portillo
Conclusiones y Recomendaciones	1. Realizar conclusiones con base a las preguntas de investigación	MS Word	2 personas	1 día	Ever Isaula Henoc Portillo
	2. Elaborar recomendaciones con base en la investigación	MS Word	2 personas	1 día	Ever Isaula Henoc Portillo

Fuente: Elaboración Propia (2023)

3.3.1 POBLACIÓN

Malhotra (2016), define a la población meta como: "el conjunto de elementos u objetos que poseen las características que el investigador busca y sobre las cuales se harán conjeturas."
p.(248)

3.3.1.1 POBLACIÓN 1

La población definida para este estudio es el total de registros de vehículos atendidos en báscula provenientes de los tres almacenes de producto terminado de Cargill, durante el mes de mayo de 2023; la población cuantitativa será de 3,696 registros.

3.3.1.2 POBLACIÓN 2

La población definida para aplicar la encuesta necesaria para conocer su experiencia fueron los 190 clientes atendidos en básculas de Cargill, durante el mes de julio de 2023.

3.3.1.3 POBLACIÓN 3

La población para la investigación cualitativa fueron representantes de diferentes áreas relacionadas con el proceso de báscula y facturación como: coordinadores de almacenes, representante de servicio al cliente, asistente logística de transporte y al coordinador de facturación-báscula, a los cuales se les realizó una entrevista; esta población fue conformada por 7 personas.

3.3.2 MUESTRA

Según Sampieri et al., (2014), "la muestra es un subgrupo de la población que surge de la dificultad de medir la población entera y que pretende ser un reflejo representativo del conjunto." (p.173)

3.3.2.1 MUESTRA 1

Para determinar la muestra de la población de clientes a los que se les aplicó una encuesta para conocer su experiencia en el sistema de pesaje, se utilizó el método de muestreo probabilístico; mediante la ecuación 2:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (2)$$

Tabla 6 Cálculo de la muestra para la encuesta

N=	Población	190
p=	Probabilidad de que se realice un evento	0.5
q=	Probabilidad de que no se realice un evento	0.5
e=	Error de muestra del 5%	0.05
Z=	Nivel de Confianza del 95%	1.96
n=	Tamaño de la muestra	127

Fuente: Elaboración propia

La muestra definida para esta población fue de 127 clientes, los cuales realizaron compra y retiros

de alimento desde los almacenes de Cargill.

3.3.2.3 MUESTRA 2

Para la técnica de la entrevista; debido a que la población es pequeña y se tiene acceso al total de la misma no fue necesario definir una muestra; para aplicar la entrevista se consideró coordinadores de almacenes, representante de servicio al cliente, asistente logística de transporte y al coordinador de facturación-báscula, haciendo un total de 7 personas involucrados en el proceso de forma directa.

3.3.3 TÉCNICAS DE MUESTREO

Debido a la naturaleza de la investigación, que contiene enfoques cualitativos y cuantitativos, fue necesario utilizar la siguiente técnica de muestreo:

3.3.3.1 MUESTREO PROBABILÍSTICO

Muestreo aleatorio simple, esta técnica se utilizó para seleccionar la muestra de clientes a los que se les aplicó la encuesta, se consideró el horario de atención que comprende el tiempo desde las 8 a.m. hasta las 5 p.m. y se aplicó la encuesta al cliente que llegó durante las horas contempladas.

3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

Según Sampieri et al.,(2014) existen diversas técnicas utilizadas para recolectar datos, estas técnicas difieren de acuerdo al enfoque utilizado en la investigación por ejemplo en la investigación cuantitativa comúnmente se utilizan las encuestas cerradas; mientras que en la investigación cualitativa suelen utilizarse entrevistas o cuestionarios abiertos.

3.4.1 TÉCNICAS

3.4.1.1 ENCUESTA

Las encuestas son una técnica que permite la obtención de datos de una población, estas se pueden diseñar y aplicar de acuerdo a las necesidades de la investigación normalmente los datos suelen obtenerse luego de estandarizar el instrumento con el objetivo de que las preguntas se respondan bajo las mismas condiciones y así evitar respuestas sesgadas que influyan en el resultado de la investigación.(QuestionPro, 2023)

3.4.1.2 ENTREVISTA

Es una técnica cualitativa que a través de una serie de preguntas permite la recolección de datos, aplicándolas a una muestra definida con anterioridad, es similar a una encuesta, pero se

diferencia por su característica principal es su tono de conversación que incita a los participantes a relatar información detallada.(Ortega, 2018)

3.4.1.3 OBSERVACIÓN

Es una herramienta importante para la obtención de datos de manera directa o indirecta; al momento de utilizar la técnica es importante considerar que su estructura debe ser sistemática, planificada y organizada, para que pueda garantizar su análisis con un alto grado de fiabilidad.(Ortega, 2023)

3.4.1.4 MODELACIÓN Y SIMULACIÓN

La recolección de datos actuales fue vital para poder realizar la configuración correcta del modelo de simulación. La simulación permitió imitar el escenario real y con base en los datos obtenidos, realizar experimentaciones y analizar los resultados para la toma de decisiones de forma asertiva y ayudó a establecer la ejecución de las mejoras oportunas.(Piera et al., 2013)

3.4.1.5 ANÁLISIS FINANCIERO

Esta herramienta permite sustentar la toma de decisiones de inversión o financiamiento de proyectos, también le permite a la organización comparar de manera clara la rentabilidad de otros proyectos u oportunidades de inversión; así mismo se expone la situación económica financiera de la organización. (Nava Rosillón, 2009).

3.4.1.6 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

La definición documental se define como la colección de métodos y habilidades de búsqueda, a través del análisis, interpretación y alojamiento de la información, en primera forma y la presentación secuencial, lógica y argumentada de nueva información en un documento.(Tancara, 1993)

3.4.2 INSTRUMENTOS

Las técnicas o instrumentos utilizadas en las investigaciones se adaptan de acuerdo a las necesidades y objetivos que pretende alcanzar el estudio, al existir múltiples herramientas es necesario integrarlas para complementar y robustecer el trabajo de investigación.(Bernal, 2016)

El cuestionario tiene como propósito recopilar los datos necesarios de las variables que están siendo sometidas a estudio, mediante un diseño estandarizado y uniforme, para cumplir con los objetivos de un proyecto de investigación.(Bernal, 2016)

El cuestionario es el instrumento que se utilizó para conocer la experiencia del cliente que recibe atención en el sistema de báscula de Cargill. Mediante preguntas cerradas se recabó información que luego de ser analizada, permitió determinar las expectativas que tienen los clientes y cuáles son las oportunidades de mejora que se podían implementar en el sistema de atención de clientes en báscula.

La entrevista es un instrumento de recolección de datos primarios, es de carácter cualitativo y tiene como objetivo principal obtener información, a través de preguntas precisas que permiten abarcar de forma integral el problema de estudio.(Ortega, 2018)

Para la aplicación de la entrevista estructurada se utilizó como instrumento base el cuestionario, que fue aplicado a los coordinadores de los 3 almacenes y al coordinador de facturación-báscula con el objetivo de poder identificar oportunidades de mejora en las estaciones de servicio, y poder visualizar desde su perspectiva cada componente del sistema y cómo influye en el desempeño del mismo.

La observación es una técnica científica que involucra al objeto de estudio de forma directa para poder describirlo, analizarlo y conocerlo con más detalle.(Bernal, 2016)

La ficha de observación sirvió como base científica para la recolección de datos, permitiendo determinar las dimensiones de la población de ingreso y salida de las instalaciones de Cargill, el tiempo en fila de ingreso a báscula en vacío, el tiempo en fila de ingreso a báscula cargado y el tiempo de servicio en báscula; estos componentes ayudaron a cuantificar el desempeño del sistema.

Luego de la recolección de datos, se desarrolló un modelo que permitió simular el comportamiento del sistema de atención a clientes en báscula, y validar que el comportamiento del escenario simulado fuese igual al comportamiento del escenario real; se determinó estadísticamente las distribuciones que seguían los datos, esto permitió garantizar el correcto funcionamiento.

El instrumento de beneficio-costos nos permite valorar un proyecto a partir de los costos y beneficios que se pretenden obtener, su valor es normalmente expresado en términos monetarios y es considerado un instrumento necesario para la toma de decisiones.(Aguilera Díaz, 2017)

El análisis de beneficio-costos de las mejoras, fue utilizado para sustentar el financiamiento de cualquier cambio o mejora identificada, luego del análisis del escenario simulado, mediante el

cálculo del valor actual y el tiempo de recuperación de la inversión, se le informó a gerencia cuales eran las expectativas financieras que se debían tener al concluir la investigación.

Las fichas de contenido permiten la recolección de datos bibliográficos de manera sistematizada para futuras referencias. (Clemenceau, 2023)

El instrumento utilizado para realizar la investigación documental de este trabajo de estudio, fue la ficha de contenido, que nos permitió resumir la información obtenida de libros, artículos de revistas académicas, documentos científicos, bases de datos, etc.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información son todo aquello relacionado con la construcción de bases de datos, bases de conocimiento y repositorio de hechos. Las fuentes de información son una herramienta para el saber, para la búsqueda y para el acceso de la información. Su denominación depende del nivel en el cual se realice la búsqueda de información. Las fuentes pueden ser primarias, secundarias y terciarias.(Maranto & Gonzales, 2015)

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias son fuentes originales obtenidas al momento de realizar la investigación; para este estudio se definieron:

1. Encuesta aplicada a los clientes que fueron atendidos en el sistema de báscula.
2. Entrevista a los individuos de interés con relación al área de báscula y facturación.
3. Estadísticas obtenidas a través de la observación del sistema.
4. Desarrollo de análisis beneficio-costos a través de la información obtenida de la organización.
5. Documentación interna de las políticas de Cargill.
6. El libro verde, es un manual donde están las estrategias y bases operacionales de Cargill.
7. Artículos científicos

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

“Este tipo de fuentes son las que ya han procesado información de una fuente primaria”(Maranto & Gonzales, 2015)

Para esta investigación se consideraron las siguientes fuentes secundarias:

1. Tesis de ejemplo de la maestría de gestión de operaciones y logística de UNITEC.
2. Libro de metodología de la investigación de Roberto Hernández Sampieri.
3. Artículos de revistas académicas.
4. Libro de investigación de operaciones de Taha, Hillier.
5. Libro especializado en procesos de simulación del área logística de las organizaciones.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo, se exponen los datos recabados mediante el uso de técnicas e instrumentos de investigación descritos en el capítulo anterior. Su formato corresponde a la secuencia lógica contemplada por las preguntas de investigación y posteriormente por el planteamiento de los objetivos. El análisis e interpretación de los datos, mediante el uso de gráficos, cálculos matemáticos y modelos de simulación, generan como producto los resultados de la investigación.

4.1 INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Esta sección del trabajo de investigación detalla el uso de las técnicas e instrumentos de recolección de datos, previamente definidos en el capítulo anterior, aplicados a las fuentes de información pertinentes al área de estudio.

4.1.1 ENCUESTA

A partir del cálculo de la muestra, se determinó que la cantidad de clientes a los que se debe encuestar es de 127. Los clientes a quien se les aplicó la encuesta (anexo 6) se presentaron a las instalaciones de Cargill durante el mes de julio del año 2023 en horarios de ocho de la mañana cinco de la tarde; la encuesta se aplicó teniendo en cuenta que para obtener información acertada y sin sesgo, es necesario aplicar la misma cantidad de encuestas en los diferentes días del mes de julio y en rangos de horas similares.

La encuesta tuvo como propósito conocer, desde la perspectiva del cliente, la situación actual del área de pesaje y facturación en báscula, los problemas que se encuentran en dicha área y sus preferencias para elegir una de las dos básculas disponibles para pesaje.

Para determinar la confiabilidad del instrumento, se utilizó la técnica de prueba y repetición (anexo 7) que consiste en seleccionar el 10% de la muestra para aplicar la misma encuesta en un periodo de cinco días, además, se consultó la opinión de tres expertos para validar las preguntas formuladas del instrumento, enfocando cada pregunta a una variable de estudio para obtener la mayor cantidad de información adecuada para el trabajo de investigación.

La totalidad de las encuestas se aplicó en persona en las instalaciones de Cargill, con el propósito de explicar cada una de las preguntas para que los clientes tuvieran claridad y sus respuestas no presentaran sesgo.

4.1.2 OBSERVACIÓN

Mediante el uso de la técnica de observación, se obtuvieron los datos que corresponden a el tiempo en cola de ingreso a báscula para pesaje en vacío, el tiempo de pesaje en vacío en báscula, el tiempo en cola de ingreso a báscula para pesaje con carga y el tiempo de pesaje con carga en báscula; los datos fueron sustraídos de los 3696 registros vehiculares.

La recolección de los tiempos tiene como objetivo conocer el comportamiento de las filas para ingresar a las diferentes básculas disponibles para pesaje y facturación y, a partir de los datos recabados, utilizamos la información para crear un sistema simulado que se apega a la realidad.

Se utilizó la ficha de observación para recabar los datos antes mencionados, a partir de los registros vehiculares, provenientes del sistema AS400.

4.1.3 ENTREVISTA

Para conocer mejor la problemática del área de báscula de pesaje y facturación, se elaboró un cuestionario para ser aplicado como entrevista (anexo 5) a siete individuos de interés que, mediante las actividades que desempeñan diariamente, tienen una relación con el área de estudio y se encuentran en una posición única para proveer su perspectiva en cuanto a la situación actual de las básculas y cuales, en su opinión, pueden ser las oportunidades de mejora a implementar.

La validación del instrumento se llevó a cabo mediante la consultoría de tres expertos que ofrecieron sus opiniones para que las preguntas tengan claridad y cumplan con su objetivo de dar respuestas concisas y de provecho para la investigación.

Para determinar los individuos de interés más apropiados para aplicar la entrevista, se valoró su cargo dentro de la organización y las actividades que se relacionan con el área de báscula de pesaje y facturación. Los cargos que los entrevistados desempeñan son: Coordinador de logística outbound-bodega/despacho, coordinador de báscula y facturación, coordinador logística bodega, representante de servicio al cliente, analista de inventario, coordinador logística bodega y asistente logística transporte.

Las preguntas que forman parte del cuestionario se elaboraron con el propósito de conocer la situación actual del área de básculas de pesaje y facturación, se empieza la entrevista preguntando sobre el cargo que desempeña el individuo de interés, para luego proceder con preguntas que tienen como objetivo, determinar la funcionalidad del sistema ERP, la problemática que se presenta en el área de báscula y, desde la perspectiva del empleado, cuáles son las

oportunidades de mejora.

De las siete entrevistas aplicadas, cuatro se realizaron en persona y tres mediante la aplicación Microsoft teams.

4.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

En esta sección se detallan los resultados y se presentan los análisis correspondientes que permitan dar respuesta a las interrogantes planteadas sobre la problemática de las básculas de pesaje y facturación.

4.2.1 RESULTADOS CUANTITATIVOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la encuesta y la observación, técnicas utilizadas para recolectar los datos.

4.2.1.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Los resultados de la encuesta se presentarán en el orden de las variables operacionalizadas en el capítulo anterior.

4.2.1.1.1 POBLACIÓN DE CLIENTES QUE ENTRAN Y SALEN DEL SISTEMA

El gráfico de la figura 12 muestra el tiempo que debe esperar el cliente para ser atendido en la báscula 01 de pesaje y facturación. Los resultados muestran que el 35.7% de los clientes encuestados experimentan tiempos de espera entre 10 y 20 minutos para ser atendidos en la báscula 01, mientras que el 28.6% experimenta tiempos de espera entre 20 y 30 minutos, solamente el 21.4% experimenta tiempos de espera mayores a 30 minutos.

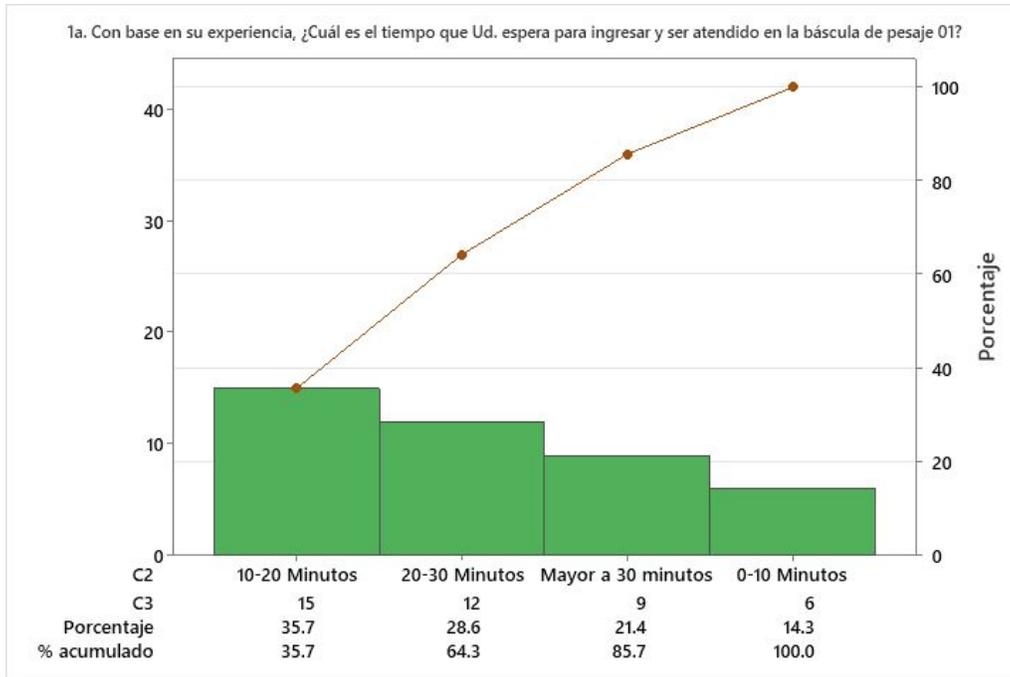


Figura 12 Tiempo de espera para ser atendido en báscula 01, según clientes de Cargill

Fuente: Elaboración propia (2023)

El gráfico de la figura 13 muestra el tiempo que debe esperar el cliente para ser atendido en la báscula 04 de pesaje y facturación. Los resultados muestran que el 35.7% de los clientes encuestados experimentan tiempos de espera entre 10 y 20 minutos para ser atendidos en la báscula 01, mientras que el 28.6% experimenta tiempos de espera entre 20 y 30 minutos, solamente el 21.4% experimenta tiempos de espera mayores a 30 minutos.

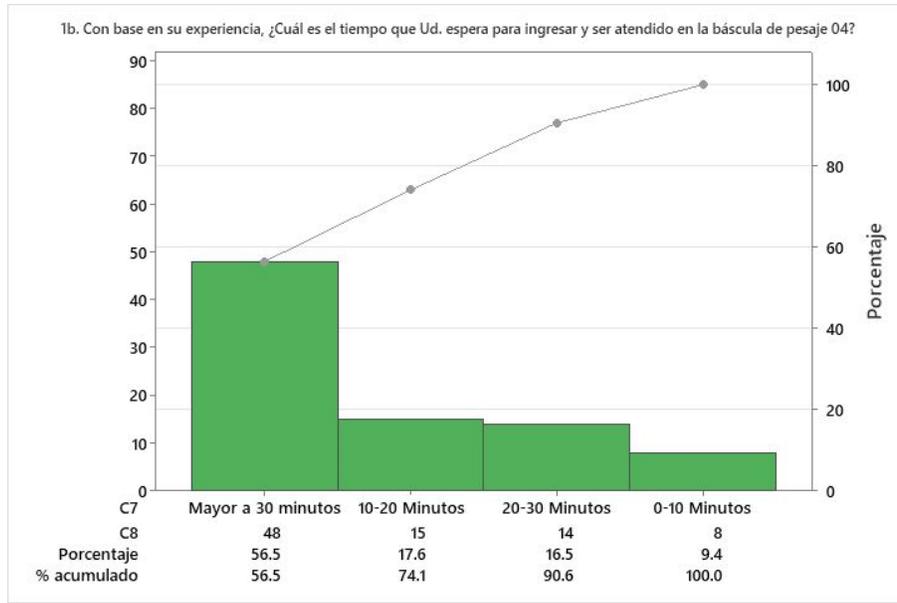


Figura 13 Tiempo de espera para ser atendido en báscula 04, según cliente de Cargill

Fuente: Elaboración propia (2023)

El gráfico de la figura 14 muestra el porcentaje de clientes que consideran que su turno para ingresar al área de báscula y facturación es respetado. El 84.3% mantiene que su turno es respetado siempre, mientras que solamente el 6.3% considera que casi nunca se respeta su turno para ser atendido.

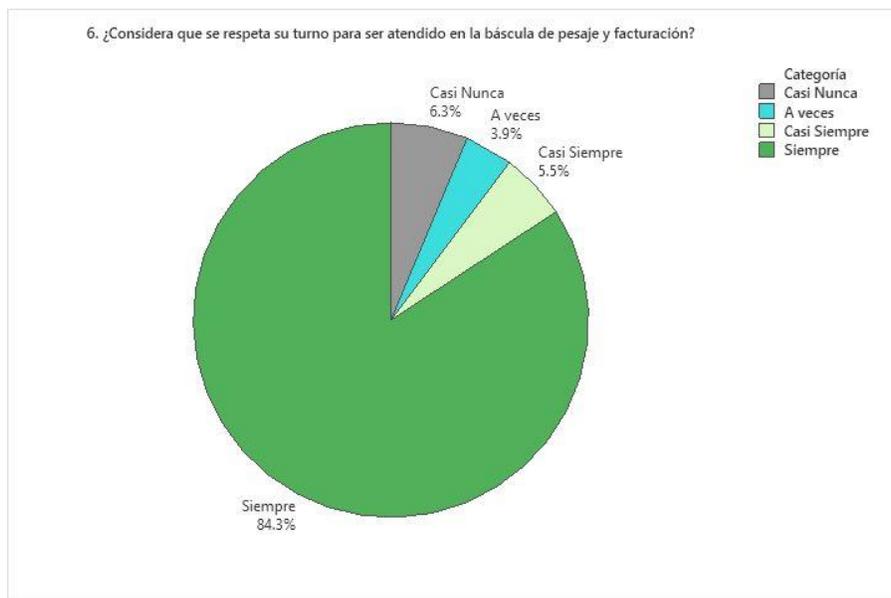


Figura 14 Clientes que consideran que se respeta su turno en el área de báscula de pesaje y facturación

Fuente: Elaboración propia (2023)

El gráfico de la figura 15 muestra el rango de horas que los clientes de Cargill prefieren para retirar sus pedidos de los almacenes de producto terminado. El 85.94% prefiere retirar sus pedidos en horas de la mañana mientras que el 14.06% prefiere retirar sus pedidos en horas de la tarde.

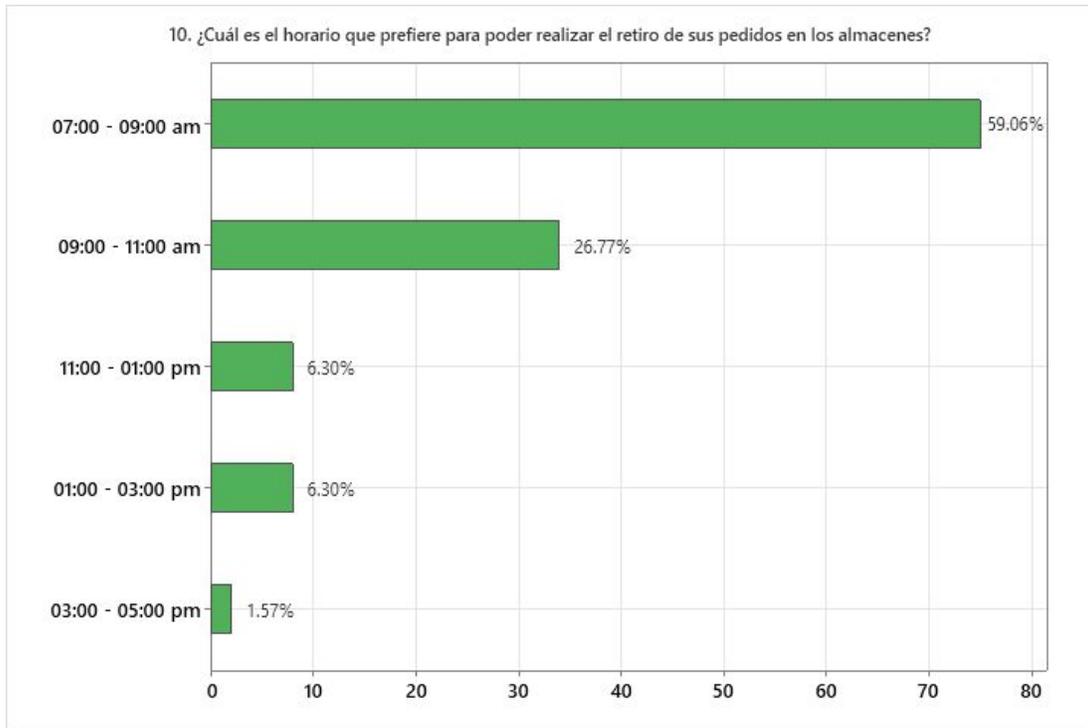


Figura 15 Horario de preferencia para retiro de pedidos por parte de clientes de Cargill

Fuente: Elaboración propia (2023)

4.2.1.1.2 MECANISMO DE SERVICIO

El siguiente conjunto de gráficos muestran cuál de las dos básculas, disponibles para pesaje y facturación, prefieren los clientes de Cargill y por qué.

Según el gráfico de la figura 16, el 66.9% de clientes prefieren utilizar la báscula 04 para pesaje y facturación mientras que el 33.1% prefiere utilizar la báscula 01.

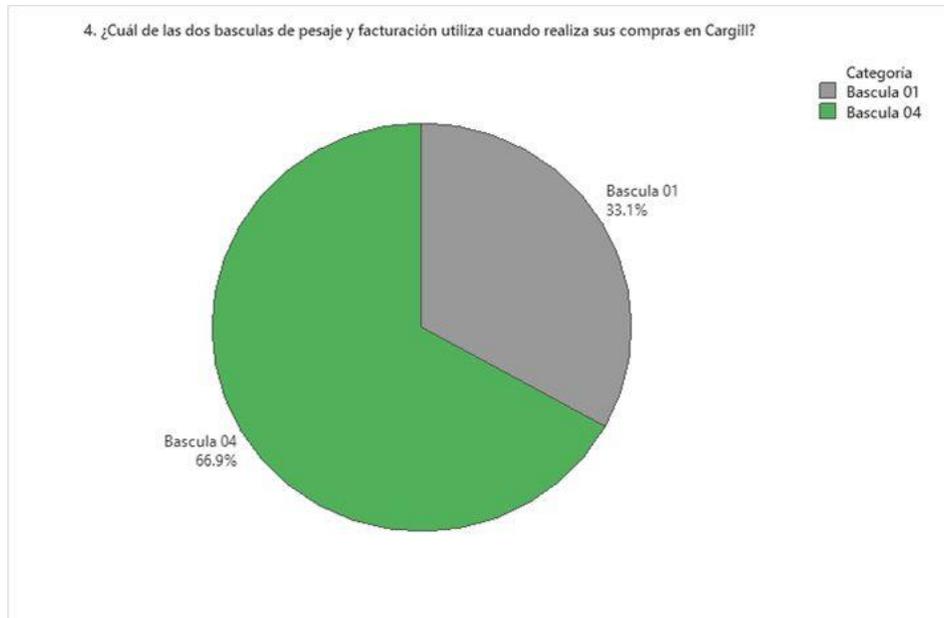


Figura 16 Preferencia de clientes respecto a la báscula de pesaje a utilizar

Fuente: Elaboración propia (2023)

Según el grafico de la figura 17, el 47.62% de clientes que seleccionaron la báscula 01, a la cercanía con su almacén de carga, mientras que el 42.86% prefieren utilizar la báscula 01 debido a que su velocidad de atención es más rápida comparada a la báscula 04.

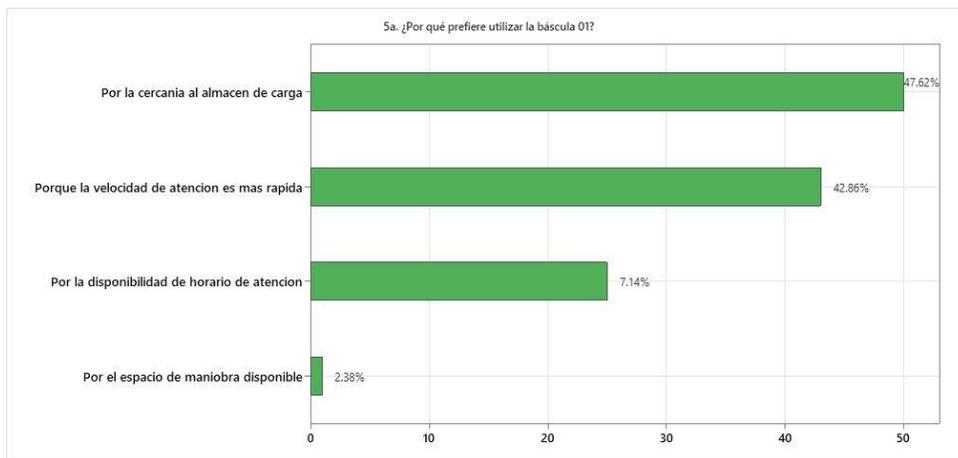


Figura 17 Motivos de preferencia para utilizar la báscula 01 según clientes de Cargill

Fuente: Elaboración propia (2023)

El grafico de la figura 8 muestra que, el 57.65% de los clientes que seleccionaron a la báscula 04 como su báscula de preferencia, mantienen que la prefieren debido al espacio de maniobra disponible para sus vehículos, mientras que el 22.35% prefieren la báscula 04 por la disponibilidad de horario, ya que esta atiende las 24 horas del día.

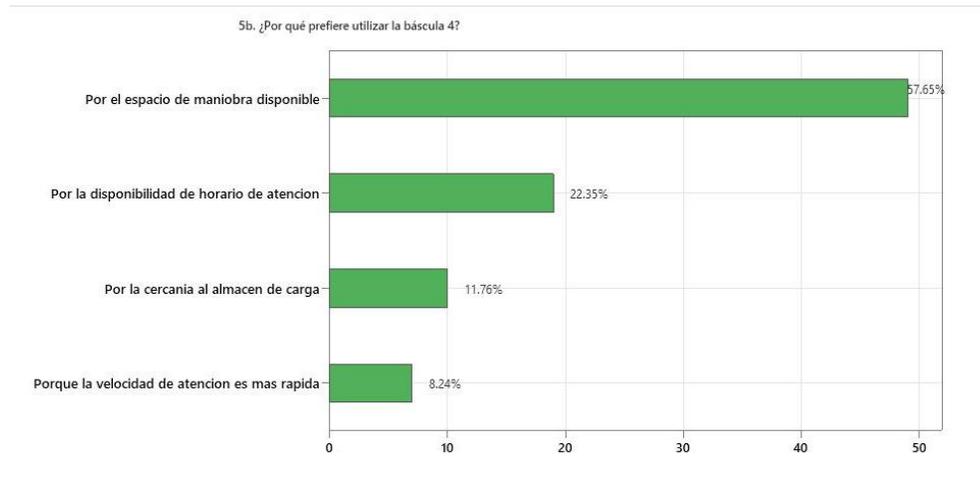


Figura 18 Motivos de preferencia para utilizar la báscula 04 según clientes de Cargill

Fuente: Elaboración propia (2023)

Los gráficos de las figuras 19 y 20 muestran el porcentaje de clientes que han experimentado problemas al ser atendidos en báscula de pesaje y facturación y cuál fue el problema que experimentaron.

El 72.4% de los clientes encuestados contestaron que, si han tenido problemas en el proceso de pesaje y facturación en báscula, mientras que el 27.6% menciona que no se han presentado problemas cuando hace uso de la báscula de pesaje.

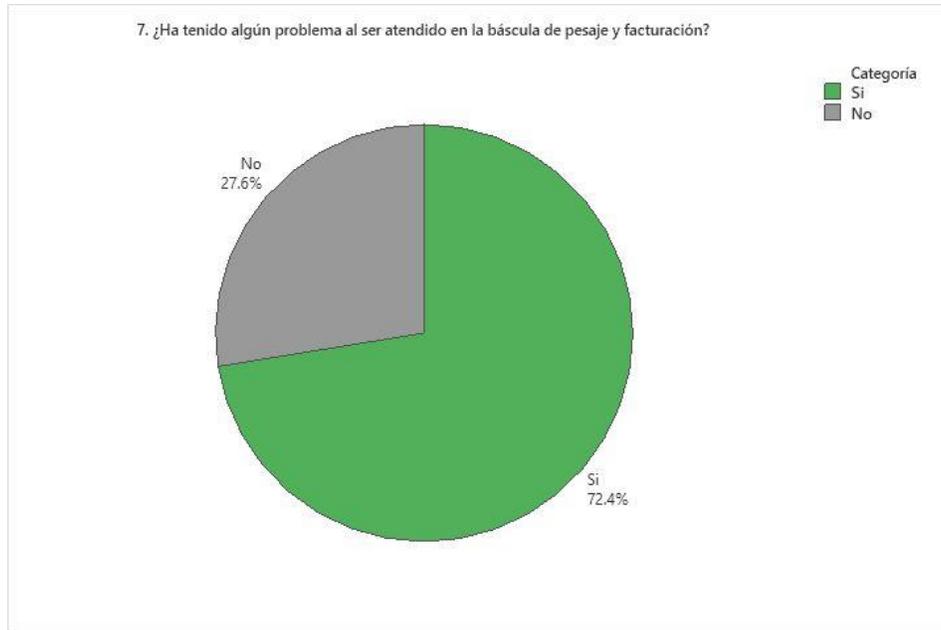


Figura 19 Porcentaje de clientes que han experimentado problemas en la báscula de pesaje y facturación

Fuente: Elaboración propia (2023)

Según el gráfico de la figura 20, el 76.83% de clientes mencionan que el problema que han experimentado es la falta de inventario en sistema ERP que impide la facturación de su orden de producto.

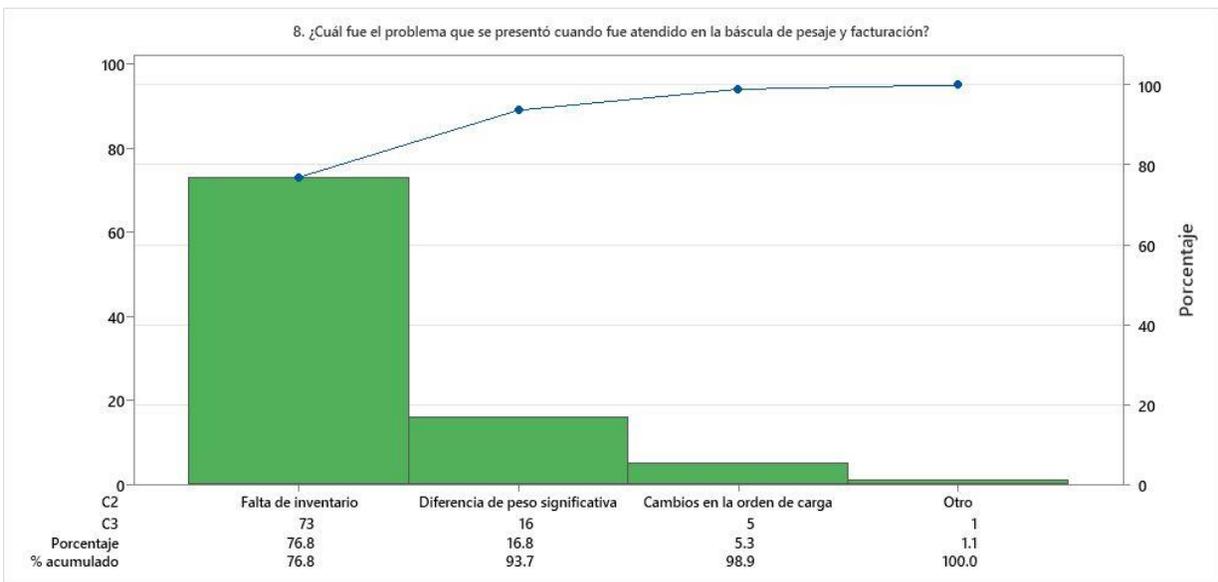


Figura 20 Problemas que se presentan cuando un cliente de Cargill es atendido en la báscula de pesaje y facturación

Fuente: Elaboración propia (2023)

Los gráficos de las figuras 21, 22, 23 y 24 muestran la frecuencia con la que ocurren problemas cuando el cliente es atendido en la báscula de pesaje y facturación.

El 58.57% de clientes que experimentaron el problema por falta de inventario para facturar mencionaron que ocurre de una a dos veces por mes, mientras que el 17.14% mencionan que lo experimentan 6 veces por mes.

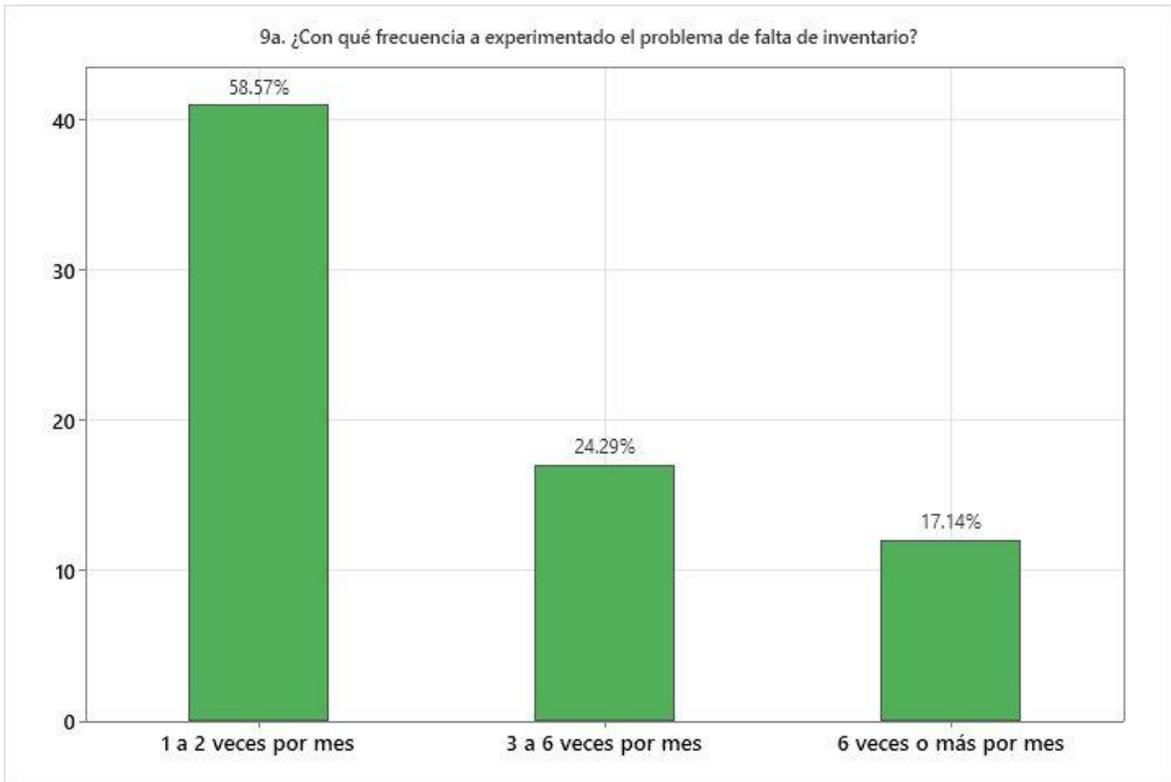


Figura 21 Frecuencia de ocurrencia del problema de falta de inventario para facturar

Fuente: Elaboración propia (2023)

El 75% de los clientes que experimentaron el problema por diferencia de peso significativa mencionan que ocurre 1 a 2 veces por mes, el 18.75% mencionan que experimentan el problema de 3 a 6 veces por mes.

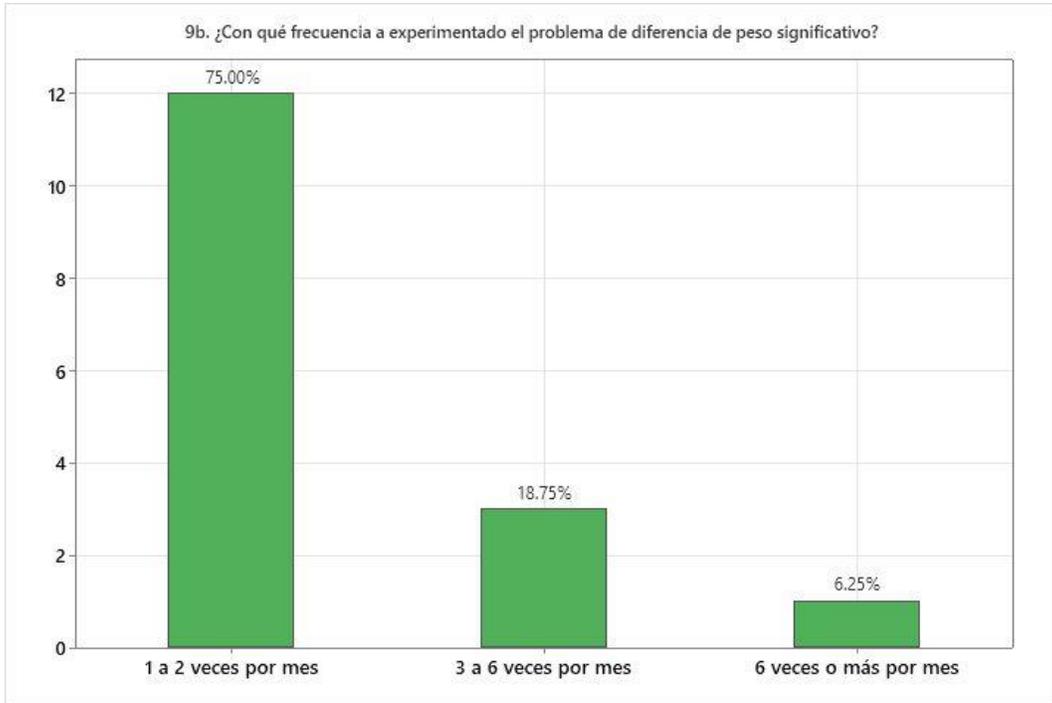


Figura 22 Frecuencia de ocurrencia del problema de diferencia de pesos

Fuente: Elaboración propia (2023)

El 100% de clientes que experimentaron el problema de cambios en el documento sin notificación, contestaron que el problema ocurre 1 a 2 veces por mes.

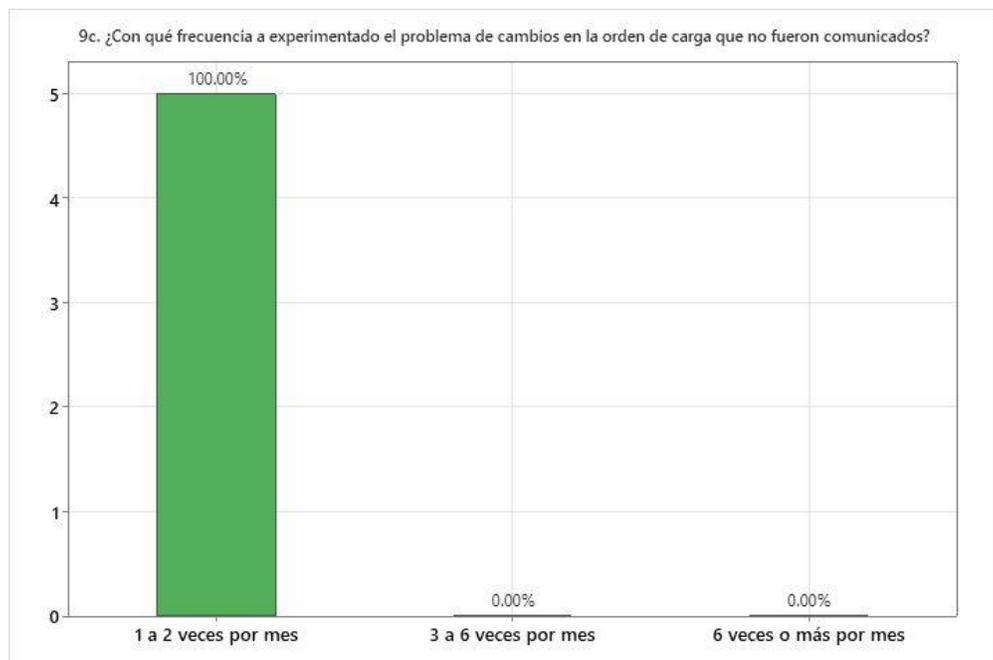


Figura 23 Frecuencia de ocurrencia del problema de cambios en el documento de carga sin notificación

Fuente: Elaboración propia (2023)

El 100% de clientes que experimentaron el problema de documentación incompleta para facturar, contestaron que el problema ocurre 1 a 2 veces por mes.

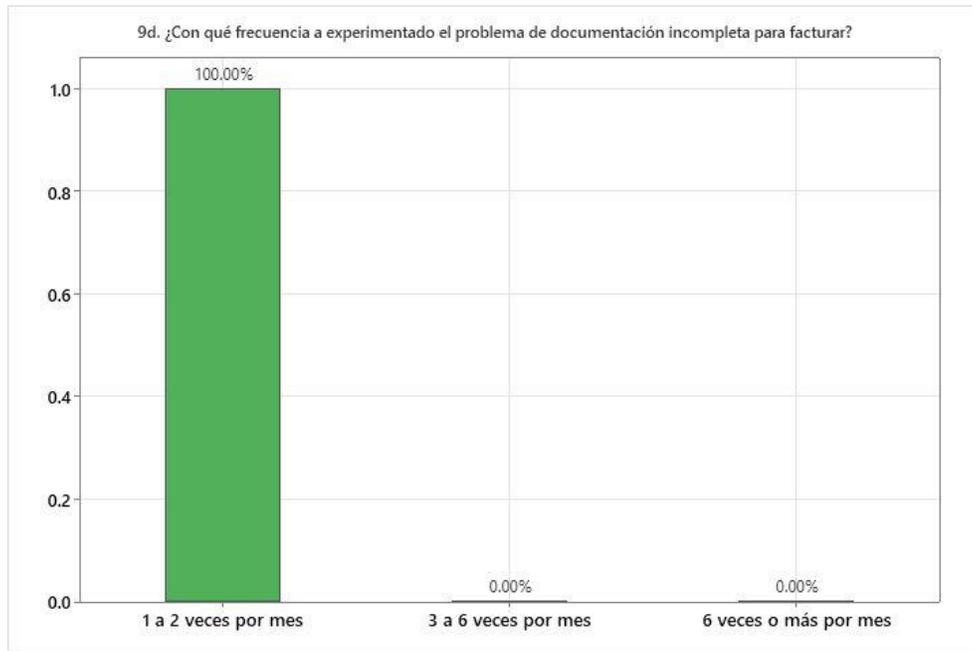


Figura 24 Frecuencia de ocurrencia del problema de documentación incompleta para facturar

Fuente: Elaboración propia (2023)

4.2.1.1.3 VELOCIDAD DE ATENCIÓN AL CLIENTE

Los gráficos de las figuras 25, 26 y 27 contienen los resultados de las preguntas que están orientadas a conocer las expectativas del servicio de atención en báscula y las perspectivas que tienen los clientes de dicha atención.

El 74% de los clientes consideran que el tiempo de espera para ser atendido en el área de báscula y facturación es entre largo y muy largo, mientras que solo el 22.8% considera que el tiempo de espera es adecuado.

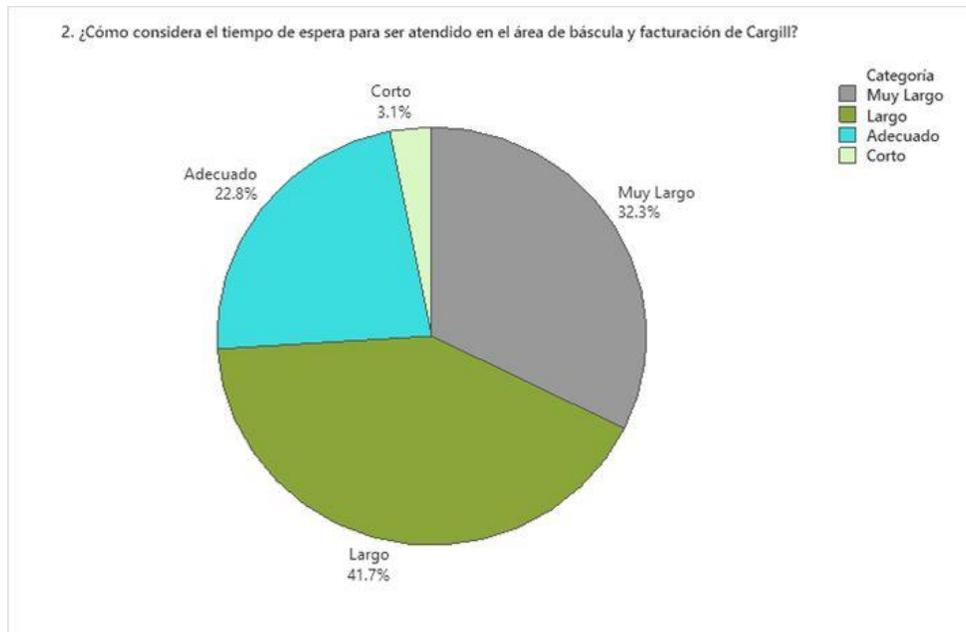


Figura 25 Percepción del cliente sobre el tiempo de espera para ser atendido en el área de báscula y facturación de Cargill

Fuente: Elaboración propia (2023)

El 86.61% de los clientes encuestados consideran que el tiempo de espera tolerable es de 0–15 minutos.

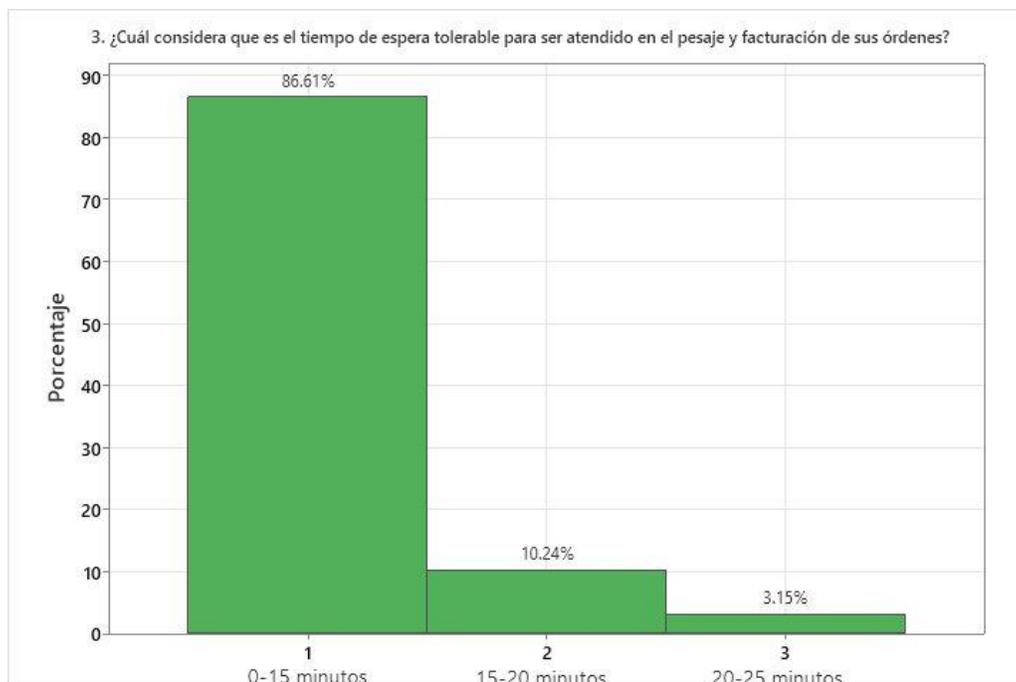


Figura 26 Expectativa del cliente sobre el tiempo de espera tolerable para ser atendido en el pesaje y facturación de sus órdenes

Fuente: Elaboración propia (2023)

El gráfico de la figura 27 muestra el 66.93% de los clientes perciben como adecuado la velocidad de atención en el área de báscula de pesaje y facturación.

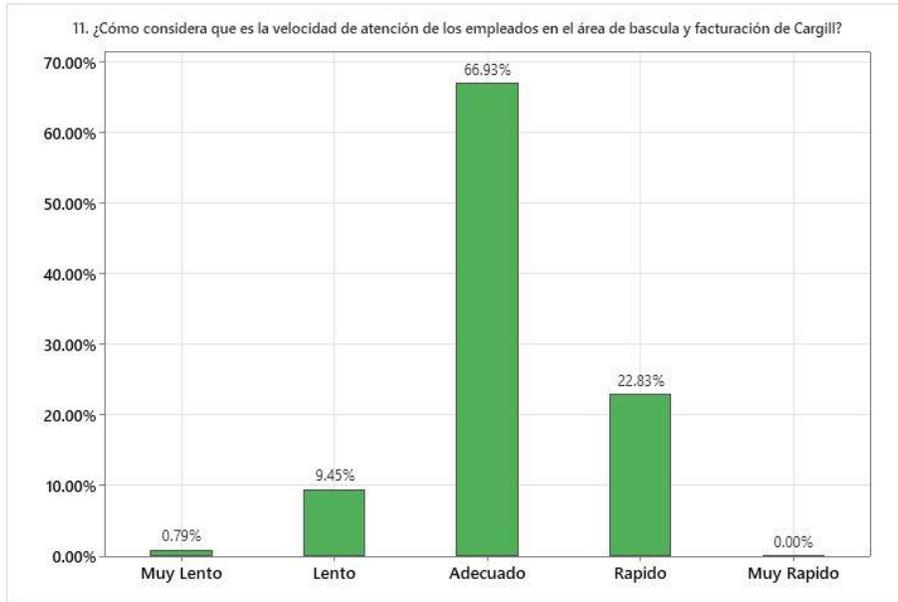


Figura 27 Opinión del cliente sobre la velocidad de atención de los empleados en el área de báscula y facturación

Fuente: Elaboración propia (2023)

4.2.2 ANÁLISIS CUALITATIVO

Para poder abarcar, desde diferentes aristas, la problemática en las básculas, se aplicó una serie de entrevistas a diferentes representantes de áreas de interés de la empresa; este enfoque cualitativo brinda una exposición y genera información que permite ser un complemento al enfoque cuantitativo.

4.2.2.1 RESULTADOS DE LA ENTREVISTA

A continuación, se detalla el uso de la técnica de entrevista y sus resultados.

Pregunta 1. Describa las actividades que desempeña en su cargo como empleado de Cargill.

Resumen de Respuestas: Las personas entrevistadas desempeñan cargos en los departamentos de logística, bodega y servicio al cliente; debido a su experiencia, consideramos que pueden brindar una perspectiva única e informativa sobre la problemática presente en el área de báscula y facturación.

Pregunta 2. ¿Siente que el sistema AS400 le apoya a cumplir sus actividades al momento de realizar despacho y facturación de los clientes?

Resumen de respuestas: Seis de los siete entrevistados opinan que el sistema AS400 es funcional, pero presenta oportunidades de mejora tales como: 1. Visualización y trazabilidad de las operaciones, 2. Incorporación de nuevas tecnologías de la información que permitan un mejor manejo y cumplimiento de las operaciones y 3. Brindar mayor facilidad para facturar el producto de los clientes. El entrevistado restante opina que el sistema es funcional y fácil de usar.

Pregunta 3. ¿Cuáles son algunas de las quejas que frecuentemente le transmiten los clientes cuando son atendidos en el área de báscula?

Resumen de respuesta: De las siete personas entrevistadas, todas mencionan que los atrasos por falta de inventario en sistema es una de las quejas que frecuentemente se presentan en el área de báscula de pesaje y facturación. Otras quejas que los clientes presentan frecuentemente son: largas filas de espera para ingresar a la báscula de pesaje y facturación y falta de espacio para que vehículos articulados puedan maniobrar en la báscula 01.

Pregunta 4. ¿Cómo considera Ud. que se puede solventar dichas quejas?

Resumen de respuesta: Según los entrevistados, para solventar la queja de falta de inventario en sistema, el coordinador de logística y bodega propone actualizar la cantidad de inventario disponible de manera más frecuente para evitar desabastecimiento a nivel de sistema, de igual forma, el representante de servicio al cliente, el coordinador de báscula y facturación y el coordinador de logística y bodega proponen un mayor compromiso y seguimiento al inventario faltante del día.

El analista de inventarios propone evitar el desabastecimiento de producto que se elabora cuando el cliente coloca una orden o producto hecho en el momento de su orden mediante la tenencia de un stock pequeño de dicho producto.

La asistente logística de transporte propone que se redistribuya, la totalidad de clientes que carga producto en la bodega FEED, hacia la báscula 01, aliviando así la carga de trabajo de la báscula 04, por último, el coordinador de logística outbound/bodega-despacho propone un sistema de pesaje y facturación automático, realizando modificaciones en la báscula para que los clientes permanezcan menos tiempo esperando su factura luego de ser pesados con producto.

Pregunta 5. Cuéntenos sobre 3 eventos recurrentes que sucede en el área de báscula y que afectan el flujo del proceso

Resumen de respuestas: Según las entrevistas, cinco de los siete entrevistados contestaron que la falta de inventario en sistema es un evento recurrente que afecta el flujo del proceso de pesaje y facturación. La coordinadora de logística outbound-bodega/despacho menciona que el congestionamiento de las instalaciones, debido al ingreso de materias primas, también implica una afectación al proceso.

El coordinador de báscula y facturación menciona que la pérdida de documentos por parte de los clientes supone un atraso en el flujo del proceso, también menciona que la diferencia significativa de peso al momento de cargar retrasa el flujo de clientes por báscula. La analista de inventarios menciona que las fallas en las básculas, por falta de calibración, suponen un retraso en el flujo del proceso. La asistente logística de transporte contesto que la reimpresión de ordenes por actualización de fechas, que sucede cuando un cliente no cumple con su cita para la compra de su producto, genera un atraso en el flujo del proceso.

Pregunta 6. Cuales considera que son las principales diferencias entre la báscula 01 y la báscula 04

Resumen de respuestas: Según los entrevistados, las principales diferencias entre la báscula 01 y 04 son:

La báscula 01 no tiene la infraestructura necesaria para que los vehículos articulados puedan realizar el pesaje y facturación en dicha báscula, mientras que la báscula 04 si cuenta con espacio de maniobra suficiente.

Los horarios de atención de la báscula 1 son limitados ya que solo cuenta con 1 turno de 8am a 6pm mientras que la báscula 04 cuenta con 3 turnos lo que le permite atender a clientes las 24 horas del día.

Pregunta 7. ¿Existen clientes que cuentan con prioridad para ser atendidos en el área de báscula? De ser así, ¿a qué atribuye esa prioridad?

Resumen de respuestas: Seis de los siete entrevistados mencionan que existe una prioridad en la atención en báscula con los clientes que compran un gran volumen de producto. El coordinador de báscula y facturación, el coordinador logístico de bodega, la representante de

servicio al cliente y la asistente logística de transporte mencionan que los clientes que cargan en la bodega de ALCONEX tienen también prioridad para ser atendidos en la báscula de pesaje y facturación.

Pregunta 8. ¿Qué oportunidades de mejora considera que pueden ser implementados en el área de báscula?

Resumen de respuestas: Las oportunidades de mejora que son frecuentemente mencionadas fueron:

- Acondicionar la báscula 01 para que pueda atender vehículos articulados
- Extender los horarios de atención la báscula 01
- Mejorar el sistema de facturación
- Cumplimiento del programa de citas de clientes

Pregunta 9. ¿Qué factores, considera Ud., influyen en el tiempo de atención al cliente en el área de báscula?

Resumen de respuestas: Según los entrevistados, los factores que influyen en el tiempo de atención al cliente en el área de báscula son:

- Incumplimiento de las citas de carga de producto por parte de los clientes
- Disponibilidad de producto en inventario
- Reimpresiones de orden de carga por cambios en la misma
- Largas filas en básculas
- Errores en la digitación de los ordenes

4.3 ANÁLISIS INFERENCIAL Y MODELOS APLICADOS

A través de la técnica de observación, se recolectaron los datos necesarios para construir un modelo de simulación basado en la situación real del área de báscula de facturación y pesaje.

4.3.1 SITUACIÓN ACTUAL: BÁSCULA 01 Y BÁSCULA 04

Utilizando las ecuaciones del modelo G/G/1, previamente mencionado en el capítulo 2 del presente trabajo de investigación, para el análisis del comportamiento de colas, y los datos recabados mediante la técnica de observación, se obtuvo la información necesaria para simular el proceso de pesaje y facturación propios de la báscula 01 y báscula 04. El proceso para la construcción del modelo de simulación consistió en el cálculo de los cinco parámetros presentes en el modelo de colas G/G/1:

4.3.1.1 PARÁMETROS DE LA BÁSCULA 01

El cálculo de los parámetros para la báscula 01 se realizó utilizando las ecuaciones de la tabla 7:

Tabla 7 Cálculo de parámetros para el modelo de colas de la báscula 01

Parámetro	Ecuación	Resultado: Pesaje Vacío	Resultado: Pesaje Cargado
Factor de utilización de la báscula 01	$\rho = (\lambda/\mu)$ (3)	17.15%	57.29%
Número de clientes esperados en báscula 01 por hora	$L = \lambda * W$ (4)	1.34	4.10
Longitud esperada de la cola(excluyendo clientes en servicio) por hora	$Lq = \lambda * Wq$ (5)	1.17	3.53
Tiempo de espera en el sistema para cada cliente(incluyendo el tiempo de servicio) en minutos	$W = Wq + 1/\mu$ (6)	16.48	56.74
Tiempo de espera en la cola para cada cliente(excluyendo tiempo de servicio) en minutos	$Wq \approx \left(\frac{\lambda^2 * \sigma_e^2 + \mu^2 * \sigma_s^2}{2} \right) * \left(\frac{\rho}{1 - \rho} \right) * \frac{1}{\mu}$ (1)	14.38	48.82

Fuente: Elaboración propia (2023)

El factor de utilización total de la báscula 01 es de 74.44%, se suma el porcentaje de utilización de pesaje en vacío y pesaje cargado debido a que la báscula está configurada para el ingreso, tanto de clientes que pesan en vacío como clientes que pesan cargados.

4.3.1.2 PARÁMETROS DE LA BÁSCULA 04

El cálculo de los parámetros para la báscula 04 se realizó utilizando las ecuaciones de la tabla 8:

Tabla 8 Cálculo de parámetros para el modelo de colas de la báscula 04

Parámetro	Ecuación	Resultado: Pesaje Vacío	Resultado: Pesaje Cargado
Factor de utilización de la báscula 04	$\rho = (\lambda/\mu)$ (3)	36.10%	54.93%
Número de clientes esperados en báscula 04 por hora	$L = \lambda * W$ (4)	4.80	5.10
Longitud esperada de la cola(excluyendo clientes en servicio) por hora	$Lq = \lambda * Wq$ (5)	4.44	4.56
Tiempo de espera en el sistema para cada cliente(incluyendo el tiempo de servicio) en minutos	$W = Wq + 1/\mu$ (6)	58.97	67.56
Tiempo de espera en la cola para cada cliente(excluyendo tiempo de servicio) en minutos	$Wq \approx \left(\frac{\lambda^2 * \sigma_e^2 + \mu^2 * \sigma_s^2}{2} \right) * \left(\frac{\rho}{1 - \rho} \right) * \frac{1}{\mu}$ (1)	54.54	60.31

Fuente: Elaboración propia (2023)

El factor de utilización total de la báscula 04 es de 91.04%, se suma el porcentaje de utilización de pesaje en vacío y pesaje cargado debido a que la báscula está configurada para el ingreso, tanto de clientes que pesan en vacío como clientes que pesan cargados.

4.3.2 DISEÑO DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Considerando el diagrama de flujo de clientes de Cargill (ver anexo 12), se realizó el diseño del modelo de simulación en el programa Flexsim. El diseño de simulación cuenta con dos fuentes de entrada a las cuales se les configuró la tasa de llegada de clientes que pesan sus vehículos en

vacío y clientes que pesan sus vehículos cargados de producto, adicionalmente, se crearon dos colas de espera, una de ellas para los clientes que pesan en vacío y la otra para clientes que pesan cargados, subsecuentemente, se agregó un único servidor que actuó como la báscula para el pesaje y facturación de las órdenes de clientes.

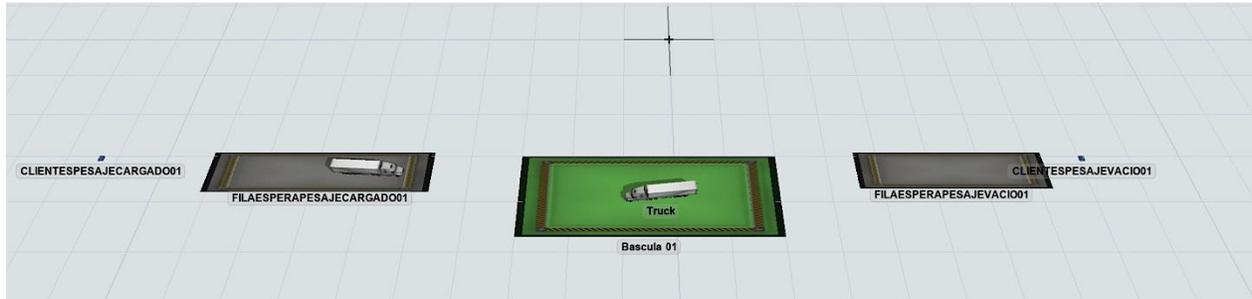


Figura 28 Diseño del modelo de simulación para báscula 01

Fuente: Elaboración propia (2023)

La misma configuración que se utilizó para la báscula 01, fue utilizada también para configurar el modelo de simulación de la báscula 04.

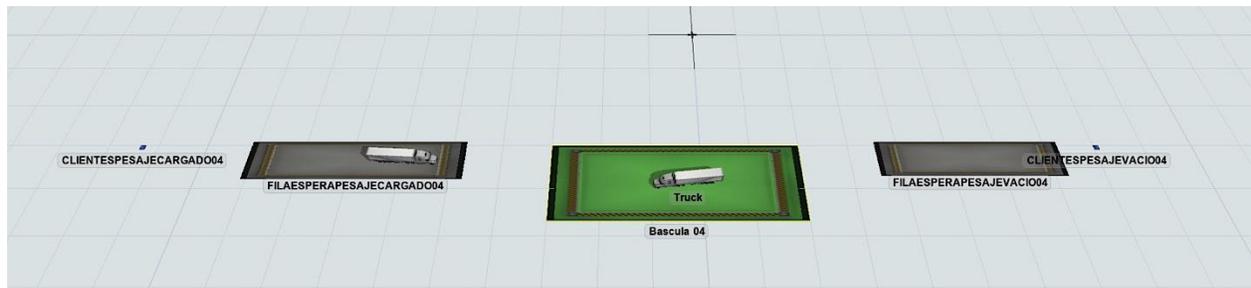


Figura 29 Diseño del modelo de simulación para báscula 04

Fuente: Elaboración propia (2023)

4.3.2.1 VERIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

Para verificar que los modelos de simulación se comporten de acuerdo a la realidad del sistema de básculas de pesaje y facturación, se realizaron diversos cálculos.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
reales	32	16.34	10.02	1.77
simulados	32	18.91	9.45	1.67

Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la IC de 95% para media la diferencia_μ	media la diferencia_μ
-2.56	13.99	2.47	(-7.61; 2.48)

Diferencia_μ: media de población de (reales - simulados)

Prueba

Hipótesis nula H_0 : diferencia_μ = 0

Hipótesis alterna H_1 : diferencia_μ ≠ 0

Valor T	Valor p
-1.04	0.308

Figura 30 Prueba para la validación de la simulación de báscula 01

Fuente: Elaboración propia (2023)

La validación del modelo para la báscula 01 se llevó a cabo mediante el uso de la prueba t pareada para determinar si existe diferencia significativa en las medias de dos conjuntos de datos, 32 datos para del modelo real y 32 datos del modelo simulado de la báscula 01. La selección de ambos conjuntos de datos se realizó de manera aleatoria en igualdad de condiciones.

Los resultados de la prueba t pareada arrojaron que el valor-p de 0.308 es mayor al 0.05 por lo cual, se concluye que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de ambos conjuntos de datos, por lo que, es posible utilizar el modelo de simulación, para la báscula 01, creado para determinar la mejora correspondiente.

Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la IC de 95% para media la diferencia_μ	media la diferencia_μ
8.81	41.80	7.39	(-6.26; 23.88)

Diferencia_μ: media de población de (DATOS REALES - DATOS SIMULADOS)

Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la IC de 95% para media la diferencia_μ	media la diferencia_μ
8.81	41.80	7.39	(-6.26; 23.88)

Diferencia_μ: media de población de (DATOS REALES - DATOS SIMULADOS)

Prueba

Hipótesis nula H_0 : diferencia_μ = 0

Hipótesis alterna H_1 : diferencia_μ ≠ 0

Valor T	Valor p
1.19	0.242

Figura 31 Prueba para la validación de la simulación de báscula 04

Fuente: Elaboración propia (2023)

La validación del modelo de simulación para la báscula 04 se llevó a cabo mediante el uso de la prueba t pareada para determinar si existe diferencia significativa en las medias de dos conjuntos de datos, 32 datos para del modelo real y 32 datos del modelo simulado de la báscula 04. La selección de ambos conjuntos de datos se realizó de manera aleatoria en igualdad de condiciones.

Los resultados de la prueba t pareada arrojaron que el valor-p de 0.242 es mayor al 0.05 por lo cual, se concluye que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de ambos conjuntos de datos, por lo que, es posible utilizar el modelo de simulación, para la báscula 04, creado para determinar la mejora correspondiente.

4.3.2.2 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN: BÁSCULA 01 SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se muestran los resultados de los diferentes parámetros sujetos a simulación en el área de báscula 01.

Tabla 9 Resultados de la simulación en el área de báscula 01

Réplica	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje vacío	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje cargado	Tiempo en báscula(minutos): Pesaje vacío	Tiempo en báscula(minutos): Pesaje cargado
1	14.54	10.77	6.18	11.96
2	14.55	19.02	5.45	10.29
3	20.22	23.75	5.28	12.59
4	39.41	50.97	5.90	11.94
5	49.31	58.95	5.81	11.84
6	36.84	37.96	5.90	13.25
7	45.26	44.99	6.79	11.46
8	17.17	17.44	5.64	11.69
9	47.24	35.65	6.28	11.65
10	8.67	12.97	6.10	11.73
11	10.55	8.34	6.33	10.73
12	35.67	39.86	5.59	11.18
13	13.73	16.07	5.59	10.75
14	28.17	32.77	6.22	11.61
15	8.74	9.16	4.41	12.20
16	36.74	35.69	6.56	12.60
17	26.71	31.55	6.20	12.38
18	23.79	31.62	6.08	12.00
19	27.81	39.81	6.20	13.11

(Continuación de la Tabla 10)

Réplica	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje vacío	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje cargado	Tiempo en báscula(minutos): Pesaje vacío	Tiempo en báscula(minutos): Pesaje cargado
20	18.24	12.58	5.75	11.17
21	25.09	35.05	5.86	12.10
22	15.84	17.25	5.50	11.75
23	24.87	29.40	5.62	11.67
24	39.88	42.00	6.08	11.15
25	15.72	13.26	6.42	11.37
26	10.96	11.21	5.63	12.04
27	33.04	45.63	6.22	12.44
28	3.92	7.03	5.94	13.07
29	20.15	31.36	6.03	10.83
30	28.69	40.18	6.05	11.31

Fuente: Elaboración propia (2023)

Mediante el uso de la herramienta experimenter de Flexsim, se obtuvieron 30 réplicas del modelo de simulación para la báscula 01. De acuerdo a la información recolectada de las réplicas, se observó que el tiempo máximo de espera en cola se da en la réplica 5 con 49.31 minutos para el tiempo promedio en cola de clientes que son pesados en vacío mientras que el tiempo mínimo fue de 3.92 minutos en la réplica 28.

Para el tiempo promedio en cola de clientes que son pesados con carga, el máximo tiempo que esperan es de 58.95 minutos en la réplica 5 y el tiempo mínimo en cola fue de 7.03 minutos en la réplica 28.

Según los datos obtenidos, el tiempo en báscula de clientes que son pesados en vacío experimenta un máximo de 6.79 minutos en la réplica 7 y un tiempo mínimo de 4.41 minutos en la réplica 15. Para el tiempo en báscula de los clientes que son pesados con carga, el mayor tiempo de espera se da en la réplica 6 con un valor de 13.25 minutos y el tiempo mínimo de servicio es de 10.29 minutos en la réplica 2.

4.3.2.3 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN: BÁSCULA 04 SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se muestran los resultados de los diferentes parámetros sujetos a simulación en el área de báscula 04.

Tabla 10 Resultados de la simulación en el área de báscula 04

Réplica	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje vacío	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje cargado	Tiempo en báscula(minutos): Pesaje vacío	Tiempo en báscula(minutos): Pesaje cargado
1	52.71	54.37	6.51	14.35
2	33.06	38.93	5.14	13.10
3	45.51	42.36	5.84	12.45
4	64.67	66.90	6.32	13.07
5	65.25	55.70	6.16	15.13
6	98.48	97.02	6.24	16.08
7	30.37	23.91	6.49	11.22
8	53.32	55.77	5.91	13.42
9	64.34	54.81	5.51	14.11
10	67.25	73.96	6.44	13.85
11	74.31	70.22	5.91	15.55
12	41.57	38.09	5.64	13.19
13	45.60	45.16	5.95	12.44
14	47.54	38.23	6.13	12.78
15	68.17	64.21	5.82	12.63
16	43.24	45.38	5.95	13.80
17	55.40	59.08	5.99	12.86
18	43.34	45.47	5.70	14.05
19	66.44	70.56	6.08	14.19
20	42.46	34.05	6.12	15.23
21	56.03	61.38	6.48	14.55
22	68.25	72.33	6.12	13.11
23	50.89	45.69	6.81	13.24
24	89.62	89.57	6.43	14.64
25	48.44	39.39	5.96	14.07
26	50.54	33.46	5.97	14.21
27	52.82	56.18	5.75	13.93
28	47.66	36.73	5.60	14.23
29	39.48	39.80	6.30	12.98
30	48.83	43.58	5.89	12.90

Fuente: Elaboración propia (2023)

Mediante el uso de la herramienta experimenter de Flexsim, se obtuvieron 30 réplicas del modelo de simulación para la báscula 04. De acuerdo a la información recolectada de las réplicas, se observó que el tiempo máximo de espera en cola se da en la réplica 6 con 98.48 minutos para el

tiempo promedio en cola de clientes que son pesados en vacío mientras que el tiempo mínimo fue de 30.37 minutos en la réplica 7.

Para el tiempo promedio en cola de clientes que son pesados con carga, el máximo tiempo que esperan es de 97.02 minutos en la réplica 6 y el tiempo mínimo en cola fue de 23.91 minutos en la réplica 7.

Según los datos obtenidos, el tiempo en báscula de clientes que son pesados en vacío experimenta un máximo de 6.81 minutos en la réplica 23 y un tiempo mínimo de 5.14 minutos en la réplica 2. Para el tiempo en báscula de los clientes que son pesados con carga, el mayor tiempo de espera se da en la réplica 6 con un valor de 16.08 minutos y el tiempo mínimo de servicio es de 11.22 minutos en la réplica 7.

4.3.2.4 PROPUESTA DE MEJORA 1: CONFIGURAR BÁSCULA 01 PARA PESAJE EN VACIO Y BÁSCULA 04 PARA PESAJE CARGADO

Mediante el uso del simulador Flexsim, se configuraron las básculas para pesaje y facturación de manera que la estación 01 atienda exclusivamente a clientes que realicen pesaje en vacío mientras que la estación 04 atenderá solamente a clientes que realicen pesaje cargado con producto. El diseño de la mejora, en el simulador, se presenta a continuación:



Figura 32 Diseño del modelo de simulación para mejora 1

Fuente: Elaboración propia (2023)

El diseño de la mejora 1 está configurado de tal manera que solo se utilicen las básculas con las que Cargill ya cuenta en sus instalaciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la mejora 1(ver anexo 8), pudimos observar que los tiempos promedio de espera, cuando hay una única fila de pesaje en vacío para los clientes en general, aumentan cuando los comparamos con la situación actual de la báscula 01 que cuenta con una fila de pesaje en vacío propia.

Según los resultados obtenidos de la mejora 1(ver anexo 9), se observó que los tiempos de espera, cuando existe una única fila de pesaje cargado para los clientes en general, disminuyen cuando los comparamos con la situación actual de la báscula 04 que cuenta con una fila de pesaje cargado propia.

4.3.2.5 PROPUESTA DE MEJORA 2: AGREGAR UNA BÁSCULA PARA PESAJE EN VACÍO Y CARGADO

Utilizando el modelo de simulación, agregamos una báscula más para que atendiera a los clientes que se pesan en vacío y con producto cargado. El diseño de la mejora se presenta a continuación:



Figura 33 Diseño de la propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia (2023)

La configuración de la mejora se realizó de tal manera que cada vez que las básculas de pesaje en vacío y cargado estén ocupadas, la nueva báscula atenderá al cliente independientemente del tipo de pesaje a realizar. De esta manera, se alivia la carga de trabajo en las otras estaciones de

pesaje en vacío y pesaje cargado, reduciendo, de esta forma, el tiempo en cola de los clientes que realizan la actividad de pesaje.

Mediante el uso de la herramienta de experimentación del simulador Flexsim, se obtuvieron 30 réplicas del escenario de mejora 2 (ver anexo 10). Los datos recabados sirvieron para comparar los tiempos en cola de pesaje en vacío para la báscula 01 y báscula 04 con los tiempos en cola posteriores a la adición de la nueva báscula.

El rango de mejora, según las réplicas, se ubica entre 58% - 100% cuando se comparan los resultados de la báscula 01 antes y luego de la adición de una nueva báscula. El rango de mejora, para la comparativa entre la báscula 04 y la mejora 02, se ubica entre 91% - 100%.

Mediante el uso de la herramienta de experimentación del simulador Flexsim, se obtuvieron 30 réplicas del escenario de mejora 2 (ver anexo 11). Los datos recabados sirvieron para comparar los tiempos en cola de pesaje cargado para la báscula 01 y báscula 04 con los tiempos en cola posteriores a la adición de la nueva báscula.

El rango de mejora, según las réplicas, se ubica entre 18.81% - 98.69% cuando se comparan los resultados de la báscula 01 antes y luego de la adición de una nueva báscula. El rango de mejora, para la comparativa entre la báscula 04 y la mejora 02, se ubica entre 74.63% - 98.79%.

4.4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS

En esta sección se realizarán las pruebas necesarias para comprobar la hipótesis

4.4.1.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS: MEJORA 1

Para comprobar la hipótesis, se realizó una comparación entre los conjuntos de datos provenientes de la situación actual y los datos de la mejora 1 (ver anexo 8). Se utilizó la prueba estadística t pareada para determinar si se rechaza o no la hipótesis nula.

A continuación, se presentan los resultados de la prueba t pareada:

Estimación de la diferencia pareada

		Error estándar de la IC de 95% para la diferencia_μ	
Media	Desv.Est.	media	diferencia_μ
-9.10	26.71	2.44	(-13.92; -4.27)

Diferencia_μ: media de población de (Mejora1- Tiempo en cola - Tiempo en fila Actual)

Prueba

Hipótesis nula H_0 : diferencia_μ = 0
 Hipótesis alterna H_1 : diferencia_μ ≠ 0

Valor T	Valor p
-3.73	0.000

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Mejora1- Tiempo en cola	120	31.17	17.50	1.60
Tiempo en fila Actual	120	40.26	20.27	1.85

Figura 34 Prueba T pareada situación actual y mejora 1

Fuente: Elaboración propia (2023)

Según los resultados de la prueba t pareada, el valor-p (0.00) es menor que el valor de significancia (0.05) por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación y se concluye que, mediante el uso del análisis de colas y la simulación de escenarios, es posible elaborar una propuesta de mejora que permita reducir los tiempos de espera en báscula en al menos un 5% ya que, según resultados, la diferencia entre el tiempo en fila promedio de la situación actual y el tiempo en fila promedio de la mejora 1 es de 9.10 minutos, equivalente a un 22.60% de reducción en el tiempo de espera promedio en fila del sistema de básculas. Cabe mencionar que, la propuesta de mejora 1 contempla la reconfiguración de las básculas ya instaladas en Cargill, por lo que la inversión necesaria para llevar a cabo esta mejora es mínima.

4.4.1.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS MEJORA 2

Con el objetivo de comprobar la hipótesis, se compararon dos poblaciones de datos, la primera población corresponde a la situación actual y la segunda población corresponde a los resultados obtenidos de la mejora 2.

A continuación, se presentan los resultados de la prueba t pareada:

Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar	de la IC de 95% para la diferencia_μ
-37.01	20.46	1.87	(-40.70; -33.31)

Diferencia_μ: media de población de (Mejora 2 Tiempo General en Fila - Datos Actual B01+B04)

Prueba		Estadísticas descriptivas			Error estándar de la media	
Hipótesis nula	$H_0: \text{diferencia}_\mu = 0$	Muestra	N	Media	Desv.Est.	
Hipótesis alterna	$H_1: \text{diferencia}_\mu \neq 0$	Mejora 2 Tiempo General en Fila	120	3.26	2.61	0.24
<u>Valor T</u>	<u>Valor p</u>	Datos Actual B01+B04	120	40.26	20.27	1.85
-19.82	0.000					

Figura 35 Prueba T pareada situación actual y mejora 2

Fuente: Elaboración propia (2023)

Según los resultados de la prueba t pareada, el valor-p (0.00) es menor que el valor de significancia (0.05) por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación y se concluye que, mediante el uso del análisis de colas y la simulación de escenarios, es posible elaborar una propuesta de mejora que permita reducir los tiempos de espera en báscula en al menos un 5%, ya que, según resultados, la diferencia entre el tiempo en fila promedio de la situación actual y el tiempo en fila promedio de la mejora 2 es de 37.01 minutos, equivalente a un 91.93% de reducción en el tiempo de espera promedio en fila del sistema de básculas. A pesar de la reducción significativa de tiempos de espera se debe mencionar que, la inversión necesaria para adquirir e instalar una nueva báscula, es considerable.

4.5.1 ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO

Utilizando la herramienta denominada, análisis beneficio-costos, podemos comparar el impacto financiero que la implementación de una mejora puede ocasionar.

A continuación, se detallan los costos y beneficios asociados a las dos mejoras:

Tabla 11 Análisis Beneficio - Costo Mejora 1

Costo		Beneficio	
Recorrido del área de ubicación	\$	Aumento en el volumen de ventas realizadas Anuales	\$192,000.00
Ofertas de los proveedores	\$	Mejora en la satisfacción del cliente	
Acondicionamiento de la infraestructura actual	\$30,000.00		
Contratación de 1 operador de báscula (turno B)	\$10,000.00		
Total	\$40,000.00	Total	\$192,000.00
Beneficio-Costo		4.8	

Fuente: Elaboración propia (2023)

Según el historial de venta de los últimos 12 meses, una compra promedio de un cliente equivale a \$4,000.00, debido a las restricciones en el proceso de atención actual en el área de báscula se estima que se deja de atender a 4 clientes durante el mes, los cuales cancelan sus ordenes de compra y no reprograman para fechas futuras, esto se convierte en ventas perdidas para la empresa.

Para calcular el aumento en el volumen de ventas realizadas anualmente, se contempla que una venta promedio equivale a \$4,000.00 y que, debido a la capacidad instalada de atención al cliente que existe actualmente, se pierde una venta cada semana, por lo que al año esto representa una pérdida anual de \$192,000.00

De acuerdo a los resultados del análisis beneficio-costo para la mejora 1, la inversión de cada dólar en la mejora 1 retornara a Cargill 4.8 dólares como beneficio de la inversión.

Tabla 12 Análisis Beneficio - Costo Mejora 2

Costo		Beneficio	
Recorrido del área de ubicación	\$	Aumento en el volumen de ventas realizadas Anuales	\$192,000.00
Ofertas de los proveedores	\$	Mejora en la satisfacción del cliente	
Estudio técnico para ubicación de báscula	\$4,000.00		
Acondicionamiento de la infraestructura actual	\$30,000.00		
Compra de Equipo	\$40,377.00		
Mano de obra de la instalación	\$10,000.00		
Gastos de importación	\$6,000.00		
Depreciación Anual	\$3,838.00		
Contratación de 2 operadores de báscula	\$20,000.00		
Soporte técnico para la báscula	\$8,000.00		
Total	\$122,215	Total	\$192,000
Beneficio-Costo		1.57	

Fuente: Elaboración propia (2023)

De acuerdo a los resultados del análisis beneficio-costo para la mejora 2, la inversión de cada dólar retornara a Cargill 1.57 dólares como beneficio de la inversión.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones, las cuales están planteadas bajo el orden secuencial de los objetivos establecidos en el capítulo 1, tomando como base los hallazgos de la investigación y el criterio de los investigadores.

5.1 CONCLUSIONES

1. A través de los resultados obtenidos por medio de la observación científica, pudimos determinar la situación actual del sistema de atención al cliente en las estaciones de pesaje en Cargill, actualmente existen dos básculas donde se atienden a los clientes que compran productos en los 3 almacenes, están configuradas para atender a los vehículos clientes que realizan pesaje en vacío y vehículos que realizan pesaje cargados, esto conlleva que cada estación tenga un comportamiento único en cuanto a los tiempos de espera en fila y su utilización. Para la báscula 01 encontramos un factor de utilización total de 74.44%, con un tiempo promedio de espera en fila para pesaje en vacío de 14.38 minutos y un tiempo promedio de espera en fila para pesaje cargado de 48.82 minutos por cliente. En cuanto a la báscula 04 encontramos un factor de utilización total de 91.04%, con tiempos promedio en fila para pesaje en vacío de 54.54 minutos y tiempos promedio para pesaje cargado de 60.31 minutos por cliente.

2. Utilizando las técnicas de entrevista y encuesta obtuvimos la perspectiva de clientes y personas de interés, que laboran en la compañía, las cuales cuentan con experiencia y conocimiento sobre los procesos del sistema de pesaje en Cargill y tienen un punto de vista detallado de los factores que influyen. Mediante la encuesta los clientes exponen los principales problemas que se encuentran al utilizar el sistema de pesaje, el 76.8% de los clientes experimentan el problema de falta de inventario en sistema, el 58.57% de los clientes les ocurre dicho problema de 1 a 2 veces por mes, al 24.29% de los clientes les sucede este problema de 3 a 6 veces por mes; lo cual imposibilita la facturación de las órdenes luego de ser pesado, generando una retención del vehículo hasta que el inventario esté disponible a nivel de sistema. Otro de los factores mencionados tanto por los clientes y por las personas de interés, es la falta de espacio de maniobra con el que cuenta la báscula 01, necesario para el pesaje de vehículos articulados haciendo un contraste con la báscula 04 la cual cuenta con la infraestructura necesaria para atender cualquier tipo de vehículo. En cuanto al factor de velocidad de atención al cliente, el 66.93% de los clientes considera que la velocidad de atención de los empleados del área de báscula es adecuada, el 22.83% de los clientes considera

que la velocidad de atención es rápida, al momento de realizar la transacción de pesaje tanto en vacío como cargado en la estación de báscula; solamente el 10.24 % considera que la velocidad de atención es lenta.

3. La teoría de colas y la metodología para su análisis permitió conocer el comportamiento de las filas de espera que experimentan los clientes previo al proceso de pesaje, con base en el conocimiento adquirido se utilizó la metodología de simulación para crear el escenario virtual que permitió imitar el sistema real de las básculas. Según los resultados de la encuesta el 86.61% de los clientes, consideran que el tiempo promedio de espera tolerable para ser atendido en el sistema de pesaje se encuentra en el rango de 0-15 minutos; utilizando la simulación se crearon propuestas de mejora que permitan cumplir las expectativas de los clientes.

4. Mediante el análisis del comportamiento de las colas en el sistema de pesaje y su simulación se elaboraron dos propuestas de mejora orientadas a la reducción de los tiempos promedio en fila de los clientes que se abocan a las básculas de pesaje en Cargill:

a) Propuesta 1: La propuesta de mejora 1 consistió en la reconfiguración de las básculas existentes para que los vehículos que realizan pesaje en vacío sean atendidos por la báscula 01 y los vehículos que realizan pesaje con carga sean atendidos por la báscula 04, simulando dicha propuesta se obtuvieron reducciones en el tiempo promedio de espera de los clientes de 22.60%, equivalente a 9.10 minutos.

b) Propuesta 2: En la alternativa de mejora 2 se propuso agregar una nueva báscula al sistema de pesaje con la función de atender tanto a clientes que se pesan en vacío y clientes que se pesan con carga siempre y cuando la báscula 01, configurada para atender a clientes que se pesan en vacío, y la báscula 04, configurada para atender a clientes que se pesan con carga se encuentren totalmente ocupadas. Luego de simular la propuesta planteada se obtuvo una reducción en el tiempo promedio de espera de los clientes de 91.93%, equivalente a 37.01 minutos.

Teniendo en cuenta la reducción del 22.60% en el tiempo promedio de espera de los clientes en la propuesta 1 y en 91.93% en la propuesta 2, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación establecida como; es posible reducir el tiempo promedio de espera de los clientes en báscula en al menos un 5% usando el análisis de teoría de colas y simulación de escenarios.

5. La gestión eficiente de los tiempos de espera de los clientes permitió, que exista un aumento en la capacidad de clientes que pueden ser atendidos por el sistema de pesaje, esto se traduce a un aumento potencial en el volumen de ventas. Para el análisis beneficio-costos de la propuesta 1 se estimó que la cantidad promedio de ventas perdidas anuales, producto de la no atención a clientes, es de \$192,000.00 y el costo de implementar la propuesta fue de \$40,000.00, obteniendo como resultado, el retorno de \$4.8 por cada dólar invertido en la propuesta 1. Para la propuesta 2 se estiman que las ventas perdidas anuales son de \$192,000.00 y el costo de implementación fue de \$122,215.00, brindando como resultado, el retorno de \$1.57 por cada dólar invertido.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Establecer procesos que permitan que la carga de trabajo sea distribuida equitativamente entre ambas básculas, dirigiendo a cada cliente a la estación de pesaje a utilizar, con base en criterios como ocupación de la báscula, cantidad de clientes en fila de espera por báscula, cercanía del almacén con las estaciones de pesaje y tipo de vehículo que realizará el pesaje. También se debe establecer vías de comunicación efectivas entre operarios de báscula, almacenes y personal de seguridad ya que son ellos los encargados de la asignación de los vehículos en báscula; esta comunicación permitirá que cada involucrado en el proceso esté informado sobre la ocupación de la estación de pesaje en tiempo real.

2. Ante la problemática de la falta de inventario a nivel de sistema, se recomienda crear la opción en el sistema para que el operador de báscula encargado de facturar la orden, pueda hacerlo aun cuando no haya existencia de inventario en sistema, de esta manera el principal problema que experimenta el cliente según lo expresado en las encuestas, se elimina y por consecuencia se disminuyen los tiempos de espera.

3. Utilizando el análisis de teoría de colas y complementando dicho análisis con la modelación y simulación de operaciones se propone crear diferentes escenarios del sistema de pesaje, previamente verificados y validados, con el objetivo de alcanzar los tiempos ideales expresados por los clientes en las encuestas aplicadas. Se recomienda a la compañía seguir utilizando estas herramientas para evaluar y dar seguimiento al desempeño del sistema de pesaje, y poder brindar información que de apoyo a la toma de decisiones asertivas para aumentar la eficiencia del proceso.

4. Con base en las conclusiones cuatro y cinco se realizan las siguientes recomendaciones:

a) A mediano plazo, se recomienda implementar la propuesta de mejora 1 ya que el costo de la inversión es relativamente menor que la propuesta de mejora 2, producto de utilizar recursos con los que ya cuenta la compañía, además provee una reducción considerable en los tiempos promedios de espera en fila de los clientes generando un impacto positivo que acerque a la compañía al cumplimiento de las expectativas de los clientes. Cabe mencionar que el análisis beneficio-costos de la propuesta de mejora 1 brinda la información necesaria para comunicar a gerencia su retribución financiera proyectada a un año.

b) A largo plazo, es recomendable la implementación de la propuesta de mejora 2, debido a que la adquisición de una nueva estación de pesaje conlleva a realizar estudios técnicos, cotizaciones con proveedores y el acondicionamiento del área donde se ubicará la nueva báscula. A pesar de que el costo de implementar la propuesta de mejora 2, es significativamente mayor que la propuesta de mejora 1, es importante resaltar que el impacto es cuatro veces mayor en cuanto a la reducción del tiempo promedio de espera en fila de los clientes; además el costo de la inversión a largo plazo es retributable ya que brinda un aumento en la capacidad adhiriéndose a las estrategias de crecimiento a largo plazo de la compañía.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA

Plan de implementación para la reducción de los tiempos de espera promedio de clientes en cola en el área de báscula

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

El crecimiento constante durante los últimos años, de la compañía Cargill, ha creado un nuevo escenario en el área de báscula, en donde los clientes experimentan largas filas y tiempos de espera promedio de hasta 31 minutos para ser atendidos, generando insatisfacción e incumpliendo con las expectativas que ellos tienen del servicio brindado.

A través de la aplicación de la metodología de teoría de colas y simulación se logró demostrar que es posible reducir los tiempos de espera promedio de los clientes en por lo menos un 20%. Tomando como base los hallazgos de la investigación se establece una propuesta de mejora que pretende reducir los tiempos promedio de espera de clientes en hasta un 91.93%, a través de la redistribución del flujo de trabajo por cada estación y adición de una nueva báscula de pesaje.

6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA

A continuación, se detallan los objetivos que se pretenden alcanzar con la implementación de la mejora

6.3.1 OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA

Brindar una propuesta de mejora que permita a la alta dirección de la compañía Cargill, solventar la problemática de los largos tiempos de espera que experimentan los clientes en el área de báscula.

6.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Acondicionar el área donde se ubica la estación de pesaje 01 para que pueda atender clientes con vehículos articulados y no articulados.
2. Agregar una nueva estación de pesaje y reconfigurar las dos estaciones disponibles actuales, para que cada una realice un tipo de pesaje.
3. Rediseñar el flujo de clientes para su atención en la nueva configuración de básculas.

6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO

En la presente sección se describe la propuesta de mejora a implementar que dará solución a la problemática de los tiempos de espera de los clientes que utilizan el sistema de pesaje en Cargill, y cada uno de los pasos necesarios para llevarla a cabo.

6.4.1 DESCRIPCIÓN

La propuesta de mejora a implementar consiste en la reconfiguración de las estaciones de pesaje, denominadas báscula 01 y báscula 04, para que una de ellas solamente realice el pesaje en vacío de los clientes y la otra realice el pesaje de los vehículos del cliente con carga, adicional a este cambio se instalará y agregará al sistema de pesaje una nueva báscula, denominada báscula 06, la cual debe estar configurada para la atención de ambos tipos de pesajes.

6.4.1.1 INFRAESTRUCTURA

En este apartado se enumeran los requerimientos necesarios para el funcionamiento del sistema de pesaje, considerando los cambios de las actuales y nuevas instalaciones de básculas.

Báscula 01:

1. Demolición de una sección del muro perimetral, a través de un proveedor especializado, para poder aumentar el radio de giro de los vehículos articulados.
2. Instalación de un nuevo portón que permita el fácil acceso de vehículos articulados y no articulados, por medio de una empresa tercerizada, experta en obra civil y mecánica.

Báscula 06:

1. Realizar el estudio técnico por parte de la empresa suministradora de la báscula, que contemple todos los requerimientos de obra civil, eléctrica y mecánica necesarios para la instalación de la nueva báscula.
2. Realizar las cotizaciones con los proveedores, a través del equipo de compras, considerando las siguientes especificaciones.

Tabla 13 Especificaciones de la estación de pesaje

Características	Requerimiento
Tipo Báscula	A nivel de piso.
Tecnología	Digital.
Capacidad de pesaje	80 toneladas (\pm 10 toneladas)

(Continuación de la tabla 14)

Dimensiones de la Báscula	Largo: Mínimo 21 metros. Ancho: Mínimo 3 metros.
Número de Módulos	4 módulos.
Número de Celdas de la Báscula	Mínimo 10 celdas con tecnología digital.
Indicador de peso	División de escala de Máximo 10 Kg. Datos de Referencia: <ul style="list-style-type: none">- De alta precisión con resolución de hasta 120.000 incrementos.- Pantalla legible para valores de peso, incluso con luz directa.- Con disponibilidad de múltiples interfaces de datos que permitan una integración sencilla en los sistemas de control de procesos y conexión directa a una impresora o a display remoto.- Carcasa apta para montaje en panel.
Alimentación	110 Voltios – 127 Voltios 60 Hz
Punto cero de alimentación de energía	La Fábrica entregará el punto cero a partir del cual el Contratista, efectuará las instalaciones correspondientes.
Sistema de Protección contra descargas eléctricas	Requerido. El Contratista debe contemplar en su oferta el suministro de los materiales e instalación y pruebas de descarga estática, tanto del equipo como de la estructura de la Báscula Camionera.
Nivel de Protección del equipo	Mínimo IP 67.
Software	Capacidad de registro directo de la lectura del peso, generación de reportes, históricos (fechas y hora) en hoja de cálculo. Licenciamiento perpetuo
Equipo de Cómputo Nuevo	Especificaciones Mínimas: <ul style="list-style-type: none">- Generación Intel Core i7.- Disco duro de mínimo 2TB (Estado sólido).- Memora RAM: mínimo 8GB.- Sistema Operativo Windows última versión.- Licenciamiento perpetuo de Windows para Indumil.- Licenciamiento perpetuo de paquete Office para Indumil.- Paquetes utilitarios como antivirus son suscripción activa y vigente mínima de un año para INDUMIL.
Impresora	Requerida.
UPS	Requerida.
Cámara Externa	Requerida para cumplimiento de normatividad BASC. Compatible con el Sistema.
Estructura de cableado	Requerida.

Fuente: Elaboración propia (2023)

3. Evaluar y seleccionar la mejor opción de acuerdo a los requerimientos solicitados
4. Redactar el contrato legal para el proveedor, validado por el equipo legal de Cargill
5. Realizar la compra de la estación de pesaje

6. Acondicionamiento del área e instalación de la báscula, por medio de una empresa tercerizada, experta en obra civil, eléctrica y mecánica.

7. Configuración de la báscula con el sistema AS-400, a través del área de soporte técnico de la compañía.

6.4.1.2 RECURSO HUMANO

En este apartado se contempla todo el recurso humano necesario para la operación de la nueva configuración del sistema de pesaje.

1. Contratación de tres operadores de báscula, uno de ellos estará asignado para cubrir el nuevo horario de atención en báscula 01 y los otros dos estarán asignados para la nueva estación de pesaje, báscula 06.

2. Entrenamiento sobre los procesos operativos y administrativos que se realizan en el área de báscula.

3. Seguimiento del desempeño en el periodo de prueba de contratación.

6.4.2 DESARROLLO

A continuación, se detallan los recursos necesarios para llevar a cabo la ejecución de la propuesta de mejora.

Tabla 14 Microactividades a desarrollar en la propuesta

Macroactividades	Microactividades	Responsable
Análisis de la situación actual	Análisis e interpretación de resultados	Equipo de Investigación
	Revisión de la propuesta de mejora	
	Exponer a gerencia los hallazgos encontrados	
	Reunión de gerencia y director de operaciones	
Habilitar en sistema opción para la facturación por excepción	Reunión y presentación de propuesta con el departamento IT	Líder de IT
	Definir el procedimiento y controles para la facturación por excepción	
	Capacitar a los involucrados sobre el nuevo procedimiento y sus controles	
Acondicionar el área de acceso de la báscula 01	Selección del proveedor para el acondicionamiento del área	Gerente de Proyectos
	Definir el horario de trabajo para minimizar la afectación del flujo de clientes	
	Identificar el radio de giro necesario para los vehículos articulados	
	Definir y delimitar el segmento del muro perimetral que será demolido	
	Desinstalación del portón de acceso vehicular	
	Demolición del área del muro perimetral	
	Adecuar e instalar el nuevo portón de acceso vehicular	

(Continuación de la tabla 15)

Macroactividades	Microactividades	Responsable
Adquisición de la nueva estación de pesaje	Definir las características de la nueva báscula	Departamento de Compras
	Solicitar al equipo de compras que inicie el proceso de cotización con los proveedores	
	Definir hora y fecha para el recorrido en las instalaciones con los proveedores	
	Seleccionar el proveedor que proporcione la mejor oferta con base a las necesidades	
Instalación de la nueva báscula de pesaje	Selección de proveedores para la instalación de obra civil, mecánica y eléctrica	Gerente de Proyectos
	Definir los tiempos de ejecución necesaria para la finalización del proyecto	
	Establecer las medidas de control para la ejecución del proyecto	
	Elaborar y someter a firmas el contrato para la ejecución del proyecto	
	Configuración de la báscula con el sistema de pesaje y facturación	
Contratación del personal	Reclutamiento de los candidatos para operador de báscula	Recursos Humanos
	Selección de los tres operadores de báscula	
	Firma de contrato laboral	
	Entrenamiento del personal	
Medidas de control de la operación	Utilización promedio de las estaciones de pesaje	Superintendente de Logística
	Tiempo promedio de espera en fila por cliente	
	Cantidad de ordenes facturadas por excepción	

Fuente: Elaboración propia (2023)

A continuación, se muestra el plano del nuevo flujo de clientes dentro de las instalaciones de la empresa.

Para la mejora se definieron puntos de entrada y de salida que facilitan el tránsito de los clientes que utilizan el sistema de pesaje, también se señalaron las calles dentro de la instalación para orientar a los clientes.

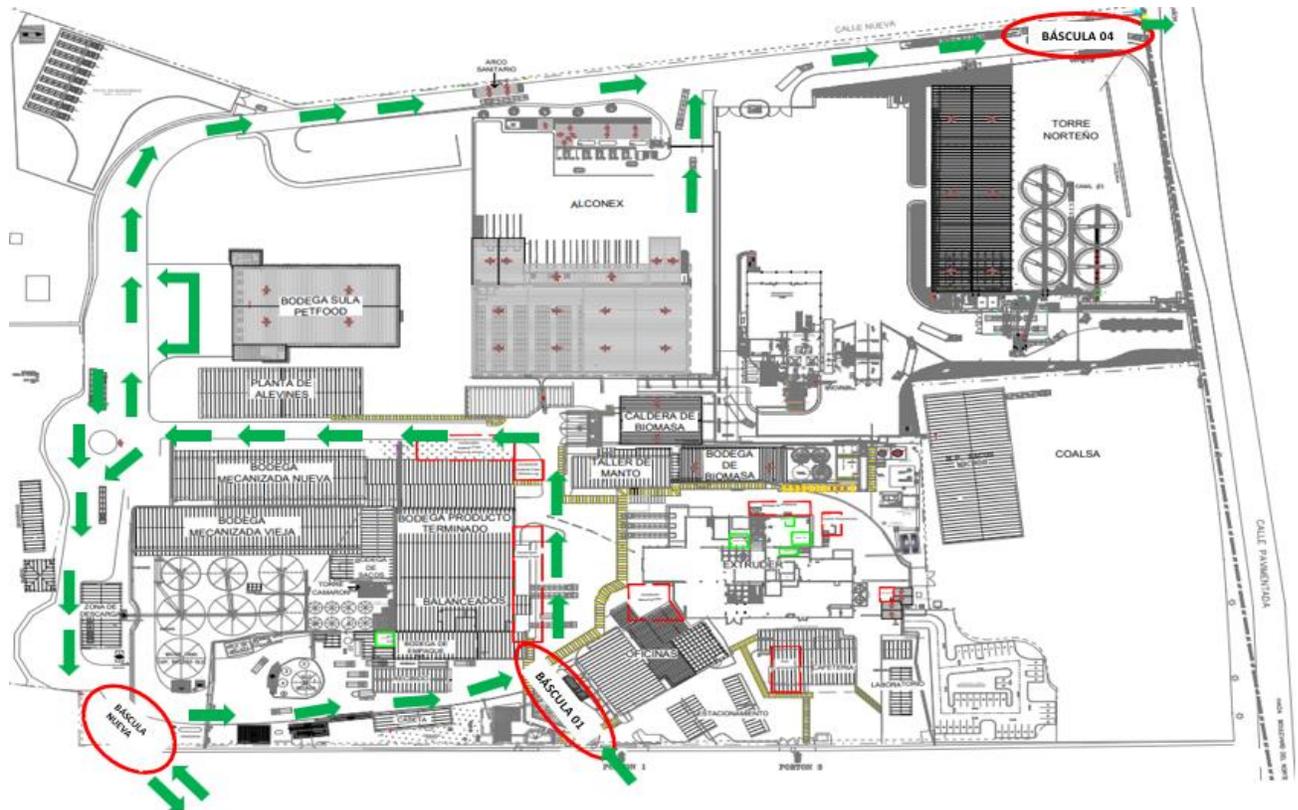


Figura 36 Plano de la nueva distribución de básculas

Fuente: Elaboración propia (2023)

6.5 MEDIDAS DE CONTROL

A continuación, se detallan los diferentes indicadores que se utilizarán para medir el rendimiento en la ejecución del proyecto y el desempeño operacional de la propuesta.

6.5.1 MEDIDAS DE CONTROL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

a) Variación de costes, este indicador muestra la diferencia entre los costes que tenemos y lo que planificábamos tener, para un momento específico de tiempo.

Esta métrica se define como:

$$CV = EV - AC \quad (7)$$

Donde:

CV: Variación de costes

EV: Valoración económica del avance ejecutado

AC: Coste incurrido

b) Atrasos en el cronograma, es la diferencia entre el avance en el cronograma y los días transcurridos, contados desde la fecha de inicio del proyecto.

Esta métrica se define como:

$$AEC = AC - DT \quad (8)$$

Donde:

AEC: Atrasos en el cronograma

AC: Avance en el cronograma

DT: Días Transcurridos

c) Porcentaje de ejecución, esta métrica compara el avance real ejecutado, con el que debería de llevar el proyecto de acuerdo a la planificación.

Esta métrica se define como:

$$PE = \frac{ARE}{AP} \quad (9)$$

Donde:

PE: Porcentaje de ejecución

ARE: Avance real ejecutado

AP: Avance programado

6.5.2 MEDIDAS DE DESEMPEÑO DE LA PROPUESTA

A continuación, se presentan, los indicadores operativos para medir y dar seguimiento al desempeño de la propuesta.

a) Utilización promedio de las estaciones de pesaje, es un ratio en el cual se considera la cantidad de transacciones de cada tipo de pesaje y se multiplica por el tiempo definido de cada operación, y se divide entre el tiempo disponible de cada turno.

$$\text{Utilización promedio de Báscula} = \frac{\text{TUPV} + \text{TUPC}}{\text{TDPT}} \quad (10)$$

Donde:

TUPV: Tiempo utilizado para pesaje en vacío

TUPC: Tiempo utilizado para pesaje cargado

TDPT: Tiempo disponible por turno

Se definen como:

TUPV = Cantidad de transacciones de pesaje en vacío * Tiempo de pesaje en vacío

TUPC = Cantidad de transacciones de pesaje cargado * Tiempo de pesaje cargado

b) Tiempo promedio de espera en fila por cliente, es la diferencia entre la hora de salida en fila menos la hora de entrada a fila.

Tiempo promedio de espera en fila = Hora de salida de fila – Hora de entrada a fila

c) Porcentaje de órdenes facturadas por excepción, este ratio considera la cantidad de órdenes que son facturadas utilizando la opción de facturación por excepción y las divide entre el total de ordenes facturadas.

$$\text{Porcentaje de ordenes facturadas por excepción} = \frac{\text{Cantidad de ordenes facturadas por excepcion}}{\text{Total de ordenes facturadas}}$$

6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

A continuación, se presenta el cronograma de actividades para la propuesta de mejora, con su fecha de inicio y finalización de cada actividad y sus días de duración.

Tabla 15 Cronograma para el plan de implementación de la propuesta

Actividades	Fecha Inicio	Fecha Finalización	Días Duración
Análisis de la situación actual	30-Oct	8-Nov	9
Análisis e interpretación de resultados	30-Oct	30-Oct	0
Revisión de la propuesta de mejora	30-Oct	31-Oct	1
Exponer a gerencia los hallazgos encontrados	31-Oct	4-Nov	4
Reunión de gerencia y director de operaciones	4-Nov	8-Nov	4
Habilitar en sistema opción para la facturación por excepción	8-Nov	24-Nov	16
Reunión y presentación de propuesta con el departamento IT	8-Nov	9-Nov	1
Definir el procedimiento y controles para la facturación por excepción	9-Nov	23-Nov	14
Capacitar a los involucrados sobre el nuevo procedimiento y sus controles	23-Nov	24-Nov	1
Acondicionar el área de acceso de la báscula 01	9-Nov	17-Dec	38
Selección del proveedor para el acondicionamiento del área	9-Nov	19-Nov	10
Definir el horario de trabajo para minimizar la afectación del flujo de clientes	9-Nov	10-Nov	1
Identificar el radio de giro necesario para los vehículos articulados	10-Nov	11-Nov	1
Definir y delimitar el segmento del muro perimetral que será demolido	10-Nov	11-Nov	1
Desinstalación del portón de acceso vehicular	20-Nov	23-Nov	3
Demolición del área del muro perimetral	23-Nov	7-Dec	14
Adecuar el área e instalar el nuevo portón de acceso vehicular	7-Dec	17-Dec	10
Adquisición de la nueva estación de pesaje	20-Nov	24-Ene	65
Definir las características de la nueva báscula	20-Nov	21-Nov	1
Solicitar al equipo de compras que inicie el proceso de cotización con los proveedores	21-Nov	21-Nov	0
Definir hora y fecha para el recorrido en las instalaciones con los proveedores	21-Nov	21-Nov	0
Seleccionar el proveedor que proporcione la mejor oferta con base a las necesidades	21-Nov	23-Nov	2
Adquisición de la báscula	24-Nov	24-Ene	61
Instalación de la nueva báscula de pesaje	24-Ene	12-May	109
Selección de proveedores para la instalación de obra civil, mecánica y eléctrica	24-Ene	13-Feb	20
Definir los tiempos de ejecución necesaria para la finalización del proyecto	14-Feb	16-Feb	2
Establecer las medidas de control para la ejecución del proyecto	24-Ene	26-Ene	2
Elaborar y someter a firmas el contrato para la ejecución del proyecto	27-Ene	12-Feb	15
Ejecución del proyecto	12-Feb	12-May	90

(Continuación de la tabla 16)

Contratación del personal	12-May	16-Jul	65
Reclutamiento de los candidatos para operador de báscula	12-May	11-Jun	30
Selección de los tres operadores de báscula	11-Jun	16-Jun	5
Firma de contrato laboral	16-Jun	17-Jun	1
Entrenamiento del personal	17-Jun	16-Jul	30
Medidas de control de la operación	17-Jul	21-Jul	4
Utilización promedio de las estaciones de pesaje	17-Jul	21-Jul	4
Tiempo promedio de espera en fila por cliente	17-Jul	21-Jul	4
Cantidad de ordenes facturadas por excepción	17-Jul	21-Jul	4
Duración del proyecto	30-Oct	21-Jul	265

Fuente: Elaboración propia (2023)

Para elaborar el cronograma se dividió en macro actividades y microactividades cada una con su duración en días. El proyecto comienza con el análisis de la situación actual a cargo del equipo de investigación, seguido de la habilitación del sistema para la facturación por excepción a cargo del departamento de IT, la primera actividad crítica será acondicionar la báscula 01, ya que es una actividad que puede ocasionar un impacto en la atención de los clientes, se trabajará en uno de los accesos a las instalaciones de la empresa, la duración de esta macro actividad es de 38 días.

Otra actividad crítica que se debe supervisar constantemente es la adquisición de la nueva báscula ya que posiblemente deba ser importada por el proveedor y está expuesta a retrasos en el flete lo que prolongaría la duración de la actividad.

La siguiente macro actividad es la instalación de la nueva báscula, actividad que tiene la mayor duración del proyecto con un lapso de tiempo de 109 días, se debe monitorear constantemente, ya que la microactividad, ejecución del proyecto, dura aproximadamente 90 días y un atraso en esta etapa generara un aumento en la duración del tiempo total del proyecto.

La duración del proyecto es de 265 días, considerando como fecha de inicio el 30 de octubre de 2023 y finalizando el 21 de julio de 2024. En el diagrama de Gantt se representa en color gris cada una de las macroactividades y con barras color verde cada microactividad.

El presente diagrama de Gantt sirve para visualizar las actividades con su respectiva duración

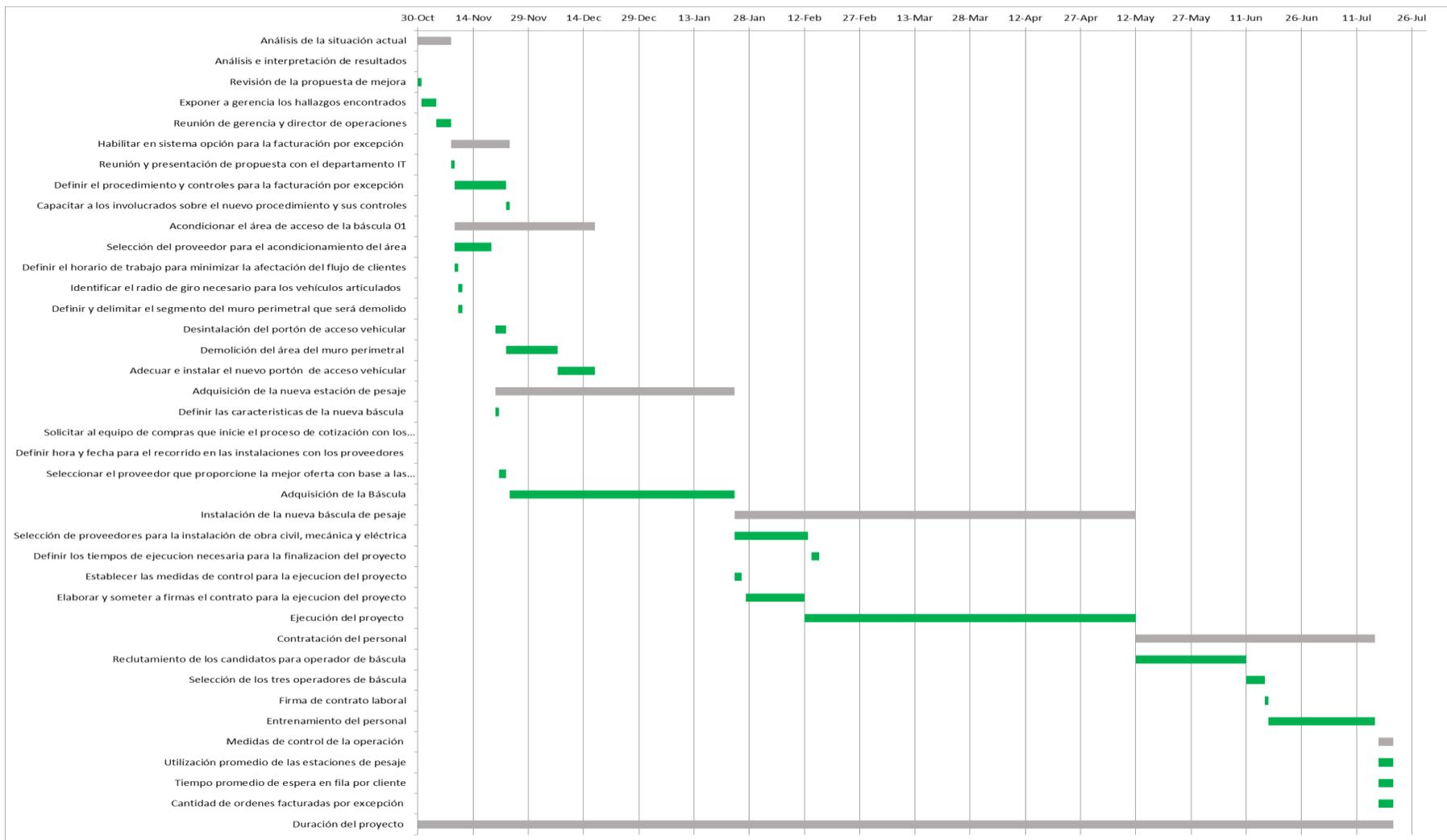


Figura 37 Diagrama de Gantt para el plan de implementación de la propuesta

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 16 Presupuesto plan implementación de la mejora

Categoría	Costo Unitario	Costo Total
Habilitar opción para facturación por excepción		\$ -
Reunión y presentación de propuesta con el departamento IT	\$ -	
Definir el procedimiento y controles para la facturación por excepción	\$ -	
Capacitar a los involucrados sobre el nuevo procedimiento y sus controles	\$ -	
Acondicionar el área de acceso de la báscula 01		\$ 18,271.26
Selección del proveedor para el acondicionamiento del área Báscula 01	\$ -	
Desinstalación del portón de acceso vehicular	\$ 1,000.00	
Demolición del área del muro perimetral	\$ 8,161.94	
Adecuar el área e instalar el nuevo portón de acceso vehicular	\$ 9,109.31	
Adquisición de la nueva estación de pesaje		\$ 46,433.55
Definir las características de la nueva báscula	\$ -	
Solicitar al equipo de compras que inicie el proceso de cotización con los proveedores	\$ -	
Recorrido del área de ubicación	\$ -	
Seleccionar la mejor oferta de los proveedores	\$ -	
Compra de la Báscula	\$ 40,377.00	
Gastos de importación	\$ 6,056.55	
Instalación de la nueva báscula de pesaje		\$ 28,110.20
Solicitar al equipo de compras que inicie el proceso de cotización con los proveedores	\$ -	
Recorrido del área de ubicación	\$ -	
Selección de la mejor propuesta de los proveedores para la instalación de obra civil, mecánica y eléctrica	\$ -	
Estudios técnicos para la ubicación de la báscula	\$ 4,000.00	
Elaborar y someter a firmas el contrato para la ejecución del proyecto	\$ -	
Construcción y acondicionamiento de la oficina para operador de báscula	\$ 9,110.20	
Instalación de la nueva estación de pesaje	\$ 15,000.00	
Contratación del personal		\$ 29,400.00
Reclutamiento de los candidatos para operador de báscula	\$ -	
Selección de los tres operadores de báscula	\$ -	
Salario devengado por los 3 operadores por año	\$ 29,400.00	
Firma de contrato laboral	\$ -	
Entrenamiento del personal	\$ -	
Inversión total para el plan de implementación de la propuesta de mejora	\$ 122,215.01	\$ 122,215.01

Fuente: Elaboración propia (2023)

Se elaboró el presupuesto para detallar los costos necesarios para el plan de implementación de la mejora con un monto total de inversión de \$122,215.01. La actividad, habilitar el sistema para la facturación por excepción, no representa un costo para la empresa debido a que el alcance contractual con el proveedor de soporte técnico considera cualquier solicitud de cambio requerido por la organización.

Las microactividades que no tienen un valor monetario definido, son acciones que las realizan el personal de la compañía, son áreas con recurso humano ya definido para realizar esas funciones.

6.7 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

Tabla 17 Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta

CAPÍTULO I			CAPÍTULO II	CAPÍTULO III			CAPÍTULO V	CAPÍTULO VI	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivo Específico	Teoría/ Metodología de sustento	Variables	Población	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivo de la Propuesta
Mejora de los tiempos de espera para los clientes en las estaciones de pesaje en Cargill	Elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes haciendo uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill.	Exponer la situación actual del sistema de atención de clientes en báscula.	Teoría de colas- Modelo G/G/1	Población de clientes que entran y salen del sistema	Total, de registros de vehículos atendidos en báscula	Observación Científica	Según la configuración actual de las estaciones de pesaje podemos observar que: Para la báscula 01 encontramos un factor de utilización total de 74.44%, con un tiempo promedio de espera en fila para pesaje en vacío de 14.38 minutos y un tiempo promedio de espera en fila para pesaje cargado de 48.82 minutos por cliente. En cuanto a la báscula 04 encontramos un factor de utilización total de 81.48%, con tiempos promedio en fila para pesaje en vacío de 54.54 minutos y tiempos promedio para pesaje cargado de 41.14 minutos por cliente.	Plan de implementación para la reducción de los tiempos de espera promedio de clientes en cola en el área de báscula	Acondicionar el área donde se ubica la estación de pesaje 01 para que pueda atender clientes con vehículos articulados y no articulados.

Fuente elaboración propia (2023)

(Continuación de la tabla 18)

CAPÍTULO I			CAPÍTULO II	CAPÍTULO III			CAPÍTULO V	CAPÍTULO VI	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivo Específico	Teoría/Metodología de sustento	Variables	Población	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivo de la Propuesta
Mejora de los tiempos de espera para los clientes en las estaciones de pesaje en Cargill	Elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes haciendo uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill.	Identificar los factores que están influyendo de forma negativa y positiva en la atención de los clientes en báscula.	La metodología utilizada es la de maximizar la satisfacción del cliente, haciendo las cosas bien a la primera vez, por sus siglas en inglés DIRFT	Mecanismo de Servicio	Totalidad de los clientes atendidos en báscula	Encuesta-Entrevista	El 76.8% de los clientes experimentan el problema de falta de inventario en sistema. Otro de los factores mencionados es la falta de espacio de maniobra con el que cuenta la báscula 01, necesario para el pesaje de vehículos articulados. En cuanto al factor de velocidad de atención al cliente, el 66.93% de los clientes considera que la velocidad de atención de los empleados del área de báscula es adecuada, el 22.83% de los clientes considera que la velocidad de atención es rápida, al momento de realizar las diferentes transacciones de pesaje.	Plan de implementación para la reducción de los tiempos de espera promedio de clientes en cola en el área de báscula	Rediseñar el flujo de clientes para su atención en la nueva configuración de básculas.

Fuente elaboración propia (2023)

(Continuación de la tabla 18)

CAPÍTULO I			CAPÍTULO II	CAPÍTULO III			CAPÍTULO V	CAPÍTULO VI	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivo Específico	Teoría/Metodología de sustento	Variables	Población	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivo de la Propuesta
Mejora de los tiempos de espera para los clientes en las estaciones de pesaje en Cargill	Elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes haciendo uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill.	Determinar de qué forma las metodologías para la gestión de colas y simulación pueden reducir el tiempo de espera de los clientes en báscula y mejorar su satisfacción.	Teoría de colas-Modelo G/G/1	Velocidad de atención al cliente/Población de clientes que entran y salen del sistema/Mecanismo de Servicio	Totalidad de los clientes atendidos en báscula/Total de registros de vehículos atendidos en báscula/Personal que desempeñan cargos en los departamentos de logística, bodega y servicio al cliente	Observación Científica-Encuesta-Entrevista	La teoría de colas y la metodología para su análisis permitió conocer el comportamiento de las filas de espera que experimentan los clientes previo al proceso de pesaje, con base en el conocimiento adquirido se utilizó la metodología de simulación para crear el escenario virtual que permitió imitar el sistema real de las básculas. Según los resultados de la encuesta el 86.61% de los clientes, consideran que el tiempo promedio de espera tolerable para ser atendido en el sistema de pesaje se encuentra en el rango de 0-15 minutos; utilizando la simulación se crearon propuestas de mejora que permitan cumplir las expectativas de los clientes.	Plan de implementación para la reducción de los tiempos de espera promedio de clientes en cola en el área de báscula	Agregar una nueva estación de pesaje y reconfigurar las dos estaciones disponibles actuales, para que cada una realice un tipo de pesaje.
			Metodología de simulación						
			La metodología utilizada es la de maximizar la satisfacción del cliente, haciendo las cosas bien a la primera vez (DIRFT)						

Fuente elaboración propia (2023)

(Continuación de la tabla 18)

CAPÍTULO I		CAPÍTULO II		CAPÍTULO III			CAPÍTULO V	CAPÍTULO VI	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivo Específico	Teoría/Metodología de sustento	Variables	Población	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivo de la Propuesta
Mejora de los tiempos de espera para los clientes en las estaciones de pesaje en Cargill	Elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes haciendo uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill.	Elaborar propuestas para la implementación del nuevo proceso de atención al cliente en báscula basado en la teoría de colas y simulación	Teoría de colas-Modelo G/G/1	Velocidad de atención al cliente/Población de clientes que entran y salen del sistema/Mecanismo de Servicio/Beneficio costo de las mejoras	Totalidad de los clientes atendidos en báscula/Total de registros de vehículos atendidos en báscula/Personal que desempeñan cargos en los departamentos de logística, bodega y servicio al cliente	Observación Científica-Encuesta-Entrevista-Análisis financieros	En la alternativa de mejora 2 se propuso agregar una nueva báscula al sistema de pesaje con la función de atender tanto a clientes que se pesan en vacío y clientes que se pesan con carga siempre y cuando la báscula 01, configurada para atender a clientes que se pesan en vacío, y la báscula 04, configurada para atender a clientes que se pesan con carga se encuentren totalmente ocupadas. Luego de simular la propuesta planteada se obtuvo una reducción en el tiempo promedio de espera de los clientes de 91.93%, equivalente a 37.01 minutos.	Plan de implementación para la reducción de los tiempos de espera promedio de clientes en cola en el área de báscula	Agregar una nueva estación de pesaje y reconfigurar las dos estaciones disponibles actuales, para que cada una realice un tipo de pesaje.
			Metodología de simulación						
			La metodología utilizada es la de maximizar la satisfacción del cliente, haciendo las cosas bien a la primera vez (DIRFT)						

Fuente elaboración propia (2023)

(Continuación de la tabla 18)

CAPÍTULO I			CAPÍTULO II	CAPÍTULO III			CAPÍTULO V	CAPÍTULO VI	
Título de la Investigación	Objetivo General	Objetivo Específico	Teoría/Metodología de sustento	Variables	Población	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la Propuesta	Objetivo de la Propuesta
Mejora de los tiempos de espera para los clientes en las estaciones de pesaje en Cargill	Elaborar una propuesta de mejora adecuada que permita reducir los tiempos de espera de los clientes haciendo uso eficiente de los recursos disponibles en Cargill.	Establecer la relación beneficio-costo que podría obtener la empresa con el nuevo proceso de atención a los clientes en báscula basado en la gestión de colas y simulación	Teoría de colas-Modelo G/G/1	Velocidad de atención al cliente/Población de clientes que entran y salen del sistema/Mecanismo de Servicio/Beneficio costo de las mejoras	Totalidad de los clientes atendidos en báscula/Total de registros de vehículos atendidos en báscula/Personal que desempeñan cargos en los departamentos de logística, bodega y servicio al cliente	Análisis financieros	La gestión eficiente de los tiempos de espera de los clientes permitió, que exista un aumento en la capacidad de clientes que pueden ser atendidos por el sistema de pesaje, esto se traduce a un aumento potencial en el volumen de ventas. Para la propuesta 2 se estiman que las ventas pérdidas anuales son de \$384,000.00 y el costo de implementación fue de \$122,215.00, brindando como resultado, el retorno de \$3.14 por cada dólar invertido.	Plan de implementación para la reducción de los tiempos de espera promedio de clientes en cola en el área de báscula	Agregar una nueva estación de pesaje y reconfigurar las dos estaciones disponibles actuales, para que cada una realice un tipo de pesaje.
			Metodología de simulación						
			La metodología utilizada es la de maximizar la satisfacción del cliente, haciendo las cosas bien a la primera vez (DIRFT)						

Fuente elaboración propia (2023)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, P., & Franco, J. (2022). *Mejora en la Atención al Cliente a Través de la Teoría de Colas. Caso: Distribuidora el Hueco S.A.S.* Universidad de Santander.
- Aguilera Díaz, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2), 322-343.
- Alltech. (2022). *Perspectivas del sector agroalimentario de Alltech 2022*.
- Arias, G., & Montenegro, D. (2021). *Simulación como herramienta para el diseño de un modelo de producción para la maquila textil*. Innovare. <https://www.unitec.edu/innovare/volumen-10/numero-1/simulacion-como-herramienta-para-el-diseno-de-un-modelo-de-produccion-para-la-maquila-textil-100104/?locale=es>
- Bain & Company. (s. f.). *Are you experienced?* <https://www.bain.com/insights/are-you-experienced-infographic/>
- Batanero, J. (2013). *Teoría de líneas de espera en el sector avícola para el diseño de muelles de despacho*.
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la investigación*. Pearson.
- Cabalé Miranda, E., & Rodríguez Pérez de Agreda, G. (2020). Sistemas de gestión. Importancia de su integración y vínculo con el desarrollo. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 8(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2308-01322020000100018&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Camara de Industriales de Alimentos Balanceados. (2020). *Informe Anual 2020*. https://cina.ucr.ac.cr/media/attachments/2021/08/11/informe_ciab_2020_version_final.pdf
- Cargill. (2023). *Flujo interno de las instalaciones de cargill en Bufalo*.
- Carro, R., & Gonzalez, D. (2012). *Modelos de líneas de espera*. 16, 18.
- CEPAL. (2020). *Transformación digital en la logística de América Latina y el Caribe*. 381, 18.
- Clemenceau, V. (2023). *Ejemplo de Ficha de contenido*. ejemplode.com. https://www.ejemplode.com/13-ciencia/2305-ejemplo_de_ficha_de_contenido.html
- Cruz, M., & Olivos, A. (2022). *Aplicación de la teoría de colas para optimizar los tiempos de espera en la atención al cliente Promart, Talara*. Universidad Cesar Vallejo.
- Fajardo, B., & Aleman, T. (2018). *Análisis del grado de satisfacción de los servicios de los clientes de fábrica especias Don Julio*. Universidad Tecnológica Centroamericana.
- Flexsim. (2023). [Software]. <https://www.flexsim.com/es/>
- Goodman, J. (2014a). *Atención estratégica al cliente*. Pluma Digital Ediciones.
- Goodman, J. (2014b). *Atención estratégica al cliente*. Pluma Digital Ediciones.

- Google Maps. (2023). [Software]. <https://www.google.com/maps>
- Hernandez, M. (2023). *Modelo de colas gg1*. Vsip.Info. <https://vsip.info/modelo-de-colas-gg1-pdf-free.html>
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2010a). *Introducción a la investigación de operaciones* (9.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2010b). *Introducción a la investigación de operaciones* (9.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Informe_ciab_2020_version_final.pdf*. (s. f.). Recuperado 22 de mayo de 2023, de https://cina.ucr.ac.cr/media/attachments/2021/08/11/informe_ciab_2020_version_final.pdf
- Keyence Corporation. (2023). *¿Qué es la Tolerancia? | Conceptos básicos de los Sistemas de Medición / Fundamentos de Medición | KEYENCE México*. <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/measurement-selection/basic/tolerance.jsp>
- López, C. (2020, junio 11). *El estudio de tiempos y movimientos. Qué es, origen, objetivos y características*. gestiopolis. <https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>
- López, S. I. B. (2023). *Operacionalización de Variables*.
- Malhotra, N. K. (2016). *Investigación de mercados*.
- Maranto, M., & Gonzales, M. (2015). *Fuentes de Información*. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf>
- Mendizábal, N. (2018). La osadía en la investigación: El uso de los Métodos Mixtos en las ciencias sociales. *Espacio Abierto*, 27(2), 5-20.
- Microsoft. (2023). *Excel* [Software].
- Microsoft. (2017). *Global State Customer Service*. 32.
- Minitab. (2023). [Software]. <https://www.minitab.com/en-us/>
- Moraleda, A., & Villalba, C. (2013). *Modelado y simulación de eventos discretos* (Universidad Nacional de Educación a Distancia).
- Morales, J. (2018). *Modelo de línea de espera y calidad de servicio al cliente en la oficina de normalización previsional ONP*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrion.
- Nava Rosillón, M. A. (2009). Análisis financiero: Una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. *Revista Venezolana de Gerencia*, 14(48), 606-628.
- Ortega, C. (2018a, diciembre 14). Qué es una entrevista estructurada, semiestructurada y no estructurada. *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/entrevista-estructurada-y-no-estructurada/>
- Ortega, C. (2018b, diciembre 14). Qué es una entrevista estructurada, semiestructurada y no estructurada. *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/entrevista-estructurada-y-no-estructurada/>
- Ortega, C. (2023, mayo 20). Tipos de observación: Características y ventajas. *QuestionPro*.

- <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-observacion/>
- Palomino, M. (2020). *Aplicacion de teoria de colas en la simulacion de escenarios para mejorar el tiempo de espera de los clientes del area operaciones de una agencia bancaria en la ciudad de trujillo*. Universidad Privada del Norte.
- Piera, M., Guasch, T., Casanovas, J., & Figueras, J. (2013a). *Como mejorar la logistica de su empresa mediante la simulacion* (Ediciones Diaz de Santa, S.A.).
- Piera, M., Guasch, T., Casanovas, J., & Figueras, J. (2013b). *Como mejorar la logistica de su empresa mediante la simulacion* (Ediciones Diaz de Santa, S.A.).
- QuestionPro. (2023a). *¿Qué es una encuesta?* | *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>
- QuestionPro. (2023b). *Software de atención al cliente* | *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/es/software-de-atencion-al-cliente>
- Quintero, N., & et al. (2018). *ESTRATEGIA DEL GRUPO BID CON EL PAÍS 2019-2022*.
- Rojas, M. (2015). *Manual de Redacción científica*. <https://docplayer.es/31911984-Marcelo-rojas-c-manual-de-redaccion-cientifica.html>
- Romero, F. (2017). *Hondureños son consumidores satisfechos, según estudio*. www.laprensa.hn. <https://www.laprensa.hn/economia/estudio-hondurenos-consumidores-satisfechos-ECLP1072336>
- Ruiz, B. (2013, agosto 30). Los desafíos de la industria hondureña de alimentos balanceados. *Watt Industria Avicola*. <https://www.industriaavicola.net/mercados-y-negocios/los-desafios-de-la-industria-hondurena-de-alimentos-balanceados/>
- Ruiz, J., & Tang, K. (2016). *Medicion de tiempos de espera relacionados con la satisfaccion del usuario en consulta ambulatoria hospital militar*. Universidad Tecnologica Centroamericana.
- Sampieri, R. H., Torres, M., & Paulina, C. (2014a). *Metodología de la Investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Sampieri, R. H., Torres, M., & Paulina, C. (2014b). *Metodología de la Investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Taha, H. (2011). *Investigacion de operaciones* (9.^a ed.). Pearson.
- Tancara Q, C. (1993). LA INVESTIGACION DOCUMENTAL. *Temas Sociales*, 17, 91-106.
- Torrey. (2023). *Todo lo que necesitas saber sobre básculas camioneras*. <https://blog.torrey.net/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-básculas-camioneras>
- Urquía Moraleda, A. (2013). *Modelado y simulación de eventos discretos*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. https://elibro.net/es/lc/unitechn/titulos/48697?as_all=simulacion&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as

ANEXOS

ANEXO 1 CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA

CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA

Señores Facultad de Postgrado UNITEC.

Por este medio yo ALEX DOUGLAS BANEGAS LOBO

Identidad No. 0801196505743

Licenciado en INGENIERIA INDUSTRIAL

Maestría en MBA, MSC DIRECCION DE OPERACIONES

Doctorado en GESTION TECNOLOGICA DE NEGOCIOS

Hago constar que asumo la responsabilidad de asesorar técnicamente el trabajo de Tesis de Maestría denominado:

REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA PROMEDIO EN COLA DE LOS

CLIENTES EN EL ÁREA DE BÁSCULA DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL

A ser desarrollado por el (los) estudiante(s):

Edgar Henoc Portillo Amaya, Ever Josue Isaula Barahona

Para lo cual me comprometo a realizar de manera oportuna las revisiones y facilitar las observaciones que considere pertinentes a fin de que se logre finalizar el trabajo de tesis en el plazo establecido por la Facultad de Postgrado.

En la ciudad de SAN PEDRO SULA

Departamento CORTES

Nombre ALEX BANEGAS

Fecha 27 DE SEPTIEMBRE 2023 Firma: 

ANEXO 2 FLEXSIM



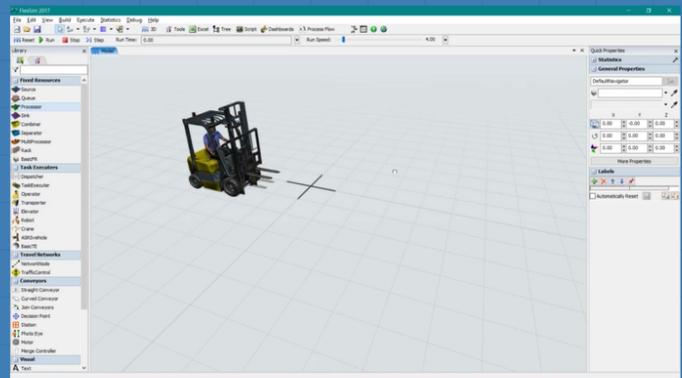
[Productos](#) [Usos](#) [Industria 4.0](#) [Recursos](#) [Servicios](#) [Contacto](#) [Enlaces](#) [Prueba FlexSim](#)

Simulación

FlexSim posee todos los beneficios comprobados de simulaciones de eventos discretos—pero con el bonus agregado de gráficos 3D altamente inmersivos y reales.

Los modelos 3D de FlexSim te ayudan a emular la apariencia del sistema real, por tanto es mas fácil de ver y entender que esta pasando.





Layout del Modelo

FlexSim hace que sea lo mas fácil posible replicar la apariencia de tu sistema mientras preserva los detalles necesarios para un análisis preciso.

Simplemente utiliza **los controles de arrastrar y soltar** para colocar objetos y recursos directamente en el entorno 3D, ¡no se necesita ningún post-procesamiento!

ANEXO 3 MINITAB

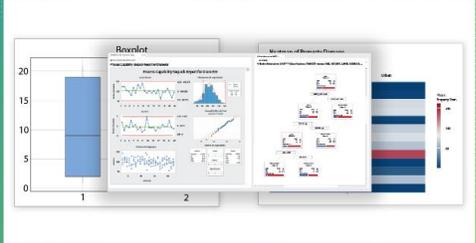
Minitab 

Productos Soluciones Recursos y servicios Soporte Empresa [Probar/Comprar](#) 

INICIO / PRODUCTOS

Minitab Statistical Software

Visualice, analice y aproveche el poder de sus datos para resolver los problemas más difíciles desde cualquier lugar, en la nube.



Minitab 

Productos Soluciones Recursos y servicios Soporte Empresa [Probar/Comprar](#) 

Soluciones De Analítica Destacadas



ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ANALÍTICA PREDICTIVA

Aproveche sus datos con nuestras soluciones de análisis estadístico y analítica predictiva.



CIENCIA DE DATOS Y APRENDIZAJE DE MÁQUINA

Una plataforma flexible, potente y modular para sacar el científico de datos sus todos flujos.

Minitab 

Productos Soluciones Recursos y servicios Soporte Empresa [Probar/Comprar](#) 

Industrias Destacadas



INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Mejora de procesos basada en datos para asegurar la consistencia y la calidad de los productos de la... >



PETRÓLEO Y GAS

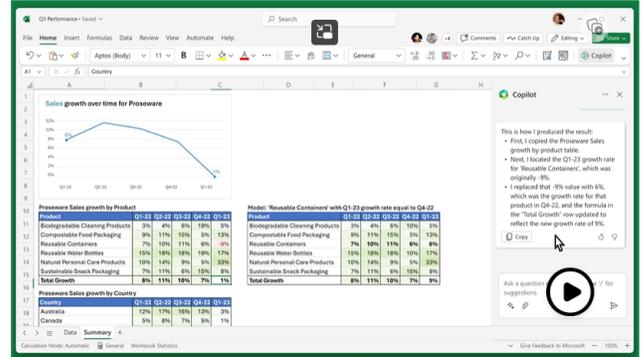
Soluciones para la industria de petróleo y gas para acelerar las iniciativas de mejora y la obtención... >

ANEXO 4 MICROSOFT EXCEL

Simplifica tus decisiones empresariales

Copilot en Excel te ayudará a analizar y explorar tus datos de forma que puedas tomar las mejores decisiones. Copilot te ayudará a identificar tendencias, proponer escenarios de hipótesis, sugerir ideas para mejorar tu empresa e incluso crear todo en un panel fácil de leer.

[Más información >](#)



ANEXO 5 ENTREVISTA

Entrevista en Cargill

Describa las actividades que desempeña en su cargo como empleado de Cargill

¿Siente que el sistema AS400 le apoya a cumplir sus actividades al momento de realizar despacho y facturación de los clientes?

¿Cuáles son algunas de las quejas que frecuentemente le transmiten los clientes cuando son atendidos en el área de báscula?

¿Cómo considera Ud. que se puede solventar dichas quejas?

Cuéntenos sobre 3 eventos recurrentes que sucede en el área de báscula y que afectan el flujo del proceso

¿Cuáles considera que son las principales diferencias entre la báscula 01 y la báscula 04?

¿Existen clientes que cuentan con prioridad para ser atendidos en el área de báscula? De ser así, ¿a qué atribuye esa prioridad?

¿Qué oportunidades de mejora considera que pueden ser implementados en el área de báscula?

¿Qué factores, considera Ud., influyen en el tiempo de atención al cliente en el área de báscula?

ANEXO 6 ENCUESTA A CLIENTES DE CARGILL

Encuesta a clientes de Cargill

1. **Con base en su experiencia, cual es el tiempo que Ud. espera para ingresar y ser atendido en la báscula de pesaje:**
 - a. 0-10 minutos
 - b. 10-20 minutos
 - c. 20-30 minutos
 - d. Mayor a 30 minutos
2. **¿Cómo considera el tiempo de espera para ser atendido en el área de báscula y facturación de Cargill?**
 - a. Muy largo
 - b. Largo
 - c. Adecuado
 - d. Corto
 - e. Muy Corto
3. **¿Cuál considera que es el tiempo de espera tolerable para ser atendido en el pesaje y facturación de sus órdenes?**
 - a. 0-15 minutos
 - b. 15-20 minutos
 - c. 20-25 minutos
4. **¿Cuál de las dos básculas de pesaje y facturación utiliza cuando realiza sus compras en Cargill?**
 - a. Báscula 01
 - b. Báscula 04
5. **¿Por qué prefiere utilizar la báscula seleccionada en la pregunta 4?**
 - a. Por el espacio de maniobra disponible
 - b. Por la cercanía al almacén de carga
 - c. Por la disponibilidad de horario de atención
 - d. Porque la velocidad de atención es más rápida
6. **¿Considera que se respeta su turno para ser atendido en la báscula de pesaje y facturación?**
 - a. Nunca
 - b. Casi nunca
 - c. A veces
 - d. Casi siempre
 - e. Siempre
7. **¿Ha tenido algún problema al ser atendido en la báscula de pesaje y facturación?**
 - a. Si
 - b. No

- 8. En caso de responder SI a la pregunta 7, ¿Cuál fue el problema que se presentó cuando fue atendido en la báscula de pesaje y facturación?**
- Falta de inventario para facturar
 - Diferencia de peso significativa
 - Cambios en la orden de carga que no fueron comunicados
 - Documentación incompleta para facturar
- 9. ¿Con que frecuencia a experimentado este problema?**
- 1 a 2 veces por mes
 - 3 a 6 veces por mes
 - 6 veces o más por mes
- 10. ¿Cuál es el horario que prefiere para poder realizar el retiro de sus pedidos en los almacenes?**
- 07:00-09:00 a.m.
 - 09:00-11:00 a.m.
 - 11:00-01:00 p.m.
 - 01:00-03:00 p.m.
 - 03:00-05:00 p.m.
- 11. ¿Cómo considera que es la velocidad de atención de los empleados en el área de báscula y facturación de Cargill?**
- Muy Lento
 - Lento
 - Adecuado
 - Rápido
 - Muy Rápido

ANEXO 7 PRUEBA DE REPETICIÓN DE ENCUESTAS EN EL TIEMPO

Nombre del Cliente	1.Con base en su experiencia, cual es el tiempo que Ud. espera para ingresar y ser atendido en la báscula de pesaje?	2.¿Cómo considera el tiempo de espera para ser atendido en el área de báscula y facturación de Cargill?	3. ¿cuál considera que es el tiempo de espera tolerable para ser atendido en el pesaje y facturación de sus órdenes?	4.¿Cuál de las dos básculas de pesaje y facturación utiliza cuando realiza sus compras en Cargill?	5. ¿Por qué prefiere utilizar la báscula seleccionada en la pregunta 4?	6.¿Considera que se respeta su turno para ser atendido en la báscula de pesaje y facturación?	7.¿Ha tenido algún problema al ser atendido en la báscula de pesaje y facturación?	8.En caso de responder SI a la pregunta 7, ¿Cuál fue el problema que se presentó cuando fue atendido en la báscula de pesaje y facturación?	9.¿Con que frecuencia experimentado este problema?	10.¿Cuál es el horario que prefiere para poder realizar el retiro de sus pedidos en los almacenes?	11.¿Cómo considera que es la velocidad de atención de los empleados en el área de báscula y facturación de Cargill?	TEST	
Jorge Diaz	2	3	1	1	2	5	2			2	4	22	2.4
Rudi Varela	4	1	1	2	1	5	2			1	3	20	2.2
Santos Urrutia	2	3	1	2	1	4	2			1	3	19	2.1
Olbin Paz	2	3	1	2	1	5	1	1	1	1	3	21	1.9
Hector Zelaya	1	1	3	2	3	5	1	1	1	1	4	23	2.1
Obidio Lopez	1	4	1	1	2	5	1	2	2	1	3	23	2.1
Nombre del Cliente	1.Con base en su experiencia, cual es el tiempo que Ud. espera para ingresar y ser atendido en la báscula de pesaje?	2.¿Cómo considera el tiempo de espera para ser atendido en el área de báscula y facturación de Cargill?	3. ¿cuál considera que es el tiempo de espera tolerable para ser atendido en el pesaje y facturación de sus órdenes?	4.¿Cuál de las dos básculas de pesaje y facturación utiliza cuando realiza sus compras en Cargill?	5. ¿Por qué prefiere utilizar la báscula seleccionada en la pregunta 4?	6.¿Considera que se respeta su turno para ser atendido en la báscula de pesaje y facturación?	7.¿Ha tenido algún problema al ser atendido en la báscula de pesaje y facturación?	8.En caso de responder SI a la pregunta 7, ¿Cuál fue el problema que se presentó cuando fue atendido en la báscula de pesaje y facturación?	9.¿Con que frecuencia experimentado este problema?	10.¿Cuál es el horario que prefiere para poder realizar el retiro de sus pedidos en los almacenes?	11.¿Cómo considera que es la velocidad de atención de los empleados en el área de báscula y facturación de Cargill?	RETEST	
Jorge Diaz	2	3	1	1	2	5	2			2	4	22	2.4
Rudi Varela	4	1	1	2	1	5	2			1	3	20	2.2
Santos Urrutia	2	3	1	2	1	5	2			1	3	20	2.2
Olbin Paz	1	3	1	2	1	5	1	1	1	1	3	20	1.8
Hector Zelaya	4	3	3	2	3	3	1	1	1	1	3	25	2.3
Obidio Lopez	1	4	1	1	4	5	1	2	2	1	3	25	2.3
												0.844	(promedio)
	0.4009	0.7474	1.0000	1.0000	0.7746	-0.2000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.6325	0.760 (promedio)

ANEXO 8 RESULTADOS DE REPLICA: SITUACIÓN ACTUAL V. MEJORA 1 PESAJE VACÍO

Replica	Báscula 01	Báscula 04	Mejora 1	Mejoras	
	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje vacío	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje vacío	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje vacío	% de Mejora(Báscula 01 v. Mejora 1)	% de Mejora(Báscula 04 v. Mejora 1)
1	14.54	52.71	20.25	-39%	62%
2	14.55	33.06	32.09	-121%	3%
3	20.22	45.51	26.45	-31%	42%
4	39.41	64.67	29.35	26%	55%
5	49.31	65.25	21.48	56%	67%
6	36.84	98.48	21.71	41%	78%
7	45.26	30.37	28.60	37%	6%
8	17.17	53.32	27.27	-59%	49%
9	47.24	64.34	20.50	57%	68%
10	8.67	67.25	28.84	-233%	57%
11	10.55	74.31	31.64	-200%	57%
12	35.67	41.57	26.68	25%	36%
13	13.73	45.60	21.01	-53%	54%
14	28.17	47.54	21.42	24%	55%
15	8.74	68.17	19.59	-124%	71%
16	36.74	43.24	25.51	31%	41%
17	26.71	55.40	28.46	-7%	49%
18	23.79	43.34	31.27	-31%	28%
19	27.81	66.44	23.83	14%	64%
20	18.24	42.46	21.52	-18%	49%
21	25.09	56.03	24.92	1%	56%
22	15.84	68.25	30.62	-93%	55%
23	24.87	50.89	24.45	2%	52%
24	39.88	89.62	23.69	41%	74%
25	15.72	48.44	23.88	-52%	51%
26	10.96	50.54	21.90	-100%	57%
27	33.04	52.82	28.71	13%	46%
28	3.92	47.66	23.76	-506%	50%
29	20.15	39.48	17.36	14%	56%
30	28.69	48.83	30.01	-5%	39%
Max	49.31	98.48	32.09	57%	78%
Min	3.92	30.37	17.36	-506%	3%

ANEXO 9 RESULTADOS DE REPLICA: SITUACIÓN ACTUAL V. MEJORA 1 PESAJE CARGADO

Replica	Báscula 01	Báscula 04	Mejora 1	Mejoras	
	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje cargado	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje cargado	Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje cargado	% de Mejora(Báscula 01 v. Mejora 1)	% de Mejora(Báscula 04 v. Mejora 1)
1	10.77	54.37	39.04	-263%	28%
2	19.02	38.93	41.82	-120%	-7%
3	23.75	42.36	12.98	45%	69%
4	50.97	66.90	24.96	51%	63%
5	58.95	55.70	53.74	9%	4%
6	37.96	97.02	80.95	-113%	17%
7	44.99	23.91	29.10	35%	-22%
8	17.44	55.77	18.09	-4%	68%
9	35.65	54.81	52.44	-47%	4%
10	12.97	73.96	39.27	-203%	47%
11	8.34	70.22	63.08	-656%	10%
12	39.86	38.09	11.80	70%	69%
13	16.07	45.16	37.37	-133%	17%
14	32.77	38.23	19.70	40%	48%
15	9.16	64.21	29.70	-224%	54%
16	35.69	45.38	5.47	85%	88%
17	31.55	59.08	41.43	-31%	30%
18	31.62	45.47	16.12	49%	65%
19	39.81	70.56	78.93	-98%	-12%
20	12.58	34.05	27.02	-115%	21%
21	35.05	61.38	47.06	-34%	23%
22	17.25	72.33	20.84	-21%	71%
23	29.40	45.69	5.67	81%	88%
24	42.00	89.57	28.88	31%	68%
25	13.26	39.39	72.72	-448%	-85%
26	11.21	33.46	24.55	-119%	27%
27	45.63	56.18	59.40	-30%	-6%
28	7.03	36.73	7.55	-7%	79%
29	31.36	39.80	11.98	62%	70%
30	40.18	43.58	18.50	54%	58%
Max	58.95	97.02	80.95	85%	88%
Min	7.03	23.91	5.47	-656%	-85%

**ANEXO 10 RESULTADOS DE REPLICA: SITUACIÓN ACTUAL V. MEJORA 2
PESAJE VACÍO**

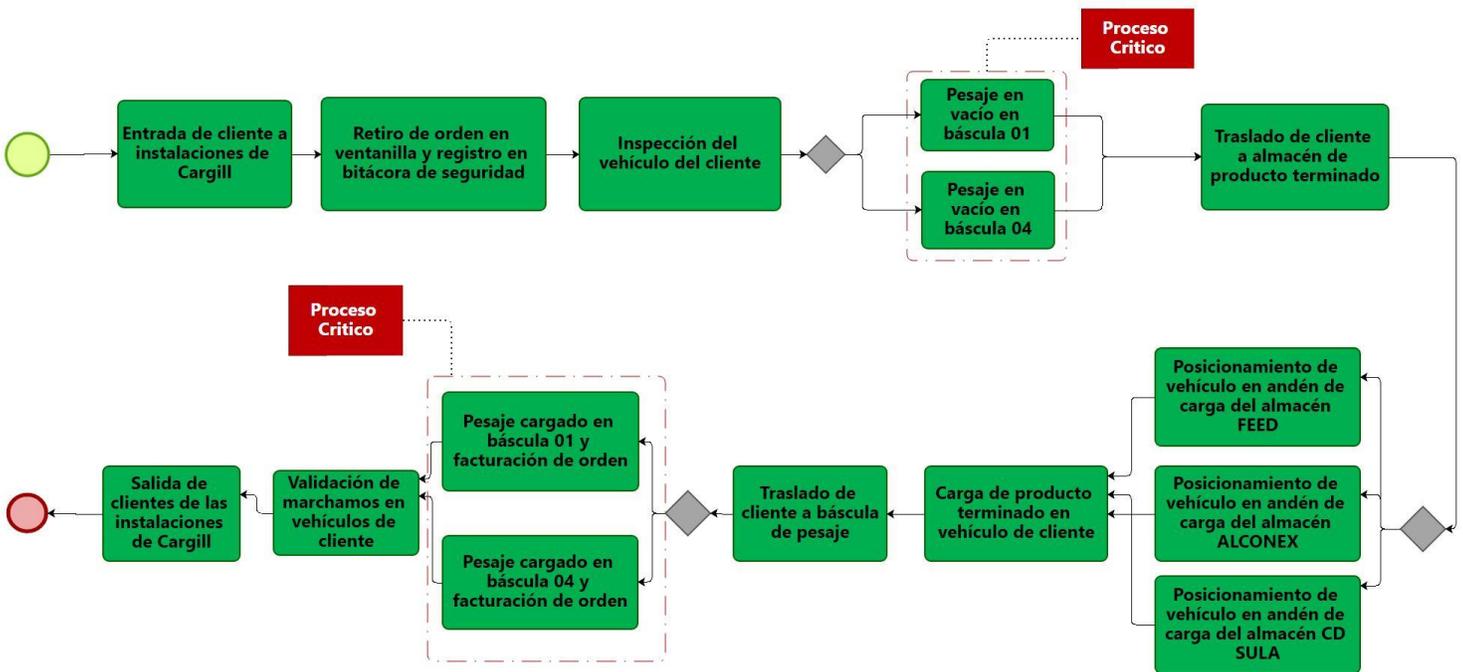
Replica	Báscula 01	Báscula 04	Mejora 2	Mejoras	
	B01-Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje vacío	B04-Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje vacío	MEJORA-Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje vacío	% de Mejora(Báscula 01 v. Mejora 1)	% de Mejora(Báscula 04 v. Mejora 1)
1	14.54	52.71	0.60	96%	99%
2	14.55	33.06	2.62	82%	92%
3	20.22	45.51	2.40	88%	95%
4	39.41	64.67	1.13	97%	98%
5	49.31	65.25	1.23	98%	98%
6	36.84	98.48	0.32	99%	100%
7	45.26	30.37	0.43	99%	99%
8	17.17	53.32	3.40	80%	94%
9	47.24	64.34	1.43	97%	98%
10	8.67	67.25	2.12	76%	97%
11	10.55	74.31	2.99	72%	96%
12	35.67	41.57	0.47	99%	99%
13	13.73	45.60	2.46	82%	95%
14	28.17	47.54	2.40	91%	95%
15	8.74	68.17	3.69	58%	95%
16	36.74	43.24	0.84	98%	98%
17	26.71	55.40	0.90	97%	98%
18	23.79	43.34	1.06	96%	98%
19	27.81	66.44	5.85	79%	91%
20	18.24	42.46	1.62	91%	96%
21	25.09	56.03	4.98	80%	91%
22	15.84	68.25	1.11	93%	98%
23	24.87	50.89	3.18	87%	94%
24	39.88	89.62	0.05	100%	100%
25	15.72	48.44	2.71	83%	94%
26	10.96	50.54	2.32	79%	95%
27	33.04	52.82	1.88	94%	96%
28	3.92	47.66	1.20	69%	97%
29	20.15	39.48	1.21	94%	97%
30	28.69	48.83	0.70	98%	99%
Max	49.31	98.48	5.85	100%	100%
Min	3.92	30.37	0.05	58%	91%

**ANEXO 11 RESULTADOS DE REPLICA: SITUACIÓN ACTUAL V. MEJORA 2
PESAJE CARGADO**

Replica	Báscula 01	Báscula 04	Mejora 2	Mejoras	
	B01-Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje cargado	B04-Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje cargado	Mejora-Tiempo promedio en cola(minutos): Pesaje cargado	% de Mejora(Báscula 01 v. Mejora 2)	% de Mejora(Báscula 04 v. Mejora 2)
1	10.77	54.37	6.00	44.29%	88.97%
2	19.02	38.93	9.87	48.08%	74.63%
3	23.75	42.36	2.01	91.54%	95.26%
4	50.97	66.90	5.76	88.69%	91.38%
5	58.95	55.70	4.93	91.64%	91.15%
6	37.96	97.02	1.65	95.65%	98.30%
7	44.99	23.91	3.48	92.27%	85.46%
8	17.44	55.77	7.29	58.19%	86.93%
9	35.65	54.81	2.09	94.14%	96.19%
10	12.97	73.96	6.73	48.09%	90.90%
11	8.34	70.22	2.62	68.64%	96.27%
12	39.86	38.09	4.50	88.72%	88.19%
13	16.07	45.16	1.58	90.19%	96.51%
14	32.77	38.23	9.36	71.45%	75.52%
15	9.16	64.21	4.16	54.53%	93.51%
16	35.69	45.38	3.02	91.53%	93.34%
17	31.55	59.08	3.53	88.81%	94.02%
18	31.62	45.47	5.48	82.68%	87.96%
19	39.81	70.56	6.72	83.12%	90.48%
20	12.58	34.05	1.34	89.37%	96.07%
21	35.05	61.38	12.26	65.03%	80.03%
22	17.25	72.33	4.28	75.19%	94.08%
23	29.40	45.69	4.93	83.24%	89.22%
24	42.00	89.57	6.13	85.41%	93.16%
25	13.26	39.39	8.54	35.64%	78.33%
26	11.21	33.46	2.78	75.23%	91.71%
27	45.63	56.18	7.68	83.17%	86.33%
28	7.03	36.73	5.70	18.81%	84.47%
29	31.36	39.80	6.05	80.71%	84.80%
30	40.18	43.58	0.53	98.69%	98.79%
Max	58.95	97.02	12.26	98.69%	98.79%
Min	7.03	23.91	0.53	18.81%	74.63%

ANEXO 12 DIAGRAMA DE FLUJO DE CLIENTES DE CARGILL

Diagrama de Flujo de Clientes de Cargill



2	10		8
2	10		8
3	10		8
3	10		8
3	11		8
3	11		8
3	11		8
3	11		8
3	11		8
3	11		8
3	11		8
3	11		8
3	11		8
3	11		8
3	12		8
3	12		9
3	12		9
3	12		9
3	12		9
3	12		9
3	12		9
3	12		9
3	13		9
3	13		9
3	13		9
3	13		9
3	13		10
3	13		10
3	13		10
3	13		10
3	13		10
3	14		11
3	14		11
3	14		11
3	14		11
4	14		12
4	14		13
4	15		13
4	16		13
4	16		14
4	16		15
4	16		15

4	17		15
4	18		16
4	18		16
4	19		16
4	20		17
5	20		17
5	20		18
5	21		18
5	22		20
5	22		20
6	22		22
6	23		22
6	24		23
6			23
7			23
7			26
7			26
8			26
9			29

ANEXO 14 TASA DE LLEGADA: BÁSCULA 01 PESAJE EN VACÍO

8	Tasa de Llegada	9	Tasa de Llegada	10	Tasa de Llegada	11	Tasa de Llegada	12	Tasa de Llegada
3	20	5	12	17	4	4	15	5	12
7	9			9	7			4	15
4	15	15	4	3	20	2	30	10	6
4	15	1	60	1	60	9	7		
4	15	4	15	6	10	6	10	5	12
5	12	6	10	5	12	5	12	5	12
9	7			4	15	3	20	4	15
4	15	1	60	4	15	10	6		
2	30	12	5	1	60	10	6	14	4
		8	8	6	10	13	5		
4	15	4	15	1	60	1	60	1	60
9	7	13	5	5	12	4	15	1	60
7	9			5	12	2	30	4	15
6	10	4	15	2	30	5	12		
4	15	8	8	11	5	14	4	1	60
5	12	1	60	1	60	6	10	7	9
3	20	12	5	6	10	3	20	1	60
1	60			8	8	10	6		
6	10	3	20	5	12	5	12		
5	12	10	6	2	30	11	5	1	60
9	7	4	15	8	8	6	10	5	12

13	Tasa de Llegada	14	Tasa de Llegada	15	Tasa de Llegada	16	Tasa de Llegada	17	Tasa de Llegada
3	20	2	30	7	9	2	30		
3	20	10	6	4	15				
5	12					2	30	2	30
4	15	6	10	6	10	8	8	10	6
14	4			2	30				
6	10	2	30	1	60	12	5		
5	12	4	15	1	60				
4	15	3	20	2	30	4	15		
7	9			6	10	5	12		
5	12	8	8	1	60	1	60		
15	4	2	30	7	9	1	60	4	15
5	12	3	20						
6	10	5	12	4	15	1	60		
3	20	6	10	2	30	1	60		
1	60			2	30	2	30		
4	15	2	30	2	30	4	15		
4	15	4	15	4	15				
7	9	6	10	1	60	1	60	4	15
13	5	1	60	1	60	3	20		
16	4	1	60	2	30	1	60		
7	9	6	10	4	15	4	15	1	60

ANEXO 15 TASA DE LLEGADA: BÁSCULA 01 PESAJE CARGADO

8	Tasa de Llegada	9	Tasa de Llegada	10	Tasa de Llegada	11	Tasa de Llegada	12	Tasa de Llegada
0		7	9	3	20	8	8	3	20
0		2	30	4	15	3	20		
0				9	7	9	7	7	9
0		1	60	1	60	2	30	5	12
0		2	30	3	20	4	15	7	9
0		1	60	5	12	6	10	5	12
0		6	10	3	20	1	60	7	9
1	60	1	60	3	20	1	60	7	9
0		3	20	6	10	2	30	6	10
0				4	15	5	12	7	9
2	30					2	30	7	9
0		6	10	7	9	9	7	9	7
1	60	5	12	1	60	1	60	4	15
0		4	15	4	15	4	15		
0		7	9	1	60	8	8	6	10
2	30	1	60	2	30			6	10
0		2	30	7	9	14	4	1	60
0				1	60	1	60	5	12
0		5	12	4	15	3	20	4	15
0				11	5	4	15	12	5
2	30	1	60	4	15	7	9	6	10

13	Tasa de Llegada	14	Tasa de Llegada	15	Tasa de Llegada	16	Tasa de Llegada	17	Tasa de Llegada
5	12	10	6	3	20			2	30
3	20	12	5	7	9	4	15	2	30
8	8	4	15	2	30	2	30		
6	10	2	30	2	30	11	5	3	20
6	10	5	12	9	7			3	20
6	10	5	12	5	12	4	15	10	6
3	20	1	60	4	15	5	12		
6	10	1	60	4	15	4	15		
7	9	3	20	12	5	9	7	5	12
11	5	3	20	7	9	2	30	2	30
8	8	3	20	7	9	2	30	5	12
2	30	3	20	4	15				
3	20	5	12	4	15	9	7	1	60
5	12	3	20	5	12	4	15		
5	12	8	8	4	15	2	30	2	30
3	20	7	9	5	12	2	30	4	15
2	30	3	20	1	60	0		4	15
7	9	6	10	6	10	7	9	1	60
3	20	5	12	9	7	2	30	2	30
6	10	4	15	3	20			3	20
6	10	3	20	7	9	7	9	10	6

ANEXO 16 TASA DE LLEGADA: BÁSCULA 04 PESAJE EN VACÍO

8	Tasa de llegada	9	Tasa de llegada	10	Tasa de llegada	11	Tasa de llegada	12	Tasa de llegada
7	9	12	5	3	20	3	20	2	30
9	7	5	12	8	8	1	60		
15	4	5	12	2	30	2	30	3	20
9	7	3	20	2	30	3	20	3	20
10	6	5	12			1	60	5	12
18	3	5	12	8	8	1	60	1	60
13	5	9	7	3	20			1	60
13	5	7	9	1	60			2	30
8	8	5	12	18	3			2	30
8	8	4	15	7	9			2	30
8	8	14	4	4	15	3	20	6	10
13	5	3	20			1	60	3	20
11	5	1	60	10	6	2	30		
11	5	8	8	2	30	6	10	2	30
9	7	7	9	3	20			4	15
6	10	9	7	1	60	3	20	1	60
9	7	8	8			4	15	2	30
11	5	8	8	1	60			3	20
15	4	3	20	4	15	1	60	4	15
12	5	9	7	2	30	3	20	6	10
11	5	5	12	1	60	1	60	2	30
7	9	10	6	2	30	3	20	2	30
12	5	6	10	2	30	7	9	5	12
15	4			3	20	2	30	1	60

13	Tasa de llegada	14	Tasa de llegada	15	Tasa de llegada	16	Tasa de llegada	17	Tasa de llegada
2	30	2	30	1	60	6	10	5	12
				2	30	3	20	10	6
3	20			8	8	1	60	6	10
		2	30	1	60	2	30	15	4
6	10	5	12	3	20	5	12	4	15
		3	20	3	20			8	8
4	15	2	30	1	60			5	12
5	12			5	12			7	9
4	15	1	60	2	30			2	30
1	60					2	30	2	30
1	60	6	10	2	30	3	20	11	5
6	10	2	30	6	10	1	60	5	12
3	20	1	60			1	60	4	15
4	15	1	60	1	60			3	20
		1	60	4	15	1	60	10	6
		1	60					2	30
3	20	2	30	1	60	1	60	9	7
5	12			1	60	1	60	5	12
				4	15			4	15
				4	15			5	12
2	30	1	60	1	60	1	60	4	15
1	60	2	30	1	60			2	30
1	60	3	20	5	12	2	30	3	20
3	20	2	30	1	60			3	20

ANEXO 17 TASA DE LLEGADA: BÁSCULA 04 PESAJE CARGADO

8	Tasa de Llegada	9	Tasa de Llegada	10	Tasa de Llegada	11	Tasa de Llegada	12	Tasa de Llegada
6	10	5	12	3	20	2	30	5	12
11	5	8	8	3	20	2	30	2	30
8	8	8	8	3	20	3	20	5	12
12	5	8	8	5	12	3	20	3	20
6	10	6	10	7	9	1	60	2	30
5	12	10	6	2	30	6	10	2	30
7	9	2	30	5	12	6	10	5	12
4	15	7	9	10	6	1	60	2	30
5	12	5	12	2	30	3	20	3	20
3	20	6	10	4	15	4	15	2	30
13	5	3	20	3	20	3	20		
8	8	4	15	3	20			3	20
7	9	10	6	3	20	6	10	2	30
6	10	4	15	7	9	5	12	6	10
13	5	1	60	5	12	3	20	2	30
3	20	3	20	1	60	2	30	1	60
10	6	4	15	8	8	2	30	1	60
2	30	9	7	2	30	1	60	5	12
9	7	10	6	4	15			4	15
11	5	6	10	3	20	5	12	2	30
5	12	3	20	3	20	4	15	5	12
2	30	2	30	8	8	4	15	8	8
12	5	8	8	1	60	6	10	3	20
3	20	12	5			5	12	7	9

13	Tasa de Llegada	14	Tasa de Llegada	15	Tasa de Llegada	16	Tasa de Llegada	17	Tasa de Llegada
7	9	2	30	7	9	7	9	4	15
6	10	1	60	11	5	7	9	1	60
		2	30	7	9	8	8	3	20
2	30	2	30	11	5	7	9	2	30
2	30	3	20	2	30	11	5	12	5
1	60	5	12	7	9	10	6	5	12
8	8	1	60	4	15	5	12	6	10
5	12	2	30	2	30	5	12		
2	30			7	9	8	8	6	10
5	12	2	30	1	60	6	10		
9	7	8	8	7	9	8	8	5	12
4	15	6	10	7	9	8	8	3	20
1	60	8	8	7	9	9	7		
1	60	4	15	6	10	7	9	5	12
6	10	7	9	8	8	10	6		
9	7	3	20	2	30	5	12		
1	60	7	9	5	12	7	9	3	20
6	10	2	30	6	10	6	10	5	12
2	30	2	30	5	12	5	12	4	15
3	20	3	20	4	15	3	20	5	12
1	60	3	20	5	12	5	12	5	12
1	60	1	60	4	15	4	15		
2	30	6	10	8	8	6	10	6	10
1	60	3	20	2	30	4	15	2	30

ANEXO 18 CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

Villanueva, Cortés. 20/09/23
(Ciudad), (Departamento) (Día, mes y año)

José Alejandro Valdez Vallecillo
(Nombre y apellidos del Director o Gerente)

Superintendente de Logística
(Puesto Laboral)

Cargill de Honduras S. de R.L.
(Empresa o Institución)

Desvío al Calán Búfalo, Villanueva, Cortés
(Dirección principal de la empresa o institución)

Estimado Señor(a): **José Alejandro Valdez Vallecillo**

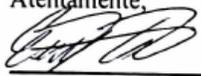
Reciba un cordial y atento saludo. Por medio de la presente deseamos solicitar su apoyo, dado que somos alumnos de UNITEC y nos encontramos desarrollando el Trabajo de Tesis previo a obtener nuestro título de maestría en

Gestión de Operaciones y Logística.

Hemos seleccionado como tema **Reducción de los tiempos de espera promedio en cola de los clientes en el área de báscula de una empresa agroindustrial,** por lo que estaríamos muy agradecidos de contar con el apoyo de la empresa que usted representa para poder desarrollar nuestra investigación. En particular, dicha solicitud se circunscribe a petitionar que se nos autorice a realizar: **Todas las actividades concernientes para desarrollar la investigación donde se realizara observación del proceso, aplicación de encuestas y entrevistas al personal involucrado o que tienen una relación directa con el área de básculas.**

A la espera de su aprobación, me suscribo de Usted.

Atentamente,


Firma, nombre y apellidos
Edgar Hanoi Portillo

No. de cuenta: 22123019

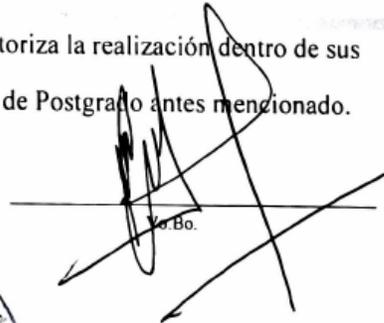


Firma, nombre y apellidos

No. de cuenta: 22013065

Por este medio, Cargill de Honduras S. de R.L. Autoriza la realización dentro de sus
(empresa / institución),
instalaciones el proyecto de investigación de Tesis de Postgrado antes mencionado.

José Alejandro Valdez
(Nombre y señas del Director / Gerente)


Bo.

