

**Universidad Técnica Nacional**

Carrera Licenciatura en Ingeniería de Procesos y Calidad

Proyecto de graduación

Modelo de distribución de órdenes por excepción para el mejoramiento de gestión de órdenes en  
Compañía de Tecnologías de Información, Costa Rica en el 2019.

Alumnos: Jose Gabriel Zumbado Sánchez y Julio León Guillén

Fecha: Mayo 2020

## **Dedicatoria**

Esta tesis es dedicada a nuestros padres:

Julio León:

A mi madre María Cecilia Guillén Ramírez, mi padre Julio León Chavarría y mi esposa Laura Ramírez Solís.

Gabriel Zumbado:

A mi madre María Guiselle Sánchez Ugalde, y mi padre Humberto Zumbado Rojas.

Así como hermanos, hermanas, y familia en general, quienes han estado presentes en nuestra vida y han estado pendientes de nuestro futuro, mostrando interés en nuestro desarrollo como futuros profesionales.

A todas las personas, amigos y amigas que nos dieron palabras de aliento y depositaron confianza en nuestro trabajo. Para todos ellos es esta dedicatoria, ya que sin su aporte no hubiera sido posible salir con todo lo propuesto.

## **Agradecimientos**

Queremos dar las gracias a las personas que han brindado su tiempo, disposición, sus conocimientos académicos, y su orientación profesional como lo son: nuestra lectora y mentora Ing. Katty Arce que nos guió al camino del éxito con sus consejos, observaciones, sus ánimos para poder ver los frutos que hoy palpamos; a nuestro tutor Ing. Andrés Jiménez, quien estuvo a lo largo de nuestra formación y que brindó las herramientas necesarias para alcanzar este objetivo propuesto.

A nuestros amigos que de alguna manera estuvieron involucrados en este camino, ya sea dándonos consejos, escuchándonos, o extendiéndonos la mano para ayudarnos, asimismo, a todas aquellas personas que estuvieron presentes; a todos ustedes ¡muchas gracias!

# Carta de aceptación del tutor

## CARTA TUTOR

Alajuela, 10 de abril del 2020

Dirección de Carrera  
Carrera Ingeniería de Procesos y Calidad  
Universidad Técnica Nacional

Los estudiantes José Gabriel Zumbado Sánchez cedula 2 0656 0327 y Julio León Guillén cedula 4-0184-0183, han presentado y aprobado el trabajo de investigación denominado "Modelo de distribución de órdenes por excepción para el mejoramiento de gestión de órdenes en Compañía de Tecnologías de Información, Costa Rica en el 2019", el cual han elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería de Procesos y Calidad.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

En virtud del trabajo realizado, se avala el proceso de tutoría.

Atentamente:

JESUS ANDRES  
JIMENEZ  
SEGURA (FIRMA)  
Firmado digitalmente por  
JESUS ANDRES JIMENEZ  
SEGURA (FIRMA)  
Fecha: 2020.06.26  
14:30:08 -06'00'

Ing. Andrés Jiménez Segura  
Código CFIA: IPC-30584  
Cedula: 2-0624-0752

## Carta de aceptación del lector

### CARTA LECTOR

Alajuela, 8 de julio del 2020

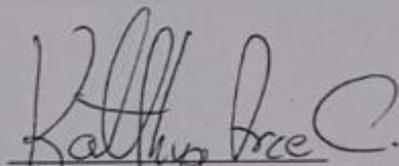
Dirección de Carrera  
Carrera Ingeniería de Procesos y Calidad  
Universidad Técnica Nacional

Los estudiantes José Gabriel Zumbado Sánchez cédula 2 0656 0327 y Julio León Guillén cédula 4 0184 0183, han presentado y aprobado el trabajo de investigación denominado: "Modelo de distribución de órdenes por excepción para el mejoramiento de gestión de órdenes en Compañía de Tecnologías de Información, Costa Rica en el 2019", el cual han elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería de Procesos y Calidad.

En mi calidad de lectora, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendación.

En virtud del trabajo realizado, se avala el proceso de tutoría.

Atentamente:



Ing. Katthya Arce C  
Cedula: 2-0526-0012

## Carta de aceptación de la filóloga

27 de junio del 2020.

Señores  
Universidad Técnica Nacional

Estimados señores

La suscrita Edith Raissa Pizarro Alfaro con cédula de identidad N° 401780133, profesional en Filología, hace constar que revisó el documento que lleva por tema **Modelo de distribución de órdenes por excepción para el mejoramiento de gestión de órdenes en Compañía de Tecnologías de Información, Costa Rica en el 2019**, de los estudiantes **Jose Gabriel Zumbado Sánchez** y **Julio León Guillén**, al cual se le aplicaron las revisiones y observaciones relacionadas con aspectos de construcción gramatical, ortografía, redacción, entre otros.

Dado lo anterior, certifico que el documento contiene las observaciones y correcciones solicitadas, quedando de conformidad con lo pactado.

Atentamente,

Firmado por EDITH RAISSA PIZARRO ALFARO (FIRMA)  
PERSONA FISICA, CPF-04-0178-0133. Fecha declarada: 27/06/2020 05:29 AM  
Esta representación visual no es una fuente de confianza, valide siempre la firma.

---

Licda. Edith Raissa Pizarro Alfaro  
Código del Colegio 35554

## Tabla de contenido

|   |    |
|---|----|
| <b>Dedicatoria</b> .....                        | 2  |
| <b>Agradecimientos</b> .....                    | 3  |
| <b>Carta de aceptación del tutor</b> .....      | 4  |
| <b>Carta de aceptación del lector</b> .....     | 5  |
| <b>Carta de aceptación de la filóloga</b> ..... | 6  |
| <b>Tabla de contenido</b> .....                 | 7  |
| <b>Tabla de figuras</b> .....                   | 11 |
| <b>Tabla de cuadros</b> .....                   | 13 |
| <b>Capítulo 1</b> .....                         | 14 |
| <b>1.1. Introducción y Propósito</b> .....      | 15 |
| <b>1.1.1 Descripción.</b> ....                  | 15 |
| <b>1.1.2 Antecedentes.</b> .....                | 16 |
| <b>1.2. Delimitación del tema.</b> .....        | 19 |
| <b>1.2.1 Delimitación espacial.</b> .....       | 19 |
| <b>1.3 Objetivo del estudio</b> .....           | 19 |
| <b>1.3.1 Sujeto de estudio.</b> .....           | 19 |
| <b>1.4 Planteamiento del problema</b> .....     | 19 |
| <b>1.5 Sistematización del problema</b> .....   | 20 |
| <b>1.6 Objetivos</b> .....                      | 21 |
| <b>1.6.1 Objetivo general</b> .....             | 21 |
| <b>1.6.2 Objetivos específicos</b> .....        | 21 |
| <b>1.7 Justificación</b> .....                  | 22 |
| <b>1.7.1 Práctica</b> .....                     | 22 |
| <b>1.7.2 Teórica</b> .....                      | 23 |
| <b>1.8 Alcances y Limitaciones</b> .....        | 24 |
| <b>1.8.1 Alcances</b> .....                     | 24 |
| <b>1.8.2 Limitaciones</b> .....                 | 25 |
| <b>Capítulo 2</b> .....                         | 26 |
| <b>2.1 Marco Situacional y Teórico</b> .....    | 27 |
| <b>2.1.1 Marco situacional.</b> .....           | 27 |

|   |    |
|---|----|
| 2.2 Marco teórico .....   | 32 |
| 2.2.1 Ingeniería.....   | 32 |
| 2.2.2 Gráfico de control.....                                       | 36 |
| 2.2.3 Lluvia de Ideas.....  | 37 |
| 2.2.4 Matriz de priorización.....                                   | 38 |
| 2.2.5 Análisis de Correlación de Pearson y prueba de hipótesis..... | 38 |
| 2.2.6 Mapeo de Procesos.....  | 39 |
| 2.2.7 Producción.....   | 40 |
| 2.2.8 Estrategias de Control.....                                   | 41 |
| 2.2.9 Gestión de pedidos .....                                      | 41 |
| 2.2.10 Simulación.....  | 42 |
| 2.2.11 Arena Software.....  | 42 |
| Capítulo 3.....   | 45 |
| 3.1 Marco metodológico.....   | 46 |
| 3.1.1 Definición del enfoque.....                                   | 46 |
| 3.1.1.1 Cuantitativo.....   | 46 |
| 3.1.2 Diseño de la investigación.....                               | 46 |
| 3.1.2.1 No experimental.....  | 47 |
| 3.1.2.2 Seccional.....  | 47 |
| 3.1.2.3 Longitudinal.....   | 48 |
| 3.2 Métodos de investigación.....                                   | 49 |
| 3.2.1 PHVA.....   | 49 |
| 3.2.2 Sintético.....  | 50 |
| 3.2.3 Deductivo.....  | 51 |
| 3.2.4 De campo.....   | 51 |
| 3.3 Tipo de investigación .....                                     | 52 |
| 3.3.1 Descriptiva.....  | 52 |
| 3.3.2 Exploratoria.....   | 52 |
| 3.3.3 Nomotética.....   | 52 |
| 3.4 Sujetos y fuentes de información .....                          | 53 |
| 3.4.1 Fuentes primarias.....  | 53 |
| 3.4.2 Fuentes secundarias.....                                      | 54 |
| 3.4.3 Población, y censo.....                                       | 54 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| 3.4.3.1    | <i>Población.</i>   | 54  |
| 3.4.3.2    | <i>Censo.</i>   | 55  |
| 3.4.4      | <b>Instrumentos y técnicas de investigación.</b>  | 56  |
| 3.4.4.1    | <i>Técnicas de los instrumentos.</i>  | 56  |
| 3.4.5      | <b>Confiabilidad y validez.</b>   | 57  |
| 3.4.5.1    | <i>Confiabilidad.</i>   | 57  |
| 3.4.5.2    | <i>Validez.</i>   | 57  |
| 3.4.5.3    | <i>De contenido.</i>  | 58  |
| 3.4.5.4    | <i>De Constructo.</i>   | 58  |
| 3.4.6      | <b>Operabilización de variables.</b>  | 59  |
| 3.4.6.1    | <i>Primera variable: puntos de mejora en el departamento de pedidos de refacciones.</i> | 59  |
| 3.4.6.2    | <i>Segunda variable: análisis de factores internos y externos.</i>                      | 61  |
| 3.4.6.3    | <i>Tercera variable: un modelo por medio de la simulación de órdenes.</i>               | 63  |
| Capítulo 4 | <b>(Análisis de Datos)</b>  | 65  |
| 4.1        | <b>Diagnóstico de la Situación Actual</b>   | 66  |
| 4.1.1      | <b>Análisis de SIPOC.</b>   | 66  |
| 4.1.2      | <b>Levantamiento de datos del departamento.</b>   | 68  |
| 4.1.3      | <b>Mapeo de Procesos.</b>   | 73  |
| 4.2        | <b>Planteamiento del problema</b>   | 75  |
| 4.2.1      | <b>Diagrama Ishikawa.</b>   | 75  |
| 4.3        | <b>Análisis de la causa: Incremento de volumen en horas críticas.</b>                   | 81  |
| 4.3.1      | <b>Histórico de volúmenes de órdenes recibidas.</b>                                     | 81  |
| 4.3.2      | <b>Análisis de arribo de órdenes por turno.</b>   | 82  |
| 4.4        | <b>Análisis de la causa: Atrasos en respuesta.</b>                                      | 85  |
| 4.4.1      | <b>Análisis de resultados por turno.</b>  | 85  |
| 4.4.1.1    | <i>Cantidad de tiquetes perdidos en promedio.</i>                                       | 93  |
| 4.4.2      | <b>Análisis de correlación.</b>   | 95  |
| 4.4.3      | <b>Análisis de la causa: Análisis de distribución de la carga de trabajo.</b>           | 98  |
| 4.3.4      | <b>Resumen de Análisis</b>  | 103 |
| Capítulo 5 | <b>(Propuestas)</b>   | 107 |
| 5.1        | <b>Desarrollo de las Propuestas</b>   | 108 |
| 5.1.1      | <b>Definición del modelo.</b>   | 108 |
| 5.1.2      | <b>Modelo Conceptual.</b>   | 109 |

|                |  |     |
|----------------|--|-----|
| <b>5.1.3</b>   | <b>Situación Actual.</b> .....   | 111 |
| <b>5.1.4</b>   | <b>Etapa de programación.</b> .....  | 112 |
| <b>5.1.5</b>   | <b>Análisis de resultados de la simulación de la situación actual.</b> ..... | 119 |
| <b>5.1.4</b>   | <b>Propuesta de Modelo.</b> .....  | 125 |
| <b>5.1.4.1</b> | <i>Herramientas propuestas.</i> .....  | 125 |
| <b>5.1.4.2</b> | <i>Modelado: Etapa de programación.</i> .....                                | 127 |
| <b>5.2</b>     | <b>Análisis de resultados de la simulación</b> .....                         | 134 |
| <b>5.3</b>     | <b>Análisis Económico de las Propuestas</b> .....                            | 141 |
| <b>5.2.1</b>   | <b>Inversión inicial.</b> .....  | 141 |
| <b>5.2.2</b>   | <b>Costo de Horas Extras.</b> .....  | 144 |
| <b>5.2.3</b>   | <b>Análisis Costo Beneficio.</b> .....                                       | 147 |
| <b>5.2.4</b>   | <b>Análisis de Tasa Interna de Retorno (TIR).</b> .....                      | 149 |
|                | <b>Conclusiones</b> .....  | 151 |
|                | <b>Recomendaciones</b> .....   | 154 |
|                | <b>Anexos</b> .....  | 156 |
|                | <b>Bibliografía</b> .....  | 165 |

## Tabla de figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1 SIPOC.....   | 67  |
| Figura 2 Diagrama de procesos.....                                | 73  |
| Figura 3 Diagrama de Ishikawa .....                               | 76  |
| Figura 4 Histórico de volúmenes .....                             | 82  |
| Figura 5 Distribución de volúmenes por turno .....                | 83  |
| Figura 6 Volúmenes de órdenes mensuales .....                     | 84  |
| Figura 7 Volumen de órdenes mensual por día.....                  | 85  |
| Figura 8 Cumplimiento índices de control para 15 min.....         | 88  |
| Figura 9 Cumplimiento índices de control para 240 min.....        | 89  |
| Figura 10 Cumplimiento índices de control para 240 min.....       | 89  |
| Figura 11 Tiempo de respuesta -Contrato 15 min.....               | 91  |
| Figura 12 Tiempos de respuesta - Contrato 45 min .....            | 92  |
| Figura 13 Tiempo de respuesta - Contrato 240 min.....             | 93  |
| Figura 14 Volumen de órdenes perdidas.....                        | 94  |
| Figura 15 Órdenes perdidas por día.....                           | 95  |
| Figura 16 Correlación de Pearson.....                             | 96  |
| Figura 17 Correlación de personas.....                            | 97  |
| Figura 18 Órdenes procesadas - Turno Mañana .....                 | 99  |
| Figura 19 Órdenes procesadas - Turno Tarde.....                   | 100 |
| Figura 20 Órdenes procesadas - Turno Noche.....                   | 102 |
| Figura 21 Flujo del modelo actual .....                           | 112 |
| Figura 22 Distribución de arribo - Contrato 15 min .....          | 113 |
| Figura 23 Distribución de arribo - Contrato 45 min .....          | 113 |
| Figura 24 Distribución de arribo - Contrato 240 min .....         | 113 |
| Figura 25 Tabla de distribución de arribos .....                  | 113 |
| Figura 26 Creación y asignación de recepción de órdenes .....     | 114 |
| Figura 27 Figura de decisión.....                                 | 115 |
| Figura 28 Figura de decisión por contrato .....                   | 115 |
| Figura 29 Distribución de agentes modelo actual .....             | 116 |
| Figura 30 Cantidad de personal y órdenes procesadas.....          | 117 |
| Figura 31 Programación de procesamiento de órdenes por hora ..... | 118 |
| Figura 32 Programación de corrida.....                            | 119 |
| Figura 33 Análisis de recursos .....                              | 120 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 34 Réplica 1 - Simulación del Antes .....                             | 122 |
| Figura 35 Análisis de varianza Modelo Actual vs Modelo Actual Simulado ..... | 124 |
| Figura 36 Herramienta - Cantidad de personal necesario .....                 | 127 |
| Figura 37 Modelo propuesto- Distribución de órdenes.....                     | 128 |
| Figura 38 Propuesta - Horario de almuerzo .....                              | 129 |
| Figura 39 Personal recomendado disponible .....                              | 130 |
| Figura 40 Entrada de órdenes.....  | 131 |
| Figura 41 Programación de procesamiento de órdenes por hora .....            | 132 |
| Figura 42 Distribución de agentes .....                                      | 133 |
| Figura 43 Réplica 1 - Simulación del después .....                           | 134 |
| Figura 44 Análisis de varianza Modelo Actual vs Propuesta .....              | 137 |
| Figura 45 Resultado de una réplica para Utilización .....                    | 138 |
| Figura 46 Resumen Productividades Simulación .....                           | 140 |
| Figura 47 Cantidad de órdenes no procesadas por corrida .....                | 145 |
| Figura 48 Comparativo de modelos .....                                       | 147 |

## Tabla de cuadros

|  |     |
|--|-----|
| Cuadro 1 Hoja de Verificación .....                                    | 70  |
| Cuadro 3 Criterios de evaluación Ishikawa .....                        | 78  |
| Cuadro 4 Análisis estadístico - Turno Mañana .....                     | 86  |
| Cuadro 5 Análisis estadístico - Turno Tarde .....                      | 87  |
| Cuadro 6 Análisis estadístico - Turno Noche .....                      | 87  |
| Cuadro 7 Resumen estadísticos - Promedios de turnos .....              | 90  |
| Cuadro 8 Resumen – Análisis de Correlación .....                       | 98  |
| Cuadro 9 Análisis estadístico .....                                    | 99  |
| Cuadro 10 Análisis estadístico .....                                   | 101 |
| Cuadro 11 Análisis estadístico .....                                   | 102 |
| Cuadro 12 Resumen Resultados .....                                     | 104 |
| Cuadro 13 Análisis causas y soluciones .....                           | 109 |
| Cuadro 14 Áreas de enfoque para el modelado .....                      | 110 |
| Cuadro 15 Resumen detallado de recursos .....                          | 121 |
| Cuadro 16 Resultado de ICDs simulados .....                            | 123 |
| Cuadro 17 Modelo aritmético para establecer cantidad de recursos ..... | 128 |
| Cuadro 18 Resultados de ICD para simulación 173 réplicas .....         | 136 |
| Cuadro 19 Resultados Utilización de Agentes Modelo Propuesto .....     | 139 |
| Cuadro 20 Resumen de porcentajes de variación de productividades ..... | 140 |
| Cuadro 21 Desglose costos iniciales .....                              | 143 |
| Cuadro 22 Desglose costos fijos mensuales .....                        | 144 |
| Cuadro 23 Comparativa de órdenes no contestadas a tiempo .....         | 146 |
| Cuadro 24 Análisis Beneficio Costo .....                               | 148 |
| Cuadro 25 Tabla resumen TRMAR .....                                    | 149 |
| Cuadro 26 Cálculo de la TIR y VAN .....                                | 150 |

## Capítulo 1

## **1.1. Introducción y Propósito**

### **1.1.1 Descripción.**

En el dinamismo que enfrentan las empresas es importante fomentar la creación de valor, mejora continua, el establecimiento de mejores prácticas y optimización de procesos, es por esto que en esta investigación se presenta un análisis integral del proceso de recepción de órdenes de refracción.

La Compañía de Tecnologías de Información dentro de su portafolio de servicios se encuentra ofrecer el reemplazo de partes para los equipos adquiridos por el cliente en caso de un eventual fallo, debido a que en algunas ocasiones los repuestos que no se encuentran disponibles de acuerdo con el contrato, deben ser gestionados por un equipo de pedidos, el cual llenan la orden siguiendo sus procedimientos.

El presente proyecto describe el modelo de distribución de órdenes vigente para atender las requerimientos recibidos por el cliente, se busca un modelo de distribución de recepción por excepción de órdenes optimizado ya que el actual genera no conformidades, por lo que se desea realizar una investigación que determine las áreas de mejora con respecto a la gestión, la recepción y la distribución de cargas de trabajo. Así lo menciona Singer (2018), Donoso y Schenller-Wolf en su artículo, donde los modelos también ayudan a mejorar la calidad del servicio, informando al cliente cuánto es ese tiempo estimado de espera para llegar a ser atendido y que su pedido sea procesado.

El proyecto se desarrolla en dos etapas las cuales son: Capítulo 1 en donde se brinda la descripción y objetivos además del Capítulo 2 y 3 los cuales desarrollan el marco teórico y metodológico utilizado, Capítulo 4 el cual comprende una fase de análisis de datos, evaluando la situación actual del departamento en donde se desenvuelve la investigación, y el Capítulo 5

donde se entregan diferentes propuestas con el fin de optimizar las áreas de mejora identificadas durante la etapa de diagnóstico.

### **1.1.2 Antecedentes.**

Compañía de Tecnologías de Información (CTI SA) es una empresa multinacional que cuenta con diversas organizaciones tales como: tecnologías de información, sistemas de redes, desarrollo de software, y servicios de logística. El departamento de pedidos de la compañía CTI SA Costa Rica es parte de la organización de servicios de logística y cuenta con una serie de desafíos ya que el departamento se está integrando a una operación global, donde la información debe ser compartida y estandarizada con el resto de los países de las regiones de Europa y Asia (CTI SA, 2018).

El departamento brinda un servicio de 24 horas al día y 7 días a la semana, y cuenta con un personal de 26 personas distribuidos en tres turnos y el 46.00% de los mismos están tercerizados (CTI SA, 2018). El departamento recibe en promedio 11000 requerimientos de órdenes al mes, las cuales utilizan una herramienta que distribuye los pedidos de acuerdo con una serie de variables como lo es el contrato y la criticidad del mismo.

Los colaboradores encargados de la operación realizan un análisis para solucionar cada uno de los casos, ya que en muchas ocasiones son particulares; de esta manera tomar las decisiones más adecuadas en las cuales no se vea afectada la satisfacción del cliente (CTI SA, 2018). El departamento no cuenta con una meta de producción diaria de transacciones para los colaboradores, por lo que no se les puede exigir una cantidad mínima o máxima de transacciones y se presentan brechas de producción muy notables de hasta un 49.52% entre colaboradores del mismo turno al final de mes (CTI SA, 2018).

El departamento de calidad no ha encontrado desviaciones dentro del proceso por lo que el foco del proyecto son los indicadores clave que miden la velocidad del tiempo de respuesta, ya que este es el indicador, dentro del departamento, que está sufriendo problemas pues no se está llegando a la meta.

### ***1.1.3.1 Antecedentes de campo.***

La empresa utiliza una serie de indicadores el departamento de pedidos cuenta con una serie de indicadores ya establecidos que le ayudan a medir la eficiencia de sus procesos clave, como es el tiempo de respuesta por contrato una vez se haya recibido el pedido en el departamento. Los tiempos de respuesta que podemos mencionar son los siguientes: contratos con tiempo de respuesta de cuatro horas, contrato con tiempo de respuesta de 45 min, y contratos urgentes con tiempo de respuesta de 15 min. (CTI SA, 2018)

Para poder ubicarse dentro de los parámetros aceptados el departamento tiene que cumplir con un 90.00% o más de pedidos atendidos dentro de los tiempos que se mencionan anteriormente. En cuanto al sistema de gestión de la calidad, el departamento cuenta con un departamento el cual realiza un muestreo total mensual de 203 transacciones, utilizando los siguientes parámetros, con un nivel de confianza de 85.00% y un margen de error del 5.00%.

Existe un departamento de calidad encargado de mensualmente evaluar las áreas de oportunidad encontradas donde se crean acciones correctivas como preventivas de ser necesario, y se trabaja muy de cerca con el dueño del proceso para brindarle retroalimentación como parte de la mejora continua (CTI SA, 2018).

## **1.2. Delimitación del tema.**

### **1.2.1 Delimitación espacial.**

La presente investigación se realiza en CTI SA, Heredia, Costa Rica.

#### ***1.2.1.1 Delimitación temporal.***

La parte investigativa da como inicio el año 2019 y la propuesta a partir del año 2020

Por lo anterior el título de trabajo es:

Modelo de distribución de órdenes por excepción para el mejoramiento de proceso en Compañía de Tecnologías de Información, Costa Rica en el 2019

## **1.3 Objetivo del estudio**

Realizar una propuesta de un modelo de distribución de órdenes por excepción para el mejoramiento de proceso de órdenes de refacciones donde se aborda temas en las áreas de mejora con respecto a la gestión y la recepción de órdenes, y la distribución de cargas de trabajo. Además, utiliza herramientas de ingeniería industrial que facilitan la evaluación del estado actual del departamento.

### **1.3.1 Sujeto de estudio.**

El proceso de distribución de órdenes por excepción en CTI SA

## **1.4 Planteamiento del problema**

- ¿Existe un modelo de distribución de órdenes por excepción en CTI SA, Heredia Costa Rica 2019?

## 1.5 Sistematización del problema

Para comprender el estado y el flujo actual del proceso en la distribución de las órdenes recibidas en el Departamento de Pedidos de refacciones es importante mapear dicho proceso para tener una visión clara de cómo se gestionan órdenes, con el fin de establecer los puntos de mejora.

- ¿Cuál es mapeo del proceso en la distribución de órdenes por excepción para la elaboración del diagnóstico con la finalidad de la identificación de los puntos de mejora en Departamento de Pedidos de refacciones de CTI SA, Costa Rica en el 2019?

Se proyecta que una vez sean identificados los puntos de mejora dentro de la operación descrita, se realiza un análisis causa y efecto que ayude a identificar todas aquellas causas que afecten negativamente los indicadores de desempeño del departamento.

- ¿Cuál es el análisis de causa y efecto de los factores internos y externos que afectan los indicadores clave de desempeño por medio de herramientas de calidad para la identificación de las causas principales?

Una vez se hayan respondido las preguntas anteriores, se propone un modelo de distribución de órdenes a través de simulación, que permita la mejora del proceso de acuerdo con las necesidades de la operación.

- ¿Cuál es el modelo simulado de distribución de órdenes que mejora el proceso y se refleja en la proyección del ahorro económico? ?

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Proponer un modelo de estandarización para órdenes de refacciones y determinación de mejoras en la gestión de órdenes logrando así una proyección del ahorro económico en el Departamento de Pedidos de refacciones de CTI SA, Costa Rica en el 2019.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- Realizar un mapeo del proceso en la distribución de órdenes por excepción para la elaboración del diagnóstico con la finalidad de la identificación de los puntos de mejora en Departamento de Pedidos de refacciones de CTI SA, Costa Rica en el 2019.
- Elaborar un análisis de causa y efecto de los factores internos y externos que afectan los indicadores clave de desempeño por medio de herramientas de calidad para la identificación de las causas principales.
- Proponer un modelo por medio de la simulación de distribución de órdenes por excepción, logrando así la mejora del proceso que se verá reflejado en la proyección del ahorro económico como en los indicadores de desempeño.

## **1.7 Justificación**

### **1.7.1 Práctica**

En la actualidad las empresas están enfocadas en el mejoramiento en cuestión de la respuesta al cliente interno ya que cada atraso en la respuesta óptima genera gastos millonarios además de atrasos en la cadena de suministro, por lo que la empresa asume pagos de horas extras para agilizar las respuestas. En los sistemas informáticos la velocidad de respuesta a los requerimientos es de vital importancia ya que cada segundo que se encuentra un equipo apagado repercute financieramente en la operatividad de la empresa.

La empresa CTI SA presenta inconsistencias en el procesamiento de órdenes de refracción que se refleja en la cadena de suministros. Cuando una orden no se puede contestar a tiempo, produce atrasos en los tiempos de entrega, tiempos de procesamiento, empaque de las refracciones, despacho de ingenieros para la reparación etc, para las empresas de tecnología de información cada minuto es realmente valioso ya que los clientes cuentan con que sus equipos estén trabajando para poder continuar con sus operaciones. El equipo investigador aborda los temas descritos anteriormente para suministrar las propuestas de mejora más adecuadas de acuerdo con la dinámica del departamento, ya que de acuerdo con el gerente de operaciones presentan algunos retos con respecto a las cargas de trabajo, reducción de tiempos de espera, mejores distribuciones de horarios de trabajo así como hacer una análisis de la demanda para una mejora distribución del personal.

Es por esto que el proyecto tiene relevancia para la empresa ya que un mejoramiento en el modelo de distribución de órdenes repercutirá positivamente en los tiempos de respuesta.

Además el proyecto tiene trascendencia a nivel financiero ya que debido a los atrasos en los tiempos de respuesta la empresa recurre a pagos en horas extras por un monto aproximado de ¢ 1300000 mensual, además los indicadores de tiempos de respuesta reflejan resultados fuera de los parámetros establecidos por el departamento.

Dados los datos anteriores el enfoque práctico de este proyecto está dirigido a buscar ahorros para la empresa y eliminar pérdidas innecesarias por falta de un modelo estandarizado de gestión de órdenes.

### **1.7.2 Teórica**

La gestión de procesos según Maldonado (2011) va de la mano con la administración funcional, donde se le asigna un encargado o bien un "dueño" a los procesos que son claves en la organización, creando una gestión internacional generadora de valor para el cliente y como resultado busca su satisfacción.

Esto ayuda a determinar qué procesos tienen áreas de mejora o bien necesitan un rediseño, establece prioridades y brinda retroalimentación para crear acciones correctivas, preventivas y planes de mejora continúa que permitan alcanzar objetivos establecidos. Da una mejor visión de la forma en la que están configurados los procesos de negocio, sus fortalezas y debilidades.

Asimismo, la Ingeniería Industrial de acuerdo con el Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología de Estados Unidos de América es el conjunto de conocimientos de matemáticas y ciencias naturales, que se obtienen a través de experiencia y práctica, se pueden utilizar de acuerdo con un criterio de experto de diversas maneras como económica, las fuerzas,

y los materiales de la naturaleza con beneficio a la humanidad. Por lo tanto, la ingeniería no es una ciencia sino una aplicación de la ciencia (Baca, 2014).

Con base en las teorías anteriores de gestión de procesos, administración, mejora continua e ingeniería industrial, el trabajo se justifica teóricamente.

## **1.8 Alcances y Limitaciones**

### **1.8.1 Alcances**

1.8.1.1 El alcance del proyecto es explicativo ya que según Sampieri, Fernández y Baptista (2014), se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o el por qué se relacionan dos o más variables.

1.8.1.2 El proyecto está enfocado en las actividades relacionadas con la gestión, recepción y procesamiento de órdenes del Departamento de Pedidos de Refacciones en la compañía CTI SA ubicado en Costa Rica.

1.8.1.3 El Departamento de Pedidos de Refacciones cuenta con una cartera de servicios muy diversificada que brinda soporte a todo el continente Americano, por lo que se concentra solamente en la gestión, recepción y procesamiento de pedidos sin inventario, el cual cuenta con una gran cantidad de volumen de trabajo y genera mayor impacto en el departamento.

## 1.8.2 Limitaciones

- La disposición del departamento es brindar y colaborar con la recopilación de información e implementar las mejoras que se consideren necesarias.
- Por políticas de confidencialidad de datos la empresa delimita que estos no sean los reales y que se trabajen con proyecciones y alteraciones de los datos.
- El nombre de la compañía se coloca con el pseudónimo CTI SA, con motivos de guardar la confidencialidad de los datos. Tanto el tutor, el lector como el tribunal de trabajo final de graduación cuentan con el nombre real de la empresa donde se desarrolla el presente trabajo.
- La información compartida es de carácter confidencial por lo que los datos suministrados por la empresa CTI SA no pueden ser compartidos ni publicados por la Universidad Técnica Nacional, de lo contrario la empresa no facilita la información para el desarrollo del proyecto.
- La gestión de la operación del Departamento de Pedidos de Refacciones es global, por lo que existen otros departamentos similares en otros países con diferentes usos horarios, por lo que no están disponibles en las horas laborales de Costa Rica, es por ello que el estudio se enfoca solamente en el departamento ubicado en Costa Rica, ya que se cuenta con mayor facilidad de acceso a la información.
- El Departamento de Pedidos de Refacciones al contar con una cartera de servicios tan diversificada, solo se puede enfocar en la gestión, recepción y procesamiento de pedidos sin inventario, ya que los demás procesos cuentan con menor volumen de trabajo y no son parte del enfoque principal del departamento.

## Capítulo 2

## **2.1 Marco Situacional y Teórico**

### **2.1.1 Marco situacional.**

#### ***2.1.1.1 Historia de CTI SA.***

La historia de Compañía de Tecnologías de Información se remonta a 1947 cuando dos emprendedores revolucionan el mundo de tecnologías de información, su inventiva e incorporación a diversos mercados establece lo que hoy se conoce como una de las empresas más grandes del mercado de tecnologías de información.

CTI SA ha transcurrido por una serie de cambios en la última década los cuales incluyen algunas adquisiciones. Desde su principio se conoce como la empresa líder en computadoras personales, impresoras y cartuchos, además de servidores. La empresa atravesó por diversos cambios hasta por fin convertirse en una de las principales compañías de tecnología e información incluyendo servicios tales como: IT, Redes, Servicios, cadena de suministros, reparación y mantenimiento.

#### ***2.1.1.2 Silicon Valley y revolución.***

En los años 70's se tiene un gran dinamismo empresarial en el espacio geográfico que abarca la parte sur de la bahía de San Francisco, más concretamente el Valle de Santa Clara, pero está muy asociada con Palo Alto y Menlo Park, a esta área se le denomina "Silicon Valley" el cual fue una denominación periodística de esa época por Don Hoeffler editor de Electronic News.

La Universidad de Standford es una parte importante en la conformación de este espacio en Palo Alto, la cual promueve una forma de pensamiento de trabajo, que está dirigida a la investigación científica y empresarial. Las sinergias de Silicon Valley y Standford permiten que se favorezca la creatividad y se promueva un entorno industrial único en el mundo.

Gracias al apoyo que brinda la universidad en el año 1909 Charles Herrold realiza la primera transmisión comercial de radio del mundo, luego para el año 1911 Cyril Edwel funda la Federal Telegraph Company, para los años 30 los dos emprendedores crean su empresa CTI SA, fabricando osciladores de audio. Ya para este periodo Palo Alto se convierte como el lugar de las innovaciones electrónicas de la costa oeste de los Estado Unidos. (Larsen y Rogers, 1986)

Y con el paso de los años, y la expansión de la computación personal e internet se multiplica la creación de compañías como Apple Computer, Adobe System, Cisco, Google, Yahoo, entre muchas otras más.

#### ***2.1.1.3 Establecimiento de operaciones en Costa Rica.***

CTI SA Costa Rica inicia operaciones en el 2003 con el establecimiento de un call center y en menos de 10 años la operación se expande, convirtiéndose en un centro global de servicios.

En el contexto actual CTI SA cuenta con más de 1000 colaboradores en diferentes áreas de tecnologías de información tales como: cadena de suministros, operaciones globales, además de diversos centros de servicios y operaciones de apoyo. (El Financiero, 2013)

#### ***2.1.1.4 Negocios actuales.***

Desde Costa Rica, CTI SA brinda servicios en las áreas de Finanzas, Cadena de Suministros, Investigación y Desarrollo, brinda además Soporte global a nivel operativo e infraestructura. La empresa atiende a clientes internos y externos en todo el mundo, especialmente, en Estados Unidos, Europa. Como parte de su desarrollo de negocio en el país la empresa pretende expandir sus operaciones en el país (CTI SA, 2018).

#### ***2.1.1.5 Departamento de cadena de suministro.***

CTI SA al ser una empresa de tecnologías de información, en su portafolio de negocios vende diversos contratos y garantías para los servidores y soluciones que vende. Es por esto que surge la necesidad del establecimiento de una cadena de suministro que permita gestionar la logística de los repuestos, además de almacenamiento de refracciones. Cada contrato tiene diversos niveles de servicio, y tiempos de respuesta. Esto se debe al dinamismo del negocio que tiene una empresa de tecnologías de información donde cada segundo cuenta, por lo que mantener el repuesto adecuado en el lugar correcto es de suma importancia, (CTI SA, 2018).

#### ***2.1.1.6 Campo de acción.***

La cadena de suministro presenta diversas bodegas conocidas como centros de distribución quienes satisfacen la demanda para el mismo día, seguidamente están las bodegas del día siguiente que son tres y están ubicadas en diversas localidades de Estados Unidos, estas bodegas entregan generalmente al día siguiente antes de las 10:30. Las bodegas para el mismo día pueden entregar en 30 minutos. La solicitud de estas refracciones las realiza un equipo técnico quien después de realizar una serie de pasos técnicos, envía el requerimiento al departamento de cadena de suministro el cual está encargado de realizar el envío de los repuestos de acuerdo con la solicitud del cliente (CTI SA, 2018).

#### ***2.1.1.7 Estrategias de suministro.***

La cadena de suministro presenta diversas formas para entregar los repuestos. Estos son transportados utilizando empresas tercerizados tales como UPS, Fedex, además de empresas de paquetería minorista, cada transacción es gestionada por medio de la herramienta SAP la cual por medio de mensajes a servidores interconecta el departamento de cadena de suministro con el proveedor de servicios.

Las estrategias de suministro de CTI SA en Estados Unidos tiene 300 bodegas de repuestos para abastecer los contratos de refracción. Existe una herramienta de procesamiento de órdenes la cual realiza cálculos estimados con respecto al contrato y el tiempo de respuesta, si alguno de los repuestos no puede ser entregado en tiempo el sistema genera una elevación del problema al departamento de aprovisionamiento, este se encarga de realizar una búsqueda manual (CTI SA).

#### ***2.1.1.8 Departamento de Pedidos de Refracciones.***

Este proyecto se desarrolla en el departamento de pedidos de refracciones, este se encarga de recibir los requerimientos de repuestos que no pudieron ser procesados por el sistema automático. Estos requerimientos son procesados y distribuidos por medio de una herramienta de gestión llamada Queuetool, esta herramienta distribuye las órdenes entre los agentes de servicio, dichos agentes se encargan de establecer una búsqueda manual del repuesto con el fin de satisfacer los requerimientos de cliente ya sea para mismo día o el día siguiente. Una vez que el repuesto es encontrado, el agente procede a realizar cambios en la herramienta SAP. El proceso consta de pasos lógicos para la liberación de los pedidos, una vez se terminan los mismos, las órdenes son empacadas en la bodega y luego despachadas. Los repuestos en algunas ocasiones son transportados al lugar del requerimiento o bien se quedan en espera a ser llenados, en el futuro, debido a falta de stock.

La principal misión del departamento de pedidos es brindar un tiempo estimado de entrega, en el lugar correcto y en el momento correcto a todas aquellas órdenes que por alguna razón el sistema no encuentra la refacción disponible, y así entregar al cliente claridad del tiempo que el repuesto llegará a su destino. Esto es fundamental para volver a traer en funcionamiento el servidor o equipo que se encuentra sin funcionar o con problemas.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Ingeniería.**

El ser humano por su naturaleza aprende a ser ingeniero debido a sus múltiples necesidades o ambiciones que quiere alcanzar, un ejemplo son las pirámides de Egipto, México o los grandes monumentos de Roma hace miles de años.

Antes de que sucediera la Revolución Industrial, la producción era a muy pequeña escala, se contaba con mercados limitados, insumos artesanales y una tecnología muy rudimentaria. Para el año 1775, James Watt inventa la primera máquina de vapor junto con otra serie de pequeños inventos y se desarrolla la industria textil. (San Juan, 1993) esto fue un gran salto en el desarrollo industrial generando una gran producción en poco tiempo y trasladando la fuerza humana a la fuerza industrial, generando eficiencias y saltos gigantes hasta lo que hoy conocemos como la era actual.

La ingeniería industrial busca la manera de cómo mejorar los sistemas de una organización para que de esta forma se pueda aumentar la eficiencia y la eficacia con el fin de ser una organización más productiva. Así lo expone Vaughn (1988) donde indica que la ingeniería industrial se preocupa por el diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados por personas, materiales, equipos y energía, usando su conocimiento y técnicas especializadas para así especificar, predecir y evaluar resultados que se obtendrán en dichos sistemas (p.28).

Para efectos de esta investigación se desarrolla en el área de la Ingeniería Industrial partiendo como fin único encontrar las debidas soluciones a los problemas planteados, su principal objetivo es el aumento de la eficiencia y eficacia de los servicios y procesos en estudio a través de herramientas ingenieriles que apoyan al entendimiento y estado actual del departamento.

### **2.2.1.1 Pareto.**

El principio de Pareto es una herramienta muy poderosa para priorizar los problemas que se identifican durante un estudio, la aplicación de la herramienta en este proyecto, ayuda a concentrarse en lo que realmente genere un impacto en el departamento, por medio de la relación 80-20 se puede identificar que el 20% de las causas generan el 80% de los efectos, así lo establece Delers (2016) “El 80% de los efectos son producto del 20% de las causas, esta proporción permite identificar rápidamente la parte esencial de una actividad”

Aplica en el proyecto debido a que, al utilizar la herramienta una brinda una mayor visibilidad del enfoque que se le tiene que dar, a los aspectos positivos y las oportunidades de mejora que se logren identificar en el desarrollo del proyecto.

En la determinación de los aspectos vitales por ser trabajados y diferenciar a través de la frecuencia acumulada los puntos identificados, con el fin de atacar el 80% de los problemas.

### **2.2.1.2 Ishikawa.**

El diagrama de Ishikawa es una herramienta que, de manera gráfica ayuda a identificar las causas y de forma estratificada las relaciones causa y efecto de un problema en concreto (de Saeger, 2016)

La aplicación de esta herramienta, y conociendo el problema por tratar en este proyecto, ayuda a identificar cuáles son esas causas principales y secundarias que pueden estar afectando la estandarización en el proceso de escalación, y de esta manera no se omite ninguna causa y adicionalmente puede brindar los elementos necesarios para las posibles soluciones, y de la mano de las 5Ms las cuales son:

- *Máquina.*

- *Método.*
- *Mano de obra.*
- *Medio ambiente.*
- *Materia prima.*

De la misma manera existen criterios necesarios para poder evaluar cada una de las causas encontradas luego de realizar el Ishikawa, para ello es necesario tener el apoyo de los expertos en las diferentes áreas que están involucrados en el proceso en estudio, ya que las posibles soluciones que se lleguen a plantear debido al impacto de las causas raíces son ellos los que pueden decir desde su punto de vista si son realmente importantes. Martínez, I. (2018) *Diagrama de Ishikawa - Encontrando la causa raíz Paso 2 - Criterios de evaluación.*

Los criterios que se usan para evaluar cada una de las causas son las siguientes:

1. ¿Es un factor que lleva al problema?: esta pregunta ayuda a entender si esa causa es un factor que después de cierto tiempo genere el problema.
2. Esto ¿ocasiona directamente el problema?: aquí se puede identificar si es un factor que con el tiempo genera el problema, o es un factor que provoca el problema en ese momento justo.
3. Si esto es eliminado ¿se corregiría el problema?: puede que en muchas ocasiones el factor al ser eliminado, minimiza el problema, pero no lo elimina del todo, que es a lo que se quiere llegar.
4. ¿Se puede plantear una solución factible?: ya que el dinero es un recurso limitado, este factor se tiene que tomar en consideración, puede que la solución no es un factible
5. ¿Se puede medir si la solución funcionó?: se necesita tener un criterio de medición, el cual ayude a identificar si las posibles soluciones planteadas al problema ayudan a eliminarlo.

6. ¿La solución es de bajo costo?: puede que existan varias soluciones con el mismo impacto, pero el costo es un factor por el que ayude a decidir y sea el de menos costo el que se elija.

Los criterios anteriores se pueden reducir de la siguiente manera para colocarlos en un cuadro y con más facilidad se puedan evaluar cada uno de las causas identificadas:

1. ¿Es un factor?
2. ¿Causa directa?
3. ¿Solución directa?
4. ¿Solución factible?
5. ¿Es medible?
6. ¿Bajo costo?

Para cada una de las causas se plantean diferentes soluciones reales, por lo que se necesita la ayuda del equipo multidisciplinario del departamento para crearlas y con la ayuda de los criterios se evalúan cada una de ellas. A continuación se presenta la tabla que se puede utilizar para dicho propósito.

*Tabla de criterios*

| Causas         | Soluciones | Criterios |  |  |  |  |  | Totales |
|----------------|------------|-----------|--|--|--|--|--|---------|
| Máquina        |            |           |  |  |  |  |  |         |
| Método         |            |           |  |  |  |  |  |         |
| Mano de obra   |            |           |  |  |  |  |  |         |
| Medio ambiente |            |           |  |  |  |  |  |         |

|               |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Materia prima |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|

*Fuente: Iván Martínez*

Para conocer cuáles de los criterios tienen mayor impacto, cada una de ellas se le va a dar una calificación o bien un peso que va de 1 a 3, donde 1 es poco impacto, 2 medio impacto y 3 mayor impacto, se realizan las 6 preguntas a cada una de las soluciones, se clasifican y al final en la columna “total” se suma cada una de ellas y de esa manera se conoce cuál es la solución más factible de todas planteadas Martínez, I. (2018) *Diagrama de Ishikawa - Encontrando la causa raíz Paso 4 - Análisis final*.

Aplica el proyecto ya que brinda por medio de familias concretas detectar la causa raíz del problema, la aplicación de esta herramienta en el área de servicios puede variar o bien modificarse alguna de ellas dependiendo de la necesidad en el momento que se aplique.

Estos conocidos desperdicios presentan las mayores oportunidades y los costos más grandes en cualquier ambiente productivo por lo que es necesario determinarlos y categorizarlos.

### **2.2.2 Gráfico de control.**

El gráfico de control es una herramienta útil que ayuda a medir los procesos, de acuerdo con las exigencias del cliente o bien con las tolerancias del producto o servicio establecidos por la organización.

De esta manera, se puede medir cuál es la situación actual del proceso que se está estudiando, y si se encuentra dentro o fuera de los parámetros establecidos esperados, de esta manera, se puede tomar las medidas necesarias en aquellos casos donde el proceso está fuera de control.

Así lo reafirma Hansen y Ghare (1990) en su libro donde explica que:

“Los gráficos de control se emplean para vigilar los procesos, generalmente los de producción. Por ello, dichos gráficos deben de satisfacer dos exigencias contrarias: 1) si el proceso de hecho, está fuera de control, el gráfico debe señalarlo tan pronto sea posible. Cuanto antes se produzca la señal más se reducirá la producción de unidades no satisfactorias; 2) si está bajo control, cualquier señal que lance el gráfico será una falsa alarma”. (p.143).

Aplica al proyecto, debido a que visualmente se pueden colocar datos que se ajusten a un comportamiento dado y poder controlar factores fuera de rango y establecer mejoras en el proceso e investigación.

### **2.2.3 Lluvia de Ideas.**

La lluvia de ideas apela a la creatividad de cada una de las personas que están participando en la generación de ideas para el problema o la generación de soluciones para el problema que se está estudiando.

Esta herramienta, a pesar de ser simple, es de gran ayuda, siguiendo los alineamientos adecuado para sacar provecho de las personas involucradas en la actividad, una de las reglas más importantes es que todas las ideas tienen gran validez y son tomadas en consideración.

Así lo enfatiza Winter (2000) “La lluvia de ideas es una herramienta de creatividad bastante empleada en el trabajo de grupo, y en la que un grupo genera y clarifica una lista de ideas. Se basa en una idea que da lugar a otra, y otra hasta que el grupo consigue tal riqueza de información”. (p.19).

Aplica en la ejecución de este proyecto, ya que al aplicar este instrumento con el apoyo de las personas adecuadas las cuales para este proyecto son los expertos del departamento, es

realmente de ayuda en el trabajo, ya que son ellos los que cuentan con una visión más amplia del negocio, por lo tanto, su participación y aporte es realmente importante.

#### **2.2.4 Matriz de priorización.**

La matriz de priorización es realmente útil una vez se hayan identificado el conjunto de soluciones, que potencialmente se vayan a implementar, en muchas de las oportunidades, las empresas no pueden implementar cada una de ellas por diferentes factores, ya sea costos, tiempo, dificultad entre otras.

De acuerdo con el criterio objetivo de los expertos, se pueden identificar cuál de las soluciones se pueden implementar tomando en cuenta en el nivel de control y el impacto que se puede tener en cada uno de ellos. “Esta herramienta se utiliza para priorizar actividades, temas, características de productos/servicios, etc con base a criterios de ponderación conocidos utilizando una combinación de técnicas” (Vilar-Barrio, 1997, p.69).

Así que se aplica en este proyecto, ya que al identificar posibles situaciones se puede priorizar de acuerdo con diversos factores la factibilidad de alguna u otra solución.

#### **2.2.5 Análisis de Correlación de Pearson y prueba de hipótesis.**

El análisis de correlación de Pearson se realiza para medir el grado de asociación entre dos variables dependientes una de otra. La correlación es un indicador estadístico definido por el coeficiente de correlación “R”, y es medido en una escala que varía entre -1 y +1.

El valor de +1, indica una correlación perfecta y directa mientras que el valor de -1 indica que es perfecta e inversa. El valor de  $R = 0$ , significa ausencia de correlación entre las variables, lo cual es un indicador de que las variables son independientes entre sí. El análisis de correlación

puede aplicarse cuando se disponen de variables continuas o discretas de muchos valores donde se quiere saber si estas están asociadas o no (Pedroza y Dicoyski, 2006).

Prueba de hipótesis:

La prueba de hipótesis es una regla que especifica si se puede aceptar o rechazar una afirmación acerca de un grupo de datos que se somete a estudio. Una prueba de hipótesis examina dos opciones: la nula y la alternativa, generalmente la hipótesis nula es un enunciado donde no hay efecto o no existe una diferencia mientras que la hipótesis alternativa es su contraposición, el enunciado verdadero.

Generalmente para poder aceptar o rechazar una hipótesis se utiliza un nivel de significancia de 0.05 (alfa) donde si el valor de p es menor que el valor de significancia (alfa), entonces se puede rechazar la hipótesis nula (Minitab, 2020).

### **2.2.6 Mapeo de Procesos.**

Por otra parte, es importante comprender las relaciones entre el hombre y su proceso, por eso para poder realizar un análisis del mismo y un mejor entendimiento del entorno, se sugiere la realización de un mapeo de proceso, el cual comprende un análisis de las relaciones y pasos que el hombre realiza para agregar valor en un sistema.

Para este proyecto se tomarán definiciones relacionadas con mapeo de proceso, procesos y sus componentes que según ISO 9000:2000 menciona lo siguiente en relación con el término de proceso: “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (Velasco, 2004, pág. 37).

Todo proceso tiene elementos clave mencionados por Velasco, los cuales son: Entrada, el proceso, y las salidas. Véase figura 2.1 (Velasco, 2004, pág. 40).

Se considera entrada a los insumos, secuencia de actividades en todos los procesos y decisiones para la debida gestión de estos insumos. Además, en este diagrama se toman en cuenta las salidas, las cuales son las que el cliente recibe.

Parte importante del entendimiento de este flujo lógico es el detectar de dónde vienen las entradas y comprender cómo afectan esas salidas por medio de los recursos que se utilizan. En este trabajo se contemplan estos conceptos para su debido análisis.

### **2.2.7 Producción.**

Es el proceso de transformación de un bien o un servicio, el cual entra a un sistema, se le aplican diferentes tratamientos para su debida transformación y seguidamente obtiene un bien o un servicio, así lo menciona Anaya (2018) “Podemos definir la producción, términos de sistemas, como un proceso en virtud del cual mediante la utilización de unos recursos materiales y humanos (inputs), a los cuales se les aplica cierta tecnología, obtenemos unos bienes o servicios (outputs) (p.3).

El departamento de pedidos de refracciones presenta una dualidad interesante en donde se gestionan procesos de liberación en forma virtual que generan indicaciones a las bodegas para que se realicen a nivel real, como por ejemplo: el empaque y la distribución de una refracción, de esta manera permite entender cómo se transforman las entradas en este caso los pedidos de los clientes (no tangibles) y después de pasos sistemáticos, se convierten en salidas las cuales son los movimientos de repuestos solicitados (tangibles). Es por ello que se utilizan ambos conceptos alineados a los servicios.

### **2.2.8 Estrategias de Control.**

En el control de operaciones es importante tener un sistema que permita controlar las variables, ya que se sabe que es necesario un monitoreo estricto y sistemático en cualquier operación con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, pero para esto es necesario un conocimiento de las salidas del proceso que se pueden determinar por medio de diversas técnicas ingenieriles como lo son el SIPOC y el diagrama de proceso y además los mapas de flujo de valor.

Acedo (2003) sostiene que “Para ello se utilizan técnicas que tengan en cuenta diversas entradas y salidas del proceso de forma que las variables controladas importantes se desvíen la menor cantidad posible de sus valores de referencia”. (p.6)

Es importante mencionar que el proyecto utiliza un análisis general de las interacciones de los diversos pasos del proceso tanto sus entradas como sus salidas, esto con el fin de realizar su debido análisis e identificación, por lo que se utilizan las herramientas anteriormente descritas, así como la identificación de las estrategias de control del mismo.

### **2.2.9 Gestión de pedidos**

El departamento de pedidos de refracciones trabaja en la recepción de órdenes de excepción y su participación es de vital importancia ya que se realiza una búsqueda manual para que la orden pueda ser llenada. Según Flamarique (2017) “La preparación de pedidos es una de las actividades más complejas del almacén y uno de los factores clave del nivel de servicio a los clientes” (p.85.).

Elementos sumamente importantes como lo es la preparación de pedidos, que en este caso se realiza de forma virtual utilizando un sistema de inventarios llamado SAP (sistemas,

aplicaciones y productos), además del procesamiento de las órdenes en el almacén y que el tiempo de gestión no produzca errores y atrasos que afecten a los clientes, se pretende analizar utilizando técnicas ingenieriles que los procesos citados sean lo más eficiente posible.

Como parte de las actividades clave de la empresa, se basa en la creación de pedidos, estos son utilizados y deben de ser gestionados de manera rápida y eficaz para que el cliente sea totalmente satisfecho. Es de suma importancia que las órdenes sean procesadas correctamente, y que el sistema se comunique adecuadamente con los proveedores logísticos.

### **2.2.10 Simulación.**

Se entiende como simulación “a un gran conjunto de métodos y aplicaciones que buscan imitar el comportamiento de sistemas reales, generalmente en una computadora con un software apropiado” ( Kelton, Sadowaku Sturrock, 2008, p1). Cuando se estudia un fenómeno es importante utilizar las herramientas tecnológicas para la toma de decisiones, existen diferentes métodos y sistemas para simular dependiendo de la naturaleza de lo que se requiere probar, en este proyecto se utiliza el sistema de Arena Software.

### **2.2.11 Arena Software.**

Arena posee diferentes piezas en el modelo tales como se presentan en la siguiente tabla:

Tabla de características del Software Arena

|           |   |
|-----------|---|
| Entidades | Estos son objetos dinámicos en una simulación se mueven alrededor del sistema |
| Atributos | Para individualizar las entidades hay que darles características              |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Variabes                  | Estas son características del sistema   |
| Recursos                  | Las entidades compiten entre ellas por el servicio de los recursos, quienes son el personal |
| Colas                     | Cuando una entidad no puede pasar al siguiente paso del proceso se considera una cola       |
| Acumuladores estadísticos | Son las mediciones de desempeño   |

Fuente: Kelton, Sadowaku Sturrock, 2008, p24, 25

Para diseñar un modelo de simulación se requiere programar las características anteriormente mencionadas por lo que se utiliza el libro de Conceptos Principales de Simulación, para realizarla es importante entender el sistema que se va a programar, entradas, salidas, tiempos movimientos y relaciones entre sí, es por esto que un estudio detallado es necesario antes de comenzar a diagramar el modelo.

Las etapas que comprende el modelo de simulación

- 1.- Formulación del problema.
- 2.- Formulación del modelo conceptual
- 3.- Análisis de datos.
- 4.- Codificación.
- 5.- Verificación y validación.
- 6- Análisis de resultados.

Una vez terminadas las etapas anteriormente descritas es importante la validación del modelo para así asegurarse que se encuentra lo apegado a la realidad

## Capítulo 3

### **3.1 Marco metodológico**

#### **3.1.1 Definición del enfoque.**

##### ***3.1.1.1 Cuantitativo.***

El enfoque cuantitativo de una investigación resulta en la recolección de datos que funcionan como entrada para el análisis de un problema que se ha identificado y se quiere trabajar en él para buscar una solución, estudiar su viabilidad y factibilidad, una vez se tiene esta información se puede decidir en la aplicabilidad o no de las posibles soluciones.

Según Render (2016) en su libro define “el análisis cuantitativo consiste en definir un problema, desarrollar un modelo, adquirir datos de entrada, desarrollar una solución, poner a prueba una solución, analizar los resultados y aplicar los resultados (p.24).

El presente trabajo tiene un ámbito cuantitativo ya que se realiza mediciones de procesos, y sus correspondientes indicadores de desempeño, así como análisis de datos como lo es la productividad del departamento, cantidad de transacciones realizadas por los colaboradores, tiempo productivo entre otros, que con esta información ayudan a identificar los factores críticos del departamento.

#### **3.1.2 Diseño de la investigación.**

En toda investigación existe un proceso sistemático con el fin de encontrar resultados adecuados, se planea lo que se quiere realizar, como lo es: los objetivos, el tiempo en el que se realiza, plan de recolección de datos, metodología por utilizar y el análisis de la información que se recopila, todo con el objetivo de buscar soluciones a las oportunidades de mejora encontrados una vez se procesa la información.

Según Gómez (2006): “el término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desee, es decir, es el plan de acción a seguir en el trabajo de campo” (p.86). Es por eso que, para desarrollar el proyecto, analizar los datos y brindar un resultado satisfactorio, se identifican 4 tipos de diseños que soportan el progreso del mismo, los cuales son: diseño no experimental, diseño seccional, longitudinal y factorial. A continuación se detallan cada uno de ellos

### ***3.1.2.1 No experimental.***

Parte importante es que en todo proceso investigativo debe existir posibilidad de réplica, para lo cual en la presente investigación se define como no experimental ya que como menciona Gómez (2006): “estamos más cerca de las variables hipotetizadas como “reales” y en consecuencia tenemos mayor validez externa (posibilidad de generalizar los resultados a otros individuos y situaciones cotidianas” (p.106).

Este diseño aplica ya que no se utilizan hipótesis sino que este proyecto pretende incorporar datos existentes de productividad, tiempos y procesos tomados de primera fuente en el departamento en estudio por lo que se analizarán los procesos y relaciones del departamento para posteriormente ser analizados.

### ***3.1.2.2 Seccional.***

Este trabajo presenta características relacionadas en un tiempo determinado, la investigación utiliza datos históricos proporcionados por la compañía para su estudio y análisis en este tiempo determinado Según Hernández, Fernández y Baptista (2010):

Los diseños de investigación transaccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede (p.151).

Por lo cual se determina que estos diseños son los que se apliquen en este trabajo. Aplica para la investigación debido a que se utilizarán datos históricos, se remontan a tiempos establecidos para su análisis.

### ***3.1.2.3 Longitudinal.***

Para efectos de esta investigación se mencionan conceptos citados según Hernandez et al; (2010) “Entonces disponemos de los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos a través del tiempo en puntos o períodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o períodos por lo común se especifican de antemano” (p.158).

Se aplica en la investigación ya que se recolectan datos históricos disponibles en el departamento de pedidos de refacciones sobre la recepción y el cumplimiento de los indicadores claves de desempeño que se brinda para realizar un análisis de la productividad, así como a través de hoja de verificación con el fin de establecer parámetros y tendencias que permitan analizar los comportamientos en estudio.

### ***3.1.2.4 Factorial.***

El diseño factorial estudia la manera cómo dos o más variables independientes influyen en una variable dependiente, y cuáles son los resultados de esa manipulación de la variable independiente, según Hernández (2014) “Los diseños factoriales manipulan dos o más

variables independientes e incluyen dos o más niveles o modalidades de presencia en cada una de las variables independientes” (p.148).

Para esta investigación existen varias variables como horarios de trabajo, volúmenes de órdenes, cantidades de personas disponibles para atender la demanda, horarios de almuerzo entre otros, que pueden estar influenciando en la productividad no solo del personal sino del departamento como un todo.

Por lo que se estudia las variables independientes que influencia la variable dependiente con el fin de demostrar la correlación entre ellas.

### **3.2 Métodos de investigación**

Existen diferentes métodos de investigación que ayuda a dar una guía de cómo se puede desarrollar un proyecto desde diferentes perspectivas siguiendo un procedimiento para poder llegar a un resultado.

Así lo establece Bisquerra (1989) donde indica que “los distintos métodos de investigación son aproximaciones para la recogida y el análisis de datos que conducirán a unas conclusiones, de las cuales podrán derivarse unas decisiones o implicaciones para la práctica” (p.55).

Los métodos son los caminos que ayudan al conocimiento científico y que los resultados obtenidos a través de los pasos establecidos funcionan como instrumentos para llegar a los objetivos de la investigación.

#### **3.2.1 PHVA.**

En la búsqueda de la estandarización del modelo de recepción de pedidos, se utiliza la metodología de mejora continua, el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar), más

conocido como el ciclo de Deming, el cual permite de una forma sistemática, definir, delimitar y analizar la magnitud del problema, busca todas las causas potenciales, investigar a fondo cuál o cuáles son los factores más importantes, y por último considerar cuáles son las acciones correctivas para esos factores más importantes.

Así lo refuerza Pulido (2010) en su libro *Calidad total y productividad* “es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización”. (p.120).

Además del establecimiento de un modelo de recepción de órdenes el cual permite la estandarización de recepción de pedidos, para que la empresa tenga una mejor utilización del recurso humano, que ayude a aumentar la eficiencia y la eficacia de los recursos de la compañía, y que a la vez haya un impacto positivo al cliente.

Con base en esta estructura, se trabaja en conjunto con las siguientes tres subcategorías de métodos de investigación y que ayuda a comprender, descomponer, analizar, y proponer posibles resultados al final del proyecto:

### **3.2.2 Sintético.**

Según Hurtado, y Toro (2007) menciona que el método analítico sintético: “consiste en la descomposición mental del objeto estudiado en sus distintos elementos o partes componentes para obtener nuevos conocimientos acerca de dicho objeto” (p.64).

Por lo que se parte de una situación general a situaciones específicas, mediante herramientas ingenieriles que permiten dividir por procesos en partes más pequeñas o elementos para su debida comprensión y análisis utilizando diagramas de flujo se puede visualizar las interrelaciones entre sus elementos para una conceptualización de sus elementos para su análisis.

Este método aplica ya que dichas partes comprenden los horarios de trabajo, los diferentes procesos, los tres contratos principales con los clientes, etc, que se quiere llegar a descomponer para una mejor facilidad de análisis.

### **3.2.3 Deductivo.**

Todo método deductivo se parte de lo más general a lo específico, así lo menciona Hurtado et al; (2007) “la deducción es un proceso mental o de razonamiento que va de lo universal o general a lo particular” (p.62).

Por tal motivo, en la presente investigación se utiliza el conjunto de proposiciones para extraer conclusiones lógicas, es decir, en la presente investigación se utiliza el conjunto de proposiciones tales como la ingeniería Industrial y la de servicios además de diversas teorías con el fin de extraer conclusiones lógicas, es decir de lo más universal ,tanto teorías y propuestas, hacia hechos concretos.

### **3.2.4 De campo.**

El método de campo se da a través de la observación, investigación y hoja de verificación a los expertos con el objetivo de recaudar información necesaria para la investigación, así lo menciona Baena (2014) “las técnicas específicas de la investigación de campo tienen como finalidad recoger y registrar ordenadamente los datos relativos al tema escogido como objeto de estudio. La observación y la interrogación son las principales técnicas que se usan en la investigación” (p.12).

A través de este método se desea recolectar la información necesaria para la investigación donde se visita el departamento para comprender los procesos que se manejan y con ayuda de los expertos recabar todos los detalles de la gestión del mismo.

### **3.3 Tipo de investigación**

#### **3.3.1 Descriptiva.**

Este tipo de investigaciones según Salkind (1999) sostiene que “la investigación descriptiva reseña las características de un fenómeno existente” (p.11). Por ejemplo, un censo se considera una investigación, además las encuestas que puedan valorar una situación particular. Es importante para esta investigación tener en cuenta las características de los fenómenos en estudio con el fin de apoyar otras investigaciones y proveer información.

Dicho trabajo se considera descriptivo ya que se detalla el estado actual del departamento en estudio, cuáles son las potenciales oportunidades de mejora, además de realizar comparaciones entre procesos, y medir tendencias para validar condiciones existentes de la operación.

#### **3.3.2 Exploratoria.**

Como define Grande, Abascal “Las investigaciones exploratorias persiguen una aproximación a una situación o problema. Se desarrollan, en general, cuando los investigadores no tienen conocimientos profundos de los problemas que están estudiando”. (p.35). Mediante un proceso sistemático esta investigación pretende a través de herramientas ingenieriles ya que no existe precedente de investigación con el enfoque, se realiza un análisis del estado actual para poder conocer cuáles son los puntos de mejora, lo que está afectando al departamento y llegar a la causa raíz de las causas que están afectando los índices claves de desempeño.

#### **3.3.3 Nomotética.**

Según Izquierdo y Requena (2011) define una exploración nomotética como: “La investigación nomotética debe de considerarse como una operación convergente para evaluar la teoría que está representada en el constructo” (p.2).

En esta investigación se aplica en el desarrollo de mecanismos de medición para la comprensión de los problemas, así como plantear una propuesta donde se mejore la gestión de la operación del departamento en estudio, así como el uso y desarrollo de herramientas para la comprensión de las teorías desarrolladas.

### **3.4 Sujetos y fuentes de información**

El sujeto de la investigación son las personas que tienen vínculo en el desarrollo de las actividades del estudio que aportan su experiencia y conocimiento en el área del departamento de pedidos de refacciones, de acuerdo con Bernal (2010) es un “grupo o comunidad donde se pretende llevar a cabo el estudio” (p.63). Dentro de los sujetos de investigación están:

- Gerente del departamento de pedido de refacciones.
- Líder de grupo de trabajo.
- Coordinador de calidad.
- Gerente de procesos

#### **3.4.1 Fuentes primarias.**

La función de las fuentes primarias consiste en brindar la información necesaria que será utilizada en esta investigación, con el fin de realizar las actividades descritas en apartados anteriores. Según Hernández (2007) “Las referencias o fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes” (p.61).

Dentro de las actividades relacionadas con las fuentes primarias, se pueden mencionar las reuniones con personal involucrado, así como también la información obtenida a través del uso de las diferentes herramientas ingenieriles para poder desarrollar las diversas técnicas y

metodologías mencionadas en este proyecto tales como análisis de tendencias, diagrama de Ishikawa, análisis de correlación, análisis de capacidad.

### **3.4.2 Fuentes secundarias.**

Según Miranda, De Nie, OoiJens, Ovaes, Ramírez, y Sancho (2002) se tiene que:

Fuentes secundarias se indican todos los materiales escritos que existen sobre un tema en específico, como libros, periódicos, estadísticas, informes y planes. El término secundario se refiere al hecho de que se trata de información obtenida por otras personas. Es decir, el estudio de fuentes secundarias se basa en la información obtenida de fuentes primarias: fuentes directas de información, a las cuales se acude por medio de una entrevista o la observación (p.52).

Por lo que para este proyecto se consulta manuales de procedimiento, datos históricos de productividad de los colaboradores, así como la demanda de pedidos que se reciben en el departamento y registros en general.

### **3.4.3. Población, y censo.**

#### ***3.4.3.1 Población.***

La población es el conjunto de individuos que lo integran y son objeto de estudio que comparte una determinada característica, como lo establece Vivianco (2005) “se designa con este término a cualquier conjunto de elementos que tienen unas características comunes. Cada uno de los elementos que integran tal conjunto recibe el nombre de individuo” (p.95).

Se define como población dentro de esta investigación, las personas que conforman el departamento de pedidos de refacciones y sus procesos la cual está constituido de la siguiente manera:

Población 1:

- Gerente del departamento de pedidos de refacciones.
- Equipo de soporte la cual está integrado por: gerente de calidad, administrador de procesos, gerente de proyectos y encargado de las métricas y reportes.
- Colaboradores o agentes de nivel 1 el cual son 28 personas.

Por lo que se dice que el total de la población 1 que constituye el departamento de pedidos de refacciones es de 32 personas.

Población 2, con dos procesos principales:

- Recepción de escalaciones.
- Y variaciones a nivel contractual.

#### **3.4.3.2 Censo.**

En relación con la población involucrada en este estudio se considera pertinente realizar un censo esto debido a Vivanco (2005) “En Poblaciones pequeñas es necesario muestrear a una parte importante de la población para obtener una precisión deseada. Normalmente es preferible realizar un censo de la población” (p.52).

Por lo que se procede a realizar los instrumentos a la totalidad de la población con el fin de obtener con mayor confianza los datos suministrados. La población está constituida por 30 personas dentro del departamento de pedidos de refacción.

### **3.4.4 Instrumentos y técnicas de investigación.**

#### ***3.4.4.1 Técnicas de los instrumentos.***

La presente investigación tiene características de tipo cuantitativas las cuales requieren la recopilación de datos, es por este motivo, requiere un procedimiento en el que se pueda obtener los datos de manera estándar, confiable y objetiva:

La recolección se basa en instrumentos estandarizados. Es uniforme para todos los casos. Los datos se obtienen por observación, medición y documentación de mediciones. Se utilizan instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos o se generan nuevos basados en la revisión de la literatura y se prueban y ajustan. Las preguntas o ítems utilizados son específicos con posibilidades de respuesta predeterminadas” (Hernández et al; 2014, p.13).

Dentro de los instrumentos por utilizar en la investigación se pueden mencionar:

- Hoja de verificación
- Pareto
- Ishikawa
- Gráfico de control
- Lluvia de ideas
- Matriz de priorización
- SIPOC
- Mapeo de procesos
- Análisis de correlación

### **3.4.5 Confiabilidad y validez.**

#### ***3.4.5.1 Confiabilidad.***

El presente trabajo no utiliza un plan de muestreo para la evaluación de sus datos, sino que el estudio que se realiza se aplica en su totalidad a las diferentes poblaciones que se mencionan en el punto 3.6.1, por este motivo no existe un error de muestreo y los datos son confiables, asimismo cabe destacar que las herramientas por utilizar de ingeniería, se siguen los pasos adecuados técnicos para su aplicación evitando así algún error de aplicabilidad.

Además, se reúne información con hoja de verificación al personal del departamento, donde estas ayudan a tener información de primera mano y por consiguiente confiable, ya que viene directamente de la fuente que conoce el proceso, por lo que reafirma que la información obtenida y procesada sea de una confiabilidad alta, asegurando así que los resultados obtenidos sean válidos.

Por lo tanto “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales” (Gómez, 2006, p.122).

#### ***3.4.5.2 Validez.***

Los datos recopilados para el trabajo son confiables porque es un censo y no hay error maestro. Además de esto las herramientas se aplican con respecto a la técnica de estudio y el apoyo del tutor de trabajo.

Bernar sugiere lo siguiente “El fundamento de la ciencia es un conjunto ordenado de principios, hipótesis y resultados, que se conjugan con un método lógico y coherente que les da

racionalidad y validez” (p.67). Por lo que es muy importante la ejecución de las herramientas de una manera ordenada y con una metodología determinada para su éxito.

#### ***3.4.5.3 De contenido.***

Según Gómez (2006) “La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir (p.60).” La presente investigación constituye una serie de instrumentos y herramientas utilizadas sistemáticamente para obtener información sobre el cuestionamiento brindado, se evalúan los ítems con el fin que cumplan las características adecuadas además, dichos ítems son confeccionados con base en las variables del trabajo, por lo que se hace una revisión previa tanto con el tutor como el lector en donde hay una validación del instrumento a su vez se siguen teorías relacionadas con la confección adecuada de los mismos dando como resultado la validez de los resultados.

#### ***3.4.5.4 De Constructo.***

Como parte del proceso de construcción del instrumento, los autores definen en conjunto con el tutor y lector la aplicación correcta de los instrumentos, como parte de la construcción de cada instrumento se debe estar en estrecho alineamiento a la literatura, así como a las técnicas correctas de la elaboración de ítems además de la aplicación de herramientas.

Como lo destaca Bernal (2010) a validez de constructo es cuando se utiliza la herramienta como un instrumento eficaz para obtener resultados y tiene relación con otras medidas que se están realizando, es decir, un proceso gradual de obtención de resultados coherentes entre sí y además con un objetivo de recopilación de resultados.

### **3.4.6 Operabilización de variables.**

#### ***3.4.6.1 Primera variable: puntos de mejora en el departamento de pedidos de refacciones.***

Los procesos de operación clave son los más relevantes que puede contar el departamento de pedidos de refacciones, los cuales pueden ser identificados por medio de un mapeo de proceso, con el fin de establecer las interacciones y secuencias de pasos, de la recepción de las órdenes. Además de realizar un levantamiento de datos para conocer a fondo cantidad de personas, el volumen de pedidos que se puedan recibir, diferentes horarios con las que cuenta el departamento, las salidas del proceso las interacciones con otros departamentos y conocer los indicadores claves de desempeño. Teniendo como foco la identificación de los puntos de mejora, ayudan a incrementar la satisfacción al cliente y permite la continuidad del negocio.

##### *3.4.6.1.1 Definición conceptual.*

Los puntos de mejora en los procesos son de suma importancia para la compañía, ya que son estos los que, al generar valor al cliente, eliminan todos aquellos pasos que producen costes innecesarios y que el cliente a la larga no está dispuesto a pagar. Estos procesos son los que brindan una ventaja competitiva sobre los demás ya que los procesos son más eficientes y por lo tanto generan menores costos por procesamiento.

Así lo puntualiza Fernández (2010) donde sugiere que “La identificación de los procesos clave consiste en conocer que procesos incluyen las actividades inductoras de costes, de diferenciación o de especialización y que proporcionan ventajas competitivas, recordamos percibidas por los clientes como de valor añadido” (p.264).

#### 3.4.6.1.2 *Definición instrumental.*

Esta variable se mide por medio de herramientas de calidad, ya que con ellas se puede conocer cuáles son puntos de mejora que generan valor al departamento de acuerdo con los expertos del departamento. Estas herramientas se pueden aplicar a los procesos de recepción de órdenes, teniendo como apoyo a las siguientes partes del departamento:

- Gerente del departamento de pedido de refacciones.
- Líder de grupo de trabajo.
- Coordinador de calidad.
- Gerente de procesos

Además se utiliza el mapeo de procesos el cual permite una visión de los pasos lógicos del procesamiento así como las diferentes etapas, el cual puede indicar, cantidad de retrabajos, reprocesos, desperdicios, falta de estandarización entre otros.

#### *3.4.6.1.3 Definición operacional.*

La naturaleza de esta variable es mixta, ya que se desea conocer cuáles y cuántos son los procesos del departamento de pedidos de refacciones con el objetivo de identificar los pasos del proceso de recepción de pedidos

Los indicadores principales que se estudian son la cantidad de procesos que el departamento maneja hoy día, de esta forma se puede tener una mayor visión de los diferentes servicios que estos ofrecen a los clientes, por lo que los intervalos son nominales, ordinales, intervalos y de razón.

Y el estudio se lleva a la práctica por medio del mapeo de procesos.

#### *3.4.6.2 Segunda variable: análisis de factores internos y externos.*

Es importante identificar los factores de internos y externos dentro del departamento de pedidos de refacciones que son el diferenciador, estos son de suma importancia, ya que permiten que el departamento sea más eficiente y por consiguiente más competitivo a nivel interno de CTI SA.

##### *3.4.6.2.1 Definición conceptual.*

Los factores varían dependiendo del tipo de servicio o producto que se ofrece, pero es importante que el departamento identifica los factores principales que los hacen ser diferentes de la competencia. Así lo deja claro Wheelen y Hunger (2007):

Los factores éxito clave son variables que afectan significativamente la posición competitiva general de las empresas en una industria específica. Estos factores varían

generalmente de una industria a otra y son decisivos para determinar la capacidad de una empresa para tener éxito en esa industria (p.91).

Esta es la piedra angular del departamento de pedidos de refacciones, conocer cuáles son esos factores que ofrecen ventaja competitiva a nivel interno, que los haga más atractivos y eficientes frente a los altos gerente de la compañía.

#### 3.4.6.2.2 *Definición instrumental.*

Esta variable se mide a través de herramientas de calidad, ya que con ellas, se puede tener una visión más amplia de las operaciones que tiene a cargo el departamento, y ayudan a medir los procesos para conocer las entradas, la transformación que se le da a los servicios solicitados y las salidas que es el servicio final al siguiente cliente de la cadena.

Así como todos aquellos factores diferenciadores que hacen que le den ventaja competitiva sobre los demás departamentos de distribución de repuestos en CTI SA.

#### 3.4.6.2.3 *Definición operacional.*

La presente variable es de naturaleza mixta, ya que se desea conocer cuáles y cuántos factores clave cuenta el departamento de pedidos de refacciones.

Es por esta razón que los principales indicadores por utilizar están determinados por el departamento como el tiempo de respuesta, y la calidad del servicio prestado, así como otros factores que se encuentran intrínsecos en los procesos, por lo que los intervalos son nominales, ordinales, intervalos y de razón.

Se lleva a la práctica a través de lluvia de ideas, Ishikawa, matriz de priorización, gráfico de control, análisis de correlación, histórico de volúmenes, gráficos de tendencias, análisis de desempeño y análisis de cargas de trabajo.

### ***3.4.6.3 Tercera variable: un modelo por medio de la simulación de órdenes.***

La mejora continua es parte importante de toda compañía para identificar las oportunidades de mejora y con ello crear acciones correctivas como preventivas para crear valor al servicio brindado y no debe ser la excepción en el departamento de pedidos de refacciones.

#### ***3.4.6.3.1 Definición conceptual.***

La mejora continua tiene que ser parte de cualquier organización que desea ser eficiente y competitiva ante sus competidores, la búsqueda de la excelencia es la que hace que las compañías se abran campo en la industria en la que se desarrollan y con ellos líderes en su campo, las empresas entre más eficientes llegan a ser y más valor agregan en la cadena, esto es lo que busca el departamento de pedidos de refacciones, el cual se evalúan los procesos mensualmente para encontrar áreas de mejora en las que se pueden trabajar ya sea para evitar que se generen problemas e sus procesos o bien o acciones correctivas para mejorar lo que se encuentre con algún defecto.

La mejora del servicio debe concentrarse en aumentar la eficiencia, maximizar la eficacia y optimizar el coste de los servicios y los procesos subyacentes. La única forma de conseguir esto es asegurar la identificación de las oportunidades de mejora a lo largo de todo el ciclo de vida del servicio (Office of Government Commerce, 2009, p.27).

#### ***3.4.6.3.2 Definición instrumental.***

Esta variable se evalúa por medio de la simulación, optimización y en la proyección del ahorro económico.

#### 3.4.6.3.3 *Definición operacional.*

La naturaleza de la presente variable es mixtas. El objetivo de medir esta variable, es demostrar cuál es la propuesta y cuánto es la mejora que potencialmente aplicable en el departamento de pedidos de refacciones. Los principales indicadores que se analizan son los procesos documentos, y estandarizados, tiempo de respuesta, y la productividad de los colaboradores, por lo que los intervalos son nominales, ordinales, intervalos y de razón Y se operativiza por medio de la simulación.

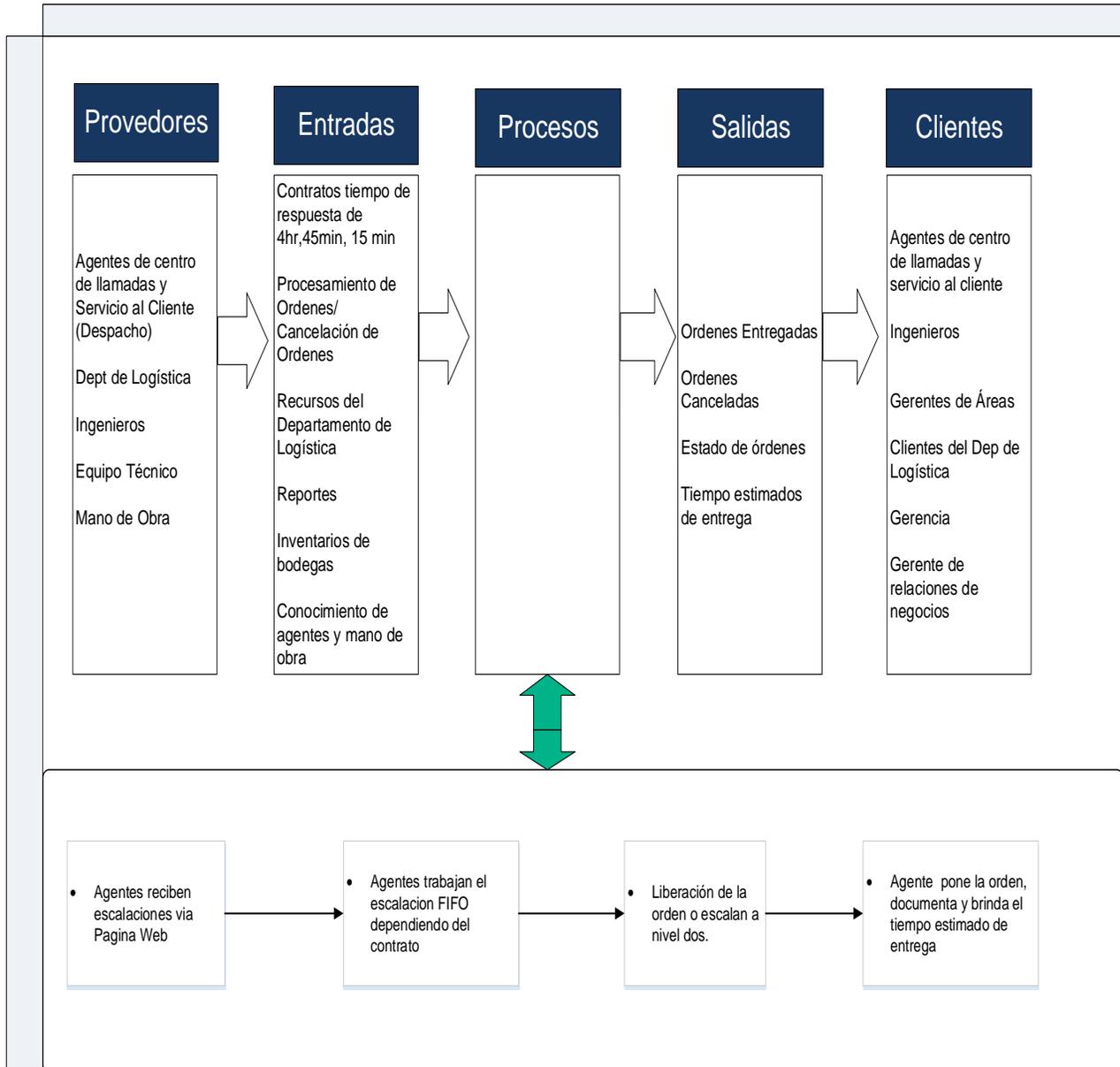
## Capítulo 4 (Análisis de Datos)

## **4.1 Diagnóstico de la Situación Actual**

### **4.1.1 Análisis de SIPOC.**

Se realiza un análisis de SIPOC (supplier, inputs, process, output y customer) que se traduce del inglés como suplidores, entradas, proceso, salidas y clientes para conocer a grandes rasgos el departamento de órdenes de pedidos, además ilustrar el flujo de procesamiento de órdenes comenzando por lo proveedores los cuales son los que entregan los insumos necesarios para el proceso de órdenes recibidas por medio de pasos establecidos que permiten identificar las salidas, las órdenes que se reciben, a través de los pasos ya establecidos, e identificar las salidas esperadas por lo clientes internos y externos, interesados en ese resultado.

Figura 1 SIPOC



Fuente: Autores

El enfoque del proceso descrito en el diagrama de SIPOC se da en los primeros dos pasos; las órdenes sin inventario son recibidas en una sola cola independientemente de su contrato, estas son atendidas siguiendo el modelo primero en entrar, primero en salir (PEPS en

sus siglas en inglés FIFO), pero conforme van entrando nuevas órdenes de prioridad mayor, estas se desfasan al momento de ingresar en la cola.

Las entradas del proceso de distribución de órdenes por excepción, se producen cuando las refacciones requeridas por el cliente no se encuentra en existencia o no hay suficiente inventario para llenar las órdenes automáticamente, por lo que son transmitidas electrónicamente al sistema de gestión del departamento de pedidos, una vez terminada su liberación genera una fecha de entrega a los clientes internos y externos.

#### **4.1.2 Levantamiento de datos del departamento.**

Como parte de la planeación para la ejecución del mapeo de proceso preliminarmente se desarrolla una hoja de verificación con el fin de una mejor comprensión del departamento, se realiza un levantamiento de información utilizando la herramienta llamada Hoja de Verificación, para así obtener mayores detalles que permitan una vista integral de cada uno de los factores del departamento como los son los indicadores de control para la operación y calidad, horarios, personal entre otros, dicha herramienta es creada por los autores.

Los resultados obtenidos de la aplicación de la herramienta en la recolección de datos e indicadores en el departamento son:

1. El departamento pertenece a la cadena de suministros y se encuentra en la etapa de llenado de órdenes.
2. La importancia de este departamento es captar todas aquellas órdenes que no pudieron ser llenadas de manera automática, ya que no existe inventario para poder llenarlas.
3. Los procesos de más importancia dentro del departamento de pedidos son: pedido, trato de la orden, inventarios, y abastecer contratos (prioridad sobre órdenes críticas).

4. La salida principal es el cumplimiento de pedidos con un tiempo estimado de entrega, el cual se le informa a los clientes internos y externos.
5. El departamento de pedidos cuenta con un indicador de semáforo que mide el tiempo de respuesta desde el momento que la orden llega a ese sistema hasta que se brinda una primera solución.

Las tolerancias son:

- $\geq 90\%$  verde
  - $< 89\%$  a  $\geq 87\%$  es amarillo
  - $\leq 86\%$  es rojo
6. Se cuenta con colaboradores bilingües con educación media o especializados en atención al cliente.
  7. Actualmente el departamento tiene 28 colaboradores de los cuales 46% son subcontratados y el restante es personal directo. El personal subcontratado está a cargo de los horarios de la tarde y la noche.
  8. El tiempo estimado de entrega, es la salida del proceso, por lo que es de suma importancia entregarlo a los clientes, por esta razón la operación del departamento es de 24 horas al día, 7 días a la semana y 365 días al año y se debe asegurar la continuidad, para esto el departamento cuenta con 3 turnos al día para satisfacer la demanda recibida.

*Cuadro 1 Hoja de Verificación*

| <b>Hoja de verificación</b> |   |                   |                               |
|-----------------------------|---|-------------------|-------------------------------|
| <b>Departamento:</b>        | Pedidos de refacciones  | <b>Operación:</b> | Recepción de órdenes, nivel 1 |
| <b>Turno:</b>               | 24/7  | <b>Fecha:</b>     | 3/Set/2019                    |
|                             |   |                   |                               |
| Nombre de proceso           | Proceso de escalación de órdenes en la operación de despacho.   |                   |                               |
| Cantidad de procesos        | Pedir , trato de la orden, stock inventarios, abastecer contratos (prioridad sobre órdenes críticas)  |                   |                               |
| Descripción:                | El departamento de pedidos de refacción, recibe órdenes que no se han podido entregar por falta de inventario y de acuerdo con el contrato pactado con el cliente. El proceso de órdenes sin inventario cuenta con tres tipos de contrato con tiempo de respuesta de: 4 hrs, 45 min y 15 min. |                   |                               |
| Salida:                     | Cumplimiento de pedidos con un tiempo estimado de entrega.  |                   |                               |
|                             |   |                   |                               |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Indicadores de desempeño:      | <p>Número de órdenes sin inventario respondidas a tiempo según el contrato y cuenta con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador de semáforo donde: <math>\geq 90\%</math> es verde, 89% a 87% amarillo, <math>\leq 86\%</math> es rojo.</li> <li>• Cantidad de órdenes recibidas por semana y mes.</li> </ul> <p>La situación actual del departamento por mes es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promedio mensual: 85.94%</li> </ul> <p>Promedio mensual por contrato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 min: 77.44%</li> <li>• 45 min: 86.34%</li> <li>• 240 min: 94.44%</li> </ul> |
| Manual de procedimiento:       | El manual de procedimiento se encuentra disponible en un sitio compartido.   |
| Sistema de gestión de calidad: | Se cuenta con un departamento de calidad donde los líderes de equipo realizan evaluaciones y una analista recopila la información para su estudio.   |

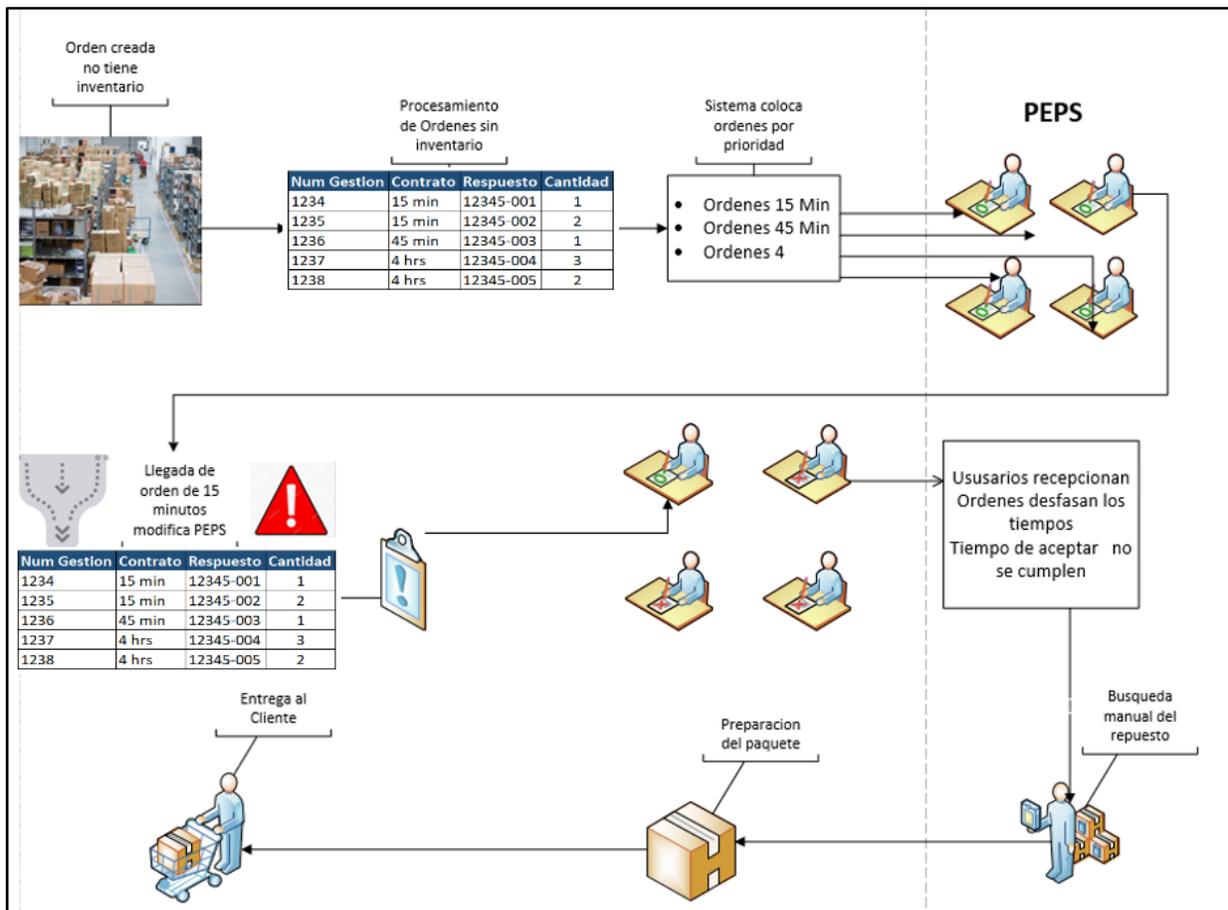
|                        |   |
|------------------------|---|
| Indicadores de calidad | <p>Se trabaja con nivel sigma, la meta es de 3.5, y cuenta con los siguientes indicadores para conocer la calidad de las órdenes procesadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador de semáforo donde: <math>\geq 3.5</math> es verde, 3.4 a 3 amarillo, <math>\leq 2.9</math> es rojo.</li> <li>• Actualmente el proceso se encuentra en 3.6 sigma, lo que se puede afirmar que la calidad del trabajo entregado cumple con los estándares.</li> </ul> |
| Personal:              | Agentes bilingües con educación media o especializados en servicio al cliente con conocimiento en cadena de suministros.  |
| Cantidad:              | <p>28 agentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 13 subcontractados</li> <li>• 15 directos</li> </ul>  |
| Turnos:                | <p>La operación se trabaja 24 horas 7 días a la semana y 365 días del año en tres turnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mañana: 05:00 - 14:00</li> <li>• Tarde: 14:00 - 22:00</li> <li>• Noche: 22:00 - 05:00</li> </ul>   |

*Fuente: Autores*

### 4.1.3 Mapeo de Procesos.

Como parte fundamental del análisis del proyecto es indispensable definir la situación actual del proceso, para lo cual se aplicó un mapeo de procesos que se describe en el diagrama siguiente.

Figura 2 Diagrama de procesos



Fuente: Autores

Como se observa en el diagrama anterior y como parte del mapeo de procesos se observa como el sistema de aprovisionamiento de repuestos, se activa cuando hay una falla en algún equipo de los clientes de CTI SA y requiere de un repuesto para volver a poner el equipo en funcionamiento. Como se menciona anteriormente existen diferentes contratos con sus

respectivos tiempos de respuesta una vez hayan llegado a la cola. Sin embargo, debido a la alta demanda de repuestos, existe la posibilidad que se vea comprometido la existencia de inventario de algún repuesto solicitado, y por esta razón es que el sistema no puede llenar la orden automáticamente por lo que solicita una intervención para que el departamento de pedidos intente llenarla, y con esto se inicia el proceso siendo así las “entradas” del mismo.

Una vez que alguna orden no puede ser llenada entra a un sistema de procesamiento o cola donde ellas son recibidas por un equipo para su debida gestión, el tiempo de respuesta debe ser el óptimo tal y como se señala en los antecedentes de este proyecto.

El diagrama tiene los siguientes pasos:

1. La requisición entra a un sistema de procesamiento de órdenes el cual filtra las órdenes sin inventario.
2. El sistema coloca los pedidos usando el método PEPS (primero en entrar primero en salir) además agrupa las órdenes por prioridad, dichas órdenes se generan de manera aleatoria.
3. Seguidamente los agentes aceptan y gestionan las órdenes, el sistema permite capturar el tiempo inicial y final de la generación de orden.
4. Una vez las órdenes están en espera para ser tomadas el consecutivo se mantiene hasta que llega una orden con mayor prioridad lo que podría ocasionar que se desfase el PEPS.
5. Existen algunos tiempos de espera ya que los usuarios podrían encontrarse ocupados procesando órdenes recibidas.
6. Seguidamente se procesa la orden.
7. Y se libera, informando el tiempo estimado de entrega al cliente.

## **4.2 Planteamiento del problema**

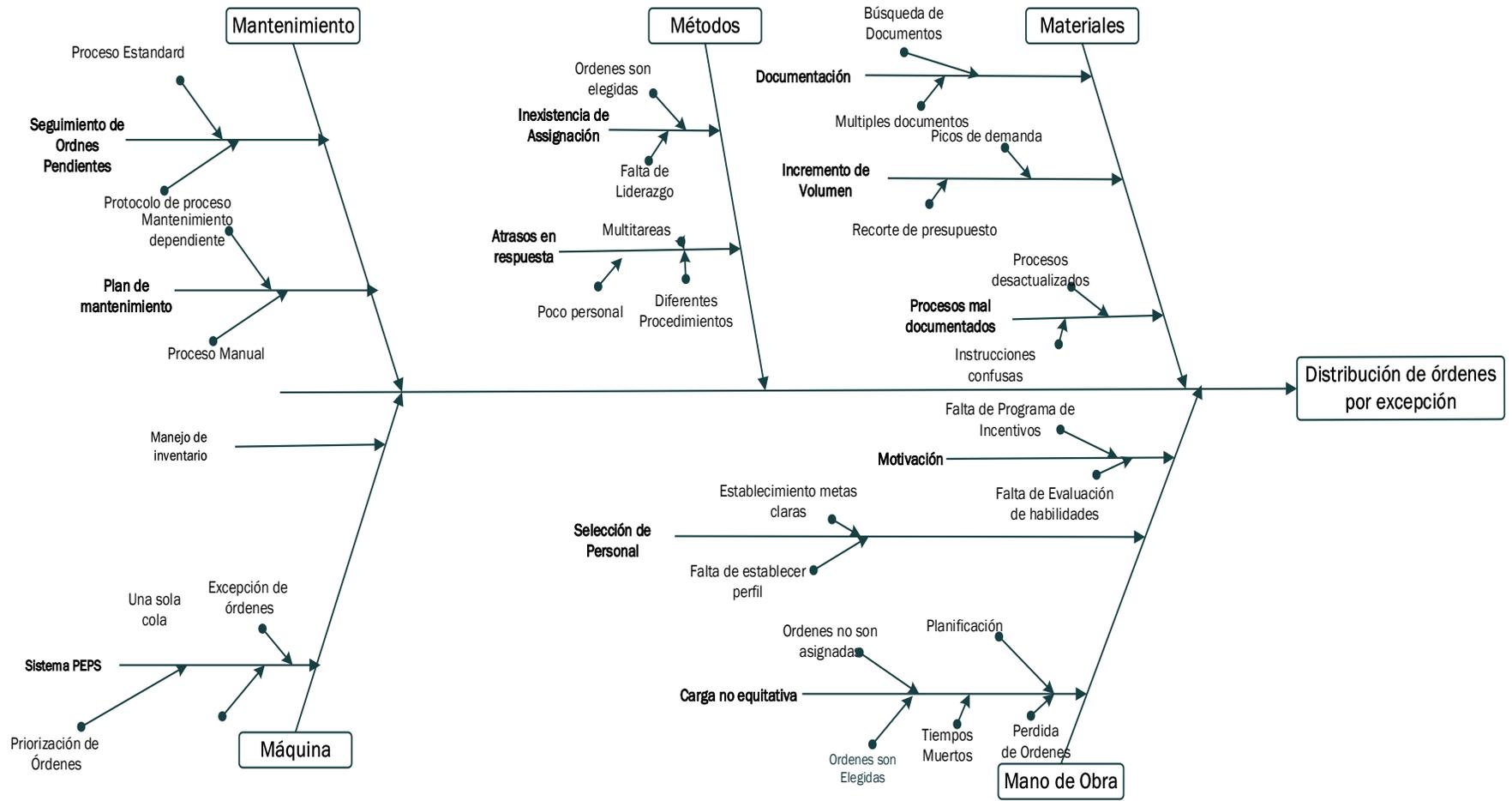
Durante el levantamiento de datos, el departamento de pedidos de refracción tiene un sistema de recepción de órdenes, el cual muestra inconsistencias en el tiempo de respuesta, ya que los indicadores históricos no se están cumpliendo con las metas establecidas, principalmente en los contratos críticos de 15 y 45 min. El promedio mensual para los meses de octubre 2010 a marzo 2019 es de 85.94%. Por lo cual, se procede indagar a profundidad sobre las causas que influyen para que no se dé una correcta distribución de órdenes por excepción y por ende que el departamento cumpla con los indicadores claves de desempeño (ICD).

### **4.2.1 Diagrama Ishikawa.**

Para comprender todas las posibles causas del problema, en conjunto con los expertos del proceso como lo son: entrenador, dueño del proceso, gerente, líder de departamento, líder de calidad y un agente, se realiza una lluvia de ideas basándose en las 6Ms del problema. Cada uno de los participantes explica lo que consideran los problemas principales que están afectando los indicadores del departamento.

Una vez que se discuten las mismas se concluye con el siguiente diagrama:

Figura 3 Diagrama de Ishikawa



Fuente: CTI SA

Al realizar el análisis y el diagrama de Ishikawa, se establecen parámetros para valorar cada una de las causas con el fin de observar cuáles son las principales que generan el problema.

Se elabora una tabla donde se utiliza 6 criterios para ponderar las soluciones propuestas a cada una de las causas encontradas en el diagrama de Ishikawa, se utiliza además una escala de 1 a 3, donde 3 equivale a más beneficio 1 a menos beneficio para el departamento. A continuación se presenta una matriz, donde se coloca una pregunta generadora que ayuda a los expertos a llegar a la valoración adecuada para cada uno de los criterios:

*Cuadro 4.1 Criterios de priorización*

| <b>Criterio</b> | <b>Definición</b>                             |
|-----------------|---|
| Factor          | ¿Es un elemento que lleva al problema?        |
| Causa           | ¿Esto ocasiona directamente el problema?      |
| Solución        | Si esto es eliminado ¿se corrige el problema? |
| Factible        | ¿Se puede plantear una solución factible?     |
| Medible         | ¿Se puede medir si la solución funciona?      |
| Bajo costo      | ¿La solución es de bajo costo?                |

*Fuente: Tutorial Youtube - Iván Martínez Lima*

El análisis y los resultados de los datos se pueden observar en la siguiente tabla:

Cuadro 2 Criterios de evaluación Ishikawa

| Causa  | Solución   | Criterios |       |          |          |         |            | Total |
|--|--|-----------|-------|----------|----------|---------|------------|-------|
|  |  | Factor    | Causa | Solución | Factible | Medible | Bajo Costo |       |
| <b>Materiales</b>                              |  |           |       |          |          |         |            |       |
| <b>Incremento de volumen en horas críticas</b> | Monitoreo de volúmenes mensuales, y análisis y programación de producción. | 3         | 3     | 3        | 2        | 3       | 3          | 17    |
| <b>Procesos mal documentados</b>               | Crear una guía para documentar y su mantenimiento.                         | 1         | 1     | 1        | 3        | 1       | 3          | 10    |
| <b>Documentación</b>                           | Ficha de ayuda con accesos rápidos a los diferentes procedimientos,        | 1         | 1     | 1        | 2        | 1       | 3          | 9     |
| <b>Mano de Obra</b>                            |  |           |       |          |          |         |            |       |

| Causa   | Solución  | Criterios |       |          |          |         |            | Total |
|---|---|-----------|-------|----------|----------|---------|------------|-------|
|   |   | Factor    | Causa | Solución | Factible | Medible | Bajo Costo |       |
| <b>Análisis de distribución de Carga de trabajo</b> | Análisis de la demanda y distribución correcta de los recursos.                             | 2         | 3     | 3        | 3        | 3       | 2          | 16    |
| <b>Selección del personal</b>                       | Establecimiento perfil de puesto y evaluación técnica en el procesamiento de reclutamiento. | 1         | 1     | 1        | 2        | 2       | 3          | 10    |
| <b>Métodos</b>                                      |   |           |       |          |          |         |            |       |
| <b>Atrasos en respuesta</b>                         | Análisis de respuesta actual  | 3         | 2     | 3        | 2        | 3       | 3          | 16    |
| <b>Falta de protocolo</b>                           | Establecimiento de métodos estandarizados para el   | 2         | 1     | 1        | 3        | 3       | 3          | 13    |

| Causa                                    | Solución   | Criterios |       |          |          |         |            | Total |
|--|--|-----------|-------|----------|----------|---------|------------|-------|
|  |  | Factor    | Causa | Solución | Factible | Medible | Bajo Costo |       |
|  | seguimiento de órdenes.  |           |       |          |          |         |            |       |
| <b>Máquina</b>                           |  |           |       |          |          |         |            |       |
| <b>Sistema PEPS</b>                      | Creación de colas por contrato.  | 2         | 2     | 2        | 3        | 3       | 2          | 14    |
| <b>Mantenimiento</b>                     |  |           |       |          |          |         |            |       |
| <b>Seguimiento de órdenes pendientes</b> | Creación de reportes para para control de órdenes pendientes.                | 1         | 1     | 1        | 3        | 2       | 3          | 11    |
| <b>Plan de mantenimiento</b>             | Informar a las operaciones de tiempo de mantenimiento para un mejor control. | 1         | 2     | 3        | 3        | 3       | 1          | 13    |

*Fuente: Autores*

Para trabajar en las principales causas, se consulta a los expertos cuáles son las causas que tienen un efecto directo con el problema por tratar, los cuales son:

- Incremento de volumen en horas críticas.
- Atrasos en respuesta.
- Análisis de distribución de Carga de trabajo.

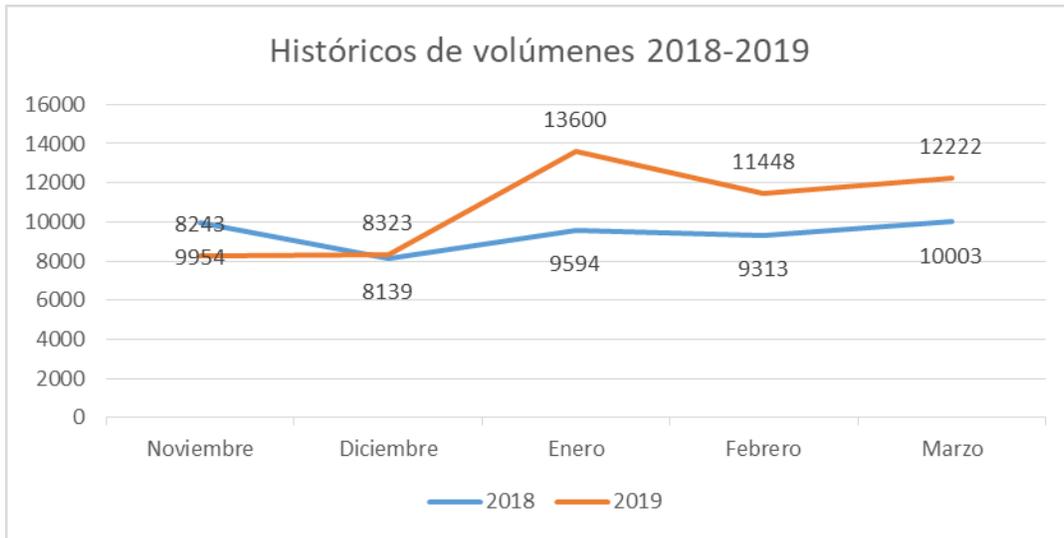
Por lo que en este apartado se analizan los indicadores de las causas por trabajar.

#### **4.3 Análisis de la causa: Incremento de volumen en horas críticas.**

##### **4.3.1 Histórico de volúmenes de órdenes recibidas.**

Con el fin de analizar la primera causa detectada en el diagrama Ishikawa: incremento de volumen en horas críticas. se analizan los datos históricos desde el noviembre del 2017 hasta marzo del 2018 y para tener punto de comparación meses homólogos pero del 2018 al 2019 fueron facilitados para este proyecto, el objetivo de esta revisión es el poder analizar el comportamiento de la demanda a través de tiempo.

Figura 4 Histórico de volúmenes



Fuente: CTI SA

La Figura 4 muestra la tendencia de cantidades de órdenes sin inventario recibidas a través del tiempo, en dicho gráfico se puede observar que en promedio se reciben 9 400 (2018) y para 10 700 (2019) cantidad de órdenes.

Además, el periodo que corresponde al año 2019 se observa un incremento del 14.00% en cantidad de requerimiento de pedidos con respecto al 2018.

Se consulta al gerente de operación y este resalta que la compañía ha adquirido empresas desde el año 2018 lo que podría explicar el incremento en el pedido de refacciones.

#### 4.3.2 Análisis de arribo de órdenes por turno.

Una de los principales hallazgos de este análisis fue la de comprender cómo se comparaba la demanda a través de los turnos, y cómo se puede observar en el siguiente gráfico los volúmenes se comportan de forma diferente.

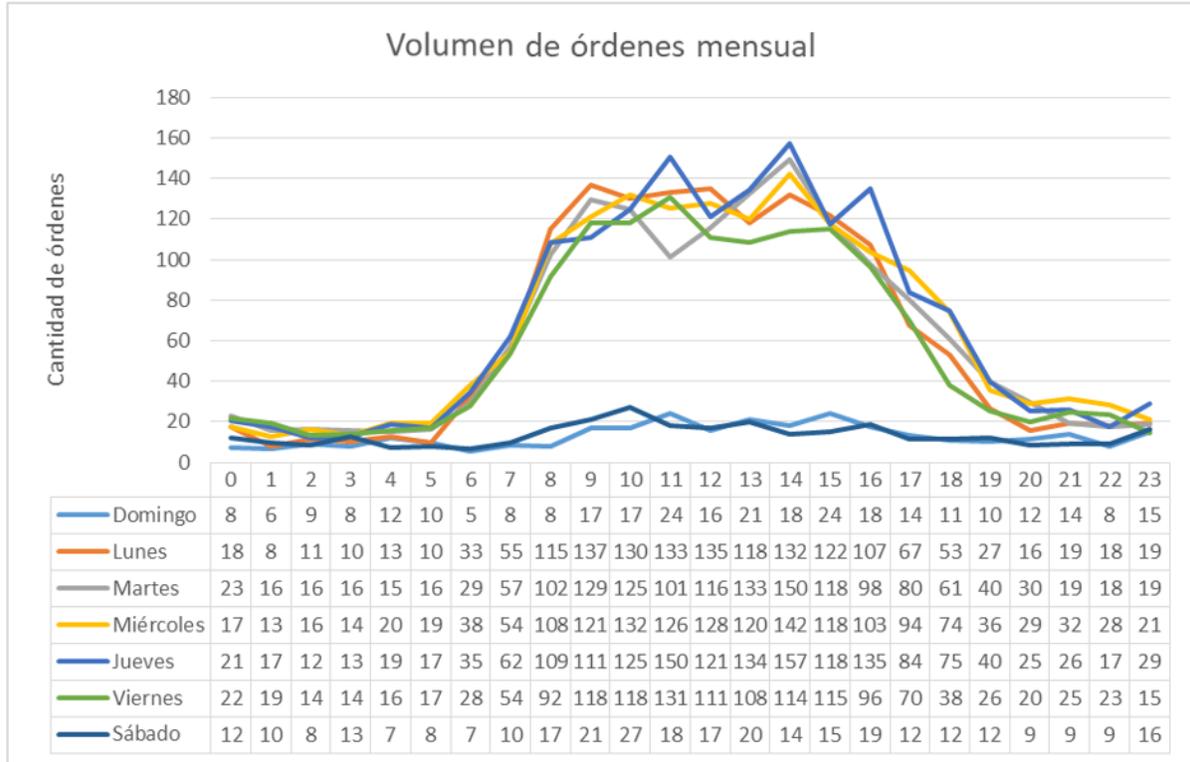
Figura 5 Distribución de volúmenes por turno



Fuente: CTI SA

Tal y como se observa en el gráfico el 56.00% del volumen está en turno del día y es cuando se presenta la demanda más grande por lo que es necesario realizar un análisis más detallado por turno y días.

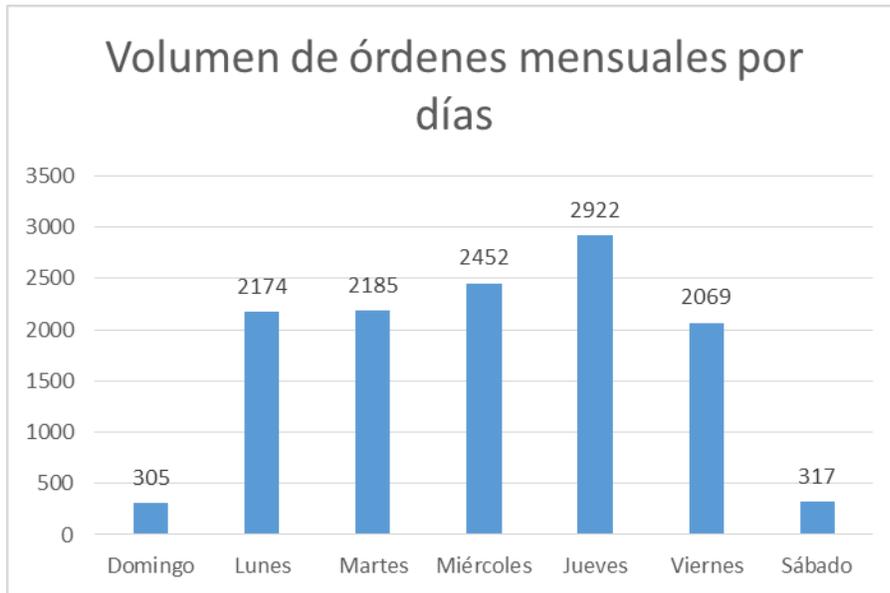
Figura 6 Volúmenes de órdenes mensuales



Fuente: CTI SA

En el gráfico anterior se observa el comportamiento del arribo de órdenes por hora por día de la semana, este gráfico es un promedio de noviembre 2018 hasta marzo 2019. Este gráfico muestra cómo la demanda se mantiene alta desde las 7:00 am a 16:00, además el día jueves es el que presenta una mayor cantidad de órdenes comparado con su promedio diario.

Figura 7 Volumen de órdenes mensuales por día



Fuente: CTI SA

Cabe mencionar que los datos anteriores suministrados brindan un panorama más claro en términos de demanda y volumen, donde los días jueves y miércoles son los días con más demanda, sin embargo, es necesario bajar un nivel más para tratar de medir a detalle por turno en términos de eficiencia y eficacia. Por lo tanto que en el siguiente apartado se realiza un análisis de nivel a detalle por turno.

#### 4.4 Análisis de la causa: Atrasos en respuesta.

##### 4.4.1 Análisis de resultados por turno.

Se realiza un análisis de la segunda causa encontrada en el diagrama de Ishikawa. Como se mencionó en la tabla de levantamiento de datos, el departamento tiene 3 turnos los cuales garantizan una cobertura 24-7 del departamento de gestión de órdenes.

Se realiza un análisis de tiempos de respuesta por turno considerando la causa mostrada en el Ishikawa: “atrasos en respuesta”. Para esto se analizan dos periodos 2018-2019, así como

los indicadores de resultados del último periodo (noviembre 2018 –marzo 2019) donde se muestra si se cumple o no con las métricas de respuesta establecidas por contrato, se observan los siguientes resultados:

Turno de mañana: horario 5:00 a 13:00

*Cuadro 3 Análisis estadístico - Turno Mañana*

| <b>Turno - Mañana</b> |               |               |                |
|-----------------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>Categoría</b>      | <b>15 min</b> | <b>45 min</b> | <b>240 min</b> |
| Promedio              | 0:09:41       | 0:20:30       | 17:08:28       |
| Desviación<br>Stand   | 2:48:21       | 2:34:21       | 14:41:35       |
| Máximo                | 3:57:39       | 21:10:56      | 6:21:23        |

*Fuente: CTI SA*

Los tiempos de respuesta para cada uno de los contratos como se pueden ver en el cuadro anterior, presentan diferencias entre el promedio y la desviación estándar. Como se describe en los antecedentes, el tiempo de respuesta esperado por el departamento es de 15 min, y la desviación estándar llega hasta un máximo de 2:48 horas para el contrato de 15 min, 2:34 para el de 45 min y de 14:41 horas, lo cual indican cuan alejados se encuentran algunas órdenes de la media.

Turnos de tarde: horario 14:00 a 21:00

*Cuadro 4 Análisis estadístico - Turno Tarde*

| Turno - Mañana   |         |          |          |
|------------------|---------|----------|----------|
| Promedio         | 0:09:41 | 0:20:30  | 17:08:28 |
| Media            | 0:05:02 | 0:08:02  | 0:37:26  |
| Desviación Stand | 2:48:21 | 2:34:21  | 14:41:35 |
| Máximo           | 3:57:39 | 21:10:56 | 6:21:23  |

*Fuente: CTI SA*

En la tabla anterior se puede observar de la misma manera que, las desviaciones estándar son muy altos, por lo que los tiempos de respuesta no se cumplen con lo establecido por el departamento.

Turno de noche: horario 22:00 a 4:00

*Cuadro 5 Análisis estadístico - Turno Noche*

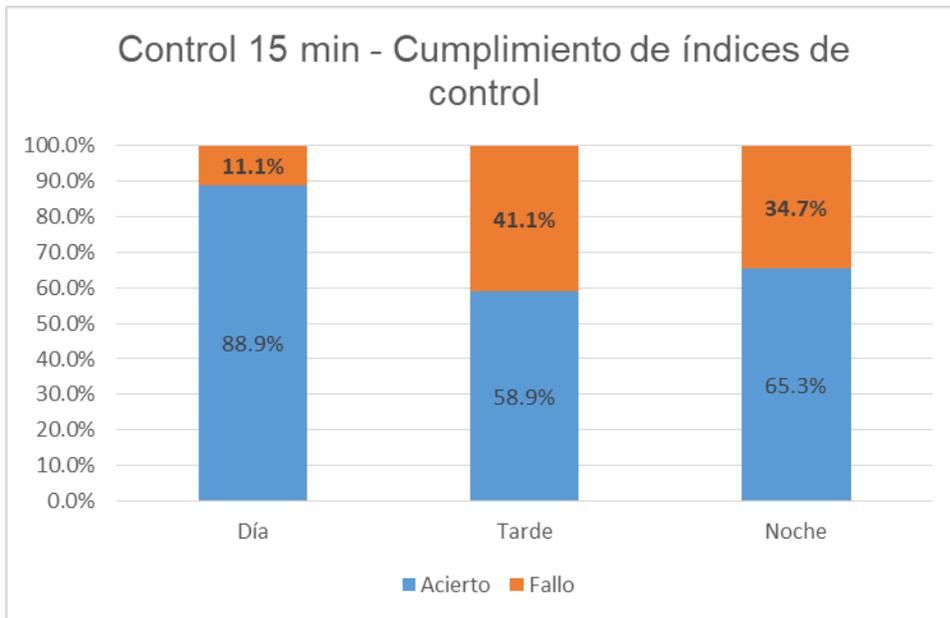
| Turno – Tarde    |         |         |          |
|------------------|---------|---------|----------|
| Promedio         | 0:12:07 | 0:38:39 | 2:37:36  |
| Media            | 0:06:44 | 0:13:00 | 0:32:26  |
| Desviación Stand | 1:23:14 | 3:28:59 | 6:20:31  |
| Máximo           | 7:30:17 | 2:45:55 | 16:12:53 |

*Fuente: CTI SA*

La desviación estándar del contrato de 15 minutos, presenta tiempos muy elevados de respuesta, a pesar de que este contrato es la prioridad en el departamento, los tiempos son inaceptables de acuerdo con los indicadores claves de desempeño (ICD).

Índices de control por contrato y turno para los meses de enero, febrero y marzo:

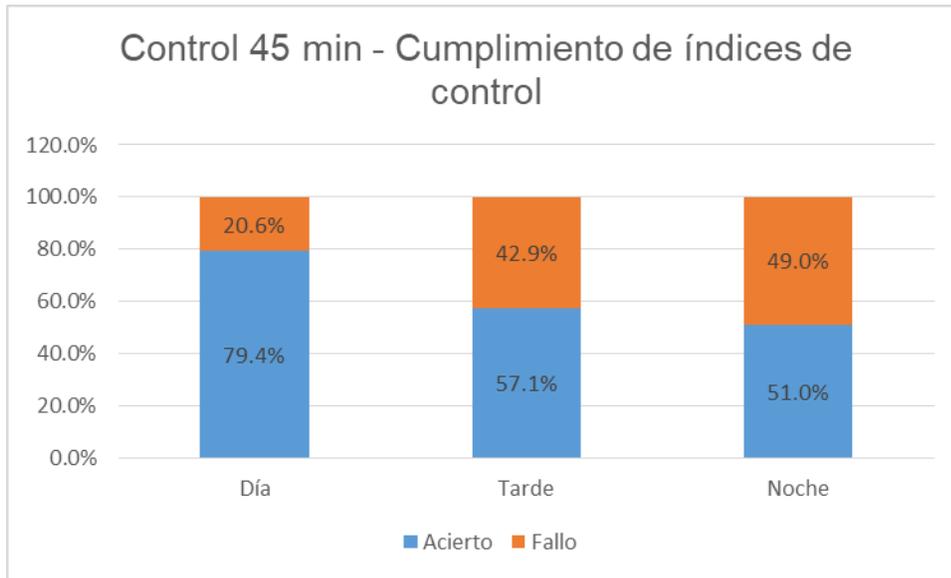
Figura 8 Cumplimiento de índices de control para 15 min



Fuente: CTI SA

En el gráfico anterior se denota como la cantidad de órdenes no se cumplen con los tiempos de respuesta durante el turno de la tarde, y el turno de la noche cuenta con un comportamiento similar.

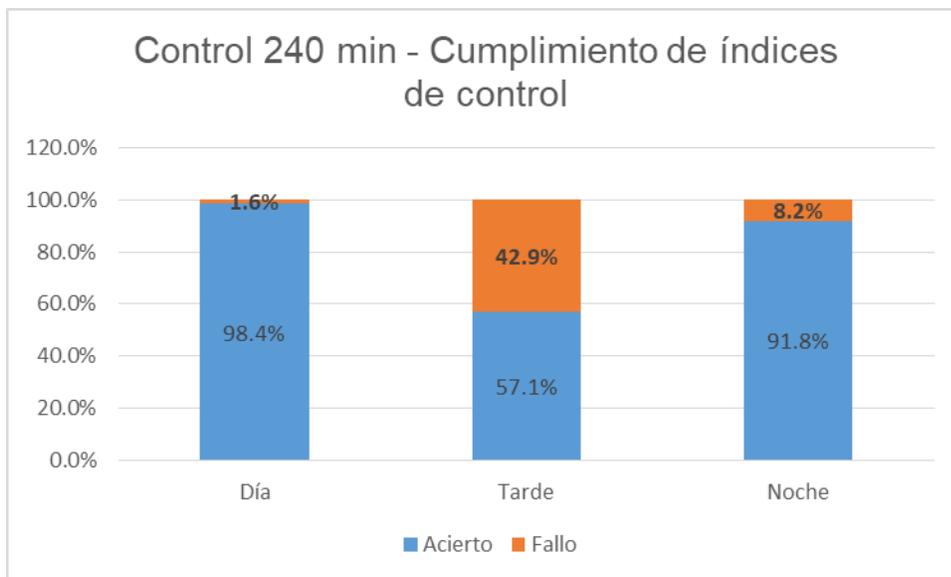
Figura 9 Cumplimiento de índices de control para 45 min



Fuente: CTI SA

El gráfico anterior, se observa un comportamiento similar al gráfico de control de 15, en donde el turno de la noche tiene prácticamente un 51.00% de cumplimiento.

Figura 10 Cumplimiento de índices de control para 240 min



Fuente: CTI SA

El departamento tiene un tiempo de respuesta que se considera aceptable para los clientes internos, el objetivo de este tiempo de respuesta es garantizar la calidad y asegurar que las órdenes son respondidas dentro de un rango de minutos. El cálculo de este tiempo se da desde el momento en que la orden entra en el sistema hasta el momento en que se brinda una solución.

- En promedio de acuerdo con las tablas se observa tiempos promedio dentro de lo aceptable.
- Para los contratos de 15 min y 45 min muestran tiempos de respuesta muy rápidos o menores a la tolerancia. Se evidencia que para estos contratos el tiempo de procesamiento corresponde con el tiempo estándar teórico (15 min por orden).
- Los contratos de 240 minutos tienen tiempos de respuesta mucho mayores lo que demuestra el problema de cola que evidencia el mapeo. Para contratos de 15 y 45 min no existe gran diferencia en el tiempo promedio entre turnos.

Los resultados obtenidos brindan una idea de la situación más cuando se analiza la desviación estándar se demuestra que hay datos muy alejados de la media en todos los turnos, como se ilustra en la tabla:

*Cuadro 6 Resumen estadísticos - Promedios de turnos*

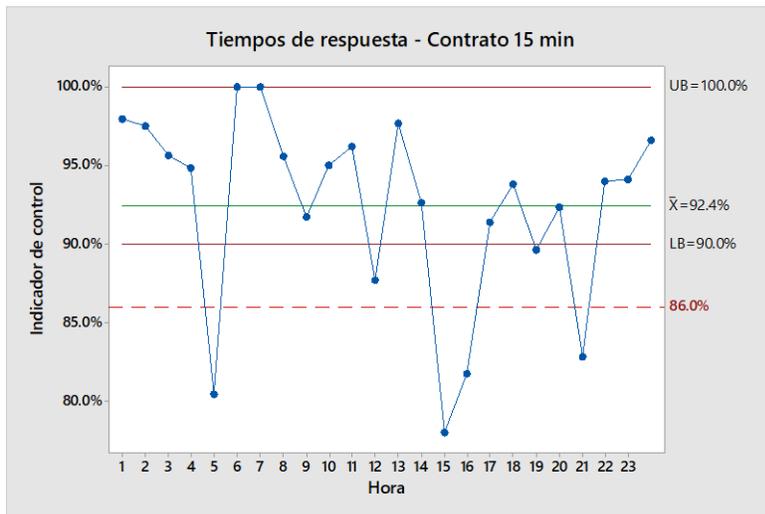
| <b>Categoría</b> | <b>15 min</b> | <b>45 min</b> | <b>240 min</b> |
|------------------|---------------|---------------|----------------|
| Promedio         | 0:09:59       | 0:32:23       | 7:35:37        |
| Media            | 0:05:57       | 0:11:40       | 0:43:06        |
| Desviación Stand | 1:27:24       | 2:54:05       | 17:05:17       |

*Fuente: CTI SA*

Se puede decir que cuando no se puede contestar en tiempo y forma que hay inconsistencias en la gestión de recepción de órdenes, así es como se puede notar en la siguiente tabla donde la desviación estándar está muy alejada de la media.

Por consiguiente, que se realiza un gráfico de control por turno con respecto a tiempos de respuesta además un análisis de horas críticas para los datos más recientes enero, febrero y marzo 2019:

*Figura 11 Tiempo de respuesta -Contrato 15 min*



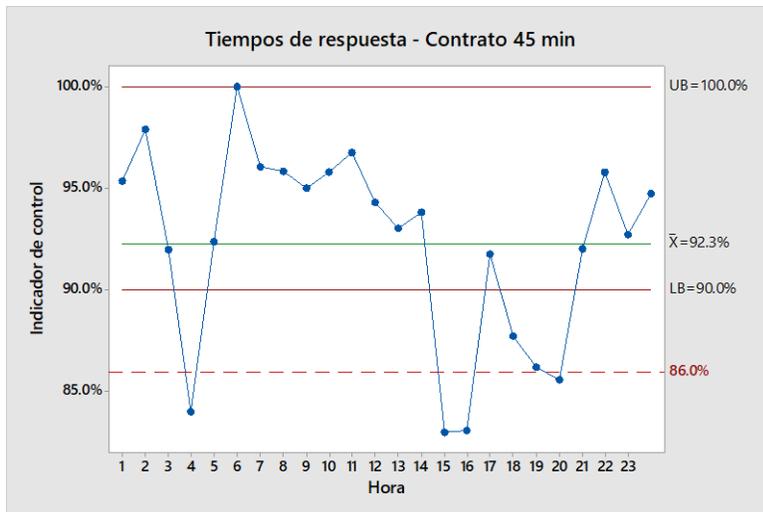
*Fuente: CTI SA*

El contrato de 15 minutos tiene las siguientes horas críticas que se encuentran por debajo de los límites especificados, que se encuentran por debajo del ICD esperado es 90%.

- 5:00,12:00, 15:00,16:00 y 21:00.
- Un total de 6 puntos fuera de control.

Seguidamente el análisis trimestral de contrato de 45 min:

Figura 12 Tiempos de respuesta - Contrato 45 min

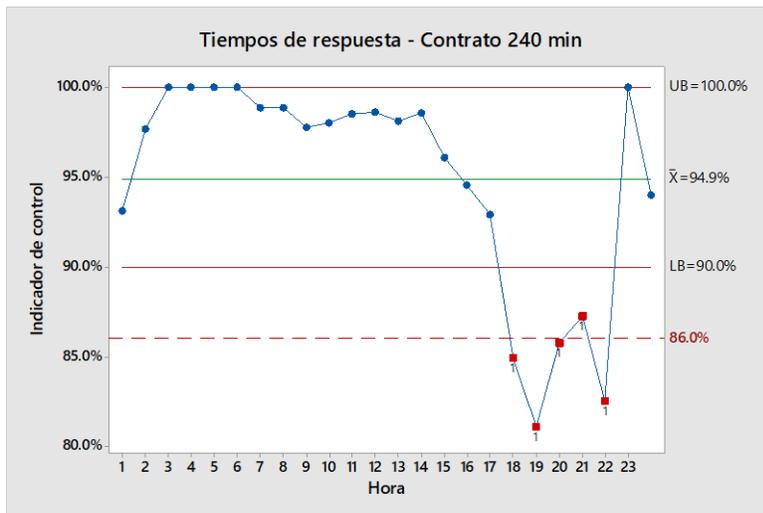


Fuente: CTI SA

Se observa en el gráfico anterior que las horas fuera de ICD son 4:00,15:00,16:00,17:00,18:00,19:00, 20:00, 21:00, por lo que se tiene un total de 8 puntos fuera de control (fuera del 90.00% mínimo aceptable del ICD).

Por último el análisis del contrato de 240 minutos

Figura 13 Tiempo de respuesta - Contrato 240 min



Fuente: CTI SA

Los resultados obtenidos en el gráfico del contrato de 240 minutos:

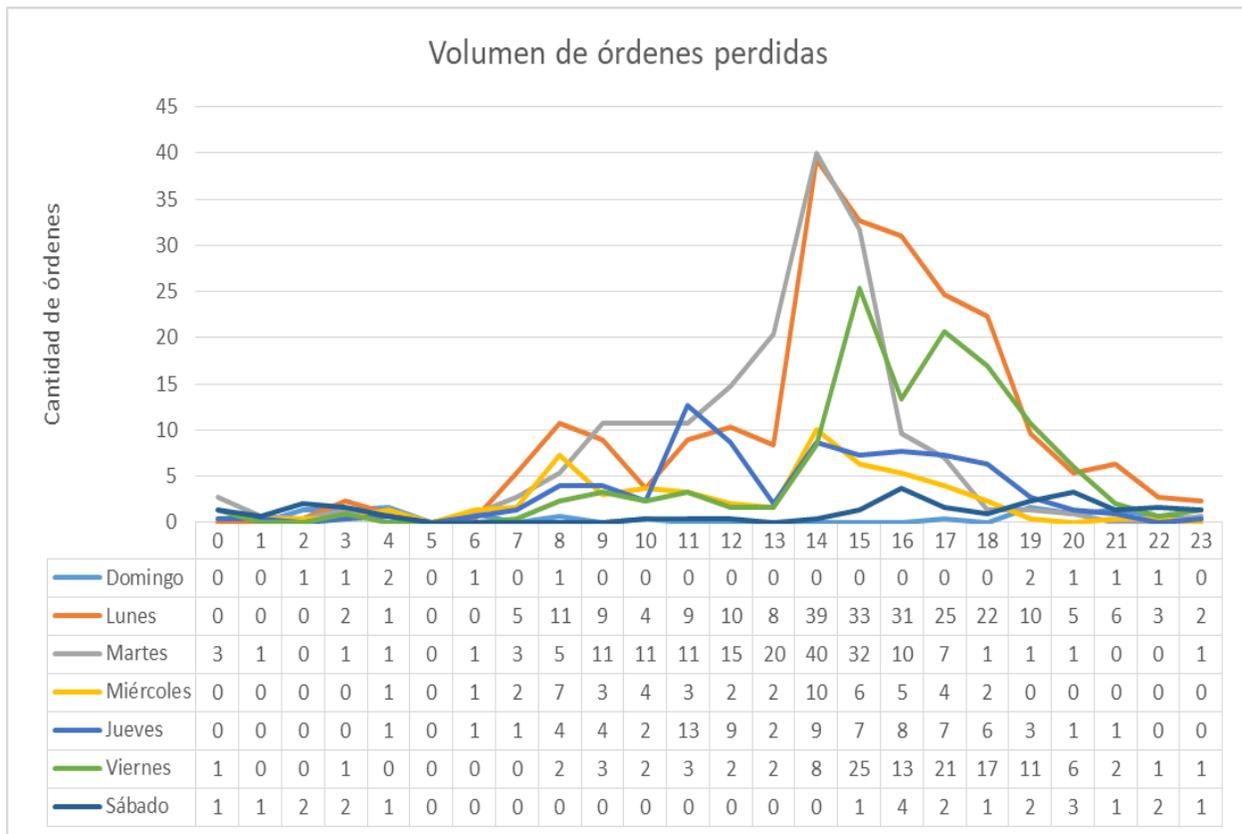
- Los datos muestran que durante las primeras horas de la mañana se mantiene estable.
- Es después de las 17:00 hasta las 22:00 que presenta datos fuera de la meta.
- Los datos muestran 5 puntos fuera de meta lo cual es congruente con los otros gráficos.

De acuerdo con los gráficos de control previamente analizados, surge la necesidad de realizar un análisis de tendencia de órdenes perdidas por hora con el fin de establecer si hay una relación entre el volumen recibido y la cantidad de órdenes no procesadas a tiempo.

#### 4.4.1.1 Cantidad de tiquetes perdidos en promedio.

Se realiza un análisis de cantidades de órdenes perdidas por hora para los meses de enero, febrero, marzo 2019 el cual arroja el siguiente gráfico.

Figura 14 Volumen de órdenes perdidas



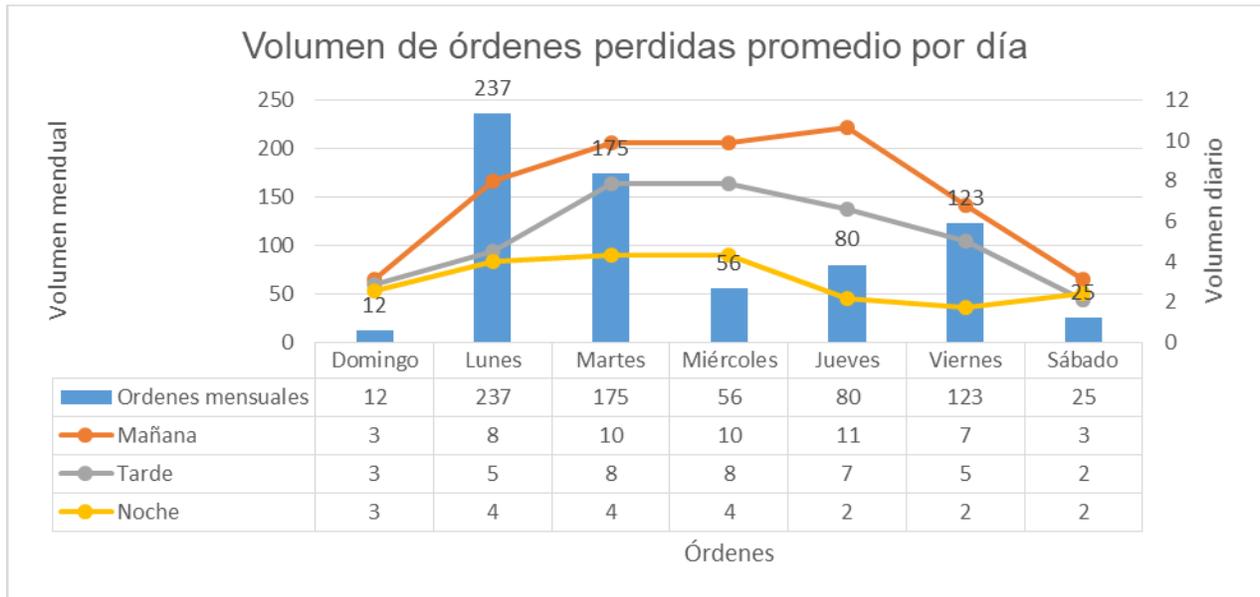
El gráfico anterior se nota que existen una gran cantidad de órdenes que se pierden en el transcurso del día, por lo que generan un efecto cola que se relaciona con los gráficos de control: los días con mayor cola son los lunes, martes, seguido de viernes.

Esta cantidad de órdenes sin procesar generan fallas que son anteriormente vistas en los gráficos de control.

Para una mejor visualización de los datos anteriormente descritos, el siguiente gráfico puede ilustrar la cantidad de órdenes en promedio que no cumplen con la métrica del departamento por día de la semana, junto con las líneas de tendencia de órdenes perdidas por día/turno. La mayoría de las órdenes comienzan a perderse entre 10:00 am hasta las 18:00 pm, debido al sistema PEPS con que se reciben las órdenes, provocando que las órdenes se queden en

espera de ser atendidas, generando las inconsistencias en los tiempos de respuesta y con ello, no se cumple la tolerancia establecida por contrato.

Figura 15 Órdenes perdidas por día



Fuente: CTI SA

Con el análisis anterior se puede evidenciar los siguientes patrones:

1. En los gráficos de control, se nota como las métricas caen en los cambios de turno.
2. Durante el transcurso del turno, parece que se recupera las métricas, pero luego estas vuelven a caer, y eso coincide con los horarios de almuerzo de los colaboradores.

#### 4.4.2 Análisis de correlación.

Por medio del análisis de correlación de Pearson se desea conocer si los volúmenes de órdenes recibidas por hora y la cantidad de personas disponibles por hora afectan de alguna manera los indicadores claves de desempeño (ICD) del departamento, que como se ha mencionado se tienen 3 tipos: de 15 minutos, 20 minutos y 4 horas. Para dicho estudio se toman la cantidad de personas disponible por hora, y la cantidad de demanda recibida por hora de los

meses de enero, febrero y marzo del 2019 para un total de 168 datos para cada uno. Se toman estos meses ya que son los más recientes provistos por el departamento, además según gerencia muestran un volumen real con respecto los nuevos negocios adquiridos por la empresa recientemente.

Primero se desea conocer si existe alguna relación entre los ICD y las personas, por esto se plantean las siguientes hipótesis:

- Ho: No existe relación entre el ICD y las personas.
- Ha: Existe una relación entre el ICD y las personas.

Con la herramienta de Minitab se evalúa ICD versus Personas, y se obtiene el siguiente resultado:

*Figura 16 Correlación de Pearson*



*Fuente: Autores*

El P-Value indica que se acepta la hipótesis alternativa, lo que quiere decir es que si existe una correlación entre los ICD y la cantidad de personas que se tiene disponible para poder atender la demanda que se recibe, pero para conocer cuál es el grado de correlación entre las dos variables, se calcula que el índice de correlación de Pearson dando como resultado una débil relación entre ellas.

La segunda variable que se considera es el volumen de órdenes recibidas, para eso se compara contra el ICD del departamento, y con ello conocer la posibilidad de que exista una correlación entre estas variables. Para esto, se plantean las siguientes hipótesis:

- Ho: No existe relación entre el ICD y el volumen de órdenes.
- Ha: Existe relación entre el ICD y el volumen de órdenes.

Con la herramienta de Minitab se evalúa ICD versus volumen de órdenes, y se obtiene el siguiente resultado:

*Figura 17 Correlación de personas*



*Fuente: Autores*

Con el valor arrojado por el P-Value, se puede aseverar que no existe una correlación entre estas dos variables, aceptando la hipótesis nula. De la misma manera el indicador de Pearson muestra la casi inexistente relación entre las variables.

De acuerdo con los datos se puede afirmar que se cuenta con las personas necesarias para gestionar el volumen, por esa razón no hay una correlación débil de estas variables con el ICD, por lo que se necesita investigar si existen horas críticas donde la demanda excede la cantidad de personas disponibles para su atención, además se plantea la necesidad de un análisis de productividad, ordenes por hombre, con el fin de esclarecer el por qué si se cuenta con la cantidad de las personas ideales, no se cumple con los índices clave de desempeño del departamento.

A continuación se realiza una tabla resumen de análisis de resultados de correlación:

*Cuadro 7 Resumen – Análisis de Correlación*

| Correlación      | Correlación de Pearson | P-value |
|------------------|------------------------|---------|
| Personas vs. ICD | 0.22                   | 0.004   |
| Volumen vs. ICD  | 0.113                  | 0.145   |

*Fuente: Autores*

La tabla resumen anterior muestra que se acepta las hipótesis alternativas para la correlación entre personas e ICD, lo que quiere decir que entre más cantidad de personas disponibles para atender la demanda, va a existir una mejora en los ICD, pero por otra parte la correlación de volumen vs. ICD no existe una correlación, ya que deja evidencia que se cuenta con el personal necesario para poder atender la demanda. Por lo que se infiere que los problemas con los ICD están relacionados al posicionamiento adecuado del personal por turno y volumen.

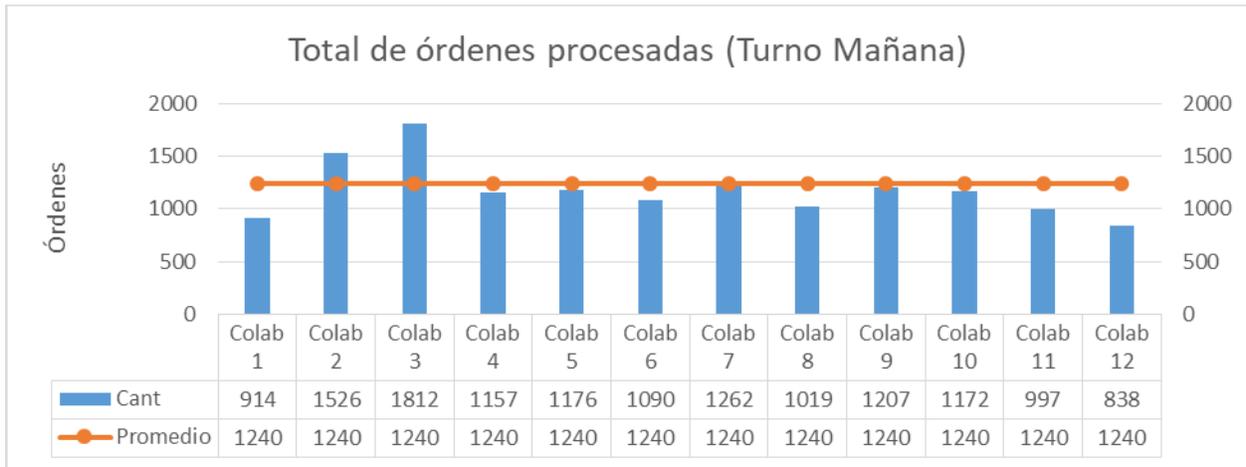
#### **4.4.3 Análisis de la causa: Análisis de distribución de la carga de trabajo.**

Se procede a evaluar la causa carga equitativa, trabajando en dos parámetros, el primero es analizar en términos de demanda cuántas órdenes están procesando en promedio los colaboradores por mes, para esto se toman datos históricos del 2019 durante enero, febrero y marzo ya que como se mencionó en el apartado de históricos de volúmenes, hay un aumento de demanda.

Además se toma como indicador, lo mencionado en los antecedentes que cada agente debería de ser capaz de procesar 4 órdenes por hora basado en un tiempo estándar de 15 min, por lo cual se evalúa si están en cumplimiento de la meta.

Se realiza una comparación de la producción de órdenes por agente, para el turno del día dando como resultado el siguiente gráfico:

Figura 18 Órdenes procesadas - Turno Mañana



Fuente: CTI SA

Con base en la productividad que muestra el gráfico anterior, se evalúa utilizando herramientas estadísticas con el fin de analizar los datos:

Cuadro 8 Análisis estadístico

| <b>Análisis Estadístico</b> |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Promedio                    | 1 180<br>órdenes |
| Media                       | 1 164<br>órdenes |
| Desviación estándar         | 267<br>órdenes   |

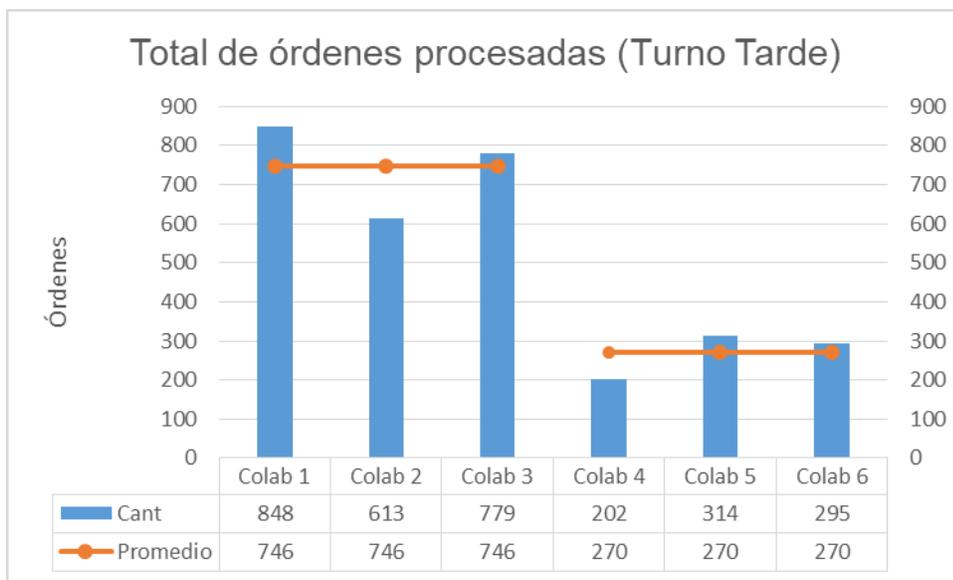
|               |                  |
|---------------|------------------|
| Máximo        | 1 812<br>órdenes |
| Mínimo        | 838 órdenes      |
| Colaboradores | 12               |

Fuente: CTI SA

Se puede observar que cada colaborador procesa 1 180 órdenes en promedio, pero hay una desviación estándar de 274 órdenes por lo que se evidencia que hay una diferencia muy grande con respecto a la media, además que hay algunos colaboradores que procesan 914 cuando el que más trabaja hace 1 812 órdenes.

Se procede a hacer el análisis de productividades en el turno de la tarde:

Figura 19 Órdenes procesadas - Turno tarde



Fuente: CTI SA

Para este turno se encuentran algunos colaboradores iniciando en una curva de aprendizaje por lo que sus productividades se analizan de forma separada. Los colaboradores 1, 2, 3 son los que se toman para realizar el análisis de los estadísticos.

*Cuadro 9 Análisis estadístico*

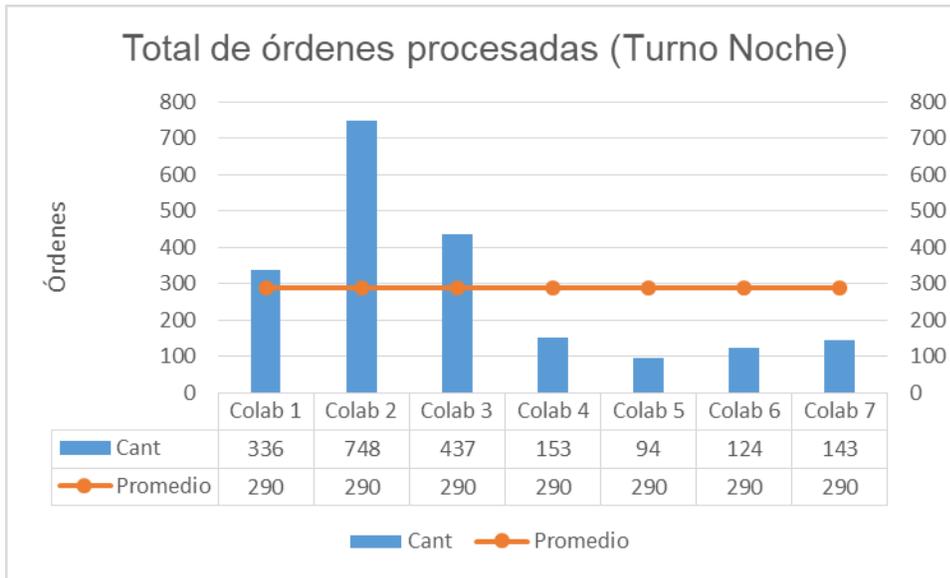
| <b><i>Análisis Estadísticos</i></b> |                |
|-------------------------------------|----------------|
| Promedio                            | 747<br>órdenes |
| Media                               | 779<br>órdenes |
| Desviación<br>Estándar              | 121<br>órdenes |
| Mínimo                              | 613<br>órdenes |
| Máximo                              | 848<br>órdenes |
| Colaboradores                       | 3              |

*Fuente: Autores*

Igualmente la desviación estándar muestra diferencias en el procesamiento de órdenes.

Seguidamente se realiza el análisis al turno de la noche, el cual muestra los siguientes resultados:

Figura 20 Órdenes procesadas - Turno noche



Fuente: CTI SA

Este turno evidencia diferencias bastante grandes en donde el colaborador 2 es quien realiza más órdenes y los colaboradores 4, 5, 6 y 7 tienen una cantidad de órdenes considerablemente menor, se consulta a el gerente y nos indica que todos los colaboradores tienen el mismo tiempo de estar trabajando.

Se procede a realizar los estadísticos:

Cuadro 10 Análisis estadístico

| <i>Análisis Estadísticos</i> |                |
|------------------------------|----------------|
| Promedio                     | 291<br>órdenes |
| Media                        | 153<br>órdenes |

|                     |             |
|---------------------|-------------|
| Desviación Estándar | 238 órdenes |
| Mínimo              | 94 órdenes  |
| Máximo              | 748 órdenes |
| Colaboradores       | 7           |

*Autores: CTI SA*

Igualmente las desviaciones mínimos y máximos demuestran que no hay una distribución equitativa del trabajo.

Al finalizar este análisis de productividad los datos muestran que no existe una distribución equitativa de las cargas de trabajo, por lo que el volumen no se distribuye uniformemente, evidencia que el actual modelo de aceptar órdenes no está funcionando ya que no se cumplen los ICDs ni tampoco se logra una productividad óptima.

#### **4.3.4 Resumen de Análisis**

En la siguiente tabla contiene los principales hallazgos que se realizó en la etapa de análisis, tiene como fin mostrar la información de manera resumen de: tiempos de respuesta, cargas equitativas, y productividades de los agentes.

| Turno | Incremento de volumen en horas críticas   | Atrasos en Respuesta | Espera a ser aceptado                              | Distribución de Carga de trabajo.          |
|-------|---|----------------------|--|--|
| Día   | Distribución: Uniforme<br>Expresión BETA(0.472, 12.7266)<br><br>CTR            9.45%<br>NBD            57.90%<br>SBD            32.65%                | 15 min 89%           | FIFO   | Promedio            1 180 ordenes          |
|       |   | 45 min 79%           |  | Media                1 164 ordenes         |
|       |   | 240 min 94%          |  | Desviación estándar            267 órdenes |
|       |   |                      |  | Máximo            1 812 órdenes            |
|       |   |                      |  | Mínimo            838 órdenes              |
|       |   |                      |  | Colaboradores    12                        |
| Tarde | Distribución: Beta<br>Expresión:    -0.001 +<br>LOGN(0.00233, 0.00154)<br><br>CTR            14.86%<br>NBD            31.91%<br>SBD            53.23% | 15 min 58%           | Cada agente selecciona la orden que quiere aceptar | Promedio            747 órdenes            |
|       |   | 45 min 57%           |  | Media                779 órdenes           |
|       |   | 240 min 57%          |  | Desviación Estándar    121 órdenes         |
|       |   |                      |  | Mínimo            613 órdenes              |
|       |   |                      |  | Máximo            848 órdenes              |
|       |   |                      |  | Colaboradores    3                         |
| Noche | Distribución: Beta  | 15 min 65.3%         |  | Promedio            291                    |
|       |   | 45 min 51%           |  | órdenes                                    |

|  |                     |             |  |               |            |
|--|---------------------|-------------|--|---------------|------------|
|  | Expresión: -0.001 + |             |  | Media         | 153        |
|  | EXPO(0.0021)        |             |  |               | órdenes    |
|  | CTR 9.58%           |             |  | Desviación    | 238        |
|  | NBD 54.48%          | 240 min 91% |  | Estándar      | órdenes    |
|  | SBD 35.94%          |             |  | Mínimo        | 94 órdenes |
|  |                     |             |  | Máximo        | 748        |
|  |                     |             |  | Colaboradores | 7          |

*Fuente: Autores*

*Indicador de semáforo donde: >=90.00% es verde, 89.00% a 87.00% amarillo, <=86.00% es rojo*

Del cuadro anterior se analiza a manera de resumen los resultados operativos por tiempo de respuesta, el cual muestra que en el turno del día no se está logrando resultados positivos para contrato de 15 min y de 45 min. Además, para el turno de la tarde no se está logrando ninguna de las métricas y finalmente el turno de la noche el contrato de 15 min y de 45 min presentan resultados negativos. Finalmente se presentan variaciones en la producción de los agentes.

Se consolida toda la información recopilada en este capítulo y se obtiene a manera de resumen los principales hallazgos:

#### Incremento de volúmenes del 2019:

- El 56% del volumen de las órdenes se encuentra en el día.
- La mayoría de las colas se presentan desde la 13:00 hasta las 18:00.
- Existe una correlación entre los ICD y la cantidad de personas que se tiene disponible para poder atender la demanda que se recibe.
- Independientemente del contrato existe variaciones de la desviación estándar del tiempo de respuesta por lo que se deduce que las órdenes se encuentran en espera mucho tiempo para ser atendidas por uno de los agentes.
- De acuerdo con los resultados del análisis de correlación se puede afirmar que se cuenta con las personas necesarias para ver el volumen.
- Al finalizar el análisis de productividad los datos muestran que no existe una distribución equitativa de las cargas de trabajo, por lo que el volumen no se distribuye uniformemente entre los colaboradores.
- Los ICD no se cumplen en su mayoría de los turnos.
- Los días con más volumen jueves y luego los lunes según el gráfico de control: los ICD se pierden en los cambios de turno.

## Capítulo 5 (Propuestas)

## **5.1 Desarrollo de las Propuestas**

En el siguiente apartado se realiza dos simulaciones la primera se quiere demostrar la situación actual en el que se encuentra el departamento de refracciones, seguidamente la segunda simulación tiene como objetivo reproducir un nuevo modelo distribución de órdenes con las mejoras planteadas.

### **5.1.1 Definición del modelo.**

Necesidad de un modelo de distribución de órdenes.

En el capítulo 4 se puede observar cómo se usa la herramienta del Ishikawa para analizar las condiciones de la situación actual en la cual se encuentra el departamento, para llegar a las causas principales del problema de la distribución de órdenes por excepción, y se concluye que las transcendentales son:

- Incremento de volumen en horas críticas.
- Atrasos en respuesta.
- Análisis de distribución de carga de trabajo.

Tomando como base las anteriores, y con ayuda de la tabla de criterios de evaluación Ishikawa, se plantea las siguientes soluciones para cada una de ellas:

Cuadro 12 Análisis causas y soluciones

| Causa   | Solución   |
|---|--|
| Incremento de volumen en horas críticas.      | Monitoreo de Volumen Mensual.<br>Análisis y programación de turnos operativos. |
| Atrasos en respuesta.                         | Análisis de respuesta actual.  |
| Análisis de distribución de Carga de trabajo. | Análisis de la demanda y distribución correcta de los recursos.                |

*Fuente: Autores*

### 5.1.2 Modelo Conceptual.

El modelo debe satisfacer los anteriores parámetros obtenidos en el análisis de datos descritos en la Cuadro 12 además de reducir el pago de horas extra debido a las órdenes sin procesar. Por lo que se plantea que, la tasa de servicio debe satisfacer la tasa de arribo mediante el establecimiento de metas por hora a los recursos disponibles reduciendo la tasa de ocio y así mejorar los tiempos de respuesta y cumplir con los ICD.

El modelo debe tomar en consideración, los horarios del personal, establecimiento y control de horarios de almuerzo, y una correcta asignación de recursos por hora y de esta forma crear un balance en la carga de trabajo de los recursos disponibles en busca de disminuir los atrasos de respuesta y cumplir con los ICD.

El modelo de distribución de órdenes propuesto debe tener:

- Un aseguramiento que cada orden que llegue, debe ser asignada al agente disponible.
- Una mejor distribución equitativa de trabajo.

- Reducción de ocio.
- Mejorar tasa de servicio.
- Distribución de los agentes de manera correcta.

De acuerdo con los resultados del análisis se procede a categorizar las áreas que el modelo debe satisfacer:

*Cuadro 13 Áreas de enfoque para el modelado*

| <b>Área de enfoque</b>  | <b>Solución propuesta</b>   |
|---|---|
| Turno Operativo: Las horas críticas de la demanda se encuentran en los turnos operativos lunes a viernes de 7 am a 4 pm.  | El modelo simula la demanda recibida y la distribución de personas para atenderla, para los días lunes a viernes de 7 a 4 pm. |
| Personal Operativo: Existe una correlación entre los ICD y la cantidad de personas que se tiene disponible para poder atender la demanda que se recibe.                           | El modelo dispone la cantidad de las personas necesarias para atender la demanda.   |
| Distribución de órdenes: De acuerdo con los resultados del análisis de correlación se puede afirmar que se cuenta con las personas necesarias para atender el volumen de órdenes. | El modelo distribuye las órdenes recibidas por operador disponible, cambiando el antiguo.                                     |
| Tiempo de Respuesta: Independientemente del contrato, existen variaciones de la   | Establecimientos de metas por hora dependiendo de la demanda recibida.  |

|   |  |
|---|--|
| desviación estándar del tiempo de respuesta por lo que se deduce que las ordenes se encuentran en espera mucho tiempo para ser atendidas por uno de los agentes.  |  |
| Distribución equitativa de trabajo: Al finalizar el análisis de productividad, los datos muestran que no existe una distribución equitativa de las cargas de trabajo, por lo que el volumen no se distribuye uniformemente entre los colaboradores. | Creación de horarios y horarios de almuerzo tomando en cuenta la demanda recibida.       |
| Turnos Operativos: Los ICD no se cumplen en su mayoría de los turnos.   | Por medio del nuevo modelo, con una nueva distribución de las órdenes, los ICD's mejoran |

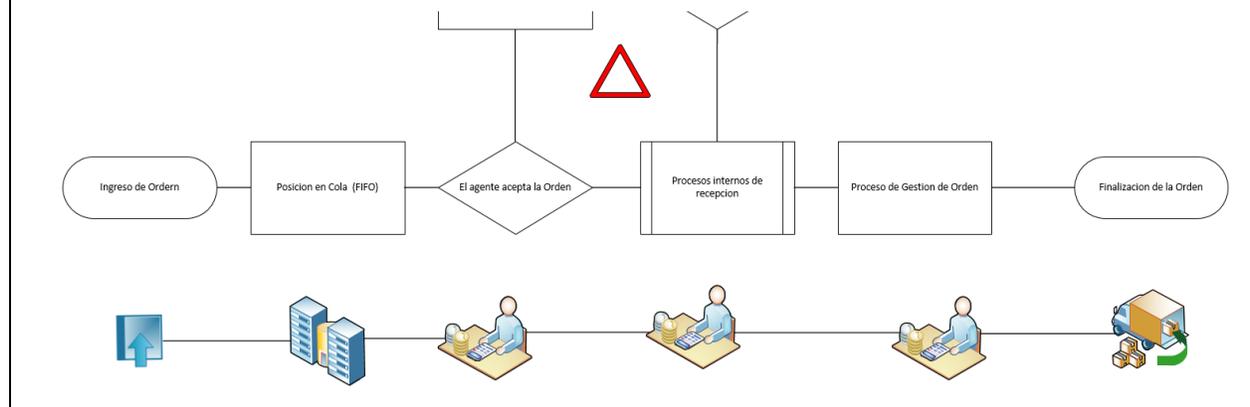
*Fuente: Autores*

### **5.1.3 Situación Actual.**

Con el fin de obtener resultados estadísticamente confiables, y demostrar cómo se trabaja al día del hoy el departamento de pedidos de refracciones, se procede a realizar una simulación utilizando el software Arena, considerando parámetros tales como: demanda por hora y día, cantidades de agentes por hora y día, y procesamiento de órdenes actual por los agentes, con el fin de compararlos con los ICDs brindados por el departamento.

La simulación toma como base el flujo actual de trabajo, que se ilustra de la siguiente manera:

Figura 21 Flujo del modelo actual



Fuente: CTI SA

 Agentes seleccionan la orden en el sistema

#### 5.1.4 Etapa de programación.

Se considera para la entrada de las órdenes los 5 meses brindados, esto debido que representan el volumen real del departamento, y de acuerdo con la gerencia, son los volúmenes más reales con los que trabaja el departamento, ya que recientemente se incorporaron unos nuevos contratos en la operación. Los datos se dividen por los 3 tipos de contactos ya conocidos, para el contrato de 15 min, se tiene un total de 7 790 tiempos de respuesta histórico, para el contrato de 45 min se tiene 26 882 tiempos de respuesta y por último el contrato de 240 min, se procesaron 46 293 tiempos de respuesta. Los tiempos de creación se procesan por medio del “input analyzer” (en español: analizador de entradas), ver [anexo 9](#) en el software de Arena, para conocer el patrón de arribo para cada uno de ellos. Por lo que el resultado se utiliza para programar la figura “crear”, del módulo “Procesos Básicos” y se observa de la siguiente manera:

- Contrato 15 min:

Figura 22 Distribución de arribo - Contrato 15 min

```

Distribution Summary
Distribution: Beta
Expression: BETA(0.472, 12.7266)
    
```

Fuente: Autores - Software de Arena

- Contrato 45 min:

Ilustración 5 1

Figura 23 Distribución de arribo - Contrato 45 min

```

Distribution Summary
Distribution: Lognormal
Expression: -0.001 + LOGN(0.00233, 0.00154)
    
```

Fuente: Autores - Software de Arena

- Contrato 240 min:

Figura 24 Distribución de arribo - Contrato 240 min

```

Distribution Summary
Distribution: Exponential
Expression: -0.001 + EXPO(0.0021)
    
```

Fuente: Autores - Software de Arena

Se procede a ingresar la distribución de arribo en el software de Arena para cada uno de los contratos, teniendo 3 tipos de figura “crear”.

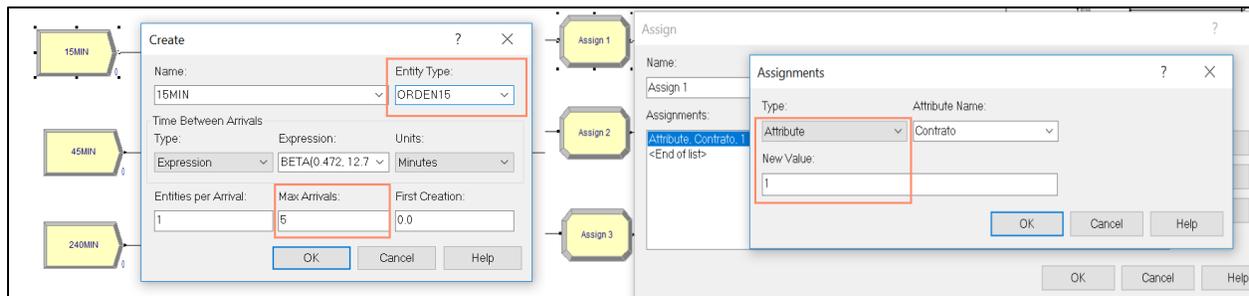
Figura 25 Tabla de distribución de arribos

|   | Name   | Entity Type | Type       | Expression                      | Units   | Entities per Arrival | Max Arrivals | First Creation |
|---|--------|-------------|------------|---------------------------------|---------|----------------------|--------------|----------------|
| 1 | 15MIN  | ORDEN15     | Expression | BETA(0.472, 12.7266)            | Minutes | 1                    | 5            | 0.0            |
| 2 | 45MIN  | ORDEN45     | Expression | -0.001 + LOGN(0.00233, 0.00154) | Minutes | 1                    | 16           | 0.0            |
| 3 | 240MIN | ORDEN240    | Expression | -0.001 + EXPO(0.0021)           | Minutes | 1                    | 21           | 0.0            |

Fuente: Autores – Software de Arena

Se programa un “*Entity type*” (traducido al español como: tipo de entidad), dentro de la figura “crear” con el fin de programar una priorización a los contratos, tomando como prioridad contrato de 15 min con un atributo de 1, luego el segundo contrato más importante de 45 min un peso de 2, y en último lugar el contrato de 240 min un peso de 3, Asimismo de acuerdo con el histórico se tiene la cantidad de arribos mínimos y máximos por contrato como se puede observar en la tabla de distribución de arribos ver [Anexos 4, 5 y 6](#), y con la figura de “asignar” se programa un orden de preferencia a los contratos manteniendo el orden PEPS.

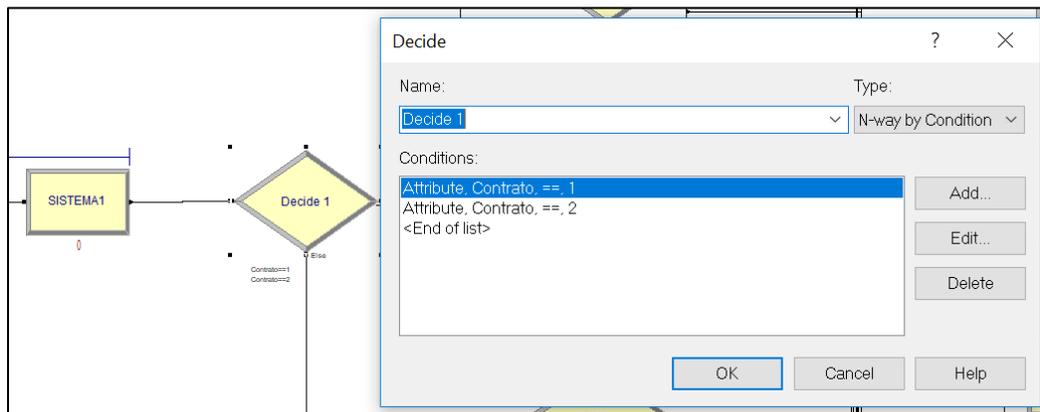
*Figura 26 Creación y asignación de recepción de órdenes*



*Fuente: Autores – Software de Arena*

Se utiliza un contador llamado “sistema”, con el objetivo de simular la herramienta utilizada en el departamento y el arribo de los contratos de forma Primero en Entrar Primero en Salir (PEPS). Este a su vez envía las órdenes a una decisión basada en atributos antes mencionados, esta a su vez la envía a otra decisión dependiendo el tipo de contrato, siempre respetando los pesos previamente mencionados.

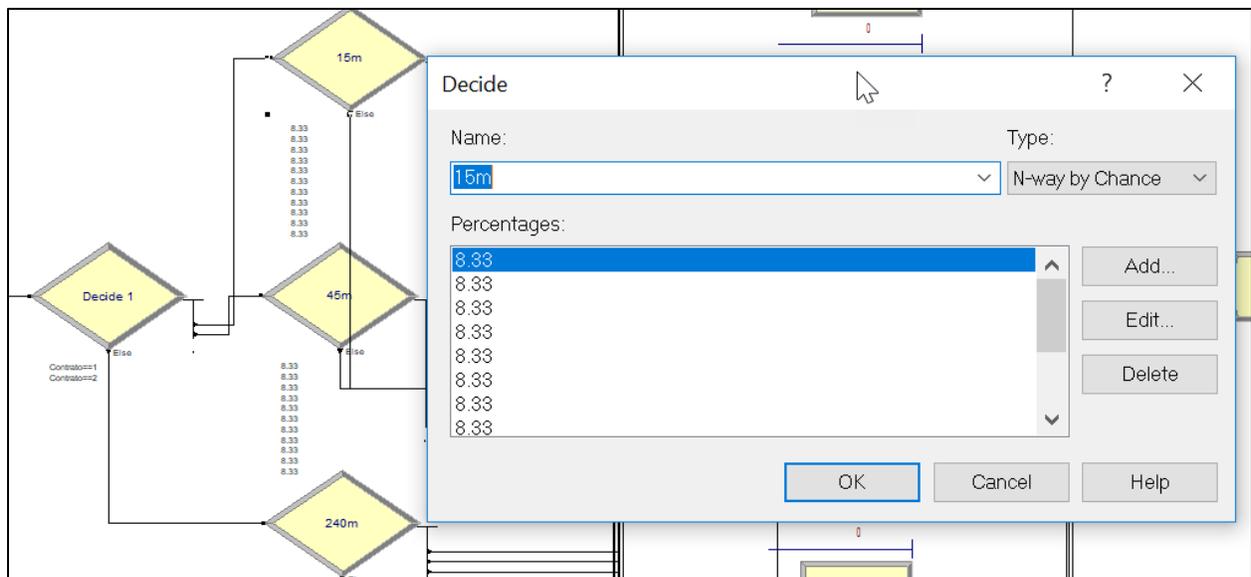
Figura 27 Figura de decisión



Fuente: Autores – Software de Arena

Para simular la distribución de las órdenes, se coloca que cada agente tiene la misma probabilidad de trabajar y/o procesar una orden, en este caso los 12 agentes disponibles cuentan con una probabilidad de 8.33% de recibir una orden, esto porque todos los agentes pueden procesar cualquier tipo de orden tal y como se menciona en el apartado 4.3.4 donde se explica que cada agente debería ser capaz de [procesar](#) 4 órdenes por hora.

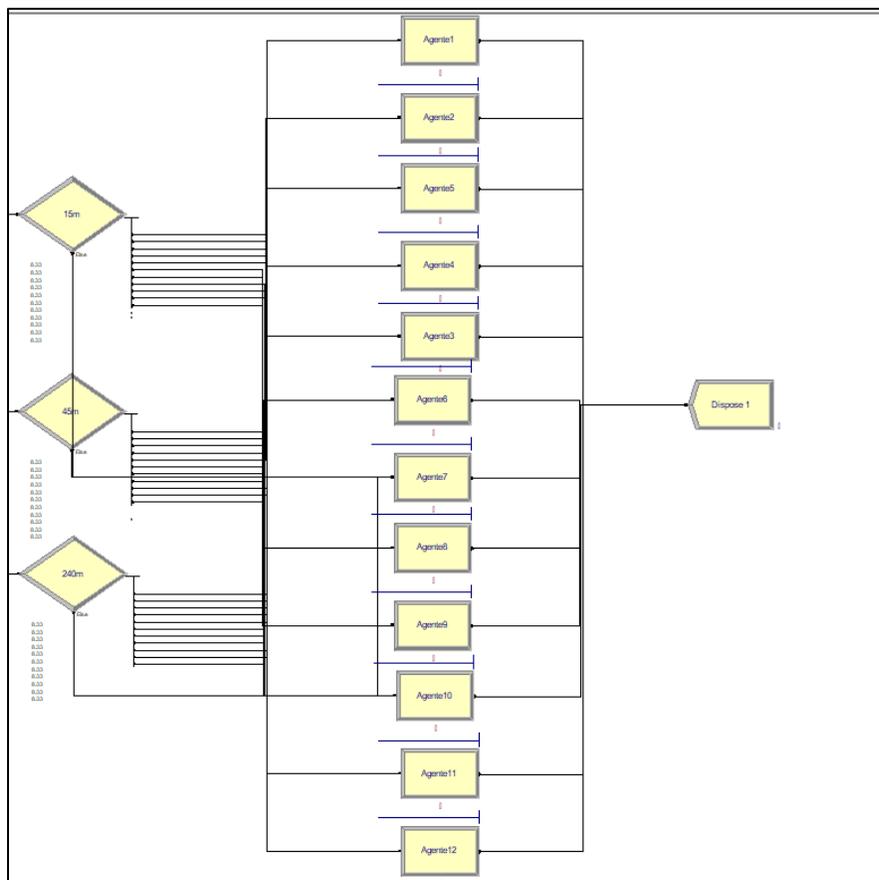
Figura 28 Figura de decisión por contrato



*Fuente: Autores – Software de Arena*

Si bien se tiene que el departamento cuenta con 28 recursos en total, para el horario de día tiene 12 personas disponibles para manejar la demanda que se recibe durante ese horario, se realiza un análisis de la cantidad de órdenes en promedio que un agente es capaz de procesar por día y hora (ver Anexo 8), y de esta manera se personaliza cada uno de los recursos de “Capacity” (en español capacidad) de Arena.

*Figura 29 Distribución de agentes modelo actual*

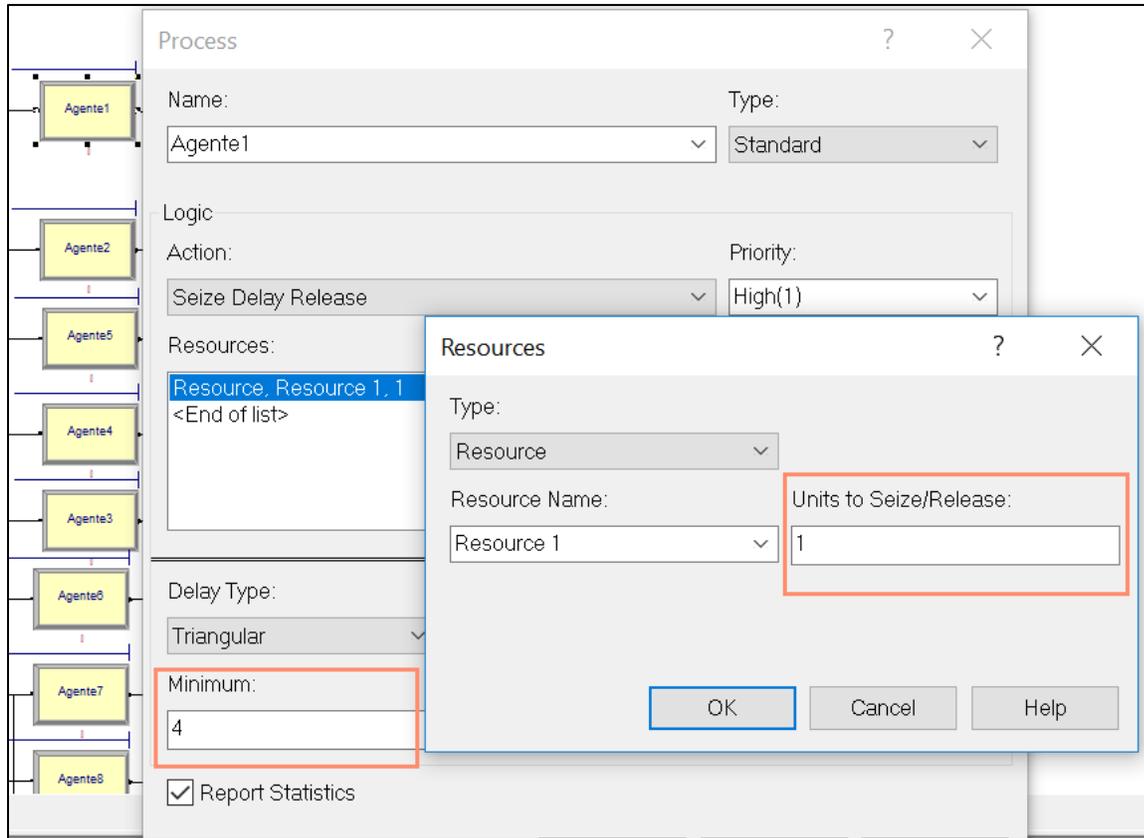


*Fuente: Autores – Software de Arena*

Cada agente es capaz de procesar cantidades diferentes, aunque lo mínimo esperado es de 4 órdenes/hora de acuerdo al tiempo estándar establecido por el departamento.

Cada uno de los agentes, toman una orden que se encuentra en el sistema, este es procesado y liberado, solamente se puede trabajar uno a la vez.

Figura 30 Cantidad de personal y órdenes procesadas



Fuente: Autores – Software de Arena

El horario de [almuerzos](#) estaba definido, pero no se controlaba que se cumpliera, por lo que los agentes toman la hora de descanso a su discreción, teniendo algunos agentes saliendo en su mayoría entre las 11 am y 12 md tal y como se evidencia en los resultados por hora en el apartado 4, sin tomar en consideración si se podía cumplir con la demanda recibida, incluyendo las órdenes pendientes.

Figura 31 Programación de procesamiento de órdenes por hora

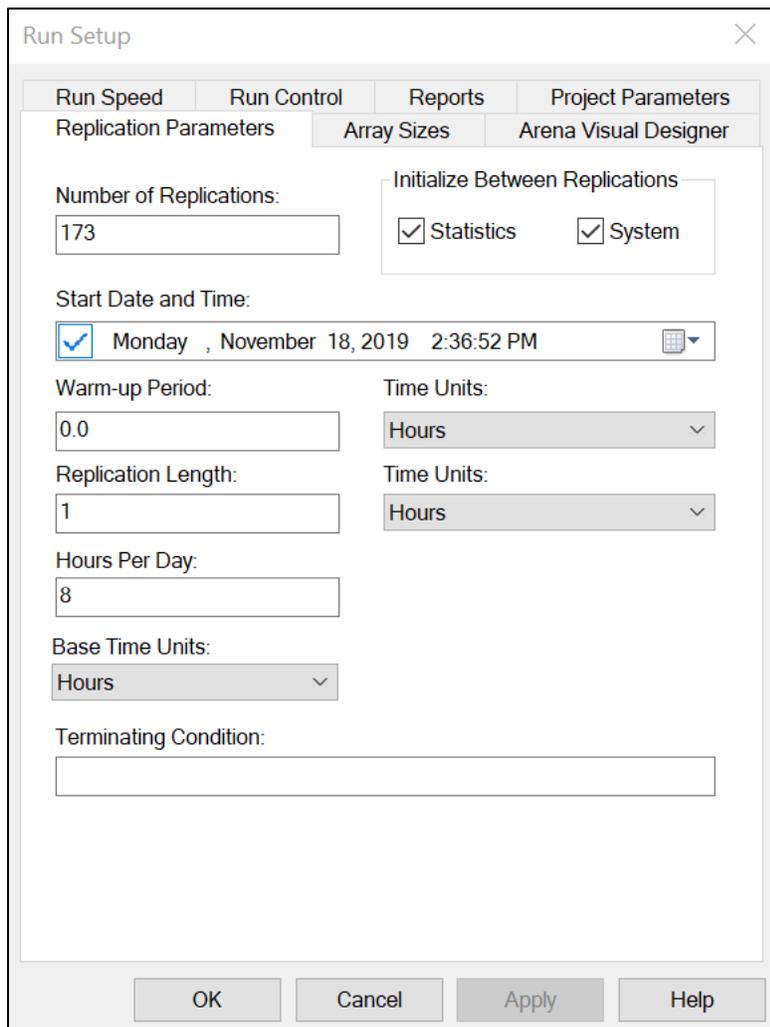
| Schedule - Basic Process |            |          |            |              |           |           | Durations |       |          |
|--------------------------|------------|----------|------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-------|----------|
|                          | Name       | Type     | Time Units | Scale Factor | File Name | Durations |           | Value | Duration |
| 1                        | Agent 1 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    | 1         | 2     | 1        |
| 2                        | Agent 2 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    | 2         | 3     | 1        |
| 3                        | Agent 3 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    | 3         | 3     | 1        |
| 4                        | Agent 4 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    | 4         | 4     | 1        |
| 5                        | Agent 5 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    | 5         | 1     | 1        |
| 6                        | Agent 6 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    | 6         | 4     | 1        |
| 7                        | Agent 7 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    | 7         | 0     | 1        |
| 8                        | Agent 8 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    | 8         | 2     | 1        |

Basic Process panel selected.

Fuente: Autores – Software de Arena

Para conocer los ICD por día y por hora, se procede a realizar una simulación con 173 réplicas, las cuales representa las 8 horas al día, por cinco días a la semana y 4.33 semanas al mes, durante 8 horas por día, e iniciando un día lunes.

Figura 32 Programación de corrida



*Fuente: Autores – Software de Arena*

### 5.1.5 Análisis de resultados de la simulación de la situación actual.

Después de realizar la simulación uno de los criterios que se desea analizar es la utilización de los agentes, para conocer el tiempo efectivo de trabajo que realizan durante su turno de trabajo, a continuación en la siguiente imagen se obtiene los siguientes resultados:

Figura 33 Análisis de recursos

| 4:40:40PM                      |                  | Resources       |                   | March 13, 2020    |                   |                   |
|--------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Unnamed Project                |                  |                 | Replications: 173 |                   |                   |                   |
| Replication 1                  |                  | Start Time:     | 0.00              | Stop Time:        | 1.00              | Time Units: Hours |
| <b>Resource Detail Summary</b> |                  |                 |                   |                   |                   |                   |
| <b>Usage</b>                   |                  |                 |                   |                   |                   |                   |
|                                | <u>Inst Util</u> | <u>Num Busy</u> | <u>Num Sched</u>  | <u>Num Seized</u> | <u>Sched Util</u> |                   |
| Resource 1                     | 0.20             | 0.41            | 2.00              | 3.00              | 0.20              |                   |
| Resource 10                    | 0.99             | 0.99            | 1.00              | 5.00              | 0.99              |                   |
| Resource 11                    | 0.97             | 0.97            | 1.00              | 4.00              | 0.97              |                   |
| Resource 12                    | 0.37             | 0.37            | 1.00              | 1.00              | 0.37              |                   |
| Resource 2                     | 0.56             | 1.11            | 2.00              | 4.00              | 0.56              |                   |
| Resource 3                     | 0.96             | 0.96            | 1.00              | 4.00              | 0.96              |                   |
| Resource 4                     | 0.00             | 0.00            | 0.00              | 1.00              | 0.00              |                   |
| Resource 5                     | 0.99             | 0.99            | 1.00              | 5.00              | 0.99              |                   |
| Resource 6                     | 0.27             | 0.27            | 1.00              | 1.00              | 0.27              |                   |
| Resource 7                     | 0.89             | 0.89            | 1.00              | 5.00              | 0.89              |                   |
| Resource 8                     | 0.72             | 1.43            | 2.00              | 4.00              | 0.72              |                   |
| Resource 9                     | 0.98             | 0.98            | 1.00              | 4.00              | 0.98              |                   |
| Sistema                        | 0.00             | 1.24            | 0.00              | 42.00             | 0.00              |                   |

*Fuente: Autores – Software de Arena*

Según el cuadro siguiente se presenta el resultado de la situación actual de software Arena, representa el promedio de las 173 réplicas. Se puede evidenciar diferencias en la utilización donde las cargas de trabajo están desbalanceadas ya que unos pueden llegar hasta 120.00% de utilidad, mientras que el más bajo es de 0% en una hora simulada.

*Cuadro 14 Resumen detallado de recursos*

| <b>Agentes</b>         | <b>Promedio de utilización</b> |
|------------------------|--------------------------------|
| Resource 1.NumberBusy  | 42%                            |
| Resource 2.NumberBusy  | 85%                            |
| Resource 3.NumberBusy  | 72%                            |
| Resource 4.NumberBusy  | 0%                             |
| Resource 5.NumberBusy  | 72%                            |
| Resource 6.NumberBusy  | 45%                            |
| Resource 7.NumberBusy  | 72%                            |
| Resource 8.NumberBusy  | 120%                           |
| Resource 9.NumberBusy  | 70%                            |
| Resource 10.NumberBusy | 72%                            |
| Resource 11.NumberBusy | 70%                            |
| Resource 12.NumberBusy | 72%                            |
| <b>Grand Total</b>     | <b>66%</b>                     |

*Fuente: Autores – Software de Arena*

Por otra parte de acuerdo con los ICDs reales de los meses en estudio se tiene que el promedio es de 79.10%, (ver anexos 1,2 y 3) lo que indica que no se cumple con la métrica establecida del 90.00% para estar dentro de la tolerancia mínima aceptada por el departamento de pedidos de refacciones.

A manera de ejemplo se puede observar la siguiente imagen donde muestra la primera de las 173 réplicas, en ella se obtiene los tiempos promedio de ciclo para cada uno de ellos: contrato 15 min: 38 min, contrato 45 min: 33.6 min y el contrato de 240 min: 28.8 min. Asimismo el

objeto de estudio de este proyecto es el ICDs, se puede observar como en la categoría “Other”(definido en español como otro), entran 42 órdenes pero solo salen 36 órdenes, por lo que en una hora para la réplica número uno se queda en espera 4 órdenes.

*Ilustración 5.2*

*Figura 34 Réplica 1 - Simulación del Antes*

| Unnamed Project              |           |             |            |               |         | Replications: 173 |
|------------------------------|-----------|-------------|------------|---------------|---------|-------------------|
| Replication 1                |           | Start Time: | 0.00       | Stop Time:    | 1.00    | Time Units: Hours |
| <b>Entity Detail Summary</b> |           |             |            |               |         |                   |
| <b>Time</b>                  |           |             |            |               |         |                   |
|                              | NVA Time  | Other Time  | Total Time | Transfer Time | VA Time |                   |
| ORDEN15                      | 0.00      | 0.00        | 0.64       | 0.00          | 0.22    |                   |
| ORDEN240                     | 0.00      | 0.00        | 0.48       | 0.00          | 0.27    |                   |
| ORDEN45                      | 0.00      | 0.00        | 0.56       | 0.00          | 0.30    |                   |
| <b>Total</b>                 | 0.00      | 0.00        | 1.68       | 0.00          | 0.79    |                   |
| <b>Other</b>                 |           |             |            |               |         |                   |
|                              | Number In | Number Out  |            |               |         |                   |
| ORDEN15                      | 5         | 4           |            |               |         |                   |
| ORDEN240                     | 21        | 18          |            |               |         |                   |
| ORDEN45                      | 16        | 14          |            |               |         |                   |
| <b>Total</b>                 | 42        | 36          |            |               |         |                   |

*Fuente: Autores – Software de Arena*

En el siguiente cuadro, se puede observar cómo se obtiene los ICD’s simulados, que es por medio de la división de la cantidad de órdenes que lograron ser procesadas (Number Out) traducido al español número salidas, entre la cantidad de órdenes que entraron al sistema (Number In) número de entradas y se ilustra de la siguiente manera:

$$ICD: \frac{36}{42} = 0.86$$

$$ICD: 0.86 \times 100 = 86\%$$

Se toman las 173 réplicas, y se hace el mismo ejercicio para cada una de ellas, teniendo como resultado el siguiente cuadro:

*Cuadro 15 Resultado de ICDs simulados*

|                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1                   | 86% | 9   | 79% | 17  | 83% | 25  | 74% | 33  | 86% | 41  | 76% | 49  | 95% |
| 2                   | 90% | 10  | 79% | 18  | 88% | 26  | 83% | 34  | 90% | 42  | 88% | 50  | 81% |
| 3                   | 76% | 11  | 81% | 19  | 81% | 27  | 62% | 35  | 81% | 43  | 74% | 51  | 81% |
| 4                   | 67% | 12  | 83% | 20  | 88% | 28  | 81% | 36  | 76% | 44  | 71% | 52  | 74% |
| 5                   | 95% | 13  | 71% | 21  | 83% | 29  | 74% | 37  | 83% | 45  | 79% | 53  | 67% |
| 6                   | 83% | 14  | 93% | 22  | 74% | 30  | 79% | 38  | 81% | 46  | 83% | 54  | 81% |
| 7                   | 88% | 15  | 74% | 23  | 74% | 31  | 90% | 39  | 71% | 47  | 76% | 55  | 90% |
| 8                   | 81% | 16  | 74% | 24  | 74% | 32  | 90% | 40  | 76% | 48  | 71% | 56  | 74% |
| Promedio            | 83% |     | 79% |     | 81% |     | 79% |     | 81% |     | 77% |     | 80% |
| Desviacion Standard | 9%  |     | 7%  |     | 6%  |     | 10% |     | 6%  |     | 6%  |     | 9%  |
| Mediana             | 85% |     | 79% |     | 82% |     | 80% |     | 81% |     | 76% |     | 81% |
| 57                  | 88% | 65  | 86% | 73  | 95% | 81  | 86% | 89  | 74% | 97  | 79% | 105 | 86% |
| 58                  | 83% | 66  | 71% | 74  | 83% | 82  | 93% | 90  | 69% | 98  | 86% | 106 | 74% |
| 59                  | 93% | 67  | 76% | 75  | 76% | 83  | 69% | 91  | 79% | 99  | 74% | 107 | 88% |
| 60                  | 71% | 68  | 83% | 76  | 90% | 84  | 83% | 92  | 81% | 100 | 83% | 108 | 74% |
| 61                  | 62% | 69  | 79% | 77  | 79% | 85  | 76% | 93  | 83% | 101 | 69% | 109 | 76% |
| 62                  | 83% | 70  | 83% | 78  | 76% | 86  | 81% | 94  | 74% | 102 | 88% | 110 | 76% |
| 63                  | 74% | 71  | 71% | 79  | 88% | 87  | 86% | 95  | 71% | 103 | 69% | 111 | 74% |
| 64                  | 86% | 72  | 71% | 80  | 86% | 88  | 74% | 96  | 79% | 104 | 69% | 112 | 81% |
| Promedio            | 80% |     | 78% |     | 84% |     | 81% |     | 76% |     | 77% |     | 79% |
| Desviacion Standard | 10% |     | 6%  |     | 7%  |     | 8%  |     | 5%  |     | 8%  |     | 6%  |
| Mediana             | 83% |     | 77% |     | 85% |     | 82% |     | 76% |     | 76% |     | 76% |
| 113                 | 76% | 121 | 79% | 129 | 86% | 137 | 88% | 145 | 74% | 153 | 76% | 161 | 74% |
| 114                 | 71% | 122 | 79% | 130 | 69% | 138 | 86% | 146 | 79% | 154 | 76% | 162 | 74% |
| 115                 | 76% | 123 | 93% | 131 | 79% | 139 | 93% | 147 | 76% | 155 | 67% | 163 | 86% |
| 116                 | 83% | 124 | 76% | 132 | 81% | 140 | 90% | 148 | 83% | 156 | 83% | 164 | 81% |
| 117                 | 74% | 125 | 81% | 133 | 76% | 141 | 76% | 149 | 79% | 157 | 74% | 165 | 79% |
| 118                 | 76% | 126 | 76% | 134 | 90% | 142 | 81% | 150 | 76% | 158 | 86% | 166 | 86% |
| 119                 | 83% | 127 | 74% | 135 | 79% | 143 | 79% | 151 | 79% | 159 | 90% | 167 | 76% |
| 120                 | 79% | 128 | 76% | 136 | 83% | 144 | 76% | 152 | 76% | 160 | 76% | 168 | 86% |
| Promedio            | 77% |     | 79% |     | 80% |     | 84% |     | 78% |     | 79% |     | 80% |
| Desviacion Standard | 4%  |     | 6%  |     | 6%  |     | 7%  |     | 3%  |     | 8%  |     | 5%  |
| Mediana             | 76% |     | 77% |     | 80% |     | 83% |     | 77% |     | 76% |     | 80% |

*Fuente: Autores Simulación*

Una vez corrida la simulación se puede obtener un [análisis de respuesta actual](#) y se documenta los resultados de la simulación por lo que se procede a calcular el intervalo de confianza de los datos simulados con una media de 78.50% de ICDs, una desviación estándar de

7.00%, un tamaño de 173, y un nivel de confianza de 95%, el valor medio está entre 77.46% y 79.74%. Luego de realizar 173 réplicas de una hora para la simulación, y se obtiene un ICD de 79.7%.

Por otra parte y para validar estadísticamente el modelo de simulación con el estado actual del departamento de pedidos de refracciones, se procede a realizar un análisis de varianzas de un factor y se plantea la siguiente hipótesis:

- Ho: No existe una diferencia significativa en lo simulado y el estado real.
- Ha: Existe una diferencia significativa en lo simulado y el estado real.

*Figura 35 Análisis de varianza Modelo Actual vs Modelo Actual Simulado*

| Anova: Un Factor    |        |        |          |          |         |        |
|---------------------|--------|--------|----------|----------|---------|--------|
| Resumen             |        |        |          |          |         |        |
| Groups              | Contar | Suma   | Promedio | Varianza |         |        |
| Modelo Actual       | 173    | 135.45 | 0.80     | 0.00     |         |        |
| Modelo simulado     | 173    | 134.45 | 0.79     | 0.03     |         |        |
| ANOVA               |        |        |          |          |         |        |
| Fuente de variación | SS     | df     | MS       | F        | P value | F crit |
| En medio de grupos  | 0.00   | 1      | 0.00     | 0.16     | 0.07    | 2.72   |
| Dentro de grupos    | 6.19   | 338    | 0.02     |          |         |        |
| Total               | 6.19   | 339    |          |          |         |        |

*Fuente: Autores – Cálculos en Excel*

Para rechazar la hipótesis nula, el valor de P value tiene que ser menor que el nivel de significancia que, para este caso es de 0.05.

En el cuadro anterior se puede observar que el P value es mayor que el nivel de significancia, lo cual indica que la hipótesis nula es aceptada, en otras palabras, se puede decir que

estadísticamente no hay diferencias significativas entre lo simulado y el estado actual del departamento. Si el resultado se quiere analizar con respecto a la F calculada, se puede afirmar que cuando la F calculada es mejor que la F crítica, quiere decir que no existe evidencia estadística, aceptando de igual manera la hipótesis nula. De estas dos maneras se le da validez estadísticos a la simulación creada del estado actual del departamento. Ver anexos 8 para la prueba de anova.

#### **5.1.4 Propuesta de Modelo.**

##### ***5.1.4.1 Herramientas propuestas.***

Durante el levantamiento de datos del departamento en el capítulo 4, se obtiene información sobre los diferentes turnos que cuenta dicho departamento y sus horas de trabajo, donde se tiene que los turnos de la mañana trabaja de 05:00 hasta las 13:00, el turno de la tarde de 14:00 hasta las 21:00 y el turno de la noche 22:00 - 04:00, estos tiempos están desfasados en comparación con la demanda recibida por hora. El volumen de órdenes comienza a incrementarse a partir de las 7 am, teniendo un pico máximo entre las 10 am a las 14 horas.

Por esa razón, es que se propone al departamento nuevos horarios en donde se tenga el personal adecuado durante las horas de mayor demanda. Los horarios propuestos son:

- Mañana: 7:00 a 15:00
- Tarde: 14:00 a 22:00
- Noche 23:00 a 6:00

Por medio del [análisis de la demanda y distribución](#) correcta de los recursos y contar con ese personal adecuado, es por eso que se considera la creación de nuevos horarios que estén de acuerdo con el volumen de órdenes recibidos, y para esto se crea una herramienta de Excel

donde el supervisor pueda de forma simple conocer cuántas personas se necesita por día y por hora, para que se puede tener la cantidad de personal mínimo para atender la demanda.

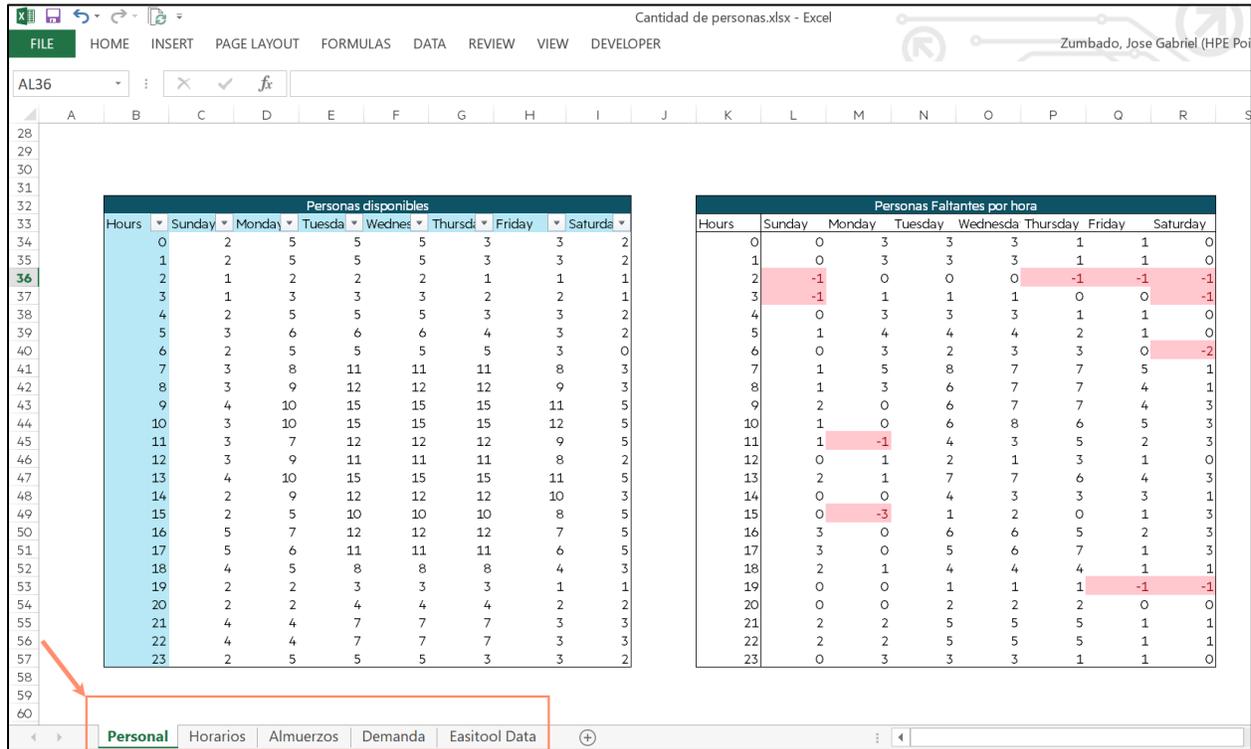
Para ellos se toman en consideración los siguientes aspectos:

- Horarios de los agentes.
- Horarios de almuerzos.
- Demanda recibida de los últimos seis meses.

En esta herramienta, el supervisor puede colocar en una hoja de Excel llamada “Horarios” se coloca el nombre del agente, horas y días de trabajo el objetivo es sumar o conocer la cantidad de personas que se tienen disponible en esa hora en ese día en específico, otra hoja llamada “Almuerzos”, esta es similar al de los “Horarios”, pero solo se va a contabilizar las horas de almuerzo en los días que se trabaja y por último la hoja “Demanda”, en ella se hace un cálculo que con la demanda de los últimos 6 meses para obtener [monitoreo de volumen mensual](#), por medio de varias fórmulas, puede indicar la cantidad de órdenes por día y por hora que se reciben y se espera que se reciban, ya que la variación de la demanda no es muy grande de mes a mes.

Con la información antes descrita, lo que se desea es que el supervisor pueda tener una herramienta donde tenga el control de la cantidad de personas disponibles tomando en cuenta las horas del almuerzo y la demanda que se reciba, y con ello tener un balance adecuado de cargas de trabajo asegurándose tener el personal adecuado.

Figura 36 Herramienta - Cantidad de personal necesario



Fuente: Autores

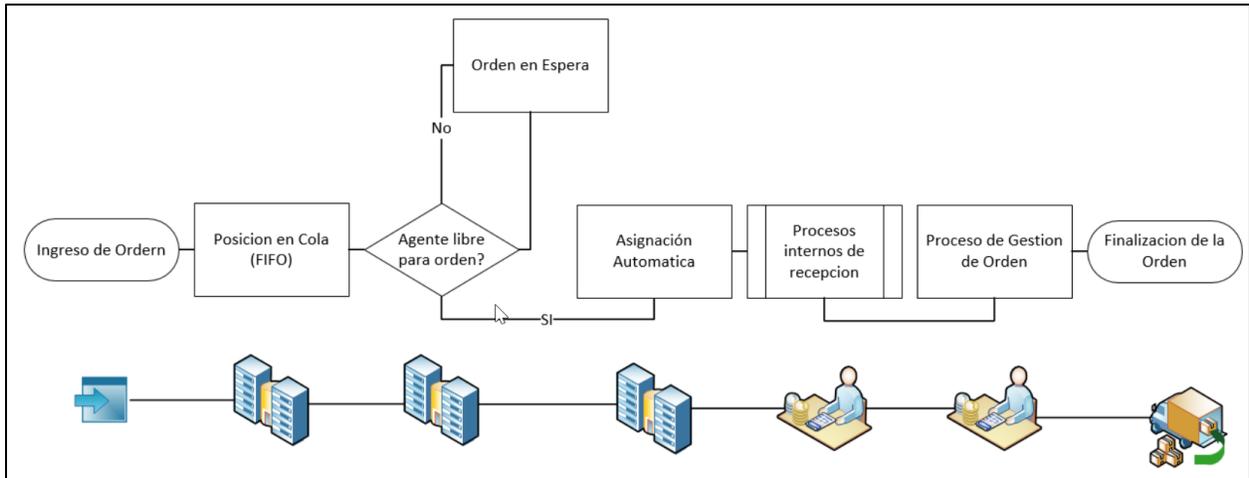
En la imagen anterior, se puede ilustrar como de manera resumida indica la cantidad de personas que se tiene disponible en la tabla “Personas disponibles”, y en la tabla “Personas faltantes por hora”, indica la cantidad de personas que faltan en ese día y esa hora para poder suplir con la demanda, las celdas en rojo, son las horas en las que hace falta por lo menos una persona, el resto de celdas indican que se encuentran con el mínimo aceptable (cero) o cuentan con más personas de las necesarias.

### 5.1.4.2 Modelado: Etapa de programación.

De manera gráfica se muestra a continuación la propuesta que se quiere brindar con el objetivo de hacer un balance en las cargas de trabajo al modificar la asignación automática,

donde los agentes no tienen la posibilidad de escoger las órdenes, sino que el sistema asigna la orden dependiendo de si el agente se encuentra libre para procesar cualquier contrato.

Figura 37 Modelo propuesto- Distribución de órdenes



Fuente: Autores

De la misma manera es importante contar con la cantidad de personal adecuado para suplir la demanda recibida durante el día, es por ello que el modelo debe seguir un protocolo de análisis de procesamiento, para esto los autores aplican una aritmética basada en la demanda:

Cuadro 16 Modelo aritmético para establecer cantidad de recursos

| Modelo                        | Valor | Resultado                            |
|-------------------------------|-------|--------------------------------------|
| $\lambda$ = tasa de llegadas. | N     | órdenes por hora                     |
| S = número de servidores.     | S     | Servidores por hora                  |
| $\mu$ = Tasa de Servicio      | 4.00  | Tiempo Standard/ 60<br>15 min/60 min |

Fuente: Autores

Fórmula:

$$s = \frac{\lambda}{\mu}$$

Para conocer la cantidad de personas necesarias por hora para la atención de la demanda recibida, se [procede a realizar un análisis y programación de turnos](#) operativos tal y como la propuesta de definición de modelo. En donde se toma como base los volúmenes recibidos durante los meses de noviembre 2018 a marzo 2019, y se toma un promedio de órdenes ingresadas por hora, entre las 7 am a 3 pm de lunes a viernes. Considerando un  $\mu$  de 4 órdenes/hora (tiempo estándar), el resultado para el día lunes se muestra en el [Anexo 7](#).

Dicha cantidad de personal por hora no debe ser menor a la cantidad teórica, por lo que se propone la siguiente tabla de horarios de almuerzo:

*Figura 38 Propuesta - Horario de almuerzo*

| Personal En Almuerzo |        |         |           |          |        |   |
|----------------------|--------|---------|-----------|----------|--------|---|
| Hours                | Monday | Tuesday | Wednesday | Thursday | Friday |   |
| 7                    | 0      | 0       | 0         | 0        | 0      | 0 |
| 8                    | 0      | 0       | 0         | 0        | 0      | 0 |
| 9                    | 0      | 0       | 0         | 0        | 0      | 0 |
| 10                   | 1      | 1       | 1         | 1        | 1      | 0 |
| 11                   | 4      | 4       | 4         | 4        | 4      | 3 |
| 12                   | 2      | 5       | 5         | 5        | 5      | 4 |
| 13                   | 1      | 1       | 1         | 1        | 1      | 1 |
| 14                   | 1      | 3       | 3         | 3        | 3      | 2 |

*Fuente: Autores*

De la misma manera, se propone la siguiente distribución de personal mínima requerida por hora, el cual deberá seguir el sucesivo patrón especificado en la tabla, pero para ello, se tiene que ajustar los horarios de los agentes para cubrirse las 24 horas, proponiendo 3 horarios, creando además un cuarto horario llamado fin de semana, el cual consiste en trabajar un día del fin de semana. Ver tabla completa en [Anexo #4](#)

*Figura 39 Personal recomendado disponible*

| Personas disponibles |        |         |           |          |        |  |
|----------------------|--------|---------|-----------|----------|--------|--|
| Hours                | Monday | Tuesday | Wednesday | Thursday | Friday |  |
| 7                    | 8      | 11      | 11        | 11       | 8      |  |
| 8                    | 9      | 12      | 12        | 12       | 9      |  |
| 9                    | 10     | 15      | 15        | 15       | 11     |  |
| 10                   | 10     | 15      | 15        | 15       | 12     |  |
| 11                   | 7      | 12      | 12        | 12       | 9      |  |
| 12                   | 9      | 11      | 11        | 11       | 8      |  |
| 13                   | 10     | 15      | 15        | 15       | 11     |  |
| 14                   | 9      | 12      | 12        | 12       | 10     |  |

*Fuente: Autores*

La tabla anterior presenta el personal recomendado por hora y por día, al realizar el promedio de agentes da como resultado 12 personas después de aplicar el horario de almuerzos anteriormente mencionados.

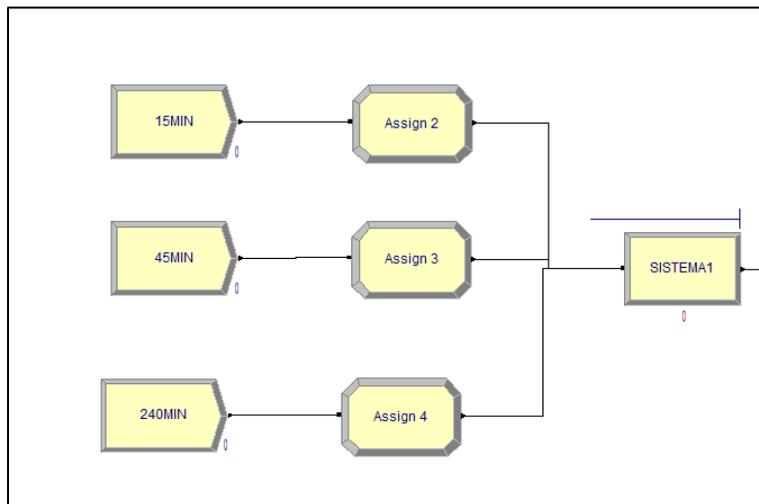
- Posicionamiento de recursos de acuerdo con la demanda.
- Establecimiento de los horarios de trabajo en consideración con la demanda.
- La distribución de órdenes a usuario libre, en lugar de la aceptación de órdenes por los agentes.

Para efectos de la simulación, se utilizan las mismas distribuciones consignadas en la simulación de la situación actual, ya que las entradas no varían sino que se mantienen en el tiempo.

#### 5.1.4.2.1 *Llegada de órdenes.*

El sistema de recepción de órdenes, sigue el mismo patrón PEPS, ya que dentro del alcance no se tiene contemplado ningún cambio en esta distribución. Igualmente, las entradas de órdenes por contratos mantienen las mismas reglas mencionadas en la etapa de la situación actual: dándole mayor peso al contrato de 15 min con un atributo de 1, luego el segundo contrato más importante de 45 min un atributo de 2, y en último lugar el contrato de 240 min un atributo de 3, así de esta manera se le da un orden de preferencia.

*Figura 40 Entrada de órdenes*



*Fuente: Autores – Software de Arena*

#### 5.1.4.2.2 *Recursos.*

Para esta etapa se programa el software Arena de manera tal que los agentes procesen las órdenes, de acuerdo con el tiempo estándar establecido por el departamento (mínimo 4 por hora), tomando como base la demanda histórica, y se propone la siguiente programación en Arena.

Figura 41 Programación de procesamiento de órdenes por hora

| Schedule - Basic Process |             |          |            |              |           |           |
|--------------------------|-------------|----------|------------|--------------|-----------|-----------|
|                          | Name        | Type     | Time Units | Scale Factor | File Name | Durations |
| 1                        | Agent 1 Sh  | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 2                        | Agent 2 Sh  | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 3                        | Agent 3 Sh  | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 4                        | Agent 4 Sh  | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 5                        | Agent 5 Sh  | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 6                        | Agent 6 Sh  | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 7                        | Agent 7 Sh  | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 8                        | Agent 8 Sh  | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 9                        | Agent 9 Sh  | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 10                       | Agent 10 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 8 rows    |
| 11                       | Agent 11 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 0 rows    |
| 12                       | Agent 12 Sh | Capacity | Hours      | 1.0          |           | 0 rows    |

| Durations |       |          |
|-----------|-------|----------|
|           | Value | Duration |
| 1         | 2     | 1        |
| 2         | 3     | 1        |
| 3         | 3     | 1        |
| 4         | 4     | 1        |
| 5         | 1     | 1        |
| 6         | 4     | 1        |
| 7         | 0     | 1        |
| 8         | 2     | 1        |

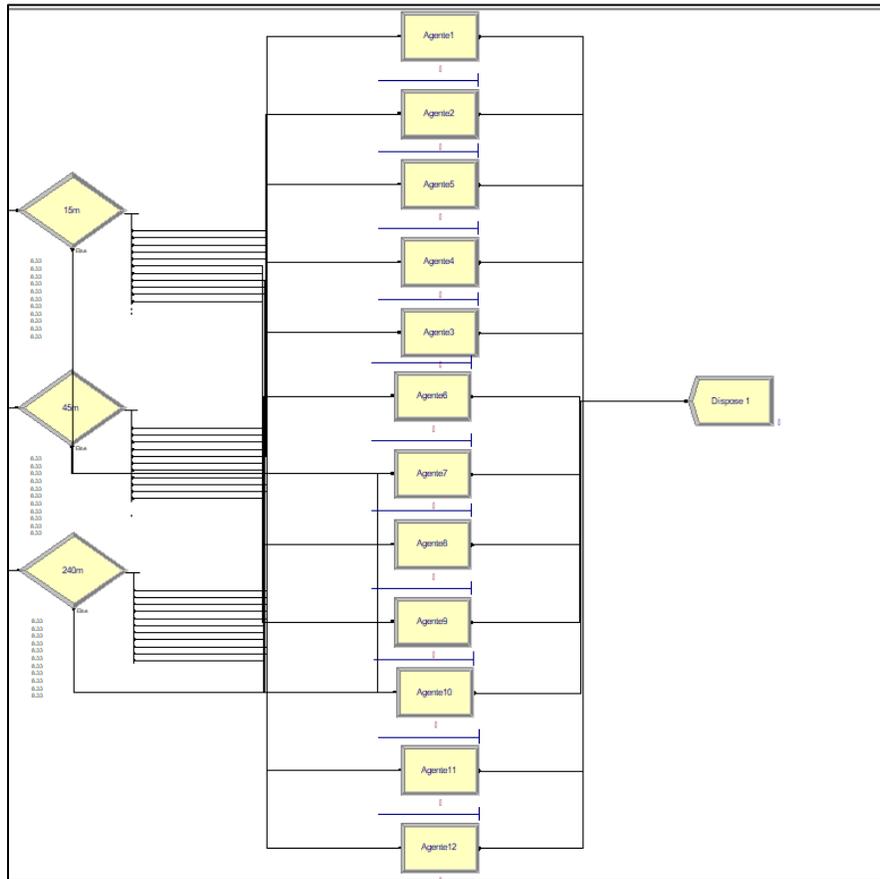
Double-click here to add a new row.

*Fuente: Autores – Software de Arena*

La programación de la recepción de órdenes, se basa en demanda recibida por hora además del histórico transaccional del personal, por lo que cada agente tiene metas diferentes por hora, dependiendo de la demanda recibida.

A continuación se ilustra la distribución de agentes en el software de Arena:

Figura 42 Distribución de agentes



Fuente: Autores – Software de Arena

## 5.2 Análisis de resultados de la simulación

Para validar la propuesta mencionada, se hace una corrida de 173 réplicas en Arena, y de esta manera conocer cuáles son los resultados de los ICDs, con los cambios hechos en la operación.

Dentro de los resultados obtenidos en la simulación, se tiene una media de ICDs del 95% con una desviación standard del 5%, por lo que el valor medio está entre 94.25% y 95.75%.

Figura 43 Réplica 1 - Simulación del después

| Unnamed Project              |           |             |            |               |         | Replications: 173 |
|------------------------------|-----------|-------------|------------|---------------|---------|-------------------|
| Replication 1                |           | Start Time: | 0.00       | Stop Time:    | 1.00    | Time Units: Hours |
| <b>Entity Detail Summary</b> |           |             |            |               |         |                   |
| <b>Time</b>                  |           |             |            |               |         |                   |
|                              | NVA Time  | Other Time  | Total Time | Transfer Time | VA Time |                   |
| ORDEN15                      | 0.00      | 0.00        | 0.31       | 0.00          | 0.22    |                   |
| ORDEN240                     | 0.00      | 0.00        | 0.44       | 0.00          | 0.25    |                   |
| ORDEN45                      | 0.00      | 0.00        | 0.45       | 0.00          | 0.29    |                   |
| <b>Total</b>                 | 0.00      | 0.00        | 1.20       | 0.00          | 0.76    |                   |
| <b>Other</b>                 |           |             |            |               |         |                   |
|                              | Number In | Number Out  |            |               |         |                   |
| ORDEN15                      | 5         | 5           |            |               |         |                   |
| ORDEN240                     | 21        | 21          |            |               |         |                   |
| ORDEN45                      | 16        | 16          |            |               |         |                   |
| <b>Total</b>                 | 42        | 42          |            |               |         |                   |

*Fuente: Autores – Software de Arena*

Para obtener dicho porcentaje se realiza la división de la cantidad de órdenes que lograron ser procesadas (Number Out) número de salidas entre la cantidad de órdenes que entraron al sistema (Number In) número de entradas, esto obtenido de los reportes de arena, en el

apartado Entity Detail Summary (Resumen detallado de Entidades). En la primera réplica de la propuesta, se nota como las 42 órdenes que entraron al sistema, son procesadas y estas salen sin quedar alguna en espera o en el sistema. Para obtener el ICD de la propuesta, se realiza la siguiente fórmula para tener el resultado:

$$ICD: \frac{42}{42} = 0.1$$

$$ICD: 0.1 \times 100 = 100\%$$

Se toman los porcentajes de las réplicas y se presentan en la siguiente tabla:

*Cuadro 17 Resultados de ICD para simulación 173 replicas*

| Corrida    | ICD  |  | Corrida | ICD  | Corrida |      |
|------------|------|--|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
| 1          | 100% |  | 9       | 95%  | 18      | 98%  | 26      | 98%  | 34      | 98%  | 42      | 98%  | 50      | 98%  |
| 2          | 86%  |  | 10      | 83%  | 19      | 90%  | 27      | 93%  | 35      | 93%  | 43      | 93%  | 51      | 93%  |
| 3          | 95%  |  | 11      | 100% | 20      | 98%  | 28      | 95%  | 36      | 95%  | 44      | 95%  | 52      | 95%  |
| 4          | 95%  |  | 12      | 93%  | 21      | 100% | 29      | 88%  | 37      | 88%  | 45      | 88%  | 53      | 88%  |
| 5          | 86%  |  | 13      | 98%  | 22      | 95%  | 30      | 98%  | 38      | 98%  | 46      | 98%  | 54      | 98%  |
| 6          | 90%  |  | 14      | 98%  | 23      | 98%  | 31      | 90%  | 39      | 90%  | 47      | 90%  | 55      | 90%  |
| 7          | 98%  |  | 15      | 88%  | 24      | 86%  | 32      | 98%  | 40      | 98%  | 48      | 98%  | 56      | 98%  |
| 8          | 90%  |  | 16      | 93%  | 25      | 83%  | 33      | 90%  | 41      | 90%  | 49      | 90%  | 57      | 90%  |
| Promedio   | 93%  |  |         | 93%  |         | 93%  |         | 94%  |         | 94%  |         | 94%  |         | 94%  |
| Desviación | 5%   |  |         | 6%   |         | 6%   |         | 4%   |         | 4%   |         | 4%   |         | 4%   |
| Mediana    | 93%  |  |         | 94%  |         | 96%  |         | 94%  |         | 94%  |         | 94%  |         | 94%  |
| 58         | 100% |  | 66      | 86%  | 74      | 95%  | 82      | 95%  | 90      | 95%  | 98      | 95%  | 106     | 95%  |
| 59         | 98%  |  | 67      | 95%  | 75      | 83%  | 83      | 83%  | 91      | 83%  | 99      | 83%  | 107     | 83%  |
| 60         | 88%  |  | 68      | 100% | 76      | 88%  | 84      | 86%  | 92      | 86%  | 100     | 86%  | 108     | 86%  |
| 61         | 100% |  | 69      | 86%  | 77      | 88%  | 85      | 76%  | 93      | 76%  | 101     | 76%  | 109     | 76%  |
| 62         | 95%  |  | 70      | 98%  | 78      | 93%  | 86      | 95%  | 94      | 95%  | 102     | 95%  | 110     | 95%  |
| 63         | 98%  |  | 71      | 88%  | 79      | 98%  | 87      | 98%  | 95      | 98%  | 103     | 98%  | 111     | 98%  |
| 64         | 95%  |  | 72      | 98%  | 80      | 79%  | 88      | 95%  | 96      | 95%  | 104     | 95%  | 112     | 95%  |
| 65         | 98%  |  | 73      | 95%  | 81      | 93%  | 89      | 93%  | 97      | 93%  | 105     | 93%  | 113     | 93%  |
| Promedio   | 96%  |  |         | 93%  |         | 90%  |         | 90%  |         | 90%  |         | 90%  |         | 90%  |
| Desviación | 4%   |  |         | 6%   |         | 6%   |         | 8%   |         | 8%   |         | 8%   |         | 8%   |
| Mediana    | 98%  |  |         | 95%  |         | 90%  |         | 94%  |         | 94%  |         | 94%  |         | 94%  |
| 114        | 81%  |  | 122     | 95%  | 130     | 100% | 137     | 90%  | 145     | 90%  | 153     | 90%  | 161     | 90%  |
| 115        | 93%  |  | 123     | 93%  | 131     | 100% | 138     | 98%  | 146     | 98%  | 154     | 98%  | 162     | 98%  |
| 116        | 93%  |  | 124     | 95%  | 132     | 98%  | 139     | 98%  | 147     | 98%  | 155     | 98%  | 163     | 98%  |
| 117        | 93%  |  | 125     | 98%  | 133     | 81%  | 140     | 86%  | 148     | 86%  | 156     | 86%  | 164     | 86%  |
| 118        | 88%  |  | 126     | 95%  | 134     | 98%  | 141     | 93%  | 149     | 93%  | 157     | 93%  | 165     | 93%  |
| 119        | 93%  |  | 127     | 93%  | 135     | 98%  | 142     | 93%  | 150     | 93%  | 158     | 93%  | 166     | 93%  |
| 120        | 90%  |  | 128     | 95%  | 136     | 90%  | 143     | 98%  | 151     | 98%  | 159     | 98%  | 167     | 98%  |
| 121        | 90%  |  | 129     | 98%  | 137     | 90%  | 144     | 100% | 152     | 100% | 160     | 100% | 168     | 100% |
| Promedio   | 90%  |  |         | 95%  |         | 94%  |         | 94%  |         | 94%  |         | 94%  |         | 94%  |
| Desviación | 4%   |  |         | 2%   |         | 7%   |         | 4%   |         | 5%   |         | 5%   |         | 5%   |
| Mediana    | 92%  |  |         | 95%  |         | 98%  |         | 94%  |         | 95%  |         | 95%  |         | 95%  |

*Fuente: Autores Simulación*

Después de realizar las réplicas se puede observar que existe evidencia que el modelo presenta resultados positivos en términos de ICD, se mejora sustancialmente con respecto a la simulación anterior.

Para validar estadísticamente el modelo de simulación con el estado actual del departamento de pedidos de refracciones, por lo que se procede a realizar un análisis de varianzas de un factor, y se plantea la siguiente hipótesis:

- Ho: No existe una diferencia significativa en lo simulado y el estado real.
- Ha: Existe una diferencia significativa en lo simulado y el estado real.

Figura 44 Análisis de varianza Modelo Actual vs Propuesta

| Anova: Un factor        |        |           |          |          |
|-------------------------|--------|-----------|----------|----------|
| Resumen                 |        |           |          |          |
| Grupos                  | Contar | Suma      | Promedio | Varianza |
| Replica                 | 173.00 | 15,225.00 | 87.50    | 2,537.50 |
| Resultados nuevo modelo | 173.00 | 162.05    | 0.93     | 0.00     |
| ICD modelo viejo        | 173.00 | 135.24    | 0.79     | 0.03     |

| ANOVA                  |          |     |             |             |             |             |
|------------------------|----------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fuente de variación    | SS       | df  | MS          | F           | P-value     | F crit      |
| En medio de los grupos | 868203.6 | 2   | 434101.8056 | 510.2503645 | 5.4723E-123 | 2.312890725 |
| Dentro de los grupos   | 438993.4 | 516 | 850.7623627 |             |             |             |
| Total                  | 1307197  | 518 |             |             |             |             |

Fuente: Autores – Cálculos en Excel

Después de realizar el análisis de varianza de la actual versus la propuesta, se puede afirmar que existe diferencia estadística por lo que se rechaza la hipótesis nula, esto quiere decir que el modelo de distribución de órdenes propuesta presenta diferencias entre el nuevo modelo de distribución presentando mejores resultados de ICDs como se observa en la tabla resumen de ICD, mejorando la situación actual del departamento de pedidos de refracciones. En relación con el valor P es mucho menor al valor de significancia que es 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula, por ende existen diferencias significativas en relación con los resultados del nuevo modelo.

Asimismo se documenta la utilización de los recursos en el nuevo modelado se ilustra a continuación una de las réplicas:

Figura 45 Resultado de una réplica para utilización

| 4:29:44PM                      |                  | Resources       |                   | March 13, 2020    |                   |                   |
|--------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Unnamed Project                |                  |                 | Replications: 173 |                   |                   |                   |
| Replication 1                  |                  | Start Time:     | 0.00              | Stop Time:        | 1.00              | Time Units: Hours |
| <b>Resource Detail Summary</b> |                  |                 |                   |                   |                   |                   |
| <b>Usage</b>                   |                  |                 |                   |                   |                   |                   |
|                                | <u>Inst Util</u> | <u>Num Busy</u> | <u>Num Sched</u>  | <u>Num Seized</u> | <u>Sched Util</u> |                   |
| Resource 1                     | 0.19             | 0.38            | 2.00              | 3.00              | 0.19              |                   |
| Resource 10                    | 0.21             | 0.42            | 2.00              | 3.00              | 0.21              |                   |
| Resource 11                    | 0.11             | 0.21            | 2.00              | 1.00              | 0.11              |                   |
| Resource 12                    | 0.49             | 1.47            | 3.00              | 6.00              | 0.49              |                   |
| Resource 2                     | 0.64             | 0.64            | 1.00              | 2.00              | 0.64              |                   |
| Resource 3                     | 0.59             | 0.59            | 1.00              | 3.00              | 0.59              |                   |
| Resource 4                     | 0.76             | 1.52            | 2.00              | 5.00              | 0.76              |                   |
| Resource 5                     | 0.87             | 0.87            | 1.00              | 4.00              | 0.87              |                   |
| Resource 6                     | 0.11             | 0.21            | 2.00              | 1.00              | 0.11              |                   |
| Resource 7                     | 0.67             | 1.35            | 2.00              | 6.00              | 0.67              |                   |
| Resource 8                     | 0.65             | 1.31            | 2.00              | 6.00              | 0.65              |                   |
| Resource 9                     | 0.35             | 0.70            | 2.00              | 2.00              | 0.35              |                   |
| Sistema                        | 0.00             | 1.35            | 0.00              | 42.00             | 0.00              |                   |

Fuente: Autores – Software de Arena

Se realiza un resumen de la utilización de las 173 réplicas dando como resultado:

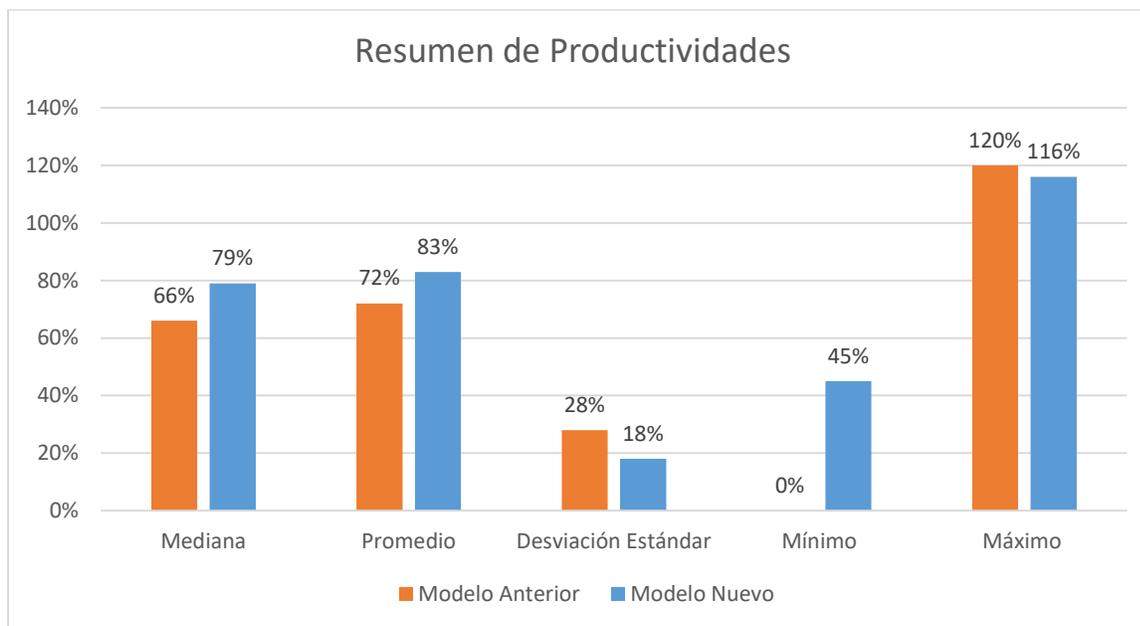
*Cuadro 18 Resultados Utilización de Agentes Modelo Propuesto*

| <b>Agentes</b>         | <b>Promedio de Utilización</b> |
|------------------------|--------------------------------|
| Resource 1.NumberBusy  | 45%                            |
| Resource 2.NumberBusy  | 74%                            |
| Resource 3.NumberBusy  | 74%                            |
| Resource 4.NumberBusy  | 81%                            |
| Resource 5.NumberBusy  | 72%                            |
| Resource 6.NumberBusy  | 50%                            |
| Resource 7.NumberBusy  | 89%                            |
| Resource 8.NumberBusy  | 116%                           |
| Resource 9.NumberBusy  | 86%                            |
| Resource 10.NumberBusy | 86%                            |
| Resource 11.NumberBusy | 87%                            |
| Resource 12.NumberBusy | 85%                            |
| <b>Grand Total</b>     | <b>79%</b>                     |

Fuente: Autores

De una manera más visual, se utiliza un gráfico de barras para donde se comparan los estadísticos de la productividad anterior y actual.

Figura 46 Resumen Productividades Simulación



*Fuente: Autores – Software de Arena*

En el gráfico se compara los resultados obtenidos de ambas simulaciones por lo que se concluye que el modelo propuesto tienen mejores productividades por agente, además no tiene valores mínimos iguales a cero, lo que indica que todos los agentes se encuentran trabajando al menos alguna orden por cada hora, es decir reduce la ociosidad y nivela las cargas de trabajo.

Se presenta una tabla resumen de porcentaje de variación:

Cuadro 19 Resumen de porcentajes de variación de productividades

| Indicador                        | Porcentaje de variación |
|----------------------------------|-------------------------|
| Aumento del Promedio             | 15%                     |
| Reducción de Desviación estándar | -36%                    |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| Incremento de mínimo de Productividad | 45% |
| Reducción en máxima de Productividad  | -3% |

*Fuente: Autores*

- Hay un aumento del promedio, lo que indica que la carga de trabajo está más balanceada ya que se pasa de 72% a 83%
- Igualmente refuerza la reducción de la variación de productividades el indicador de la desviación estándar que muestra una reducción de 36% lo que indica que no existen diferencias en productividades como se tenían con el antiguo modelo lo que indica que los agentes se encuentran con productividades más cercanas.
- Seguidamente un incremento de la productividad de un 45% por hora en los valores de mínimos por agente esto debido a que el modelo asigna las órdenes a los agentes disponibles asegurando que no quede ningún agente sin trabajar órdenes.
- Y una reducción de los valores máximos que indica menos carga de trabajo para los operadores que procesan más órdenes por unidad de hora, nivelando así las órdenes entrantes entre los operadores disponibles.

### **5.3 Análisis Económico de las Propuestas**

#### **5.2.1 Inversión inicial.**

Para cuantificar la cantidad de dinero que se podría estar incurriendo en el departamento de órdenes, se realiza una lista de rubros que se consideran como inversión inicial, las cuales se detallan a continuación:

- Inducción del modelo: se tiene que dar una inducción del nuevo modelo a la persona encargada de dar las charlas informativas, al gerente para informarle de los hallazgos, posibles mejoras, y cambios a realizar en el departamento de ser aceptados, así como el

encargado de reportes y los supervisores. Para ellos se tiene que el entrenador tiene un costo por hora de ¢4 000, el encargado de reportes ¢4 000, supervisores de turno los cuales son 3, cada uno por hora son ¢4 000, y por último el gerente del departamento ¢10 000, para hacer un costo final de ¢38 000.

- Capacitación a supervisor y encargado de reportes: se realiza una capacitación a los 3 supervisores como al encargado de los reportes para darles una explicación detallada del nuevo archivo de Excel, el cual pretende ayudarles a mejorar las cargas de trabajo, cada uno de ellos tiene un costo por hora de ¢4 000, se realiza una capacitación de una hora, haciendo un costo final de ¢16 000.
- Capacitación entrenador a agentes: la persona encargada de dar la capacitación al personal, necesita un total de 9 horas para impartirla, con un costo por hora de ¢4 000 haciendo un costo final de ¢36 000.
- Capacitación nuevo modelo a los agentes: se pretende reunir a los 28 agentes por 60 minutos (solo una vez) con ¢3 300, con el fin de dar a conocer al personal la situación actual del departamento, y por qué se están realizando los cambios conllevando un costo de ¢70 170.
- Actualización de reporte mensual: los supervisores mensualmente tienen que invertir máximo una hora para mantener el reporte actualizado con la información de los horarios de los agentes así como sus hora de almuerzo y el encargado de los reportes para con ello poder obtener la productividad de acuerdo con el tiempo disponible, se sabe tres supervisores y el encargado ganan cada uno ¢4 000 la hora, esto por 12 meses del año representa un costo total de ¢192 000.

A continuación se desglosa los costos antes mencionados en inversión inicial y costos fijos mensuales:

Inversión inicial:

*Cuadro 20 Desglose costos iniciales*

| <b>Rubro</b>                                       | <b>Personas</b> | <b>Horas por invertir</b> | <b>Costo por persona/hora</b>  | <b>Total</b>    |
|--|-----------------|---------------------------|--|-----------------|
| Inducción del modelo.                              | 6               | 1                         | Entrenador, supervisores, encargado de reporte ¢4 000, y gerente ¢10 000 | ¢38 000         |
| Capacitación a supervisor y encargado de reportes. | 4               | 1                         | ¢4 000   | ¢16 000         |
| Capacitación entrenador a agentes.                 | 1               | 9                         | ¢4 000   | ¢36 000         |
| Capacitación nuevo modelo a los agentes.           | 28              | 1                         | ¢3 300   | ¢70 170         |
| <b>Total</b>                                       | <b>39</b>       | <b>12</b>                 | <b>¢21 300</b>   | <b>¢160 170</b> |

*Fuente: CTI SA*

Costos Fijos Mensuales:

*Cuadro 21 Desglose costos fijos mensuales*

| <b>0078</b>                       | <b>Personas</b> | <b>Horas por invertir</b> | <b>Costo por persona/hora</b> | <b>Total</b> |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|
| Actualización de reporte mensual. | 4               | 1                         | €4 000                        | €16 000      |

*Fuente: CTI SA*

La sumatoria de la inversión inicial según el cuadro anterior es de €160 170, pero para los meses siguientes se va a tener un costo de €16 000 mensual en el rubro “Actualización de reporte mensual”, el cual sería parte de las tareas no solo de los supervisores sino del encargado de reportes.

### **5.2.2 Costo de Horas Extras.**

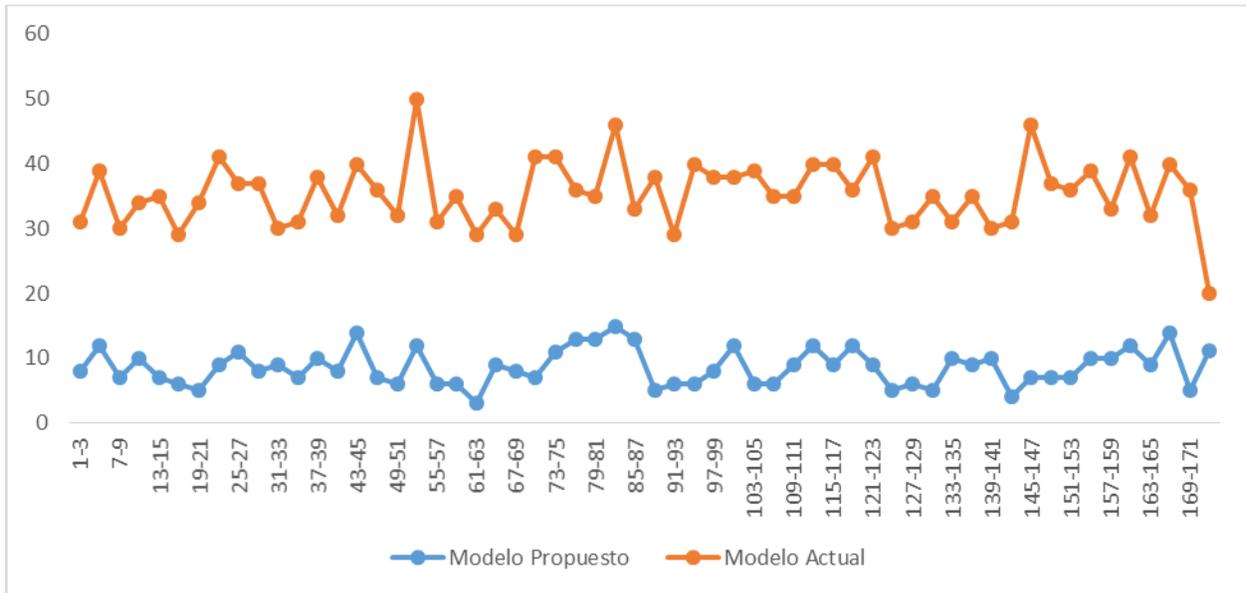
En el modelo actual de la distribución de órdenes como se consignó en la etapa de análisis y de antecedentes, la empresa tiene que pagar horas extra por un monto aproximadamente de €1 300 000 por mes.

Basados en la confianza estadística de ambos modelos se toma como base los resultados de los mismos, actualmente no se contestan en tiempo y forma aproximadamente 1 556 órdenes en 173 corridas que simula un mes completo de proceso de órdenes. En este caso particular se constata aproximadamente de acuerdo con el tiempo estándar para un total de 389 horas. Basado en esto se asume que la hora extra cuesta en promedio €3 341.90.

En el modelo propuesto basado en los resultados de la simulación se puede afirmar que el ICD en promedio será un 93%.

Como se observa en la simulación, muestra que los ICDs se cumplen, sin embargo quedan algunas órdenes para esto se ejemplifica con el siguiente gráfico de las 173 corridas:

*Figura 47 Cantidad de órdenes no procesadas por corrida*



*Fuente: Arena*

En el gráfico anterior el modelo propuesto tiene mucho menos órdenes pendientes por corrida en total 501 en el modelo propuesto vs 1 556 del modelo actual.

Para gestionar las 501 órdenes pendientes por mes se estima utilizando el tiempo estándar actual que es de 15 min, por lo que para poder trabajar esas órdenes se debe invertir un total de ₡ 418 669.43 en horas extra por mes, en lugar de ₡ 1 299 985.13 que se pagan actualmente.

Las 501 órdenes se distribuyen de la siguiente manera:

*Cuadro 22 Comparativa de órdenes no contestadas a tiempo*

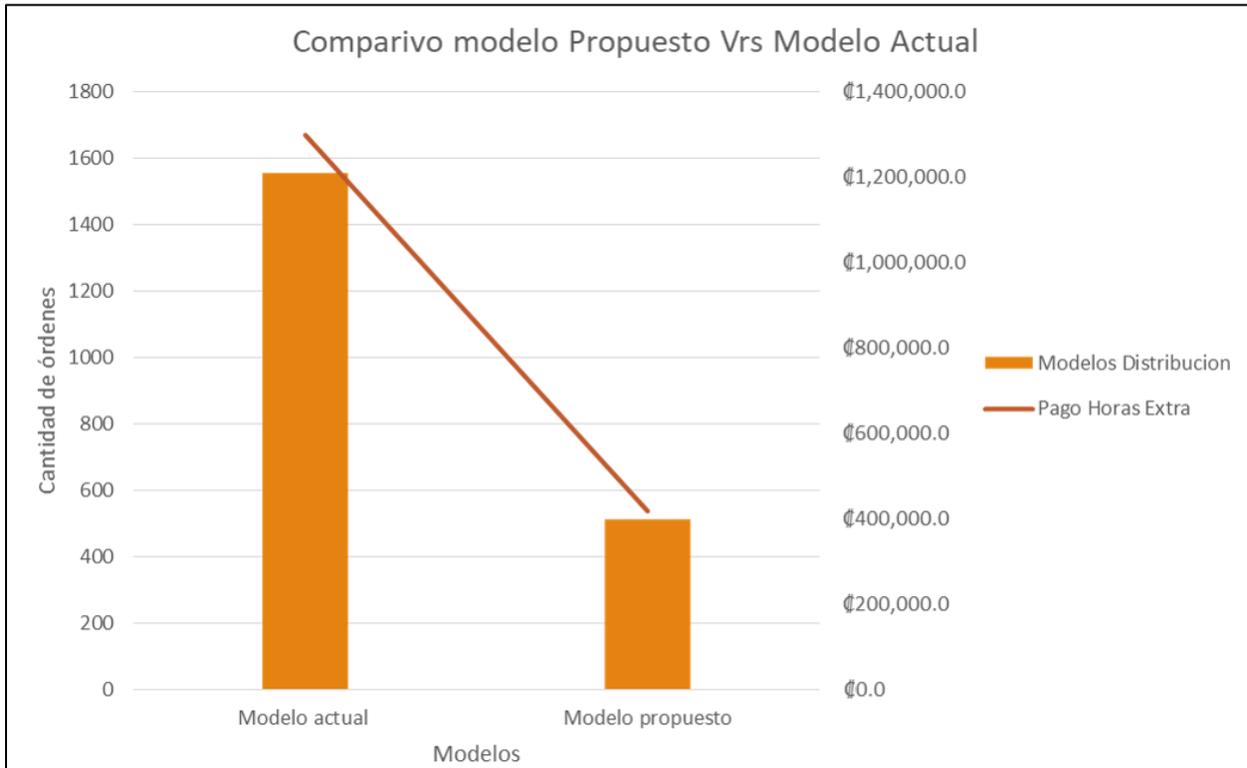
| <b>Contrato</b>     | <b>Órdenes modelo<br/>propuesto</b> | <b>Órdenes modelo<br/>actual</b> | <b>Porcentaje de<br/>variación</b> |
|---------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Contrato<br>15 min  | 58                                  | 194                              | -70%                               |
| Contrato<br>45 min  | 254                                 | 800                              | -68%                               |
| Contrato<br>240 min | 190                                 | 562                              | -66%                               |
| <b>Total</b>        | 501                                 | 1556                             | -68%                               |

*Fuente: CTI SA*

Como se evidencia en la tabla anterior, en el modelo propuesto se estima que no se contestan a tiempo 501 órdenes sin embargo, se puede observar comparativamente que hay una mejora de 68% con respecto al modelo actual, además que los indicadores se encuentran por encima del ICD esperado que es del 90%.

Seguidamente se presenta un gráfico comparativo del monto en colones para el pago de horas extras que se proyecta con el nuevo modelo:

Figura 48 Comparativo de modelos



Fuente: Arena

Como se puede observar, para tener el ICD en positivo se tiene un delta (ahorro) de \$ 881 315.70 por mes en el rubro pagos hora extra.

### 5.2.3 Análisis Costo Beneficio.

Se tiene que para esta propuesta es necesaria una inversión inicial de \$160 170.00, y para conocer la rentabilidad se realizó el análisis de costo beneficio (B/C), cuyo fin es demostrar si con el modelo de estandarización para órdenes de refacciones propuesto que incluye nuevos horarios, distribución de órdenes es más eficiente, se pretende saber si es económicamente aceptable.

Con la propuesta en estudio, se tiene que la inversión inicial para el mismo, es de ¢160 170.00 y 16 000 de costos fijos en la actualización del reporte, para esto se trabaja con una TMAR del 10% anual con la que el departamento de finanzas de la empresa utiliza para evaluar los proyectos, asimismo el ahorro mensual proyectado por la simulación es de ¢881 315.70 con un costo fijo mensual de ¢16 000.00.

Mediante este análisis se toman todos los <sup>\*indicadores claves de desempeño (ICD).</sup> indicadores claves de desempeño (ICD) de la propuesta para el nuevo modelo con el fin de conocer su rentabilidad.

*Cuadro 23 Análisis Beneficio Costo*

| Mes | Inversión Inicial | Costo       | Ahorro       |
|-----|-------------------|-------------|--------------|
| 0   | ¢ 160 170.00      |             |              |
| 1   |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 2   |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 3   |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 4   |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 5   |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 6   |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 7   |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 8   |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 9   |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 10  |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 11  |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |
| 12  |                   | ¢ 16 000.00 | ¢ 881 315.70 |

Fuente: CTI SA

Se procede a realizar el análisis beneficio costo con TRMAR del 10% utilizado en la empresa para evaluación de proyectos.

*Cuadro 24 Tabla resumen TRMAR*

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| <b>Ahorro</b>            | ₡ 6,005,013.58 |
| <b>Costo</b>             | ₡ 109,019.07   |
| <b>Costo + Inversión</b> | ₡ 269,189.07   |
| <b>B/C</b>               | ₡ 22.31        |

*Fuente: Autores*

Se interpreta la tabla anterior que por cada colón invertido hay un retorno de ₡22.31 colones.

Basado en lo anterior se establece la factibilidad del proyecto en términos económicos.

#### **5.2.4 Análisis de Tasa Interna de Retorno (TIR).**

Para calcular la TIR, es necesario contar con los egresos, e ingresos (para este estudio son ahorros), dichos montos se anualizan y se tiene que el ahorro es de ₡10 383 788.40 y los egresos son de ₡5 216 033.14 el cual este último se divide en pago de horas extras proyectado más los costos fijos de actualizar el reporte.

A continuación se presenta los cálculos realizados con los montos anteriormente mencionados:

Cuadro 25 Cálculo de la TIR y VAN

| Año de operación | Costos totales (\$) | Beneficios totales (\$) | Factor de actualización 10.0% | Costos actualizados (\$) | Beneficios actualizados (\$) | Flujo neto de efectivo act. (\$) |
|------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 0                | 160,170             | 0                       | 1.000                         | 160,170.00               | 0.00                         | -160,170.00                      |
| 1                | 5,216,033           | 10,575,788              | 0.909                         | 4,741,848.31             | 9,614,353.09                 | 4,872,504.79                     |
| 2                | 5,216,033           | 10,575,788              | 0.826                         | 4,310,771.19             | 8,740,320.99                 | 4,429,549.80                     |
| 3                | 5,216,033           | 10,575,788              | 0.751                         | 3,918,882.90             | 7,945,746.36                 | 4,026,863.46                     |
| 4                | 5,216,033           | 10,575,788              | 0.683                         | 3,562,620.82             | 7,223,405.78                 | 3,660,784.96                     |
| 5                | 5,216,033           | 10,575,788              | 0.621                         | 3,238,746.20             | 6,566,732.53                 | 3,327,986.33                     |
| <b>Total</b>     | <b>21,024,303</b>   | <b>52,878,942</b>       |                               | <b>19,933,039.40</b>     | <b>40,090,558.74</b>         | <b>20,157,519.34</b>             |

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| <b>VAN=</b>  | <b>20,157,519.34</b> |
| <b>TIR =</b> | <b>3346.29%</b>      |

Fuente: Autores

De acuerdo con los datos anteriores el proyecto es factible en términos económicos ya que tanto para la tasa interna de retorno se tiene un porcentaje de 3346% (TIR) lo cual representa que la inversión inicial genera mayores réditos al concluir la etapa de evaluación en este caso 5 años. Además, como el valor actual neto (VAN) indica que la recuperación en términos económicos al valor actual de la divisa indica que hay una recuperación de ¢20 157 519.34 con respecto al valor actual neto. Es por eso que de acuerdo con la teoría económica para que sean factibles tienen que dar resultados positivos siendo estos mayores a uno por lo que el proyecto es factible en términos económicos.

## Conclusiones

- El departamento de órdenes de refracciones presenta problemas en el tiempo de respuesta afectando directamente a los clientes, y además se ha visto reflejado en la parte económica en donde se ha encontrado pagos por horas extra de hasta por ¢1 300 000 por mes, lo que a su vez genera problemas de gestión en términos de productividad, cargas de trabajo e insatisfacción por parte de los colaboradores.
- Se realiza un mapeo de procesos el cual no solamente permite observar los fenómenos que ocurren dentro de las interacciones del proceso pero también nos lleva a consultar los porqué de dichas relaciones, por lo que se realiza un análisis de causa y efecto en conjunto con la operación se concluye que las principales causas son: incremento de volumen en horas críticas, atrasos en respuesta, análisis de distribución de carga de trabajo.
- El análisis de correlación de Pearson, permite justificar matemáticamente la relación entre los ICD y las personas disponibles en donde por medio del valor P: 0,004 permite rechazar la hipótesis nula y se puede observar que hay una correlación débil entre el ICD y la cantidad de personas que se tiene, por ende, se infiere que se cuenta con el personal adecuado para satisfacer la demanda. Seguidamente se realiza un análisis entre el ICD y el volumen de órdenes dando un valor P de 0,145 se puede aseverar que no existe una correlación entre estas dos variables, aceptando la hipótesis nula de acuerdo con los datos se puede afirmar que se cuenta con las personas necesarias para gestionar el volumen.
- Consecutivamente, el análisis de las cargas de trabajo permite evidenciar lo que el análisis de correlación brinda partiendo como base que cada agente es capaz de procesar 4 órdenes por hora basado en un tiempo estándar de 15 min. Cuando se observa la

producción de órdenes por agente los datos arrojan evidencia de una desviación estándar de 274 órdenes por lo cual hay diferencias significativas con respecto a la media. Lo cual por defecto indica que no se tiene una distribución de la carga equitativa del trabajo.

- Cuando se realiza las propuestas del modelo de distribución de órdenes, los autores pretenden realizar una distribución adecuada del personal para mitigar el incremento de volumen en horas críticas, además de un modelo de distribución de órdenes automático por operador libre, con el fin que la orden sea asignada al colaborador y no lo contrario que existe en el modelo actual, reduciendo los problemas de ICD y además contribuyendo con la distribución equitativa del trabajo.
- La simulación que se programa en el software Arena en su versión estudiantil, tomando como base el turno del día que cuenta con el 56% del volumen se realiza un monitoreo del volumen mensual además de una análisis de la curva de la demanda por medio de Input Analyzer, también perteneciente a Arena, en donde se estudian los volúmenes históricos y se obtienen las distribuciones que permiten realizar la simulación, se obtiene que: orden de 15 min  $BETA(0.472, 12.7266)$ , orden de 45 min  $-0.001 + LOGN(0.00233, 0.00154)$ , orden de 240 min  $-0.001 + EXPO(0.0021)$ .
- El principal interés es realizar una comprobación matemática de ambos escenarios, en este sentido se procede a programar la situación actual en el software Arena, se realiza un análisis de ambos ICDs (modelo actual real, y modelo actual programado) utilizando un ANOVA, el cual arroja un valor p de 0,07 por el cual se acepta la hipótesis nula ya que estadísticamente no existen diferencias significativas entre lo simulado y el estado actual.
- Una parte importante del modelo es que la programación de la recepción de órdenes, se basa en demanda recibida por hora además del histórico transaccional del personal, por lo

que cada agente tiene metas diferentes por hora, dependiendo de la demanda recibida, se hace una corrida de 173 réplicas en Arena con el fin de establecer un mes de datos.

Dentro de los resultados obtenidos en la simulación, se tiene una media de ICDs del 95%, con una desviación standard del 5%, por lo que el valor medio está entre 94.25% y 95.75%. Además, se realiza un análisis de varianza del modelo actual vs propuesta dando como resultado un P value de  $5,47 \times 10^{-123}$  el cual es menor al valor de significancia con ello se puede afirmar que existe diferencia estadística por lo que se rechaza la hipótesis nula.

- Otra fuente de información de la simulación del modelo nuevo, se puede observar que la productividad de los agentes aumento a un 79.00% además que los valores mínimos en las 173 réplicas no se tiene agentes ociosos como se denota en el modelo actual en donde se tienen productividades de 0.00%. Además se tiene una menor desviación estándar entre las productividades pasando de un 28.00% a un 18.00% es decir, el modelo prueba que es más eficiente en torno a balancear las cargas de trabajo.
- El modelo propuesto resulta satisfactorio en los niveles de tiempos de respuesta pasando de 79.10% a 95%, nivelación de cargas de trabajo aumentando a un 45% sus valores mínimos y en su efecto este modelo de distribución permite que la operación pueda ajustar de acuerdo con la demanda estabilidad para el mejoramiento de los tiempos de la operación.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda la incorporación del análisis de tendencias de arribo de órdenes por hora y por día, para que ayude a los supervisores en la toma de decisiones con respecto a la cantidad mínima requerida.
- El modelo propuesto presenta resultados estadísticamente confiables y económicamente factibles, por lo que se recomienda la implementación de dicho proyecto en el departamento, así como incorporar la herramienta de Excel propuesta para la toma de decisiones ya que esta cuenta con los horarios de trabajo de los agentes, horarios de almuerzo y la demanda recibida en promedio por día y por hora y con ello se puede conocer la cantidad mínima de personas requeridos, así en caso de personal esté fuera por incapacidades, vacaciones o permisos, se pueda verificar esa cantidad de personas necesarias y se haga un balance para que no se pierdan los ICD de ese día.
- Establecer metas mínima por hora y por agente de acuerdo con la demanda que se recibe al mes, para que de esta manera se pueda conocer cuan productivo es la persona y cuánto trabajo procesa la persona de acuerdo con la demanda recibida.
- Elaborar un programa de incentivos a los agentes con el fin de estimular el cumplimiento de las metas establecidas en el departamento por medio de un estudio por parte de especialistas de recursos humanos.
- Implementar un control de indicadores semanal de los ICDs con el fin de establecer e identificar puntos fuera de control y establecer las medidas preventivas y correctivas para ajustar el modelo de ser necesario.

- Implementar un sistema de entradas y salidas para el cumplimiento del tiempo para un seguimiento adecuado por parte de los supervisores de los horarios propuestos: de los almuerzos y horarios de trabajo de los agentes y que los supervisores para que de esta manera no se pierdan los ICDs.

## Anexos

### Anexo 1 Indicadores por hora, día y turno - Contrato 15 min

| Contrato 15 min - Indicadores de control |       |         |        |        |           |        |         |        |
|--|-------|---------|--------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| Turno                                    | Horas | Domingo | Lunes  | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sabado |
| Día                                      | 5     | 100.0%  | 100.0% | 92.9%  | 100.0%    | 95.0%  | 100.0%  | 88.9%  |
|  | 6     | 100.0%  | 100.0% | 100.0% | 95.5%     | 100.0% | 96.2%   | 100.0% |
|  | 7     | 100.0%  | 96.6%  | 94.5%  | 93.6%     | 100.0% | 94.9%   | 100.0% |
|  | 8     | 100.0%  | 95.0%  | 91.0%  | 93.5%     | 91.2%  | 79.5%   | 100.0% |
|  | 9     | 100.0%  | 98.4%  | 100.0% | 96.6%     | 95.5%  | 90.9%   | 100.0% |
|  | 10    | 93.3%   | 100.0% | 94.6%  | 100.0%    | 94.5%  | 92.9%   | 96.8%  |
|  | 11    | 100.0%  | 89.7%  | 79.2%  | 89.6%     | 95.8%  | 93.0%   | 100.0% |
|  | 12    | 100.0%  | 88.6%  | 96.9%  | 98.7%     | 96.6%  | 98.1%   | 100.0% |
| Tarde                                    | 13    | 100.0%  | 90.9%  | 87.7%  | 98.5%     | 93.4%  | 92.7%   | 100.0% |
|  | 14    | 100.0%  | 64.8%  | 77.1%  | 80.0%     | 92.8%  | 81.3%   | 93.8%  |
|  | 15    | 100.0%  | 79.2%  | 68.8%  | 82.9%     | 98.1%  | 81.4%   | 81.8%  |
|  | 16    | 100.0%  | 93.4%  | 92.9%  | 98.2%     | 97.4%  | 95.0%   | 44.4%  |
|  | 17    | 94.4%   | 92.9%  | 82.9%  | 100.0%    | 98.1%  | 96.1%   | 84.6%  |
|  | 18    | 100.0%  | 100.0% | 98.3%  | 93.5%     | 66.7%  | 71.0%   | 100.0% |
|  | 19    | 88.9%   | 92.9%  | 86.4%  | 100.0%    | 88.5%  | 81.8%   | 100.0% |
|  | 20    | 88.9%   | 84.6%  | 100.0% | 94.1%     | 93.3%  | 68.4%   | 61.5%  |
| Noche                                    | 21    | 100.0%  | 100.0% | 100.0% | 97.8%     | 100.0% | 93.3%   | 78.6%  |
|  | 22    | 100.0%  | 100.0% | 100.0% | 100.0%    | 100.0% | 75.0%   | 85.7%  |
|  | 23    | 84.6%   | 93.3%  | 86.7%  | 100.0%    | 100.0% | 100.0%  | 87.5%  |
|  | 0     | 83.3%   | 86.4%  | 100.0% | 100.0%    | 100.0% | 100.0%  | 100.0% |
|  | 1     | 100.0%  | 80.0%  | 94.1%  | 100.0%    | 100.0% | 92.3%   | 93.3%  |
|  | 2     | 87.5%   | 100.0% | 92.9%  | 100.0%    | 100.0% | 80.0%   | 100.0% |
|  | 3     | 100.0%  | 85.7%  | 93.3%  | 84.6%     | 100.0% | 100.0%  | 90.0%  |
|  | 4     | 90.9%   | 86.7%  | 66.7%  | 85.0%     | 80.0%  | 66.7%   | 100.0% |

Fuente: CTI SA

## Anexo 2 Indicadores por hora, día y turno - Contrato 45 min

| Contrato 45 min - Indicadores de control |       |         |        |        |           |        |         |        |
|--|-------|---------|--------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| Turno                                    | Horas | Domingo | Lunes  | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sabado |
| Día                                      | 5     | 100.0%  | 100.0% | 94.6%  | 98.0%     | 95.5%  | 97.6%   | 100.0% |
|  | 6     | 83.3%   | 98.5%  | 94.4%  | 96.3%     | 98.7%  | 88.1%   | 100.0% |
|  | 7     | 100.0%  | 93.2%  | 94.6%  | 97.1%     | 96.1%  | 80.9%   | 100.0% |
|  | 8     | 91.7%   | 94.1%  | 94.5%  | 97.9%     | 95.5%  | 93.3%   | 100.0% |
|  | 9     | 100.0%  | 88.9%  | 91.6%  | 97.0%     | 97.2%  | 91.4%   | 100.0% |
|  | 10    | 100.0%  | 89.8%  | 89.4%  | 98.1%     | 98.2%  | 90.7%   | 98.6%  |
|  | 11    | 100.0%  | 87.4%  | 80.5%  | 99.6%     | 87.3%  | 94.8%   | 100.0% |
|  | 12    | 100.0%  | 85.7%  | 83.7%  | 98.4%     | 95.3%  | 95.3%   | 97.5%  |
|  | 13    | 100.0%  | 82.6%  | 83.8%  | 99.5%     | 94.2%  | 96.3%   | 100.0% |
|  | 14    | 98.2%   | 69.6%  | 55.6%  | 89.1%     | 90.4%  | 89.3%   | 100.0% |
|  | 15    | 100.0%  | 79.6%  | 75.1%  | 82.0%     | 91.6%  | 80.5%   | 97.7%  |
|  | 16    | 100.0%  | 75.7%  | 82.9%  | 100.0%    | 98.8%  | 93.4%   | 90.0%  |
|  | 17    | 100.0%  | 74.3%  | 83.2%  | 97.9%     | 95.9%  | 87.8%   | 89.5%  |
| Tarde                                    | 18    | 96.2%   | 73.3%  | 94.2%  | 94.2%     | 96.2%  | 76.5%   | 92.0%  |
|  | 19    | 96.2%   | 80.4%  | 96.2%  | 98.5%     | 91.4%  | 71.6%   | 82.2%  |
|  | 20    | 100.0%  | 89.7%  | 98.9%  | 100.0%    | 98.4%  | 80.0%   | 63.2%  |
|  | 21    | 92.9%   | 87.2%  | 100.0% | 94.8%     | 96.2%  | 87.8%   | 100.0% |
|  | 22    | 89.5%   | 63.3%  | 93.5%  | 71.8%     | 100.0% | 86.4%   | 67.9%  |
|  | 23    | 79.5%   | 62.9%  | 95.5%  | 97.8%     | 97.2%  | 91.1%   | 94.5%  |
|  | 0     | 95.0%   | 98.0%  | 88.1%  | 95.5%     | 89.6%  | 92.2%   | 93.3%  |
|  | 1     | 100.0%  | 90.0%  | 97.4%  | 96.2%     | 93.3%  | 89.3%   | 93.3%  |
| Noche                                    | 2     | 78.3%   | 96.9%  | 86.5%  | 98.1%     | 100.0% | 83.8%   | 75.9%  |
|  | 3     | 83.3%   | 57.6%  | 81.1%  | 95.3%     | 87.1%  | 91.3%   | 85.0%  |
|  | 4     | 86.7%   | 76.2%  | 86.0%  | 86.3%     | 94.2%  | 92.0%   | 87.5%  |

Fuente: CTI SA

### Anexo 3 Indicadores por hora, día y turno - Contrato 240 min

| Contrato 240 min - Indicadores de control |             |         |        |        |           |        |         |        |
|---|-------------|---------|--------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| Turno                                     | Horas       | Domindo | Lunes  | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sabado |
| Día                                       | 5           | 100.0%  | 100.0% | 100.0% | 100.0%    | 95.8%  | 93.1%   | 100.0% |
|   | 6           | 80.0%   | 100.0% | 100.0% | 98.9%     | 97.4%  | 98.1%   | 100.0% |
|   | 7           | 100.0%  | 97.4%  | 100.0% | 100.0%    | 99.0%  | 97.4%   | 100.0% |
|   | 8           | 100.0%  | 94.9%  | 98.0%  | 93.3%     | 99.5%  | 97.5%   | 100.0% |
|   | 9           | 100.0%  | 96.8%  | 92.6%  | 99.7%     | 99.7%  | 99.0%   | 100.0% |
|   | 10          | 100.0%  | 97.3%  | 96.0%  | 98.6%     | 99.1%  | 99.2%   | 100.0% |
|   | 11          | 100.0%  | 97.0%  | 95.4%  | 99.3%     | 99.0%  | 98.8%   | 92.9%  |
|   | 12          | 100.0%  | 96.0%  | 93.0%  | 99.6%     | 97.8%  | 99.1%   | 100.0% |
| Tarde                                     | 13          | 100.0%  | 96.2%  | 95.9%  | 99.4%     | 99.8%  | 96.9%   | 100.0% |
|   | 14          | 100.0%  | 77.9%  | 90.5%  | 98.8%     | 99.8%  | 96.7%   | 100.0% |
|   | 15          | 100.0%  | 85.4%  | 87.6%  | 96.3%     | 98.6%  | 92.3%   | 95.0%  |
|   | 16          | 100.0%  | 77.7%  | 90.1%  | 88.0%     | 96.9%  | 92.8%   | 100.0% |
|   | 17          | 100.0%  | 48.5%  | 88.8%  | 82.7%     | 93.8%  | 72.6%   | 75.0%  |
|   | 18          | 100.0%  | 49.6%  | 90.3%  | 95.4%     | 90.9%  | 54.8%   | 92.3%  |
|   | 19          | 76.5%   | 54.5%  | 78.0%  | 99.2%     | 96.7%  | 56.4%   | 90.9%  |
|   | 20          | 82.4%   | 46.2%  | 85.7%  | 91.7%     | 92.0%  | 88.9%   | 90.9%  |
| Noche                                     | 21          | 86.7%   | 44.7%  | 95.5%  | 89.1%     | 95.8%  | 61.3%   | 95.2%  |
|   | 22          | 100.0%  | 100.0% | 100.0% | 93.6%     | 93.1%  | 95.2%   | 100.0% |
|   | 23          | 100.0%  | 87.2%  | 97.3%  | 97.8%     | 96.6%  | 93.8%   | 100.0% |
|   | 0           | 100.0%  | 100.0% | 88.1%  | 90.0%     | 90.9%  | 94.4%   | 75.0%  |
|   | 1           | 100.0%  | 100.0% | 95.8%  | 96.3%     | 96.3%  | 88.9%   | 90.0%  |
|   | 2           | 100.0%  | 100.0% | 93.3%  | 100.0%    | 95.2%  | 100.0%  | 100.0% |
|   | 3           | 100.0%  | 100.0% | 100.0% | 100.0%    | 100.0% | 100.0%  | 100.0% |
|   | 4           | 100.0%  | 100.0% | 100.0% | 100.0%    | 100.0% | 100.0%  | 100.0% |
|   | Grand Total | 96.4%   | 89.4%  | 92.9%  | 96.7%     | 98.3%  | 94.9%   | 96.5%  |

### Anexo 4 Máximo de arribos - Contrato 15 min

| Arribo por contrato - 15 min |       |        |           |        |         |
|------------------------------|-------|--------|-----------|--------|---------|
| Hora                         | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
| 7                            | 3     | 3      | 4         | 3      | 3       |
| 8                            | 3     | 4      | 3         | 3      | 4       |
| 9                            | 3     | 4      | 3         | 3      | 3       |
| 10                           | 5     | 4      | 3         | 3      | 3       |
| 11                           | 4     | 5      | 4         | 3      | 4       |
| 12                           | 5     | 5      | 5         | 3      | 4       |
| 13                           | 3     | 5      | 4         | 4      | 4       |
| 14                           | 3     | 4      | 4         | 4      | 4       |

|               |   |
|---------------|---|
| <b>Máximo</b> | 5 |
|---------------|---|

Fuente: CTI SA

### Anexo 5 Máximo de arribos - Contrato 45 min

| Arribo por contrato - 45 min |       |        |           |        |         |
|------------------------------|-------|--------|-----------|--------|---------|
| Hora                         | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
| 7                            | 6     | 5      | 6         | 7      | 7       |
| 8                            | 9     | 9      | 10        | 9      | 7       |
| 9                            | 13    | 13     | 10        | 11     | 12      |
| 10                           | 13    | 15     | 13        | 14     | 11      |
| 11                           | 12    | 14     | 12        | 12     | 12      |
| 12                           | 13    | 14     | 14        | 13     | 11      |
| 13                           | 11    | 16     | 11        | 13     | 11      |
| 14                           | 12    | 14     | 13        | 12     | 11      |

|               |    |
|---------------|----|
| <b>Máximo</b> | 16 |
|---------------|----|

Fuente: CTI SA

### Anexo 6 Máximo de arribos - Contrato 240 min

| Arribo por contrato - 240 min |       |        |           |        |         |
|-------------------------------|-------|--------|-----------|--------|---------|
| Hora                          | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes |
| 7                             | 5     | 7      | 6         | 10     | 6       |
| 8                             | 10    | 9      | 10        | 14     | 10      |
| 9                             | 12    | 15     | 14        | 16     | 16      |
| 10                            | 16    | 16     | 17        | 15     | 16      |
| 11                            | 16    | 17     | 15        | 17     | 15      |
| 12                            | 15    | 17     | 16        | 14     | 15      |
| 13                            | 16    | 19     | 16        | 16     | 15      |
| 14                            | 15    | 18     | 19        | 17     | 15      |

|               |    |
|---------------|----|
| <b>Máximo</b> | 19 |
|---------------|----|

Fuente: CTI SA

### Anexo 7 Órdenes procesadas por agente por hora

| Agente    | Horas |   |   |    |    |    |    |    |
|-----------|-------|---|---|----|----|----|----|----|
|           | 7     | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 15 |
| Agente 1  | 2     | 3 | 3 | 4  | 1  | 4  | 0  | 2  |
| Agente 2  | 0     | 0 | 1 | 2  | 3  | 4  | 2  | 3  |
| Agente 3  | 0     | 0 | 2 | 2  | 3  | 0  | 3  | 0  |
| Agente 4  | 0     | 4 | 4 | 4  | 5  | 3  | 2  | 4  |
| Agente 5  | 1     | 2 | 3 | 2  | 3  | 1  | 0  | 3  |
| Agente 6  | 0     | 0 | 0 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
| Agente 7  | 1     | 2 | 3 | 3  | 0  | 0  | 3  | 2  |
| Agente 8  | 2     | 2 | 3 | 3  | 0  | 3  | 3  | 2  |
| Agente 9  | 1     | 2 | 3 | 3  | 0  | 0  | 3  | 3  |
| Agente 10 | 1     | 1 | 2 | 0  | 2  | 1  | 2  | 2  |
| Agente 11 | 1     | 1 | 1 | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  |
| Agente 12 | 1     | 1 | 1 | 2  | 1  | 2  | 2  | 1  |

*Fuente: CTI SA*

### **Anexo 7 Personal necesario - lunes**

| Hora | Demanda/Órdenes | Personal Necesario teórico |
|------|-----------------|----------------------------|
| 7    | 14              | 4                          |
| 8    | 23              | 6                          |
| 9    | 28              | 7                          |
| 10   | 33              | 8                          |
| 11   | 32              | 8                          |
| 12   | 33              | 8                          |
| 13   | 30              | 8                          |
| 14   | 30              | 8                          |
| 15   | 32              | 8                          |

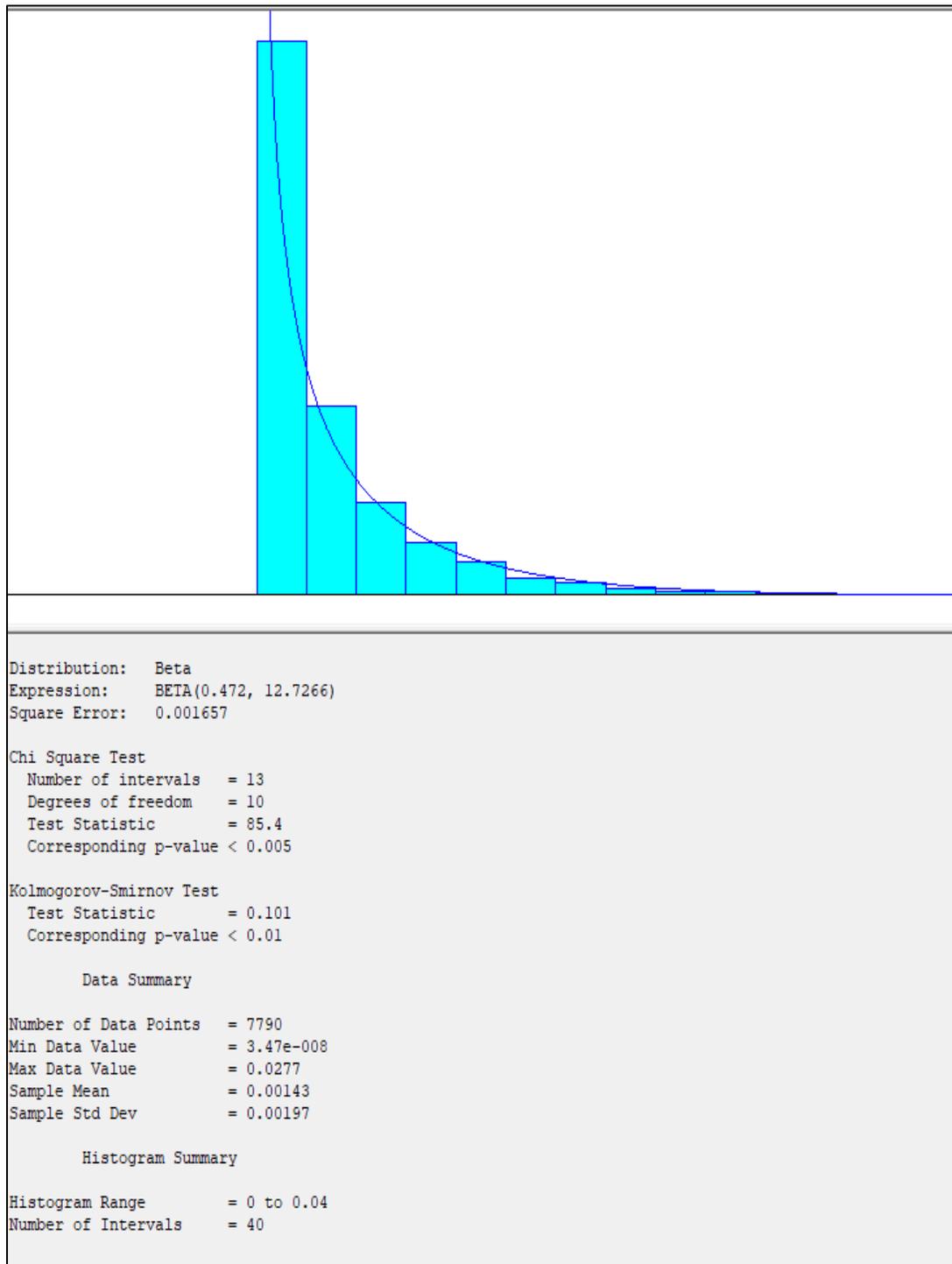
*Fuente: Autores*

## Anexo 8 Datos para la prueba de anova

| Replica | ICD Simul | ICD histo | Replica | ICD histo | ICD Simul | Replica | ICD Simul | ICD histo | Replica | ICD Simul | ICD histor |
|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|------------|
| 1       | 85.71%    | 92.86%    | 46      | 83.33%    | 67.71%    | 91      | 78.57%    | 93.25%    | 136     | 83.33%    | 64.60%     |
| 2       | 90.48%    | 87.63%    | 47      | 76.19%    | 94.00%    | 92      | 80.95%    | 86.45%    | 137     | 88.10%    | 70.43%     |
| 3       | 76.19%    | 69.31%    | 48      | 71.43%    | 76.92%    | 93      | 83.33%    | 83.33%    | 138     | 85.71%    | 91.60%     |
| 4       | 66.67%    | 80.14%    | 49      | 95.24%    | 89.00%    | 94      | 73.81%    | 100.00%   | 139     | 92.86%    | 54.21%     |
| 5       | 95.24%    | 78.08%    | 50      | 80.95%    | 76.00%    | 95      | 71.43%    | 47.04%    | 140     | 90.48%    | 77.14%     |
| 6       | 83.33%    | 73.94%    | 51      | 80.95%    | 100.00%   | 96      | 78.57%    | 83.80%    | 141     | 76.19%    | 96.36%     |
| 7       | 88.10%    | 73.39%    | 52      | 73.81%    | 77.00%    | 97      | 78.57%    | 41.70%    | 142     | 80.95%    | 64.78%     |
| 8       | 80.95%    | 76.11%    | 53      | 66.67%    | 100.00%   | 98      | 85.71%    | 55.56%    | 143     | 78.57%    | 84.07%     |
| 9       | 78.57%    | 80.00%    | 54      | 80.95%    | 76.47%    | 99      | 73.81%    | 97.83%    | 144     | 76.19%    | 93.98%     |
| 10      | 78.57%    | 75.21%    | 55      | 90.48%    | 98.79%    | 100     | 83.33%    | 84.48%    | 145     | 73.81%    | 50.54%     |
| 11      | 80.95%    | 86.36%    | 56      | 73.81%    | 97.53%    | 101     | 69.05%    | 80.81%    | 146     | 78.57%    | 59.86%     |
| 12      | 83.33%    | 85.05%    | 57      | 88.10%    | 99.12%    | 102     | 88.10%    | 44.71%    | 147     | 76.19%    | 74.75%     |
| 13      | 71.43%    | 80.81%    | 58      | 83.33%    | 70.89%    | 103     | 69.05%    | 39.73%    | 148     | 83.33%    | 56.89%     |
| 14      | 92.86%    | 86.18%    | 59      | 92.86%    | 100.00%   | 104     | 69.05%    | 36.17%    | 149     | 78.57%    | 52.80%     |
| 15      | 73.81%    | 97.60%    | 60      | 71.43%    | 100.00%   | 105     | 85.71%    | 40.96%    | 150     | 76.19%    | 89.06%     |
| 16      | 73.81%    | 75.60%    | 61      | 61.90%    | 96.03%    | 106     | 73.81%    | 19.42%    | 151     | 78.57%    | 97.54%     |
| 17      | 83.33%    | 90.27%    | 62      | 83.33%    | 81.31%    | 107     | 88.10%    | 100.00%   | 152     | 76.19%    | 100.00%    |
| 18      | 88.10%    | 64.84%    | 63      | 73.81%    | 93.02%    | 108     | 73.81%    | 100.00%   | 153     | 76.19%    | 74.62%     |
| 19      | 80.95%    | 77.00%    | 64      | 85.71%    | 100.00%   | 109     | 76.19%    | 100.00%   | 154     | 76.19%    | 70.53%     |
| 20      | 88.10%    | 92.79%    | 65      | 85.71%    | 100.00%   | 110     | 76.19%    | 82.50%    | 155     | 66.67%    | 90.70%     |
| 21      | 83.33%    | 80.67%    | 66      | 71.43%    | 79.92%    | 111     | 73.81%    | 80.59%    | 156     | 83.33%    | 54.09%     |
| 22      | 73.81%    | 94.00%    | 67      | 76.19%    | 100.00%   | 112     | 80.95%    | 63.88%    | 157     | 73.81%    | 66.94%     |
| 23      | 73.81%    | 93.41%    | 68      | 83.33%    | 100.00%   | 113     | 76.19%    | 43.14%    | 158     | 85.71%    | 73.85%     |
| 24      | 73.81%    | 97.65%    | 69      | 78.57%    | 60.94%    | 114     | 71.43%    | 62.30%    | 159     | 90.48%    | 56.71%     |
| 25      | 73.81%    | 61.46%    | 70      | 83.33%    | 74.34%    | 115     | 76.19%    | 100.00%   | 160     | 76.19%    | 43.39%     |
| 26      | 83.33%    | 52.68%    | 71      | 71.43%    | 72.73%    | 116     | 83.33%    | 80.25%    | 161     | 73.81%    | 57.43%     |
| 27      | 61.90%    | 100.00%   | 72      | 71.43%    | 81.85%    | 117     | 73.81%    | 71.20%    | 162     | 73.81%    | 80.94%     |
| 28      | 80.95%    | 71.43%    | 73      | 95.24%    | 97.01%    | 118     | 76.19%    | 87.34%    | 163     | 85.71%    | 100.00%    |
| 29      | 73.81%    | 80.00%    | 74      | 83.33%    | 86.16%    | 119     | 83.33%    | 50.19%    | 164     | 80.95%    | 78.00%     |
| 30      | 78.57%    | 100.00%   | 75      | 76.19%    | 92.07%    | 120     | 78.57%    | 47.26%    | 165     | 78.57%    | 85.19%     |
| 31      | 90.48%    | 98.99%    | 76      | 90.48%    | 88.25%    | 121     | 78.57%    | 71.37%    | 166     | 85.71%    | 63.89%     |
| 32      | 90.48%    | 89.84%    | 77      | 78.57%    | 53.53%    | 122     | 78.57%    | 76.62%    | 167     | 76.19%    | 67.87%     |
| 33      | 85.71%    | 95.86%    | 78      | 76.19%    | 94.00%    | 123     | 92.86%    | 100.00%   | 168     | 85.71%    | 64.91%     |
| 34      | 90.48%    | 69.72%    | 79      | 88.10%    | 91.04%    | 124     | 76.19%    | 58.51%    | 169     | 85.71%    | 100.00%    |
| 35      | 80.95%    | 82.00%    | 80      | 85.71%    | 86.27%    | 125     | 80.95%    | 80.88%    | 170     | 80.95%    | 61.31%     |
| 36      | 76.19%    | 89.00%    | 81      | 85.71%    | 76.11%    | 126     | 76.19%    | 53.93%    | 171     | 80.26%    | 83.80%     |
| 37      | 83.33%    | 100.00%   | 82      | 92.86%    | 77.78%    | 127     | 73.81%    | 59.76%    | 172     | 85.71%    | 64.91%     |
| 38      | 80.95%    | 77.00%    | 83      | 69.05%    | 100.00%   | 128     | 76.19%    | 24.77%    |         |           |            |
| 39      | 71.43%    | 100.00%   | 84      | 83.33%    | 100.00%   | 129     | 85.71%    | 99.00%    |         |           |            |
| 40      | 76.19%    | 77.00%    | 85      | 76.19%    | 90.00%    | 130     | 69.05%    | 72.73%    |         |           |            |
| 41      | 76.19%    | 84.17%    | 86      | 80.95%    | 90.12%    | 131     | 78.57%    | 45.81%    |         |           |            |
| 42      | 88.10%    | 92.37%    | 87      | 85.71%    | 100.00%   | 132     | 80.95%    | 69.70%    |         |           |            |
| 43      | 73.81%    | 100.00%   | 88      | 73.81%    | 100.00%   | 133     | 76.19%    | 83.74%    |         |           |            |
| 44      | 71.43%    | 80.00%    | 89      | 73.81%    | 100.00%   | 134     | 90.48%    | 68.15%    |         |           |            |
| 45      | 78.57%    | 80.60%    | 90      | 69.05%    | 98.71%    | 135     | 78.57%    | 51.40%    |         |           |            |

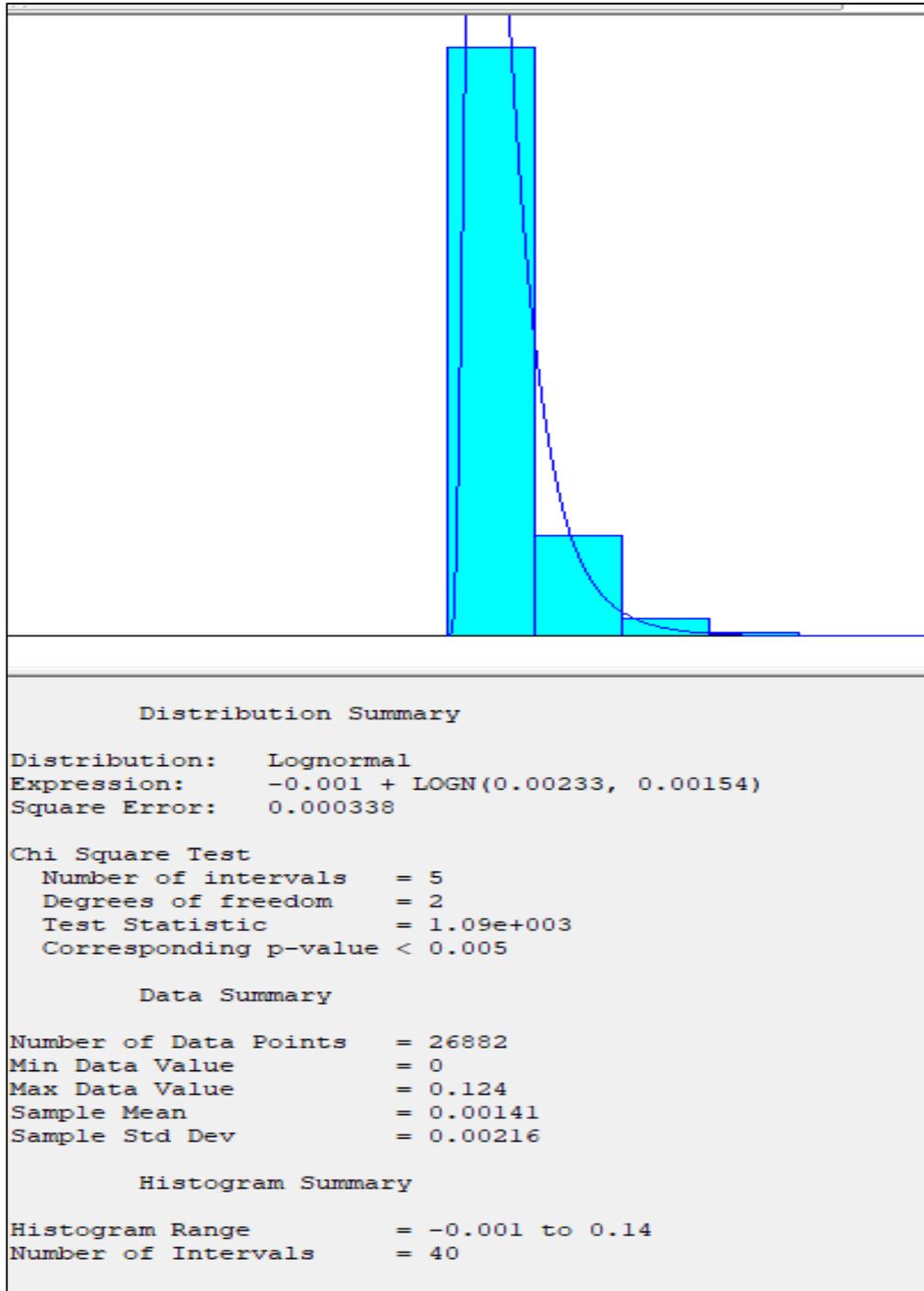
Fuente: CTI SA

## Anexo 9 Input Analyzer - Contrato 15 min



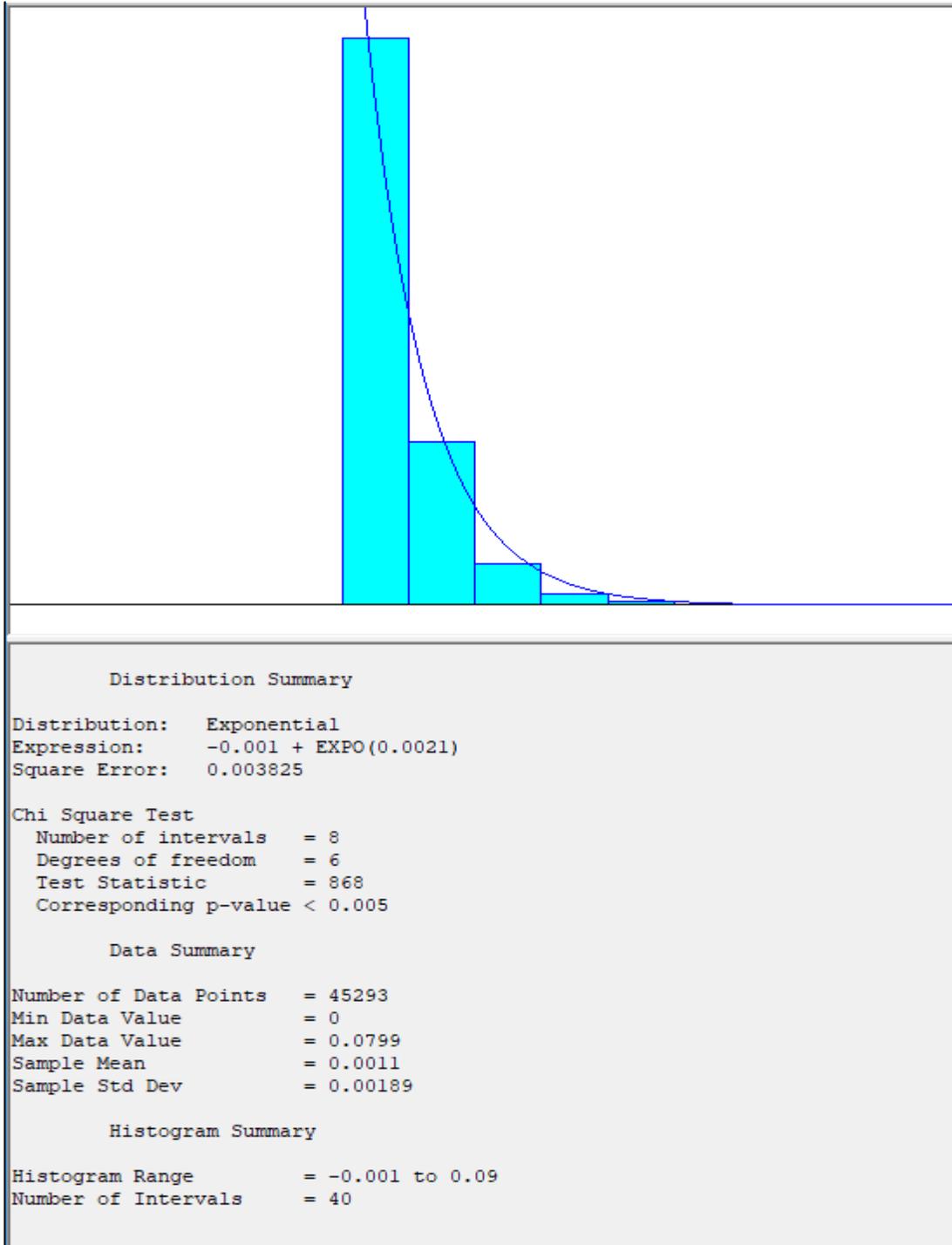
*Fuente: Autores - Software de Arena*

## Anexo 10 Input Analyzer - Contrato 45 min



Fuente: Autores - Software de Arena

## Anexo 11 Input Analyzer - Contrato 240



*Fuente: Autores - Software de Arena*

## Bibliografía

- Baca G., Cruz M., Cristóbal I., Gutiérrez J., Pacheco A., Rivera I. y Obregón A.(2014),  
*Introducción a la Ingeniería Industrial* (2nda ed.): Mexico. Grupo Editorial Patria
- Ordoñez, E. y Colubi, M. (1998), *Después de Newton: ciencia y sociedad Durante la primera revolución Industrial*. Bogotá. Anthropos Editorial.
- Bernal, C. (2010), *Metodología de la Investigación*. Colombia: Prentice Hall.
- Delers, A. (2016), *Le Principio de Pareto*. LEPETITLITTERAIRE.
- Arnoletto, E. y E-libro, (2007), *Administración de la producción cómo ventaja competitiva*.  
Españ B - EUMED, 20070101.
- Miranda, F. (2002), *La Metodología del Diagnostico en el Enfoque "Investigación Adaptativa"*.  
Heredia: CIP-Gegevens Koninklijke Bibliotheek.
- Galgano, A. (1995), *Los 7 Instrumentos de la Calidad Total*. Madrid: Diaz de los Santos, S.A.
- Garrido, I. (2007), *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambios*. Caracas: El  
Nacional.
- Domínguez, G. (2016), *Didáctica y Aplicación de la Administración de Operaciones*. Ciudad de  
México: Inst Mexicano de Contadores Públicos.
- Ghare, B. (1990), *Control de Calidad teoría y aplicaciones*. Madrid: Díaz de Santos, S. A.
- Gómez, M. (2006), *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Argentina:  
Editorial Brujas.

- Hunger, T. (2007), *Administración Estratégica Y Política de Negocios*. México: Pearson Education.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (1999), *Guía general de análisis de riesgos y control de puntos críticos*. San José: Series de Agroalimentarias - Cuaderno de Calidad.
- Vilar, J. (1997), *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. FC Editorial.
- Juárez, M. (1993), *Trabajo Social e investigación, Temas y Perspectivas*. Madrid: Impresos y Revistas, S.A.
- Negrón, D. F. (2009), *Administración de Operaciones*. Mexico, D.F: Cengage Learning Editors.
- Niedzwiecki, R. (1999), *Las Herramientas para la mejora continua de la validad*. Buenos Aires: TEC Consultores.
- Render, B. (2016), *Métodos Cualitativos para los negocios*. Ciudad de México: Pearson.
- Requena, J. (2011), *La Validez en la Medición Psicológica*. Madrid: UNED Ediciones.
- Salkind, N. (1999), *Métodos de investigación*. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Tejero, J. (2016), *Organización de la Producción Industrial*. Madrid: ESIC Editorial.
- Vivanco, M. (2005), *Muestreo Estadístico Diseño y Aplicaciones*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria S.A.
- Winter, R. (2000), *Manual de Trabajo en Equipo*. Madrid: Diaz de Santos, S. A,
- San Juan, C. (1993), *Introducción a la Ingeniería Industrial*: Puerto Rico: Ediciones AKAL

Salas, V. (2013), *Con 10 años en Costa Rica CTI SA se focalizará en la especialización* Tomado desde: [https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/con-10-anos-en-costa-rica-CTI SA-se-focalizara-en-la-especializacion/Q7FAACAGPFFSTECWU6QZO76F5M/story/](https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/con-10-anos-en-costa-rica-CTI-SA-se-focalizara-en-la-especializacion/Q7FAACAGPFFSTECWU6QZO76F5M/story/)

Vaughn, R, (1988), *Introducción a la Ingeniería Industrial*: Editorial Reverté, S.A.

Pedroza, H y Dicovskyi, L, (2006), *Sistema de Análisis Estadístico con SPSS*: IICA.

Singer, S. R. Marcos, Donoso, S. R. PATRICIO, & CHELLER-WOLF, S. R. Alan. (2018, 2 octubre). UNA INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE COLAS. Recuperado 18 enero, 2020, de <http://www.abante.cl/files/ABT/Contenidos/Vol-11-N2/Singer.pdf>

Iván Martínez Lima. (2018, Octubre 23). Diagrama de Ishikawa - Encontrando la causa raíz Paso 3 Criterios de evaluación y 4 - Análisis final. Recuperado 9 de mayo de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=emaonahQ21I>

¿Qué es una prueba de hipótesis? (s. f.). Recuperado 5 de mayo de 2020, de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/what-is-a-hypothesis-test/>