



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
INDUSTRIAL



TESIS:

**OPTIMIZACIÓN DE COLAS Y REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA
DEL SISTEMA DE INSPECCIÓN TECNICA VEHICULAR EN LA
EMPRESA CUSCO IMPERIAL S.A.C. 2015 – 2016.**

PRESENTADO POR:

Bach. Kevin Pavel Navarrete Chani

Bach. Jorge Sergio Quilli Dueñas

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Industrial

ASESOR:

Ing. Julio Villasante Lindo

CUSCO - PERU

2016



INDICE GENERAL

INDICE GENERAL..... ii

INDICE DE TABLAS vi

INDICE DE FIGURAS viii

INDICE DE ANEXOS x

DEDICATORIA xi

AGRADECIMIENTOS..... xii

RESUMEN xiii

ABSTRACT..... xiv

INTRODUCCION xv

1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

 1.1. Identificación del Problema..... 1

 1.2. Formulación del problema 5

 1.2.1. Problema General 5

 1.2.2. Problemas Específicos 5

 1.3. Justificación e Importancia 5

 1.3.1. Justificación..... 5

 1.3.2. Importancia..... 6

 1.3.3. Delimitación del problema 6

 1.4. Objetivos..... 7

 1.4.1. Objetivo General 7

 1.4.2. Objetivos Específicos 7

 1.5. Hipótesis 8

 1.5.1. Hipótesis General 8

 1.5.2. Hipótesis Específica 8

2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO 9

 2.1. Antecedentes de la Investigación 9

 2.1.1. TÍTULO: “DISEÑO DE UNA PLANTA SEMICIRCULAR DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO EN EL SECTOR DE CUMBAYÁ Y SUS ALREDEDORES” 9

 2.1.2. TÍTULO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE LA UNIDAD DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR PARA LA MUNICIPALIDAD DE IBARRA PROVINCIA DE IMBABURA 10

 2.1.3. TÍTULO: “ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN UNA EMPRESA QUE BRINDA EL SERVICIO DE REVISIONES TECNICAS VEHICULARES” 12

 2.1.4. TÍTULO: “OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL SISTEMA DE RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO” 13

 2.2. Bases Teóricas 14

 2.2.1. Sistema de Producción 14

 2.2.2. Teoría de Colas 25

 2.2.3. Distribución de Planta 42

 2.3. Marco Conceptual..... 55



- 2.3.1. Capacidad.....55
- 2.3.2. Capacidad de la Cola.....55
- 2.3.3. Centro de Inspección Técnica Vehicular.....55
- 2.3.4. Clientes56
- 2.3.5. Cola56
- 2.3.6. Cuello de Botella56
- 2.3.7. Disciplina de la Cola:.....56
- 2.3.8. Fifo (first in first out)56
- 2.3.9. Fuente de Entrada o Población Potencial.....56
- 2.3.10. Inspección Técnica Vehicular57
- 2.3.11. Instalaciones de Servicio.....57
- 2.3.12. Llegadas57
- 2.3.13. Mecanismo de Servicio.....57
- 2.3.14. Número de Servidores de Servicio57
- 2.3.15. Optimización58
- 2.3.16. Parque Automotor:58
- 2.3.17. Proceso58
- 2.3.18. Proceso Básico de Colas.....58
- 2.3.19. Proceso de Servicio58
- 2.3.20. Redes de Colas59
- 2.3.21. Rediseño59
- 2.3.22. Servicio.....59
- 2.3.23. Servicio Como Sistema59
- 2.3.24. Tasa de Servicio59
- 2.3.25. Vehículo Automotor:60
- 2.3.26. Vehículos Livianos:60
- 2.3.27. Vehículos Pesados:60

- 3. CAPITULO III. METODOLOGÍA.....61
 - 3.1. Tipo de Investigación61
 - 3.2. Nivel de Investigación61
 - 3.3. Metodología de la Investigación.....61
 - 3.4. Diseño de la Investigación62
 - 3.5. Población y Muestra62
 - 3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....65

- 4. CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ENTORNO67
 - 4.1. Descripción de la Empresa.67
 - 4.2. Reseña Histórica de la empresa.....67
 - 4.3. Misión.....67
 - 4.4. Visión68
 - 4.5. Organización68
 - 4.6. Cadena de Valor69
 - 4.7. Mapa de Negocio70

- 5. CAPITULO V. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE SERVICIO74
 - 5.1. Análisis del Sistema de Servicio Actual74
 - 5.2. Descripción del proceso de inspección técnica vehicular75
 - 5.2.1. Pago de derechos75
 - 5.2.2. Verificación de documentos e ingreso de datos.....75
 - 5.2.3. Inspección Test line o alineamiento al paso, suspensión y frenos76



- 5.2.4. Inspección de gases u opacidad77
- 5.2.5. Inspección de luces.....77
- 5.2.6. Inspección visual77
- 5.2.7. Entrega de resultados de inspección78
- 5.2.8. Funciones del personal por estaciones79
- 5.3. Tipos de Servicio81
- 5.4. Manejo de Materiales81
- 5.5. Infraestructura82
- 5.6. Equipo y Maquinaria83
- 5.7. Tipo de Distribución85
- 5.8. Recursos Humanos.....85
- 5.9. Análisis de Tiempos Actuales.....85
 - 5.9.1. Descomposición del proceso de Inspección Técnica Vehicular.....86
 - 5.9.2. Número de ciclos a observar94
 - 5.9.3. Determinación del Tiempo Medio Observado95
 - 5.9.4. Calificación de la Actuación o Valoración.....97
 - 5.9.5. Determinación de Suplementos98
 - 5.9.6. Determinación del Tiempo Estándar.....100
- 5.10. Gráfica del Proceso Operativo100
 - 5.10.1. Diagrama de operaciones del procesos101
 - 5.10.2. Diagrama de Análisis del proceso102
 - 5.10.3. Diagrama de recorrido.....103
- 5.11. Análisis del proceso de inspección técnica vehicular103
 - 5.11.1. Análisis en función del flujo de trabajo104
 - 5.11.2. Análisis en función de los métodos de trabajo.....105
 - 5.11.3. Análisis en función de sus indicadores de gestión.....106
 - 5.11.4. Análisis en función de la demanda.....108
- 5.12. Análisis del problema fundamental113
- 5.13. Análisis de las causas fundamentales115
- 6. CAPITULO VI. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE COLAS ACTUAL117
 - 6.1. Análisis de la Situación Actual de los Tiempos de Espera117
 - 6.2. Distribución de Llegadas118
 - 6.2.1. Registro de Datos118
 - 6.2.2. Tabulación de Datos118
 - 6.2.3. Calculo de Media119
 - 6.3. Distribución del Tiempo de Servicio120
 - 6.3.1. Registro de Datos120
 - 6.3.2. Tabulación de Datos120
 - 6.4. Cantidad de Fases120
 - 6.5. Cantidad de Servidores por Fase121
 - 6.6. Modelo de Instalación de Servicio121
 - 6.7. Disciplina del Servicio y Prioridad122
 - 6.8. Capacidad del Sistema122
 - 6.9. Análisis Cualitativo de las Operaciones.....123
 - 6.10. Calculo de Características del Sistema124
 - 6.10.1. Pago de Derechos.....124
 - 6.10.2. Verificación e Ingreso de Datos126



- 6.10.3. Inspección Test Line128
- 6.10.4. Inspección de Gases, Luces y Visual129
- 6.10.5. Entrega de Resultados.....134
- 6.10.6. Análisis de las Características del Sistema.....135
- 6.10.7. Proceso de Colas137
- 7. CAPITULO VII. DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL138
 - 7.1. Análisis de factores influyentes138
 - 7.1.1. Análisis del Factor Material139
 - 7.1.2. Análisis de Factor Maquinaria y Equipo145
 - 7.1.3. Análisis del Factor Hombre148
 - 7.1.4. Análisis del Factor Infraestructura155
 - 7.1.5. Análisis del Factor Movimiento.....158
 - 7.1.6. Análisis del Factor Espera161
 - 7.1.7. Análisis del Factor Servicio.....162
 - 7.1.8. Análisis del factor cambio164
 - 7.2. Análisis de limitaciones166
 - 7.3. Análisis general de la distribución actual167
 - 7.3.1. Principios básicos de la distribución.....167
 - 7.3.2. Plano de distribución actual169
- 8. CAPITULO VIII. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE COLAS Y REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN EL CENTRO DE INSPECCIÓN TECNICA VEHICULAR.....170
 - 8.1. Propuesta del Proceso de Servicio.....170
 - 8.1.1. Acciones Correctivas del Proceso.....170
 - 8.1.2. Descripción de Operaciones Mejoradas.....171
 - 8.1.3. Diagrama de Operaciones del Proceso176
 - 8.2. Aplicación del Modelo de Teoría de Colas177
 - 8.2.1. Características del Nuevo Proceso177
 - 8.2.2. Modelado de Características de Operación con 1, 2, 3 y 4 Servidores.....178
 - 8.2.3. Propuesta de Proceso de Colas.....185
 - 8.2.1. Comparación de características de operación.....187
 - 8.3. Aplicación del Diseño de Distribución Híbrida189
 - 8.3.1. Factores de la Distribución de Planta190
 - 8.3.2. Análisis de las Relaciones entre Actividades218
 - 8.3.3. Cálculo y Definición de espacios222
 - 8.3.4. Layout de Bloques Unitarios223
 - 8.3.5. Diagrama Relacional de Espacios.....226
 - 8.3.6. Plano de Distribución Propuesta.....226
 - 8.3.7. Diagrama de Recorrido Propuesto.....226
 - 8.3.8. Diagrama de Análisis del Proceso de la Propuesta227
 - 8.4. Determinación de la Productividad y Estructura de Costos de la Propuesta228
 - 8.4.1. Determinación de la Productividad.....228
 - 8.4.2. Materialización de las Propuestas:231
- CONCLUSIONES235
- RECOMENDACIONES238
- REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....239
- ANEXOS243



INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Población de Vehículos Atendidos por CUSCO IMPERIAL..... 62

Tabla N° 2: Muestra Estratificada. 64

Tabla N° 3: Cadena de Valor de la Empresa. 69

Tabla N° 4: Resultados de Inspección..... 78

Tabla N° 5: Materiales Secundarios 82

Tabla N° 6: Equipos y Maquinas..... 83

Tabla N° 7: Puestos de Trabajo 85

Tabla N° 8: Tiempos Pre Observados 94

Tabla N° 9: Ciclos a Observar 94

Tabla N° 10: Hoja de Trabajo 1..... 95

Tabla N° 11: Hoja de Trabajo 2..... 96

Tabla N° 12: Hoja de Trabajo 3: Resumen de estudio 97

Tabla N° 13: Hoja de Trabajo 4: Valoración Sistema Westinghouse. 98

Tabla N° 14: Hoja de Trabajo 5: Determinación de Suplementos. 99

Tabla N° 15: Hoja de Trabajo 6: Determinación Tiempo Estándar. 100

Tabla N° 16: Numero de Vehículos Atendidos y por Atender (2015). 107

Tabla N° 17: Demanda del Servicio de Inspección Técnica Vehicular (2015)..... 113

Tabla N° 18: Porcentaje de Demanda Cubierto por Cusco Imperial S.A.C. (2014). 114

Tabla N° 19: Porcentaje de Demanda Cubierto por Cusco Imperial S.A.C. (2015). 114

Tabla N° 20: Horario por Días de Trabajo Imperial S.A.C. 117

Tabla N° 21: Resumen 1: Arribos de Vehículos por Hora. 118

Tabla N° 22: Resumen 2: de Arribos de Vehículos por Hora. 119

Tabla N° 23: Resumen 3: Media Arribos. 119

Tabla N° 24: Resumen 4: Tiempos de Servicio. 120

Tabla N° 25: Calculo de Características de Fase 7: Entrega de Resultados..... 135

Tabla N° 26: Resumen de Características del Proceso de Colas..... 136

Tabla N° 27: Proceso de Colas Actual 137

Tabla N° 28: Clasificación Vehicular..... 140

Tabla N° 29: Categorías de Vehículos Atendidos en el CITV 140

Tabla N° 30: Material del Proceso 141

Tabla N° 31: Tipo de Inspección por Clasificación Vehicular..... 142

Tabla N° 32: Análisis PQ 2014 143

Tabla N° 33: Análisis PQ 2015 144

Tabla N° 34: Equipos de Oficina..... 146

Tabla N° 35: Maquinas de la Línea de Inspección..... 147

Tabla N° 36: Equipos de la Línea de Inspección..... 147

Tabla N° 37: Puestos de Oficina..... 148

Tabla N° 38: Puesto de la Línea de Inspección 149

Tabla N° 39: Resultados de Monitoreo de Iluminación en Oficinas, Horario Diurno 150

Tabla N° 40: Resultados de Monitoreo de Iluminación en Oficinas, Horario Nocturno 151

Tabla N° 41: Resultados de Monitoreo de Iluminación en Línea de Inspección, Pista Vehicular y Zona de Estacionamiento, Horario Nocturno 151

Tabla N° 42: Lugares de Monitoreo de Ruido 153

Tabla N° 43: Áreas de Exceso de Ruido 154

Tabla N° 44: Dimensión de Áreas de Oficina 156

Tabla N° 45: Sub espacios del Área de Entrega de Resultados..... 156

Tabla N° 46: Dimensión de Áreas de Almacén, Vestuario y Mantenimiento..... 156

Tabla N° 47: Dimensión de Área de Línea de Inspección 157



Tabla N° 48: Dimensión de Zanja de Inspección 157
Tabla N° 49: Dimensión de Áreas de SS.HH., Comedor, Guardianía, Estacionamiento. 157
Tabla N° 50: Aparatos Sanitarios en Servicio Higiénicos..... 164
Tabla N° 51: Resumen 4. Media de Arribos para Propuesta..... 177
Tabla N° 52: Resumen 5. Tiempos de Servicio para Propuesta 178
Tabla N° 53: Propuesta de Colas para Fase 1: Pago de Derechos..... 178
Tabla N° 54: Propuesta de Colas para Fase 2: Verificación e Ingreso de Datos..... 179
Tabla N° 55: Propuesta de Colas para Fase 3: Inspección de Gases 180
Tabla N° 56: Propuesta de Colas para Fase 4: Inspección de Luces 181
Tabla N° 57: Propuesta de Colas para Fase 4: Inspección Test Line 182
Tabla N° 58: Propuesta de Colas para Fase 6: Inspección Visual..... 183
Tabla N° 59: Propuesta de Colas para Fase 7: Entrega de resultados 184
Tabla N° 60: Propuesta de Proceso de Colas 186
Tabla N° 61: Comparación del Proceso de Colas Propuesto 187
Tabla N° 62: Cantidad de Materiales Propuesto 190
Tabla N° 63: Materiales Comprendidos en la Propuesta..... 191
Tabla N° 64: Análisis PQ 2016 192
Tabla N° 65: Propuesta PQ 2016..... 193
Tabla N° 66: Análisis PQ 2017 194
Tabla N° 67: Propuesta PQ 2017..... 195
Tabla N° 68: Análisis PQ 2018 196
Tabla N° 69: Propuesta PQ 2018..... 197
Tabla N° 70: Equipos Propuestos en Oficina 199
Tabla N° 71: Maquinas Propuestas en la Línea de Inspección..... 201
Tabla N° 72: Equipos Propuestos en la Línea de Inspección 202
Tabla N° 73: Personal Propuestos en Oficina 204
Tabla N° 74: Personal Propuesto en la Línea de Inspección..... 205
Tabla N° 75: Propuesta de Iluminación en Oficinas 207
Tabla N° 76: Propuesta de Iluminación en Línea de Inspección..... 208
Tabla N° 77: Nivel de Exposición al Ruido (Uso de Tapones)..... 210
Tabla N° 78: Valor de Proximidad..... 219
Tabla N° 79: Motivos de Relación 219
Tabla N° 80: Tabla Relacional de Actividades 220
Tabla N° 81: Código de Proximidades 221
Tabla N° 82: Definición de Espacios Propuestos 222
Tabla N° 83: Cálculo de RCT 223
Tabla N° 84: Orden de Colocación Layout 224
Tabla N° 85: Productividad Actual por fases 228
Tabla N° 86: Productividad Propuesta por fases 229
Tabla N° 87: Comparación de Productividad (Desempeño) 229
Tabla N° 88: Comparación de Productividad (Económico)..... 230
Tabla N° 89: Distancia Recorrida Actual 230
Tabla N° 90: Distancia Recorrida Propuesta..... 231
Tabla N° 91: Presupuesto Obra Civil 232
Tabla N° 92: Presupuesto Adquisición, Instalación y Montaje de Máquinas y Equipos 233
Tabla N° 93: Costo Total del Proyecto..... 233



INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Muertos por Accidentes de Transito..... 1
Figura N° 2: Parque Vehicular Estimado por Años, Según Departamento o Región: 2003-20122
Figura N° 3: Sistema de Producción de Servicios 16
Figura N° 4: Medidas de Productividad 17
Figura N° 5: Suplementos 22
Figura N° 6: Símbolos del Diagrama de Operaciones de Proceso 23
Figura N° 7: Símbolos del Diagrama de Flujo Operaciones 23
Figura N° 8: Símbolos ANSI..... 24
Figura N° 9: Perfiles de llegada y servicios 26
Figura N° 10: Modelo básico de líneas de espera o sistema de colas. 28
Figura N° 11: Diversas disposiciones de filas de Espera. 31
Figura N° 12: Ejemplos de disposiciones para instalación de servicio. 31
Figura N° 13: Un canal y una sola fase 32
Figura N° 14: Un canal y Múltiples fases..... 32
Figura N° 15: Múltiples canales y una sola fase. 33
Figura N° 16. Múltiples canales y múltiples fases. 33
Figura N° 17: Fases de Distribución 49
Figura N° 18: Etapas del PSD 50
Figura N° 19: Conjunto estándar de símbolos para Diagramas de proceso 50
Figura N° 20: Valores de Relación..... 51
Figura N° 21: Relación de actividades 51
Figura N° 22: Calculo de RCT 53
Figura N° 23: Ejemplo de Layout de Bloques Unitarios..... 54
Figura N° 24: Distribución General de Conjunto..... 55
Figura N° 25: Parque Automotor Nacional por Clase de Vehículo Según Departamento 2012 65
Figura N° 26: Organigrama 68
Figura N° 27: Mapa de Negocio..... 70
Figura N° 28: Sistema de Servicio Actual..... 74
Figura N° 29: Flujo de Proceso Actual..... 86
Figura N° 30: Diagrama de Flujo Fase 1: Pago de Derechos 87
Figura N° 31: Diagrama de Flujo Fase 2: Verificación e Ingreso de Datos 88
Figura N° 32: Diagrama de Flujo Fase 3: Inspección Test Line 89
Figura N° 33: Diagrama de Flujo Fase 4: Inspección de Gases u Opacidad..... 90
Figura N° 34: Diagrama de Flujo Fase 5: Inspección de Luces 91
Figura N° 35: Diagrama de Flujo Fase 6: Inspección Visual..... 92
Figura N° 36: Diagrama de Flujo Fase 7: Entrega de Resultados 93
Figura N° 37: Ciclos recomendados para el Estudio de Tiempos, General Electric. 94
Figura N° 38: Diagrama de Operación del Proceso (DOP). 101
Figura N° 39: Diagrama de Análisis del Proceso (DAP). 102
Figura N° 40: Indicador de Atención de Vehículos por Hora (2014-2015) 107
Figura N° 41: Evolución del Parque Automotor de Perú (2004 – 2012) 108
Figura N° 42: Evolución del Parque Automotor de Cusco (2004 – 2012)..... 109
Figura N° 43: Crecimiento del Parque Automotor del Perú por Departamento (2004 – 2012) 109
Figura N° 44: Parque Automotor por Clase de Vehículo Perú (2004 – 2012)..... 110
Figura N° 45: Parque Automotor por Clase de Vehículo Cusco (2004 – 2012) 111
Figura N° 46: Venta total de Vehículos Nuevos (2003 – 2013)..... 111
Figura N° 47: Cantidad de Fases 121



Figura N° 48: Cantidad de Servidores por Fase 121
Figura N° 49: Modelo de Instalación de Servicio 122
Figura N° 50: Capacidad del Sistema..... 123
Figura N° 51: Modelo de Colas Fase 1: Pago de Derechos..... 125
Figura N° 52: Modelo de Colas Fase 2: Verificación e Ingreso de Datos 127
Figura N° 53: Modelo de Colas Fase 3: Inspección Test Line 129
Figura N° 54: Modelo de Colas Fase 4, 5 y 6: Inspección de Gases, Luces y Visual..... 134
Figura N° 55: Modelo de Colas Fase 7: Entrega de Resultados..... 135
Figura N° 56: Elementos y Particularidades del Factor Material 141
Figura N° 57: Análisis PQ 2014 143
Figura N° 58: Análisis PQ 2015 144
Figura N° 59: Flujo de Proceso Propuesto 171
Figura N° 60: Diagrama de Flujo Propuesto Fase 3: Inspección de Gases 172
Figura N° 61: Diagrama de Flujo Propuesto Fase 4: Inspección de Luces 173
Figura N° 62: Diagrama de Flujo Propuesto Fase 5: Inspección Test Line 174
Figura N° 63: Diagrama de Flujo Propuesto Fase 6: Inspección Visual 175
Figura N° 64: Diagrama de Operaciones del Proceso Propuesto 176
Figura N° 65: Modelo de Colas Propuesto Fase 1: Pago de Derechos 179
Figura N° 66: Modelo de Colas Propuesto Fase 2: Verificación e Ingreso de Datos 180
Figura N° 67: Modelo de Colas Propuesto Fase 3: Inspección de Gases..... 181
Figura N° 68: Modelo de Colas Propuesto Fase 4: Inspección de Luces..... 182
Figura N° 69: Modelo de Colas Propuesto Fase 5: Inspección Test Line 183
Figura N° 70: Modelo de Colas Propuesto Fase 6: Inspección Visual..... 184
Figura N° 71: Modelo de Colas Propuesto Fase 7: Entrega de Resultados..... 185
Figura N° 72: Instalación de Servicio Propuesto 188
Figura N° 73: Capacidad del Sistema Propuesto..... 189
Figura N° 74: Análisis PQ 2016 192
Figura N° 75: Propuesta PQ 2016 193
Figura N° 76: Análisis PQ 2017 194
Figura N° 77: Propuesta PQ 2017 195
Figura N° 78: Análisis PQ 2018 196
Figura N° 79: Propuesta PQ 2018 197
Figura N° 80: Propuesta Tapones Auditivos Reutilizables 209
Figura N° 81: Propuesta Respirador Reutilizable con Cartucho para Gases y Vapores 210
Figura N° 82: Layout de Bloques Unitarios Propuesto 225
Figura N° 83: Diagrama de Análisis del Proceso Propuesto 227



INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° I: Matriz de Consistencia ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° II: Operacionalización de Variables ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° III: Diagrama de Recorrido Actual ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° IV: Encuesta al Cliente..... ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° V: Resultados de Encuesta al Cliente ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° VI: Fichas Descriptiva de Maquinaria y Equipo ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° VII: Formato Perfil y Descripción de Puestos ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° VIII: Cuestionario de Evaluación Subjetiva ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° IX: Informe de Monitoreo de Iluminación ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° X: Informe de Monitoreo de Ruido ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XI : R.M. 375-2008 TR - Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XII: Plano de Distribución de Planta Actual ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XIII: Plano de Diseño de Techo y Corte n°1 ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XIV: Plano de Disposición de Maquinaria, Equipos y Muebles;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XV: Plano de Instalaciones Eléctricas – Instalaciones Sanitarias;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XVI: Plano de Evacuación y Elementos de Emergencia;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XVII: Luminarias Propuestas ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XVIII: Programa de Capacitación Propuesto ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XIX: Diagrama de Relación de Actividades ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XX: Cálculo y Definición de Espacios ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XXI: Diagrama Relacional de Espacios ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XXII: Plano de Distribución de Planta Propuesto .. ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XXIII: Plano de Disposición de Maquinaria, Equipos y Muebles Propuesto ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XXIV: Plano de Instalaciones Eléctricas – Instalaciones Sanitarias Propuesto;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XXV: Plano de Evacuación y Elementos de Emergencia Propuesto;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XXVI: Diagrama de Recorrido Propuesto..... ;**Error! Marcador no definido.**
ANEXO N° XXVII: Cronograma del Proyecto ;**Error! Marcador no definido.**



DEDICATORIA

A nuestros padres, por brindarnos siempre su amor y apoyo incondicional en cada etapa de nuestra vida, y darnos el ejemplo de entrega y superación. A nuestros hermanos por estar siempre con la paciencia y apoyo brindado en todo momento.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios por brindarnos salud, sosiego e inteligencia necesaria para realizar nuestra tesis.

A nuestros padres y hermanos, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A nuestro asesor de tesis, Ingeniero Julio Villasante Lindo, por habernos dedicado su tiempo, por ser guía durante el desarrollo de la investigación.

A la Universidad Andina del Cusco y a cada docente de la escuela profesional de Ingeniería Industrial, por aportarnos conocimientos, por su dedicación y por brindarnos todas las herramientas necesarias para lograr nuestra formación profesional competitiva.

A la Empresa Cusco Imperial S.A.C., por abrirnos las puertas y darnos la oportunidad de realizar el presente estudio. Por su confianza en nosotros, en nuestros conocimientos y por todo su apoyo.



RESUMEN

El siguiente tema de investigación “OPTIMIZACIÓN DE COLAS Y REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL SISTEMA DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR EN LA EMPRESA CUSCO IMPERIAL S.A.C. 2015 - 2016” nace por la creciente demanda del parque automotor existente en la ciudad del Cusco y como el servicio de inspección técnica vehicular es de carácter obligatorio en el país, cada vehículo mayor o igual a 3 años de antigüedad está obligado a pasar revisión técnica vehicular originándose largas colas de espera y por consiguiente incomodidad del público demandante.

El presente tiene como objetivo principal presentar propuestas de mejora para afrontar cada una de las causas de demora en el proceso de inspección técnica vehicular. Para este fin se utilizan las herramientas como la teoría de colas y la distribución de planta con el fin de mejorar el sistema de inspección técnica vehicular.

Inicialmente mediante un diagnóstico de la situación actual se pudo determinar las causas fundamentales de la demora en el proceso de inspección vehicular. Se procedió, luego, a hacer el estudio de tiempos para establecer los tiempos de la realización de cada etapa del proceso los cuales fueron la base para calcular las características de las colas que se forman durante el proceso.

Para el cálculo de la demanda futura se utilizó pronósticos de estimación y mediante esta información se procedió a calcular los espacios y, usando los factores de distribución, se pudo efectuar la propuesta de distribución, de la misma manera se evaluó la propuesta de distribución de planta y se estimó la productividad generada por el aumento de capacidad instalada.

Por último, se realizó la determinación de costos de la propuesta evaluando el ahorro que generaría la implementación de estas propuestas de mejora y de igual manera se determinó la productividad de la misma.

**ABSTRACT**

O seguinte tópic de pesquisa "COLAS OTIMIZAÇÃO E REDISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULO A TÉCNICA SISTEMA DE PLANTA DE INSPECÇÃO NA EMPRESA CUSCO IMPERIAL S.A.C. 2015 - 2016 "foi criada pela crescente demanda da frota de veículos existente em Cusco e como o veículo serviço de inspeção técnica é obrigatória no país, cada um igual ou superior a 3 anos de idade do veículo é obrigado a passar pela avaliação técnica originário longas filas de veículos e desconforto público, portanto, exigente.

Este objectivo principal é apresentar propostas de melhoria para resolver cada uma das causas de atraso no processo de inspeção técnica de veículos. Para este ferramentas de uso, tais como teoria das filas e distribuição de plantas, a fim de melhorar o sistema de inspeção técnica de veículos que são utilizados.

Inicialmente através de um diagnóstico da situação actual poderá determinar as causas do atraso no processo de inspeção de veículos. Ele então começou a fazer um estudo de tempo para estabelecer o tempo da conclusão de cada etapa do processo, que foram a base para o cálculo das características das filas que se formam durante o processo.

Para o cálculo da demanda futura previsões estimam que foi usado e mediante esta informação passou a calcular os espaços e, usando os fatores de distribuição, poderia fazer a distribuição proposta, da mesma forma que a planta de distribuição proposto foi avaliado e produtividade foi estimada gerado pelo aumento da capacidade.

Finalmente, o custeio da proposta geraria economia avaliando a implementação dessas propostas de melhoria e também a produtividade foi determinada que foi feita.



INTRODUCCION

El servicio de inspección técnica es de carácter obligatorio en el país, la ley establece que todo vehículo mayor a 3 años de antigüedad está obligado a pasar inspección técnica vehicular una vez al año.

Esto origina que la demanda del servicio de inspección técnica vehicular este saturado de vehículos en los centros de inspección y esto origina largas colas de espera y por consecuencia incomodidad de los clientes y como ingenieros industriales se muestra un excelente campo de aplicación de conocimiento y herramientas de ingeniería industrial para solucionar este tipo de problemas.

En presente trabajo tiene como objetivo mejorar el sistema de inspección técnica en la empresa Cusco Imperial S.A.C. utilizando herramientas de ingeniería industrial como son la teoría de colas y distribución de planta.

Por esto razón la presente investigación, se centra en resolver dos grandes interrogantes de este servicio, cual es la distribución de planta idónea para este servicio, considerando la demanda futura para estos centros de inspección y como se podría optimizar las demoras en el servicio utilizando la teoría de colas.

Con esta investigación se solucionaría el problema de espacio y problemas de atención de vehículos, con esta mejora de procesos se beneficiaran tanto los trabajadores y los clientes, aumentando la productividad y rentabilidad del negocio.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

Las políticas implementadas y vigentes hasta el día de hoy como es el caso de las inspecciones técnicas vehiculares surgen con el propósito de mantener un control respecto a los vehículos que circulan por las carreteras y ciudades de nuestro país con el objetivo de incrementar la seguridad vial y evitar la pérdida de vidas humanas, como se muestra en la siguiente figura:



Figura N° 1: Muertos por Accidentes de Tránsito

Fuente: Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial – Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)

Para tales fines, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) según el estudio denominado Determinación de las Líneas de Inspección, Según Centros de Inspección Técnica Vehicular en el Área de Lima y Callao y Resto del País del año 2011, revela que el número de vehículos en todo el país que necesitan la inspección es mayor a las líneas de inspección del país, por ello se han habilitado centros de inspección técnica vehicular en casi la mayor parte del país, los cuales disponen de recursos humanos capacitados, infraestructura y equipamiento con la finalidad de que brinden un servicio eficiente y de calidad, pero que sin embargo en la actualidad tiene tendencia creciente.

El parque automotor del Cusco ha crecido según los datos proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del año 2012, este se puede observar mejor en la Figura N°2, donde la cantidad para el año 2003 era de 34993 vehículos y en el año 2012 fue de 53675 vehículos, generándose una tendencia de crecimiento de 35% aproximadamente, esto ha originado que en el año 2016 en la ciudad del Cusco se tengan cinco centros de inspección técnica vehicular reconocidos y autorizados por el Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC), lo cual significa una considerable competencia entre los centros de inspección de la ciudad.

PARQUE VEHICULAR ESTIMADO POR AÑOS, SEGUN DEPARTAMENTO O REGION: 2003 - 2012

| DEPARTAMENTO | 2003 R/ | 2004 R/ | 2005 R/ | 2006 R/ | 2007 R/ | 2008 R/ | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| TOTAL | 1,342,288 | 1,361,403 | 1,440,017 | 1,473,530 | 1,534,303 | 1,640,970 | 1,732,834 | 1,849,690 | 1,979,865 | 2,137,837 |
| AMAZONAS | 1,900 | 1,975 | 2,020 | 2,103 | 2,168 | 2,218 | 2,292 | 2,390 | 2,407 | 2,400 |
| ANCASH | 19,055 | 19,293 | 19,382 | 19,757 | 20,354 | 21,001 | 21,309 | 22,086 | 23,322 | 25,418 |
| APURIMAC | 3,608 | 3,730 | 3,816 | 3,879 | 3,916 | 3,934 | 3,973 | 3,969 | 3,966 | 4,039 |
| AREQUIPA | 78,162 | 78,858 | 79,544 | 81,293 | 84,829 | 91,674 | 98,270 | 106,521 | 118,985 | 134,533 |
| AYACUCHO | 3,832 | 3,882 | 3,919 | 3,969 | 4,153 | 5,404 | 5,572 | 5,716 | 5,784 | 5,941 |
| CAJAMARCA | 8,365 | 8,882 | 9,501 | 10,256 | 11,255 | 12,383 | 13,563 | 15,107 | 17,320 | 19,673 |
| CUZCO | 34,993 | 35,342 | 35,705 | 36,204 | 37,592 | 39,688 | 42,175 | 45,090 | 48,491 | 53,675 |
| HUANCAVELICA | 1,036 | 1,043 | 1,061 | 1,080 | 1,103 | 1,216 | 1,291 | 1,319 | 1,317 | 1,323 |
| HUANUCO | 11,088 | 10,968 | 10,886 | 10,836 | 10,892 | 11,255 | 11,382 | 11,864 | 12,576 | 13,476 |

Figura N° 2: Parque Vehicular Estimado por Años, Según Departamento o Región: 2003-2012

Fuente: Oficina de Estadística – Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP) Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013)

La inspección técnica vehicular al ser de carácter obligatorio en el país, exige que todo vehículo mayor a tres años de antigüedad realice la inspección técnica vehicular, por otro lado el parque automotor del Cusco viene creciendo y trae consigo que los centros de inspección técnica vehicular se encuentren saturados de vehículos. Es por ello que se evidencia gran afluencia de público en estos centros de inspección técnica, originándose largas colas de espera y por consiguiente incomodidad del público demandante.

CUSCO IMPERIAL S.A.C es uno de los centro de inspección técnica vehicular ubicado en el Parque Industrial A-10, del distrito de Wanchaq - Cusco, donde se observó la gran afluencia de público a razón de estar ubicado en una zona de fácil acceso, sin embargo esto origina colas de espera en la atención e insatisfacción en sus clientes, propiciando que no pueda responder adecuadamente a la demanda actual del servicio y mucho menos le permita pensar en estrategias para responder a la demanda futura del servicio.



En la actualidad la planta de inspección técnica vehicular CUSCO IMPERIAL S.A.C. cuenta con dos grandes problemas, en primer lugar, la demanda de su servicio que empezó a incrementarse considerablemente y la calidad de su servicio que ha disminuido, justamente por no poder recibir a tantos vehículos, generando así oportunidades para sus competidores.

El centro de inspección técnica vehicular se inauguró en febrero del 2014 y entro en funcionamiento desde el mes de Agosto del mismo año. A finales del año 2014 la demanda empezó a crecer a tal punto que la calidad de atención disminuyo sustancialmente. Asimismo, en el año 2015, la demanda siguió creciendo mes a mes. Por ello, es que se buscó mejorar los tiempos de espera en cada una de sus estaciones y fases de su sistema de inspección técnica vehicular y también de determinar la distribución de planta con la que debería contar para poder recibir a sus clientes.

Actualmente el servicio de inspección técnica vehicular en CUSCO IMPERIAL S.A.C. posee demoras en su proceso. Algunos cuellos de botella y demoras ya fueron identificadas, como la capacidad de atención y las constantes demoras en la entrega de resultados de la Inspección Técnica Vehicular, precisamente estas demoras o retrasos causan malestar en los clientes y provocan un flujo productivo más lento, con lo que se disminuye la productividad del centro.

El servicio puede realizarse de dos maneras, inspección completa o re-inspección, en la inspección completa los cliente se ven obligados a pasar por todas las estaciones para que puedan ser evaluados (gases, luces, visual, frenos y suspensión). Por otro lado el servicio por re-inspección se otorga a los vehículos que vienen por segunda o más veces a pasar inspección técnica, para esta re-inspección se efectúan las pruebas en las que se desaprobó y también se está obligado a pasar por todas las estaciones que restan porque poseen una sola línea de inspección con espacio muy reducido.

La actual disposición de planta del centro no permite separar el servicio de inspección completa y re-inspección, debido a que su distribución no ubica las estaciones por separado, sino como línea única y completa, de esta manera cuando un vehículo tiene que pasar solo una prueba tiene que hacer uso de toda la línea de inspección, ocupando el espacio que otro vehículo podría utilizar, generándose así tiempo improductivo e incomodidad para el cliente.



De igual manera cuando el cliente se encuentra en la espera de resultados, el centro de inspección no prevé o no cuenta con un estacionamiento destinado al mismo, generando así en ocasiones gran cantidad de vehículos en desorden y generando cuellos de botella e incomodidad para otros clientes, y por consiguiente causando que los clientes opten por recurrir a otros centros de inspección vehicular.

La optimización de colas y la redistribución de planta en el centro de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. podrá brindar propuestas que permita mejorar de manera considerable el sistema de inspección técnica vehicular, y generar gran aceptación por las partes interesadas como la alta dirección, los trabajadores y los clientes porque disfrutarán de un mejor servicio, el cual brindará respuesta precisa y exacta a las necesidades que pudiese tener el cliente en la inspección técnica vehicular y así contar con un flujo ordenado de vehículos y de los usuarios del centro.

Para optimizar las colas se realizó un análisis de la línea de espera actual, el cual permitió describir los factores de espera del proceso con el que se logró aplicar un modelo de colas o líneas de espera que ofreció resultados para obtener mejoras en cada estación y fase del sistema de inspección técnica vehicular, con el cual se obtenga un sistema más fluido y un mejor nivel del servicio de inspección vehicular proporcionado a los clientes; así mismo al determinar la disposición de elementos en la distribución de planta actual se trató de orientar a descubrir los problemas relacionados con la congestión de materiales que en nuestro estudio se tomó como materiales a los vehículos automotores, también a mejorar la inadecuada utilización efectiva de espacios, demoras en el proceso, equipos y maquinarias, administración y servicios para el personal, permitiendo un mejor sistema de producción o sistema de servicio que permitirá un sistema rápido y flexible.



1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Qué propuesta de optimización de colas y redistribución de planta contribuirá a mejorar el sistema de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. 2015 - 2016?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo es el proceso de colas y la distribución de planta del sistema de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. en la actualidad?
- b) ¿De qué manera la propuesta de optimización de colas mejorara el sistema de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C.?
- c) ¿De qué manera la propuesta de redistribución de planta mejorara sistema de inspección técnica vehicular de la empresa IMPERIAL S.A.C.?

1.3. Justificación e Importancia

1.3.1. Justificación

El estudio tiene una aplicación específica y lo que se busca es expresar resultados positivos para la empresa ayudándole a tomar decisiones que logren establecer mecanismos para el mejoramiento del sistema que actualmente se está realizando, porque que se está requiriendo con premura mejorar los líneas de espera del servicio, la capacidad de atención y la disposición de elementos que intervienen en el proceso.

1.3.1.1. Justificación Teórica

El presente trabajo es de carácter teórico, porque está enfocado al ámbito de la investigación habiendo elegido un campo de aplicación excelente debido a las necesidades que este posee. Como futuros Ingenieros Industriales dentro de nuestros propósitos esta la aplicación de la teoría de colas y la distribución de planta los cuales son herramientas que permiten efectuar mejoras en los sistema de producción de una empresa, en este caso particularmente de la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. siendo una empresa muy importante en el sector de inspección técnica vehicular de la región del Cusco.



1.3.1.2. Justificación práctica

El conocimiento aplicado es integral porque comprende conocimientos técnicos propios de una de las especializaciones de Ingeniería Industrial, que es el estudio del trabajo enfocado en el estudio de tiempos, distribución de planta, y la investigación de operaciones orientado en la teoría de colas que junto a las técnicas anteriores se complementan para las distintas etapas del desarrollo del presente trabajo permitiendo evaluar la situación actual del centro de inspección de la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. y brindar mejoras.

1.3.1.3. Justificación legal

Contribuirá con el cumplimiento de las normas y leyes vigentes como:

- Ley N° 29237 - Ley que crea el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares
- D.S. N° 025-2008-MTC, Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares.
- D.S.N° 034-2001-MTC, Reglamento Nacional de Vehículos.

1.3.2. Importancia

La teoría de colas y la redistribución de planta para mejorar el sistema de inspección técnica vehicular surge como alternativa de solución a un problema de atención de la demanda del servicio por las colas de espera que posee la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C., para ello se busca proporcionar un enfoque de mejorar el actual sistema de servicio y contar con una mejor capacidad de atención, mediante la optimización de colas de espera en las estaciones de trabajo y en las fases del sistema de servicio y de igual forma encontrar la apropiada disposición de elementos en el centro de inspección vehicular.

1.3.3. Delimitación del problema

1.3.3.1. Delimitación espacial

La presente propuesta se desarrolló en la ciudad del Cusco, en las instalaciones del centro de inspecciones técnicas vehiculares de la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. Ubicada en Parque Industrial A-10. Distrito de Wanchaq – Cusco.



1.3.3.2. Delimitación temporal

La descripción de la investigación se realizó en un solo periodo comprendido desde febrero del 2015 como inicio en la recolección y obtención de información, hasta el mes de Junio del 2016 concluyendo con el desarrollo de la propuesta de optimización de colas y redistribución de planta.

1.3.3.3. Delimitación Social

La presente investigación tiene como objetivo proponer mejoras con la optimización de colas y la redistribución de planta en el centro de inspección técnica vehicular encaminado a lograr un mejor sistema de inspección técnica vehicular, mayor capacidad de atención y optima disposición de elementos en el centro de inspección vehicular permitiendo una mejor administración de las demoras en la atención de clientes.

1.3.3.1. Delimitación Teórica

La fuente de información teórica que se utilizó para el presente estudio es la Teoría de Colas o Líneas de Espera, y la Distribución de planta, sobre el sistema de servicios de inspección técnica vehicular, es decir se analizó el proceso de colas y los factores de distribución para la optimización de colas y la redistribución de planta.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta de optimización de colas y redistribución de planta para mejorar el sistema de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C 2015 – 2016.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Diagnosticar y describir el proceso de colas y la distribución de planta del sistema de inspección vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. en la actualidad.
- b) Proponer la optimización de colas para el sistema de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C.
- c) Proponer la redistribución de planta para el sistema de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C.



1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Con el diseño de la propuesta de Optimización de Colas y Redistribución de Planta se mejorará el Sistema de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C.

1.5.2. Hipótesis Específica

- a) Con el diagnóstico y la descripción del sistema de inspección técnica vehicular se obtendrá un marco de referencia de la situación actual en la Empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C.
- b) Al diseñar la propuesta de optimización de colas del sistema de inspección técnica vehicular en la Empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. se reducirá el número de vehículos y los tiempos de espera.
- c) Al diseñar la propuesta de redistribución de planta del sistema de inspección técnica vehicular en la Empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. se mejorará la disposición de los factores de distribución y se cumpliría con los principios de mínima distancia recorrida, circulación y flujo de materiales, flexibilidad, y satisfacción y seguridad.



CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. TITULO: “DISEÑO DE UNA PLANTA SEMICIRCULAR DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO EN EL SECTOR DE CUMBAYÁ Y SUS ALREDEDORES”.

Autor: Ricardo Adrián Ganchala Alvear

Institución: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Lugar y Fecha: Quito-Ecuador, Junio de 2014

Objetivo General:

Diseñar una PLANTA DE REVISION TECNICA VEHICULAR para el sector de Cumbayá, con una tecnología más eficiente a las actualmente existentes en el DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.

Objetivos Específicos:

- 1) Proponer la implementación de un sistema de REVISION VEHICULAR basado en la experiencia de otros países latinoamericanos y europeos.
- 2) Seleccionar equipos mecatrónicos, técnicos e informáticos con una mejor tecnología.
- 3) Diseñar instalaciones externas e internas adecuadas y funcionales que brinden un mejor servicio para la PLANTA DE REVISION TECNICA VEHICULAR.
- 4) Realizar los análisis técnicos, económicos, sociales y de impacto ambiental, que permitan determinar la utilidad y eficacia de la implementación de una PLANTA DE REVISION TECNICA VEHICULAR en los sectores de Cumbayá, Tumbaco y sus alrededores

Resumen:

En los últimos años se evidencio un gran crecimiento de vehículos en el distrito metropolitano de Quito esto hacen que las revisiones técnicas de vehículos sean saturadas pues solo en la ciudad de Quito cuenta con estos centros de revisión en este sentido se hace necesario crear nuevos centros que realicen esta revisión en otras ciudades aledañas con el objetivo de que los vehículos no tengan que trasladarse a la ciudad de Quito para realizar esta revisión pues esto genera en los clientes demoras,



trámites engorrosos y tiempos de demora al trasladarse. En este sentido el Señor Ricardo Adrián Ganchala Alvear (2014) de la universidad San Francisco de Quito a través de su tesis tiene como objetivo solucionar este problema con el diseño de la planta para los alrededores de la ciudad de Quito, para llegar a construir este objetivo, se plantean lineamientos para brindar un mejor servicio y de esta manera garantizar los mejores resultados en cada inspección. La tesis en mención hace un análisis de la situación actual de estos centros en donde se concentra la mayor cantidad de vehículos haciendo también una retrospectiva de 10 años en los que funcionaron estos centros procediendo luego al diseño de la planta haciendo especial énfasis en la seguridad de los trabajadores.

Conclusión:

Según la investigación realizada se concluye que el diseño y la construcción de una planta, ayudarían mucho a reducir el tiempo en que los clientes realizan esta inspección, aumentando el número de ingresos al local de revisiones lo cual generan ingresos económicos a corto plazo, lo que permitiría aumentar la calidad de atención con una posible certificación de calidad, esta planta estaría diseñada con una prospectiva de 10 años para poder cambiar.

2.1.2. TÍTULO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE LA UNIDAD DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR PARA LA MUNICIPALIDAD DE IBARRA PROVINCIA DE IMBABURA

Autores:

- Acosta, Eduardo
- Trejo, Fernando

Institución: UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

Lugar y Fecha: Ibarra – Ecuador, Enero de 2013

Objetivo General:

Elaborar el Estudio de Factibilidad para la creación de la Unidad de Revisión Técnica Vehicular para la Municipalidad de Ibarra, Provincia de Imbabura.

Objetivo específicos:

- 1) Realizar el diagnóstico situacional que permita determinar los aliados y las oportunidades para el funcionamiento de la Unidad de Revisión Vehicular.
- 2) Contribuir con un sustento teórico científico que sirva de base para la operatividad y desarrollo del proyecto a través de una investigación bibliográfica.



- 3) Realizar un estudio de mercado enfocado en los propietarios de vehículos, su servicio, la oferta y la demanda del mercado de revisión vehicular.
- 4) Realizar un estudio técnico basado en la información del estudio de mercado, estableciendo su tamaño, localización, ingeniería de proceso, distribución, y presupuesto técnico de su inversión.
- 5) Realizar un análisis de carácter económico financiero que permita la conformación la Unidad de Revisión vehicular por medio de herramientas e indicadores de evaluación.
- 6) Establecer una estructura orgánica – operativa para fomentar la eficiencia administrativa y operacional del centro de revisión vehicular.
- 7) Establecer técnicamente los principales impactos en los ámbitos social, económico, tecnológico, ambiental y ético que generará el proyecto.

Resumen:

En los últimos años el crecimiento de los vehículos va en aumento en la ciudad de Imbabura, esto genera contaminación ambiental e inseguridad en la ciudad, esta revisión técnica es un requisito previo para la matriculación vehicular. Con esta unidad, los usuarios serán incentivados a regular adecuadamente los automotores y a mantenerlos en buen estado durante todo el período de vida útil, para lo cual se propone: un diagnóstico, en el cual se pudo determinar que el sector vehicular en la provincia de Imbabura y específicamente en la ciudad de Ibarra, su crecimiento va en aumento, al igual que sus problemas en torno al cuidado de las mismas, en donde existe una aglomeración de vehículos para su respectiva matriculación. En este sentido los señores - ACOSTA, Eduardo y TREJO, Fernando de la Universidad TECNICA DEL NORTE a través de su tesis estudian la factibilidad de la creación de una unidad de revisión técnica vehicular tocando como primer punto El estudio de mercado establece que si existe una demanda insatisfecha que el proyecto podría lograr cubrir, tanto en vehículos livianos, pesados, taxis, motos y bici motos, lo cual hace ver que existe una oportunidad de mercado para introducirse. En el marco teórico se establece el sustento de varios autores relacionados con los ámbitos administrativos, organizacionales, contables, aspectos técnicos y sobre todo lo relacionado con la unidad de revisión vehicular. De acuerdo al estudio técnico, la localización del centro es factible, por cuanto se encontrará localizada en una zona apta para la realización de este tipo de actividad, al igual que el tamaño del proyecto se encuentra dentro de los parámetros técnicos permitidos, aprovechando mes a mes los vehículos que serán matriculados año tras año.

**Conclusión:**

En esta investigación se pudo determinar que al haber una demanda insatisfecha existe una oportunidad de mercado para introducirse, también de acuerdo al estudio técnico de la investigación la localización del centro es factible, y según el estudio técnico económico da resultados altamente rentables para el proyecto y el tamaño del proyecto se encuentra dentro de los parámetros permitidos y por último los impactos que generará el proyecto son muy beneficiosos tanto para los involucrados como para el medio ambiente, los impactos que se ha analizado son: social y económico, los cuales en forma general ha dado un valor positivo medio, resultado que es favorable para la realización de este proyecto.

2.1.3. TITULO: “ANALISIS Y MEJORA DE PROCESOS Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN UNA EMPRESA QUE BRINDA EL SERVICIO DE REVISIONES TECNICAS VEHICULARES”

Autor: Wilder Hugo Fuertes Vara, para optar el título de Ingeniero Mecánico

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú

Lugar y Fecha: Lima, Perú, Noviembre 2012

Objetivo General:

Presentar propuestas de mejora para afrontar cada una de las causas de demora en el proceso de inspección técnica vehicular

Objetivos Específicos:

- 1) Efectuar el cálculo del número estaciones de trabajo a requerir.
- 2) Plantear una distribución de planta distinta para cada año considerando espacios y requerimientos futuros

Resumen: Como consecuencia del parque automotor en la ciudad de Lima en los últimos años se viene generando una demanda en el servicio de revisiones técnicas vehiculares, la ley dice que cada vehículo mayor o igual a 3 años de antigüedad debe pasar revisión una vez al año, como consecuencia de esta demanda los centros vehiculares se ven abarrotados de vehículos no pudiendo satisfacer atenderlos en su totalidad. En este sentido la Tesis presentada por el señor Wilder Hugo Fuertes Vara de la Universidad Pontificia Católica del Perú a través de su tesis presenta propuestas de mejora en los procesos de un centro de revisiones técnicas para aumentar la capacidad de atención, utilizando como herramientas la distribución de planta, estudio



de tiempos, balance de línea para finalizar hacer una evaluación financiera y determinar la rentabilidad de la misma.

Conclusión:

Al hacer esta investigación se eliminó la incertidumbre de la demanda, para proponer el número de estaciones de trabajo, también se logró la reducción de tiempos en todas las estaciones de trabajo con la optimización de tiempos, con esto se consigue una mayor capacidad de atención aumentando una mayor rentabilidad en el negocio.

2.1.4. TITULO: “OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL SISTEMA DE RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

Autor: Mario Alcides Ramos Huamán

Institución: Universidad Andina del Cusco

Lugar y Fecha: Cusco-Perú, 2001

Objetivo general:

Mejoras las condiciones de limpieza de la ciudad a través de un conjunto de propuestas, destinadas a mejorar el actual sistema de limpieza de la ciudad del Cusco Metropolitano basadas en las normas de salubridad y limpieza pública vigentes, en las cuatro etapas del manejo de los desechos sólidos: generación, recolección, transporte y disposición final

Objetivos Específicos:

- 1) Identificar zonas críticas respecto a la limpieza a intervenir en la ciudad del Cusco.
- 2) Diseñar nuevos procedimientos y técnicas para el recojo de desechos sólidos.
- 3) Presentar propuesta de manejo para el plan director de manejo integral de los desechos solidos

Resumen:

Uno de los problemas que afectan a las ciudades grandes es la cantidad de basura que producen sus habitantes, esto aumenta cuando el sistema de recolección de basura no es eficiente, este problema se viene suscitando en la ciudad del Cusco generando problemas de salud y contaminación ambiental. En este sentido el señor: Mario Alcides Ramos Huamán de la Universidad Andina del Cusco a través de su tesis OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN EL SISTEMA DE RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DEL CUSCO pretende optimizar los tiempos en todo el sistema de recolección de basura, utilizando la herramienta del



estudio de tiempos, pues existe experiencias aplicadas en otras ciudades Latinoamericanas, teniendo como hipótesis que el problema de limpieza en la ciudad del Cusco se solucionara aplicando técnicas y procedimientos, a partir del estudio técnico de optimización de tiempos.

Conclusión:

Las conclusiones a que llega esta investigación es que mediante herramientas de estudio de tiempos se optimizaría el servicio de recolección de basura en la ciudad del Cusco, generando mejores rutas en el recojo y por lo tanto menores tiempos y contribuyendo en la limpieza de la ciudad del Cusco.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sistema de Producción

2.2.1.1. Fundamento del Sistema de Producción

Todas las empresas independientemente de procesar productos tangibles o intangibles deben diseñar sistemas de producción, sobre lo antes mencionado Velázquez (2013:23) expresa que un sistema de producción es un conjunto de objetos y/o seres vivientes relacionados de antemano, para procesar algo que denominaremos insumos, y convertirlo en el producto definido por el objetivo del sistema”.

Así mismo Hincapie y Saker (2014:16) afirman que: “una definición precisa es la que propone una línea de producción la forman una serie de estaciones de trabajo ordenadas para que los productos pasen de una estación a la siguiente y en cada posición se realice una parte del trabajo total”

El objetivo primordial de un sistema de producción es obtener una mayor productividad y lograr la máxima contribución a la continua satisfacción del cliente. Para Hincapie y Saker (2014:17) “los sistemas de producción no solo consisten en diseñar herramientas y equipos que permitan realizar el trabajo, sino que también consiste en crear teorías que impliquen una relación estrecha entre el factor humano y los medios con los que cuenta la organización para alcanzar sus objetivos”.

Los insumos son aquellas materias primas, recurso humano, maquinaria, información y capital que se necesitan para llevar a cabo la ejecución del sistema. El sistema como tal es el proceso de transformación por el que están pasando estos insumos, principalmente la materia prima. El resultado es el producto o servicio final.



2.2.1.2. Tipos de Sistema de Producción

De acuerdo a Hincapie y Saker (2014:19): “la selección del proceso de producción es fundamental para determinar si los recursos van a estar dirigidos hacia los productos o los procesos, y con base en esto implementar una estrategia de flujo”.

Para determinar la estrategia de flujo existen cinco tipos de sistemas de producción tradicionales:

a) Sistema de producción por proyecto:

Se caracteriza por fabricar estrictamente lo que el cliente requiere, convirtiendo sus productos o servicios únicos en su clase.

b) Sistema de producción intermitente:

Se caracteriza por fabricar gran cantidad de productos en los que su volumen de venta y fabricación son pequeños en relación a su producción total.

c) Sistema de producción por lote o partida:

Se diferencia principalmente del intermitente en que los volúmenes de producción son más altos, elaborando los mismos productos frecuentemente. En este sistema de producción la variedad de productos y servicios es más reducida en comparación del sistema intermitente

d) Sistema de producción por producción en línea:

El ritmo de trabajo es acelerado, volumen de producción alto y la mayoría de sus productos o servicios están estandarizados destinando sus recursos en torno al producto.

e) Sistema de producción continuo:

En un sistema de producción continuo las operaciones se ejecutan sin interrupción durante las 24 horas del día, el producto siempre es el mismo por largos periodos de tiempo y el proceso de producción no sufre cambios.

2.2.1.3. Sistema de Producción de Servicios

Para Velázquez (2013:82) cuando hacemos referencia a un sistema de producción de este tipo, podemos decir que tiene una relación muy directa con la mercadotecnia. Esta empresa es básicamente productora de un servicio al cliente, o dicho de otro modo, mercadea sus servicios para satisfacer a su clientela. Para prosperar en un mercado tan competido, como es el caso de comercializar la producción de servicios; es necesario administrar adecuadamente las ideas, hasta trascender los límites de la administración de recursos materiales.

El sistema de Producción es como se muestra en la figura:

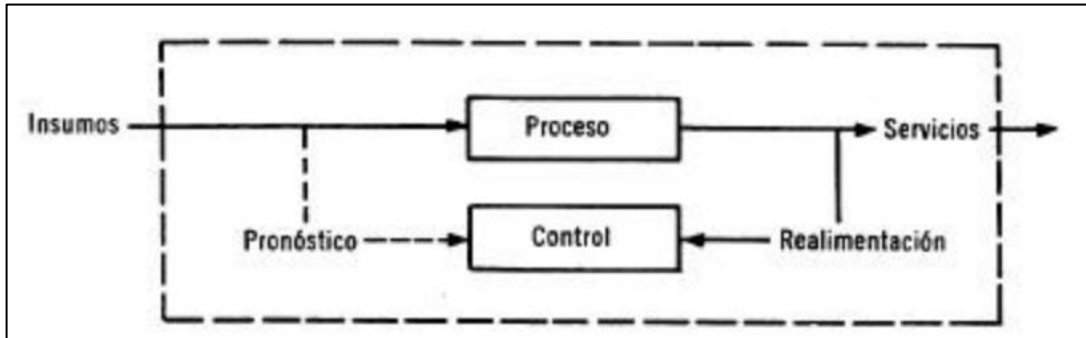


Figura N° 3: Sistema de Producción de Servicios

Fuente: Administración de los Sistemas de Producción – Velázquez, G. (2013)

2.2.1.4. Función Productiva

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009:28) la productividad es una medida que suele emplearse para conocer qué tan bien están utilizando sus recursos (o factores de producción). Dado que resulta fundamental medir la productividad para conocer el desempeño de las operaciones.

En este sentido amplio, la productividad se define como:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} \dots \dots \dots (1)$$

Para incrementar la productividad, se tratará que la razón de salida a entrada sea lo más grande posible. La productividad es lo que se conoce como una medida relativa; es decir, para que tenga significado, se debe comparar con otra cosa.

Sobre la base de lo antes mencionado Chase, et al. (2009:29) expresa que la productividad se puede comparar en dos sentidos. En primer término, una compañía se puede comparar con operaciones similares de su mismo sector o, si existen, puede utilizar datos del sector (por ejemplo, comparar la productividad de diferentes establecimientos de una misma franquicia). Otro enfoque sería medir la productividad de una misma operación a lo largo del tiempo. En este caso se compararía la productividad registrada en un periodo determinado con la registrada en otro”.

2.2.1.4.1. Tipos de Productividad

Según Chase, et al. (2009:28). La productividad se puede expresar en forma de medidas parciales, multifactoriales o totales.

Productividad Parcial:

Si interesa la razón del producto a un único insumo, se tendrá una medida parcial de la productividad.

Productividad Multifactorial:

Si se desea conocer la razón del producto a un grupo de insumos (pero no todos), se tendrá una medida multifactorial de la productividad.

Productividad Total:

Si se desea expresar la razón de todos los productos a todos los insumos, se utiliza una medida del total de los factores de la productividad para describir la productividad de la organización entera o hasta de un país.

Algunos ejemplos de medidas de productividad, se pueden apreciar en la siguiente figura:

| Ejemplos de medidas de la productividad | |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medida parcial | $\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo}}$ o $\frac{\text{Producto}}{\text{Capital}}$ o $\frac{\text{Producto}}{\text{Materiales}}$ o $\frac{\text{Producto}}{\text{Energía}}$ |
| Medida multifactorial | $\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$ o $\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$ |
| Medida total | $\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}}$ o $\frac{\text{Bienes y servicios producidos}}{\text{Todos los recursos utilizados}}$ |

| Medidas parciales de la productividad | |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
| NEGOCIO | MEDIDAS DE LA PRODUCTIVIDAD |
| Restaurante | Clientes (comidas) por hora hombre |
| Establecimiento minorista | Ventas por metro cuadrado |
| Granja avícola | Kilos de carne por kilo de alimento |
| Planta de energía eléctrica | Kilowatts por tonelada de carbón |
| Fábrica de papel | Toneladas de papel por metros cúbicos de madera |

Figura N° 4: Medidas de Productividad

Fuente: Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros – Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. (2009)



2.2.1.4.2. Importancia de Incrementar la Productividad

La única forma para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades es incrementando su productividad) es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y otras técnicas de la administración de operaciones. Sumanth (1990:192) indica al respecto que la aplicación de las filosofías o técnicas de métodos, estudio de tiempos y otras técnicas son igualmente aplicables en industrias no manufactureras.

Al incrementar la productividad de las empresas se pueden obtener varios beneficios como:

- Mayores productividades en una empresa con respecto a los recursos humanos y físicos, significaran mayores ganancias.
- Una mayor productividad de la empresa por lo general se traduce en ingresos reales más altos para los empleados.
- Los clientes obtienen mayores beneficios debido al ingreso de mayor fluidez.
- El cliente tiene que pagar precios relativamente bajos porque el costo de manufactura se reduce a través de una mayor productividad.

2.2.1.4.3. Técnicas de incremento de la productividad

De acuerdo con lo establecido por Sumanth (1990:232) actualmente existen más de 50 técnicas diferentes para incrementar la productividad, en un estudio realizado por Sumanth y Ochmond en 1982, las cuales se clasifican en cinco tipos básicos: basados en la tecnología, en el trabajador, en el producto, en los procesos y en los materiales. Las categorías comprenden las técnicas basadas en la ingeniería industrial, comercialización, sistemas de control, investigación de operaciones, ingeniería de computación, administración, psicología, ciencias del comportamiento y muchas otras disciplinas.

Técnicas basadas en la tecnología.

- Diseño ayudado por computadora (CAD)
- Manufactura ayudada por computadora (CAM)
- Robótica
- Tecnología de grupos
- Emulación
- Administración de mantenimiento



Técnicas basadas en el trabajador

- Incentivos financieros individuales y grupales
- Promoción de empleados
- Enriquecimiento del trabajo
- Rotación del trabajo
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo
- Capacitación
- Reconocimiento

Técnicas basadas en el producto

- Ingeniería del valor
- Diversificación del producto
- Simplificación del producto
- Investigación y desarrollo
- Estandarización del producto
- Mejoramiento en la confiabilidad del producto
- Publicidad y promoción

Técnicas basadas en la tarea o el proceso

- Ingeniería de métodos
- Estudio del trabajo
- Investigación de Operaciones
- Diseño del trabajo
- Diseño de la seguridad del trabajo
- Ingeniería de factores humanos (ergonomía)
- Procesamiento de datos por computadora

Técnicas basadas en los materiales

- Control de inventarios
- Planeación de requerimiento de materiales (MRP)
- Administración de materiales
- Control de Calidad
- Mejoramiento de sistemas de manejo de materiales
- Reutilización y reciclado de materiales



2.2.1.5. Estudio de Tiempos

Para Kanawaty (1996:273) el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo de un trabajador calificado correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Esta técnica es un medio de aumentar la productividad de una fábrica o instalación mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo debido a que para el desarrollo del estudio de tiempos exige cierto material fundamental, como lo es el cronometro, tablero de observaciones y formularios de estudio de tiempos.

a) Tiempo normal:

Retomando la expresión de Niebel (2009:343) el tiempo normal o tiempo tipo es el tiempo medio observado, el cual se obtuvo en el muestreo, multiplicado por su factor de valoración.

$$TN = TMO \times FV \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

TN = Tiempo Normal

TMO = Tiempo Medio Observado

FV = Factor de Calificación por Velocidad = Calificación/100

b) Calificación de la actuación:

Para Kanawaty (1996:310) la valoración del ritmo de trabajo es la justipreciación por correlación con el concepto que se tiene de lo que es el ritmo estándar. Esto significa comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea que tenga el especialista de lo que debería ser el ritmo estándar; esta idea se debe formar mentalmente al apreciar cómo trabajan de manera natural los trabajadores calificados cuando utilizan el método de ejecución en el que se basa el estudio de tiempos.



Sistema de Valoración Westinghouse

Niebel (2009:358) indica al respecto que este método de valoración considera cuatro 4 factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

La "habilidad" se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar dentro de seis 6 clases la habilidad desplegada por el operario: habilísimo, excelente, bueno, medio, regular y malo. Luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a - 22%.

El "esfuerzo" se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario.

Las "condiciones" son aquellas circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc.

La consistencia es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador. Es sumamente importante considerar que una vez un elemento como la iluminación afecte un factor como las condiciones, se deberá descartar de considerársele en la determinación de los suplementos.

En la definición de la valoración del ritmo, el desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 de rendimiento, por ello a esta valoración se deben de adicionar los valores de la tabla según la habilidad, esfuerzo, las condiciones y la consistencia percibidas por el especialista. De esta manera se determinará si un operario ejecutó la operación a un 125%, 120%, 95%, 88% etc. y se procederá a suavizar por correlación con un rendimiento del 100%.

c) Suplementos:

Kanawaty (1996:337) expresa que los suplementos por descanso (esto quiere decir a reponerse de la fatiga) conforman la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo estándar. Los demás suplementos, como contingencias, por razones políticas de la empresa, solo se aplican bajo ciertas condiciones". En la siguiente figura relaciona necesidades con tipos de suplementos.

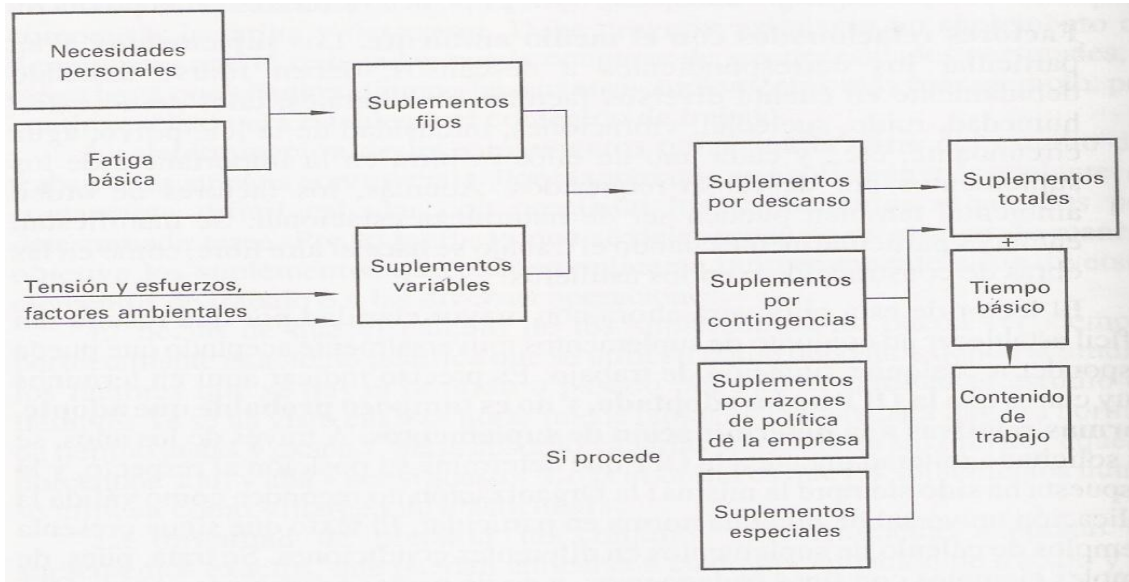


Figura N° 5: Suplementos

Fuente: Introducción al estudio del trabajo – Kanawaty, G. (1996).

d) Tiempo estándar:

Para Niebel (2009:344) el tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

$$TE = TN \times (1+S) \dots \dots \dots (3)$$

Dónde:

TN = Tiempo Normal

TE = Tiempo Estándar

S = Suplementos

2.2.1.6. Diagrama de Operaciones de Proceso

Niebel (2009:25) sostiene que este diagrama muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que se realizan en las líneas de producción, así como las entradas de materia prima y materiales que se utilizan en el proceso de fabricación de los productos. Al construir el diagrama de operaciones se utilizan 3 símbolos: un círculo que representa una operación, un cuadrado que representa una inspección y un círculo dentro de un cuadrado el cual representa una inspección que se realiza junto con una operación.




| SÍMBOLO | SIGNIFICADO | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|
|  | Operación | Transformación de la materia prima |
|  | Inspección | Revisión de calidad de la pieza trabajada |
|  | Inspección y operación | Realizar una operación y revisar la calidad |

Figura N° 6: Símbolos del Diagrama de Operaciones de Proceso

Fuente: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseños de trabajo – Niebel (2009)

Elaboración Propia

2.2.1.7. Diagrama de Flujo de Operaciones

Según Niebel (2009:26) el propósito del diagrama de flujo es mostrar la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que en el diagrama de operaciones. El diagrama de flujo se utiliza para registrar costos ocultos no productivos tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden analizarse para tomar medidas y minimizarlos. El diagrama de flujo además de registrar las operaciones e inspecciones, muestra las siguientes actividades: transporte, representado con una flecha; almacenamiento, el cual se representa con un triángulo equilátero sobre uno de sus vértices; y demora, la cual se representa con una letra D mayúscula.


| SÍMBOLO | SIGNIFICADO | DESCRIPCIÓN |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|
|  | Operación | Transformar la materia prima |
|  | Inspección | Revisar la calidad de la pieza trabajada |
|  | Inspección y operación | Realizar una operación y revisar la calidad |
|  | Transporte | Trasladar un material de un lugar a otro |
|  | Almacenamiento | Almacenar el producto o materia prima |
|  | Demora | Material en espera de ser procesado |

Figura N° 7: Símbolos del Diagrama de Flujo Operaciones

Fuente: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseños de trabajo – Niebel (2009)

Elaboración Propia

2.2.1.8. Diagrama de Flujo ANSI

Según Pulecio, H. (2012:5-13), el flujograma o diagrama de flujo, consiste en representar gráficamente un procedimiento, por medio de símbolos, que según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones, itinerario de las personas, las formas, las distancias recorridas o el tiempo empleado.

El Instituto Nacional de Normalización Estadounidense ANSI, por sus siglas en inglés ha desarrollado una simbología para que sea empleada en los diagramas orientados al Procesamiento electrónico de datos EPD con el propósito de representar los flujos de información, de la cual se han adoptado ampliamente algunos símbolos para la elaboración de los diagramas de flujo dentro del trabajo de diagramación administrativa.

La simbología se muestra en la siguiente figura:








| SIMBOLO | REPRESENTA |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Inicio o término. Indica el principio o el fin del flujo, puede ser acción o lugar, además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información. |
|  | Actividad. Describe las funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento. |
|  | Documento. Representa un documento en general que entre, se utilice, se genere o salga del procedimiento. |
|  | Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más alternativas. |
|  | Archivo. Indica que se guarda un documento en forma temporal o permanente. |
|  | Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo. |
|  | Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo. |

Figura N° 8: Símbolos ANSI

Fuente: Flujograma y fluxograma – Pulencio, H. (2012)



2.2.1.9. Diagrama de Recorrido

Niebel (2009:29) sostiene que el diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta en la que se muestra la localización de las actividades del diagrama de flujo. El diagrama de recorrido se construye colocando líneas de flujo al plano de distribución de la planta. El diagrama de recorrido es una herramienta muy útil, que permite visualizar mejor las distancias entre cada una de las operaciones y la forma en que estas se encuentran distribuidas en la planta. Las líneas indican el movimiento del material de una actividad a otra. La dirección del flujo se debe indicar con pequeñas flechas sobre las líneas de flujo.

2.2.2. Teoría de Colas

2.2.2.1. Historia de la Teoría de Colas

El origen de la Teoría de colas se le debe a Agner Krarup Erlang ingeniero Danés, quien realizó los primeros estudios de tráfico y teoría de colas, en el año de 1909 para analizar la congestión de tráfico telefónico con el objetivo de cumplir la demanda incierta de servicios en el sistema telefónico de Copenhague.

Las investigaciones realizadas por Erlang para la compañía telefónica de Copenhague fueron publicadas en el año 1917, este trabajo obtuvo resultados para la probabilidad de distinto número de llegadas y para el tiempo de espera cuando el sistema está en equilibrio (bloqueado) y de pérdida cuando el sistema pierda un cliente que desista.

A partir de estos trabajos se iniciaron estudios que llevaron a ampliar el campo de aplicación de la teoría de colas.

Sus investigaciones acabaron en una nueva teoría llamada teoría de colas o de líneas de espera. Esta teoría es ahora una herramienta de valor en negocios debido a que muchos de sus problemas pueden caracterizarse, como problemas de congestión.

2.2.2.2. Fundamento de la Teoría de Colas

Llamada también teoría de línea de espera, es el estudio matemático de las colas o líneas de espera. La formación de colas es, por supuesto, un fenómeno común que ocurre siempre que la demanda efectiva de un servicio excede a la oferta efectiva. Y es como se muestra en la siguiente imagen:

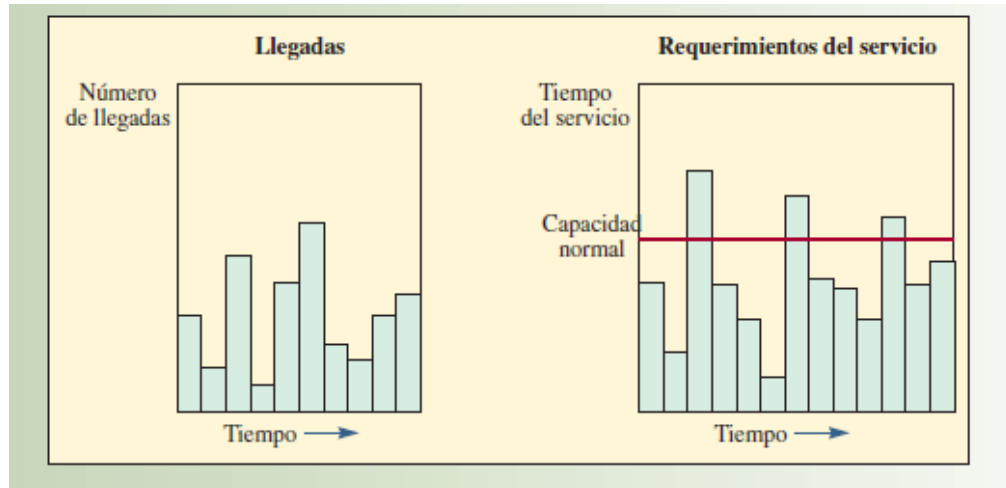


Figura N° 9: Perfiles de llegada y servicios

Fuente: Administración de operaciones Producción y Cadena de Suministros – Chase, R. (2009)

Chase, et al. (2009:277) manifiestan que en la economía de servicios la gente espera en distintas líneas todos los días, desde que se dirige al trabajo en automóvil, hasta cuando sale del supermercado, también hay líneas de espera en las fábricas; los trabajos esperan en línea para ser procesados en diferentes máquinas y éstas esperan su turno para ser revisadas. En pocas palabras, las líneas de espera están por todas partes. Con frecuencia, las empresas deben tomar decisiones respecto al caudal de servicios que debe estar preparada para ofrecer. Sin embargo, muchas veces es imposible predecir con exactitud cuándo llegarán los clientes que demandan el servicio y/o cuánto tiempo será necesario para dar ese servicio; es por eso que esas decisiones implican dilemas que hay que resolver con información escasa.

Estar preparados para ofrecer todo servicio que se nos solicite en cualquier momento puede implicar mantener recursos ociosos y costos excesivos. Retomando la expresión de Chase, et al. (2009:277) consideran que “el problema central en muchos contextos de servicios es la administración del tiempo de espera. Se debe ponderar el costo adicional de brindar un servicio más rápido (mas carriles de tráfico, más pistas de aterrizaje, mas cajas de salida) contra el costo inherente a la espera”.

Pero, por otro lado, carecer de la capacidad de servicio suficiente causa colas excesivamente largas en ciertos momentos. Cuando los clientes tienen que esperar en una cola para recibir nuestros servicios, están pagando un coste, en tiempo, más alto del que esperaban. Las líneas de espera largas también son costosas por tanto para la empresa producen pérdida de prestigio y pérdida de clientes.



La teoría de colas en si no resuelve directamente el problema, pero contribuye con la información vital que se requiere para tomar las decisiones concernientes prediciendo algunas características sobre la línea de espera: probabilidad de que se formen, el tiempo de espera promedio.

Los sistemas de espera son muy comunes en la sociedad. La adecuación de estos sistemas puede tener un efecto importante sobre la productividad.

En la mayoría de los problemas de líneas de espera que se presentan en la vida real, la tasa de demanda varía, es decir los clientes llegan a intervalos imprevisibles. Lo más común es que también haya variaciones en el ritmo de producción del servicio, dependiendo de las necesidades del cliente.

Chase, et al. (2009:280) expresan que “generalmente el costo de ofrecer un buen servicio es decir menos demoras en una línea de espera requiere aumentar la capacidad de atención del servicio. Se desea que las filas de espera sean lo suficientemente cortas, de tal forma que los clientes no se sientan descontentos. Sin embargo los dueños, administradores del servicio están dispuestos a permitir alguna espera, si esta es proporcional a un ahorro significativo en los costos del servicio”.

2.2.2.3. Descripción de un Sistema de Colas

Sobre la base de lo antes mencionado Chase, et al. (2009:278) expresan que un sistema de colas puede describirse en esencia, como: “clientes”, población de clientes o población fuente, que llegan buscando un servicio y la forma en que llegan al sistema buscando el servicio, esperan haciendo una fila si este no es inmediato, y abandonan el sistema una vez han sido atendidos. Una vez En algunos casos se puede admitir que los clientes abandonan el sistema si se cansan de esperar.

El término “cliente” se usa con un sentido general y no implica que sea un ser humano, puede significar piezas esperando su turno para ser procesadas o un vehículo esperando para su inspección en un centro de revisiones.

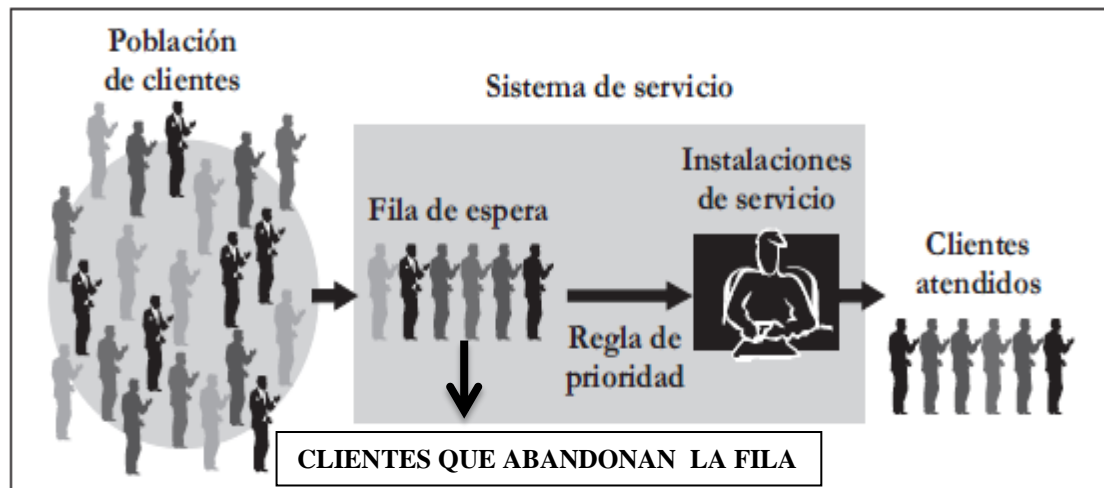


Figura N° 10: Modelo básico de líneas de espera o sistema de colas.

Fuente: Modelos de Líneas de Espera – Carro, R. Gonzáles, D.

Sobre lo anterior Chase, et al. (2009:279) consideran que la mayor parte de sistemas se pueden representar como en la figura, debe quedar claro que una representación detallada exige definir un número elevado de parámetros y funciones.

2.2.2.4. Características de los Sistemas de Colas

Seis son las características básicas que se deben utilizar para describir adecuadamente un sistema de colas:

- a) Distribución de llegada de los clientes o (Población de Clientes)
- b) Distribución del tiempo de servicio
- c) Fases y Servidores
- d) Instalación de servicio
- e) Disciplina del servicio
- f) Capacidad del sistema

a) Distribución de llegada de los clientes o (población de clientes)

Como señala Chase, et al. (2009:281) las llegadas a un sistema son mucho más controlables de lo que se suele reconocer. Los peluqueros pueden disminuir la tasa de llegadas los sábados (y presuntamente cambiarlas a otros días de la semana) si cobran un dólar extra por los cortes de adulto o si cobran precios de adultos por los cortes de niños. Las tiendas de departamentos tienen rebajas durante la temporada floja o tienen rebajas de un solo día en parte para efectos de control. Las líneas aéreas ofrecen tarifas especiales a excursiones y fuera de temporada por razones similares. El instrumento más sencillo de todos para controlar las llegadas es anunciar el horario de actividades.



Las demandas de algunos servicios son claramente incontrolables, como las demandas de urgencias médicas en el hospital de una ciudad. Sin embargo, hasta en esas situaciones, las llegadas a las salas de urgencias de hospitales específicos son controlables en cierta medida, por ejemplo, manteniendo informados a los conductores de las ambulancias de la región del servicio acerca de la condición de los hospitales que las reciben”.

Sobre lo anterior Chase, et al. (2009:281) recomiendan que en situaciones de cola habituales, la llegada es estocástica, es decir la llegada depende de una cierta variable aleatoria, en este caso es necesario conocer la distribución probabilística entre dos llegadas de cliente sucesivas. Además habría que tener en cuenta si los clientes llegan independiente o simultáneamente. En este segundo caso (es decir, si llegan lotes) habría que definir la distribución probabilística de éstos.

También es posible que los clientes sean “impacientes”. Es decir, que lleguen a la cola y si es demasiado larga se vayan, o que tras esperar mucho rato en la cola decidan abandonar.

Por último es posible que el patrón de llegada varíe con el tiempo. Si se mantiene constante le llamamos estacionario, si por ejemplo varía con las horas del día es no-estacionario.

b) Distribución del tiempo de servicio

Los servidores pueden tener un tiempo de servicio variable, en cuyo caso hay que asociarle, para definirlo, una función de probabilidad. También pueden atender en lotes o de modo individual,

Hillier y Lieberman (2010:130) indican al respecto que el tiempo de servicio también puede variar con el número de clientes en la cola, trabajando más rápido o más lento, y en este caso se llama patrones de servicio dependientes. Al igual que el patrón de llegadas el patrón de servicio puede ser no-estacionario, variando con el tiempo transcurrido.

c) Fases y Servidores

Numero de filas: Las filas se diseñan en forma de una sola fila o filas múltiples. En general se utiliza, una sola fila en mostradores de aerolíneas, cajas de bancos y algunos restaurantes de comida rápida, mientras que las filas múltiples son comunes en los supermercados y espectáculos públicos como teatros o canchas de fútbol.



Según manifiestan Chase, et al. (2009:283) cuando se dispone de servidores múltiples y cada uno puede manejar transacciones de tipo general, la disposición de una sola fila mantiene a todos ellos uniformemente ocupados y proyecta en los clientes una sensación de que la situación es equitativa. Estos piensan que serán atendidos de acuerdo con su orden de llegada, no por el grado en que hayan podido adivinar los diferentes tiempos de espera al formarse en una fila en particular.

El diseño de filas múltiples es preferible cuando algunos de los servidores proveen un conjunto de servicios limitado. En esta disposición, los clientes eligen los servicios que necesitan y esperan en la fila donde se suministra dicho servicio, como sucede en los supermercados es las que hay filas especiales para los clientes que pagan en efectivo o para los que compran menos de 10 artículos.

Algunas veces, los elementos que esperan su turno no están organizados nítidamente en filas. Las máquinas que necesitan ser reparadas en el taller de producción de una fábrica pueden permanecer en sus respectivos sitios y el equipo de mantenimiento es el que tiene que acudir a cada lugar. A pesar de todo, podemos considerar que esas máquinas forman una sola fila o filas múltiples, según el número de cuadrillas de reparación y sus respectivas especialidades. Asimismo, los usuarios que llaman por teléfono para pedir un taxi también forman una fila, aunque cada uno se encuentre en un lugar diferente.

Es evidente que es preferible utilizar sistemas multiservidor con una única línea de espera para todos que con una cola por servidor. Por tanto, cuando se habla de canales de servicio paralelos, se habla generalmente de una cola que alimenta a varios servidores mientras que el caso de colas independientes se asemeja a múltiples sistemas con sólo un servidor.

En la figura se presenta dos variantes de sistema multicanal. El primero tiene una sola cola (una sola fila) de espera, mientras que el segundo tiene una sola cola para cada canal (filas múltiples).

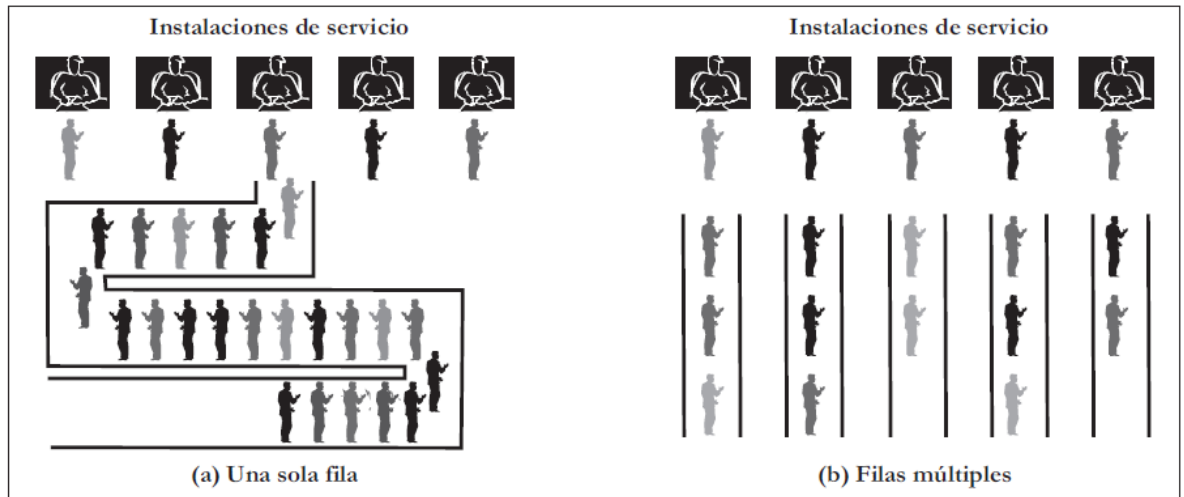


Figura N° 11: Diversas disposiciones de filas de Espera.

Fuente: Modelos de Líneas de Espera – Carro, R. Gonzáles, D.

d) Instalación de Servicio

Chase, et al. (2009:283) consideran que “un sistema de colas puede ser unietapa o multietapa. En los sistemas multietapa el cliente puede pasar por un número de etapas mayor que uno. Una peluquería es un sistema unietapa, salvo que haya diferentes servicios (manicura, maquillaje) y cada uno de estos servicios sea desarrollado por un servidor diferente”.

En algunos sistemas multietapa se puede admitir la vuelta atrás o “reciclado”, esto es habitual en sistemas productivos como controles de calidad y reprocesos.

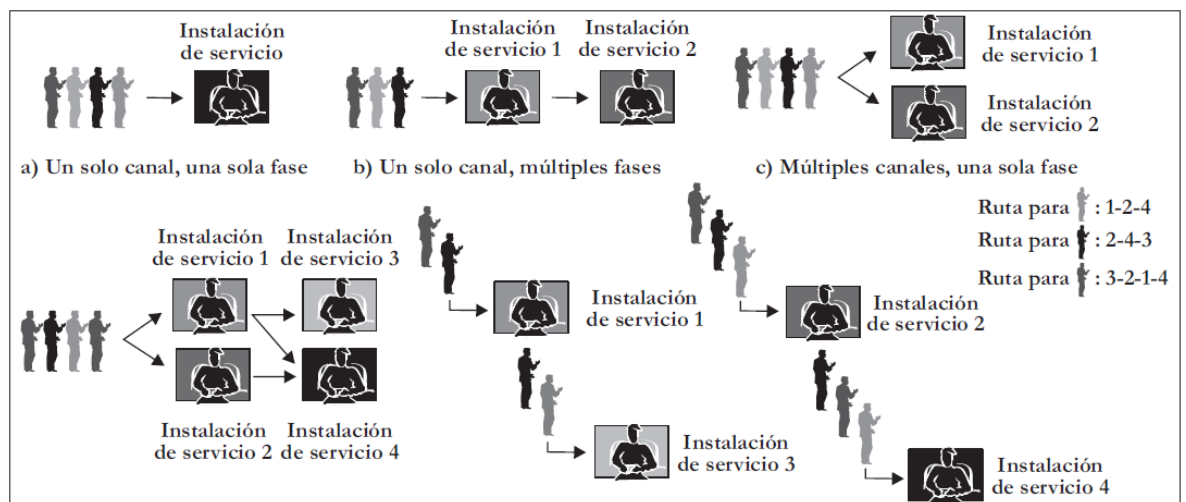


Figura N° 12: Ejemplos de disposiciones para instalación de servicio.

Fuente: Modelos de Líneas de Espera – Carro, R. Gonzáles, D.

En el sistema de un solo canal y una sola fase, todos los servicios solicitados por un cliente suelen impartirse por una instalación con un solo servidor. En ese caso, los clientes forman una sola fila y circulan uno por uno a través de la instalación de servicio. Ejemplos de esto son los servicios de lavado automático donde los automovilistas no necesitan salir de sus vehículos, o bien, cualquier máquina en la cual sea necesario procesar varios lotes de partes.

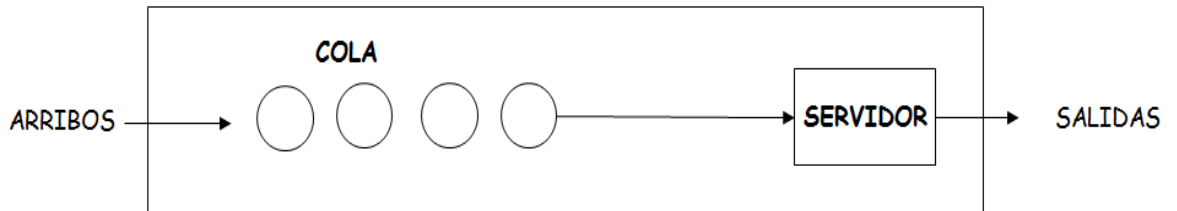


Figura N° 13: Un canal y una sola fase

Fuente: Modelos de Líneas de Espera – Carro, R. Gonzáles, D.

La disposición con un solo canal y múltiples fases se usa cuando es más conveniente que los servicios se impartan en secuencia por varias instalaciones, pero el volumen de la clientela y otras restricciones limitan el diseño a un solo canal. Los clientes forman una sola fila y avanzan en forma secuencial, pasando de una instalación de servicio a la siguiente. Un ejemplo de esta disposición son las instalaciones donde se realizan los trámites para la obtención de documentos personales como los pasaportes, donde la primera instalación de toma el formulario de inscripción, la segunda toma la huellas digitales y la tercera saca la foto del solicitante.

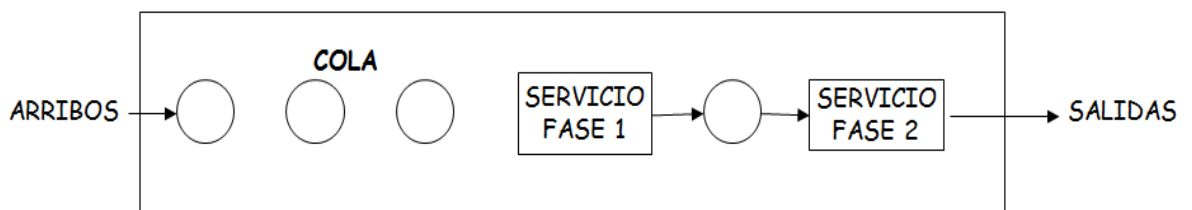


Figura N° 14: Un canal y Múltiples fases

Fuente: Modelos de Líneas de Espera – Carro, R. Gonzáles, D.

Según Chase, et al. (2009:284) establecen que: “La disposición con un solo canal y múltiples fases se usa cuando es más conveniente que los servicios se impartan en secuencia por varias instalaciones, pero el volumen de la clientela y otras restricciones limitan el diseño a un solo canal”.

Los clientes forman una sola fila y avanzan en forma secuencial, pasando de una instalación de servicio a la siguiente. Un ejemplo de esta disposición son las instalaciones donde se realizan los trámites para la obtención de documentos personales como los pasaportes, donde la primera instalación de toma el formulario de inscripción, la segunda toma la huellas digitales y la tercera saca la foto del solicitante.

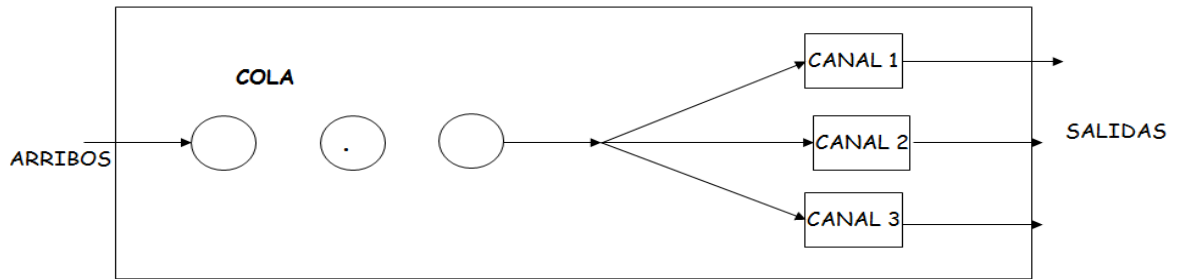


Figura N° 15: Múltiples canales y una sola fase.

Fuente: Modelos de Líneas de Espera – Carro, R. Gonzáles, D.

La disposición de múltiples canales y múltiples fases se presenta cuando los clientes pueden ser atendidos por una de las instalaciones de la primera fase, pero después requieren los servicios de una instalación de la segunda fase, y así sucesivamente. En algunos casos, los clientes no pueden cambiar de canales después de iniciado el servicio; en otros sí pueden hacerlo.

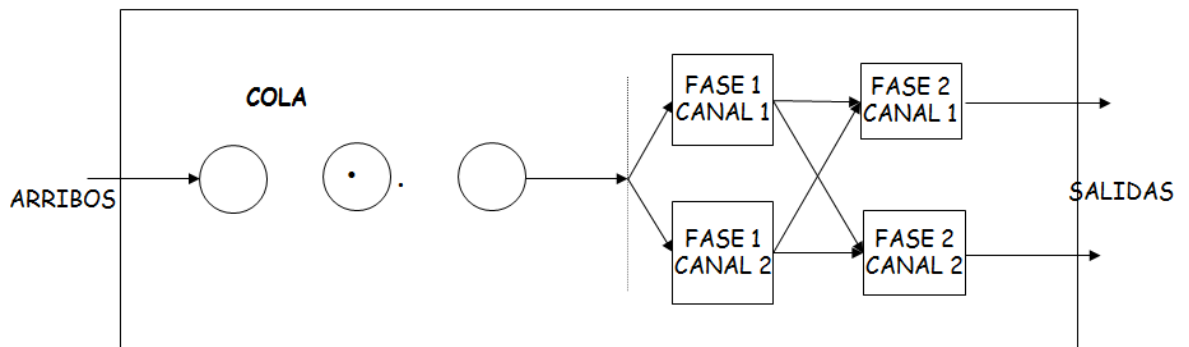


Figura N° 16. Múltiples canales y múltiples fases.

Fuente: Modelos de Líneas de Espera – Carro, R. Gonzáles, D.

e) Disciplina del servicio o (regla de prioridad)

La disciplina de cola es la que determina a que cliente deberá atender a continuación o manera en que los clientes se ordenan en el momento de ser servidos de entre los de la cola.



Pazos, Diaz y Suarez (2008:12) manifiestan que en la mayoría de los sistemas de servicio que se conocen se aplica la regla de que a quien llega primero se le atiende primero (FIFO) del inglés (first in first out) el cliente que está en primer lugar tiene la más alta prioridad de ser atendido y el que llega al final tiene la más baja. Sin embargo en muchas colas es habitual el uso de la disciplina LIFO (atender primero al último).

También es posible encontrar reglas de secuencia con prioridades, que consiste en una regla que permite a un cliente de más alta prioridad interrumpir el servicio de otro cliente, como por ejemplo secuenciar primero las tareas con menor duración o según tipos de clientes.

En cualquier caso dos son las situaciones generales en las que trabajar. En la primera, llamada en inglés “preemptive”, si un cliente llega a la cola con una orden de prioridad superior al cliente que está siendo atendido, este se retira dando paso al más importante. Dos nuevos subcasos aparecen: el cliente retirado ha de volver a empezar, o el cliente retorna donde se había quedado. La segunda situación es la denominada “no-preemptive” donde el cliente con mayor prioridad espera a que acabe el que está siendo atendido.

f) Capacidad del sistema

Para Pazos, et al. (2008:13) la capacidad en algunos sistemas tiene una limitación respecto al número de clientes que pueden esperar en la cola. A estos casos se les denomina situaciones de cola finitas. Esta limitación puede ser considerada como una simplificación en la modelización de la impaciencia de los clientes.

Este factor está relacionado con la cantidad admisible dentro de una línea de espera, en ciertos casos, sólo se puede admitir a un número limitado de clientes, posiblemente en virtud de la limitación del espacio. Cuando la línea de espera se llena a toda su capacidad, los clientes que llegan no se pueden formar en la línea de espera.

2.2.2.5. Distribuciones de Probabilidad

Las fuentes de variación en los problemas de filas de espera provienen del carácter aleatorio de la llegada de los clientes y de las variaciones que se registran en los distintos tiempos de servicio. Cada una de esas fuentes suele describirse mediante una distribución de probabilidades.



a) Distribución de llegadas

La llegada de clientes a las instalaciones de servicio es aleatoria. La variabilidad en los intervalos de llegada de los clientes a menudo se describe por medio de una curva de distribución de Poisson, la cual especifica la probabilidad de que “n” clientes lleguen en “T” periodos de tiempo:

b) Distribución de Poisson

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \text{ para } x = 0,1,2,3,4 \dots, \dots \dots \dots (4)$$

- P(x) = Probabilidad de x arribos
- X = La cantidad promedio de llegadas por periodo.
- λ = Cantidad promedio de llegadas por periodo.
- e = 2.71828

Para Chase, et al. (2009:285) los modelos de colas ayudan a los administradores a tomar decisiones para balancear los costos de servicio deseables con los costos de espera en la línea.

Los principales factores que se evalúan en estos modelos son:

1. Tiempo promedio que cada cliente u objeto permanece en la cola
2. Longitud de cola promedio
3. Tiempo promedio que cada cliente permanece en el sistema (tiempo de espera + tiempo de servicio).
4. Número de clientes promedio en el sistema.
5. Probabilidad de que el servicio se quede vacío
6. Factor de utilización del sistema
7. Probabilidad de la presencia de un específico número de clientes en el sistema.

Reconociendo la diversidad de los sistemas de colas, Kendall (1953) propuso un sistema de notación para sistemas de servidores paralelos que ha sido adoptado universalmente.

Una versión resumida de esta convención está basada en el formato A/B/c/N/K. Estas letras representan las siguientes características del sistema:



A = Distribución de tiempo entre arribos.

B = Distribución del tiempo de servicio.

Los siguientes son símbolos comunes para A y B:

M = exponencial o Markov

D = constante o determinística

Ek = Erlang de orden k

P H = Tipo fase

H = Hiperexponencial

G = Arbitrario o general

GI = General independiente

c = número de servidores paralelos

N = Capacidad del sistema

K = Tamaño de la población.

Nota: A causa de las suposiciones de distribución exponencial en los procesos de arribo, estos modelos son llamados MARKOVIANOS

2.2.2.6. Modelos de Colas

Existe una cantidad enorme de Modelos de Colas que pueden utilizarse. Así como indican Hillier y Lieberman (2010:725-744) los modelos más complejos pueden ser desarrollados mediante el uso de la Simulación y se los encuentra en textos especializados sobre el tema.

Los 4 modelos de colas a estudiar asumen:

- Arribos según la Distribución de Poisson
- Disciplina PEPS
- Una sola fase de servicio.

Modelo A: Un canal, Arribos según la Distribución de Poisson; Tiempos de Servicio exponenciales

Modelo B: Multicanal

Modelo C: Tiempo de Servicio constante

Modelo D: Población Limitada



Modelo A (M/M/1):

Modelo de Colas de un solo canal, con arribos que siguen la distribución de Poisson y Tiempos de Servicio Exponenciales: (Modelo M/M/1). Los casos más comunes de problemas de colas incluyen la línea de espera de canal único o servidor único. En este caso los arribos crean una sola cola a ser servida por una sola estación. Asumimos que existen las siguientes condiciones:

1. Los clientes son servidos con una política PEPS y cada arribo espera a ser servido sin importar la longitud de la línea o cola.
2. Los arribos son independientes de arribos anteriores, pero el promedio de arribos, no cambia con el tiempo.
3. Los arribos son descritos mediante la distribución de probabilidad de Poisson y proceden de una población muy grande o infinita.
4. Los tiempos de servicio varían de cliente a cliente y son independientes entre sí, pero su ruta promedio es conocida.
5. Los tiempos de servicio se representan mediante la distribución de probabilidad exponencial negativa.
6. La ruta de servicio es más rápida que la ruta de arribo.

A partir de ellas, podemos aplicar varias fórmulas para describir las características de operación del sistema.

λ = Número promedio de arribos por período de tiempo

μ = Número promedio de gente o cosas servidos por período de tiempo

n = número de unidades en el sistema

L_s = Número promedio de unidades (clientes) en el sistema $L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$ (5)

ρ = Factor de utilización del sistema = $\frac{\lambda}{\mu}$ (6)

W_s = Tiempo promedio que una unidad permanece en el sistema = (tiempo de espera + tiempo de servicio)

$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$ (7)



$$L_q = \text{Número promedio de unidades en la cola} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \rho * L_s \dots\dots\dots (8)$$

$$W_q = \text{Tiempo promedio que una unidad espera en la cola} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \rho * W_s \dots\dots (9)$$

P_n = Probabilidad de que "n" clientes estén en el sistema =

$$P_n = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n = (1 - \rho) * \rho^n \dots\dots\dots (10)$$

P_o = Probabilidad de cero unidades en el sistema (la unidad de servicio está vacía) =

$$P_o = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = (1 - \rho) \dots\dots\dots (11)$$

$P_{n>k}$ = Probabilidad de que más de "k" unidades estén en el sistema =

$$P_{n>k} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k+1} \dots\dots\dots (12)$$

Modelo B: Modelo de cola multicanal (M/M/S)

1. Dos o más servidores o canales están disponibles para atender a los clientes que arriban.
2. Los clientes forman una sola cola y se los atiende de acuerdo al servidor que queda libre.
3. Asumimos que los arribos siguen la distribución de probabilidad de Poisson y los tiempos de servicio son distribuidos exponencialmente.
4. Los servicios se los hace de acuerdo a la política *primero en llegar primero en ser servido* (PEPS) y todos los servidores atienden a la misma ruta.

M = número de canales abiertos

λ = tasa promedio de arribo

μ = tasa promedio de servicio en cada canal

P_o = Probabilidad de que existan CERO personas o unidades en el sistema =

$$P_o = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}} \text{ para } M\mu > \lambda \dots\dots\dots (13)$$

L_s = número promedio de personas o unidades en el sistema :

$$L_s = \frac{\lambda\mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2} P_o + \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (14)$$

W_s = Tiempo promedio que una unidad permanece en el sistema,
(en la cola y siendo servida (atendida) =

$$W_s = \frac{\mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^M}{(M-1)!(M\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda} \dots \dots \dots (15)$$

L_q = Número promedio de personas o unidades en la línea o cola, en espera de servicio =

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = L_s - \rho \dots \dots \dots (16)$$

W_q = Tiempo promedio que una persona o unidad se
tarda en la cola esperando por servicio =

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda} \dots \dots \dots (17)$$

Modelo C: Modelo de Tiempo de Servicio Constante o Determinista (M/D/1)

Algunos sistemas tienen tiempos de servicio constantes en lugar de exponencialmente distribuidos. Cuando los clientes son atendidos o equipos son procesados con un ciclo fijo como es el caso de una lavadora de carros automatizada o ciertos entretenimientos en los parques de diversiones, el asumir servicio constante es adecuado.

Longitud promedio de la cola, $L_q = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu - \lambda)} \dots \dots \dots (18)$

Tiempo promedio de espera en la cola, $W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu - \lambda)} \dots \dots \dots (19)$

Número promedio de clientes en el sistema, $L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \dots \dots \dots (20)$

Tiempo promedio de espera en el sistema, $W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \dots \dots \dots (21)$

Modelo D: Modelo de Población limitada

Este modelo puede ser usado por ejemplo si estamos considerando reparaciones de equipo en una fábrica que tiene 5 máquinas. Este modelo permite cualquier número de reparadores a ser considerados.

La razón por la cual este modelo difiere de los otros tres es que ahora hay una relación de dependencia entre la longitud de la cola y la ruta de arribo. La situación extrema sería si en la fábrica tenemos 5 máquinas, todas se han dañado y necesitan reparación; siendo en este caso la ruta de arribo CERO. En general, si la línea de espera crece, la ruta de llegada tiende a cero.



2.2.2.7. Optimización de Colas

Según Hillier y Lieberman (2010:753) las decisiones más comunes que deben tomarse cuando se diseña un sistema de colas son cuántos servidores se deben proporcionar. Sin embargo, hay otra serie de decisiones que también pueden ser necesitadas. Las posibles decisiones incluyen:

1. Número de servidores en cada instalación de servicio.
2. Eficiencia de los servidores.
3. Número de instalaciones de servicio.
4. Cantidad de espacio para espera en la cola.
5. Algunas prioridades para diferentes categorías de clientes.

De manera típica, las dos consideraciones primordiales cuando se deben tomar estos tipos de decisiones son el costo en el que se incurre al dar el servicio y las consecuencias de hacer que los clientes esperen en el sistema de colas. En ese sentido Hillier y Lieberman (2010:753) expresan que si se proporciona demasiada capacidad de servicio se ocasionan costos excesivos y que si se proporciona una cantidad muy limitada se producen esperas excesivas. En este contexto, la meta es encontrar un trueque adecuado entre el costo del servicio y el tamaño de la espera.

Existen dos enfoques básicos para realizar la búsqueda de este equilibrio:

- El primero es establecer uno o más criterios para lograr un nivel satisfactorio del servicio en términos de cuánta espera sería aceptable. Por ejemplo, un criterio posible podría ser no exceder cierto número de minutos. Otro podría ser que al menos 95% de los clientes no deben esperar más de determinado número de minutos.

También se pueden utilizar criterios similares en términos del número esperado de clientes en el sistema (o la distribución de probabilidad de esta cantidad). El criterio también puede establecerse en términos del tiempo de espera o del número de clientes en la cola en lugar de en el sistema. Una vez que se ha seleccionado el criterio o los criterios, por lo general es sencillo utilizar prueba y error para encontrar el diseño menos costoso del sistema de colas que satisface todos los criterios.

- El otro criterio básico para buscar la mejor compensación implica evaluar los costos asociados con las consecuencias de hacer esperar a los clientes. Por ejemplo, suponga que el sistema de colas es un sistema de servicio interno, donde los clientes son los empleados de una empresa comercial.



Si se hace que éstos esperen en el sistema de colas, se ocasiona una pérdida de productividad, lo que provoca pérdidas monetarias. Esta pérdida es el costo de espera asociado con el sistema de líneas de espera. Al expresar este costo de espera como una función del tamaño de la espera, el problema de determinar el mejor diseño del sistema de colas se puede definir como la minimización del costo total esperado (costo del servicio más costo de espera) por unidad de tiempo.

Para formular la función objetivo cuando la variable de decisión es el número de servidores s, sea:

$E(CT)$ = costo total esperado por unidad de tiempo

$E(CS)$ = costo de servicio esperado por unidad de tiempo

$E(CW)$ = costo de espera por unidad de tiempo.

Entonces, el objetivo es seleccionar el número de servidores para

$$\text{Minimizar } E(CT) = E(CS) + E(CW). \dots\dots\dots (22)$$

Cuando el costo de cada uno de los servidores es el mismo, el costo de servicio es

$$E(CS) = C_s s, \dots\dots\dots (23)$$

Donde C_s es el costo marginal de un servidor por unidad de tiempo. Para evaluar CW para cualquier valor de s , observe que $L = \lambda W$ proporciona el tamaño de la espera total en el sistema de colas por unidad de tiempo.

Por lo tanto, cuando el costo de espera es proporcional al tamaño de la espera, este costo puede expresarse como

$$E(CW) = C_w L, \dots\dots\dots (24)$$

Donde C_w es el costo de espera por unidad de tiempo de cada cliente en el sistema de colas. En consecuencia, después de estimar las constantes, C_s y C_w , la meta es elegir el valor de s para

$$\text{Minimizar } E(CT) = C_s s + C_w L. \dots\dots\dots (25)$$

Hillier y Lieberman (2010:754) manifiestan que al elegir el modelo de colas que se ajusta al sistema de colas, el valor de L se puede obtener a partir de varios valores de s . Al aumentar s , disminuye L , al principio con rapidez y después más lentamente. Al calcular $E(CT)$ para valores consecutivos de s hasta que $E(CT)$ deja de disminuir y en su lugar comienza a crecer, es evidente la forma de encontrar el número de servidores que minimiza el costo total.



2.2.3. Distribución de Planta

2.2.3.1. Fundamento de la Distribución de Planta

Para Díaz, Jarufe y Noriega (2003:109) La distribución o disposición de planta es el ordenamiento físico de los factores de la producción, en el cual cada uno de ellos está ubicado de tal modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas en el logro de sus objetivos.

Según Niebel (2009:86) la distribución física constituye un elemento importante de todo sistema de producción que incluye tarjetas de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, enrutamiento y despacho, una pobre distribución de las plantas da como resultado elevados costos entonces la disposición de planta puede ser una disposición física ya existente o una nueva disposición proyectada.

2.2.3.2. Objetivos de una Distribución Física

El objetivo principal consiste en diseñar un ordenamiento de las áreas de trabajo y del equipo que sea el más económico para el trabajo, al mismo tiempo que sea el más seguro y satisfactorio para los empleados. Sobre lo anterior Niebel (2009:86) manifiesta que el objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere y a bajo costo. En donde todos los elementos deben estar cuidadosamente integrados para cumplir con el objetivo establecido.

Los principales objetivos:

- Integración conjunta de todos los factores que afecten a la distribución
- Movimiento de material según distancias mínimas
- Circulación del trabajo a través de la planta
- Utilización efectiva de todo el espacio
- Satisfacción y seguridad de los trabajadores
- Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier reajuste



2.2.3.3. Principios Básicos

Diaz, et al. (2009:110-112) precisan que para poder lograr una disposición de planta optima, se deberán considerar los siguientes principios expuestos por Muther (1970:19), este dependerá del tipo de industria o tipo de sistema de producción.

a) Integración de conjunto

La mejor disposición es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que se logre la mejor coordinación entre ellos.

b) Mínima distancia recorrida

En igualdad de condiciones es siempre la mejor disposición que permite que la distancia que el material va a recorrer entre operaciones sea la más corta.

c) Circulación o Flujo de Materiales

Es mejor aquella disposición que ordena las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.

d) Espacio cubico

La economía se obtiene utilizando, de un modo efectivo, todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontalmente.

e) Satisfacción y Seguridad

En igualdad de condiciones será siempre más efectiva la disposición que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores. Una disposición nunca puede ser efectiva si se somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

Se debe tener en cuenta la comodidad como lo más importante y la fatiga, el sufrimiento o el dolor innecesarios deben evitarse.

f) Flexibilidad

Siempre será más efectiva la disposición que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes, por ello contempla, el diseño del edificio, servicios de planta, selección del equipo, expansión y contracción planeadas.



2.2.3.4. Tipos de Estudio

Diaz, et al. (2009:112-113) manifiestan que existen cuatro tipos de estudio y son:

a) Proyecto de una planta completamente nueva

Debido a:

- Expansión de la empresa
- Ubicación de una sucursal
- Innovación tecnológica
- Nuevas fuentes de recursos, en los que se requiere la exploración en un lugar de la ubicación.

b) Expansión o traslado a una planta ya existente

Debido a:

- Cambio de giro de negocio
- Ampliación de mercado
- Síntomas de utilización deficiente del espacio
- Ubicación estratégica de la planta propuesta

c) Reordenación de una disposición ya existente

Debido a:

- Deficiente utilización del espacio
- Acumulación excesiva de materiales en proceso
- Excesivas distancias por recorrer en el flujo de trabajo
- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en los centros de trabajo
- Trabajadores calificados realizando demasiadas operaciones poco complejas
- Accidentes laborales

d) Ajustes menores en disposiciones ya existentes

Debido a:

- Cambio en el diseño del producto
- Requerimiento de instalación de una nueva maquina
- Variación de la demanda
- Variación de las condiciones de operación



2.2.3.5. Tipos de Distribución

Niebel (2009:87) considera que una determinada distribución puede ser la mejor en una serie de condiciones y, sin embargo, puede ser pobre en otra, en general todas las distribuciones representan una o la combinación de dos distribuciones básicas: Distribución por producto o en línea recta y distribución por funciones o por procesos. Existen cuatro tipos principales de distribución de planta: Por posición fija, por proceso o función, por producto o en línea y por células o Híbridas.

a) Distribución por posición fija

Para Chase, et al. (2009:221) la distribución por posición fija se emplea fundamentalmente cuando el material permanece estático, mientras que los operarios como las máquinas y equipos se trasladan a los puntos de operación, el nombre, por tanto, hace referencia al carácter estático del material.

b) Distribución por proceso o función

Niebel (2009:87) indica al respecto que en este tipo de distribución todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto. También cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente y cuando se tiene una demanda intermitente.

c) Distribución por producto o en línea

También denominada “Producción en cadena”, Niebel (2009:87) afirma que toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar un determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación. Se emplea principalmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados.

d) Distribución híbrida

Llamada también distribución celular según señala Díaz (2007:118), estos diseños en esencia, buscan poder beneficiarse simultáneamente de las ventajas derivadas de las distribuciones por producto y las distribuciones por proceso, sobre lo antes mencionado Niebel (2009:87) expresa que en general todas las distribuciones de la planta representan una o la combinación particularmente de la eficiencia de la distribución por producto y de la flexibilidad de la distribución por proceso, permitiendo que un sistema de alto volumen y uno de bajo volumen coexistan en la misma instalación.



2.2.3.6. Factores que Afectan a la Distribución

Fuertes (2012:14) manifiesta que para Muther (1981) el estudio de los factores de disposición de planta no debe orientarse solamente hacia el logro de una alta productividad, sino en enfocar los esfuerzos para lograr un alto desempeño de sus procesos basados en sistemas de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional”.

a) Factor material

Según Fuertes (2012:14) uno de los factores importantes para la disposición de planta es este factor, pues su tipo, variedad y cantidad dependen por lo general del tipo de sistema de producción. Para el factor material se debe tener en cuenta el diseño del material, características, formas de combinarse con otros materiales, cantidad de material a utilizar y frecuencia de uso. Algunos ejemplos de materiales:

- Materias primas
- Material auxiliar
- Material en proceso
- Productos acabados
- Productos defectuosos
- Piezas y partes
- Virutas, mermas
- Material de mantenimiento

b) Factor maquinaria y equipo

Como señala Fuertes (2012:14) en este factor se tiene que considerar la descripción de la maquinaria (características, utilización, etc.) y, sobre todo, el número de máquinas necesarias para cumplir con la demanda proyectada.

- Maquinarias de producción
- Equipos de procesos
- Herramientas, moldes, patrones
- Maquinaria de repuesto y mantenimiento



c) Factor hombre

Para Fuertes (2012:14) en este factor se tiene que considerar las condiciones de trabajo y seguridad, necesidades de mano de obra.

- Mano de obra directa e indirecta
- Personal eventual
- Jefes

d) Factor infraestructura

Según Fuertes (2012:14) en este factor se va tomar en cuenta el estudio de suelos, niveles de pisos de edificación, vías de circulación, puertas de acceso y salidas, techos, ventanas, anclajes de maquinaria y áreas de almacenamiento.

e) Factor movimiento

Fuertes (2012:14) señala que este factor se tiene que tomar en cuenta el manejo de materiales, métodos de manejo, unidad de carga, selección de equipo de acarreo, equipos de trayectoria fija y equipo móvil.

- Movimiento de maquinaria
- Movimiento de material y hombres
- Movimientos de hombres y maquinarias

f) Factor espera

Fuertes (2012:14) considera que este factor toma en cuenta los puntos de demora o espera, algunos ejemplos de áreas de espera.

- Áreas de recepción
- Almacén de material primas
- Demoras
- Equipos sin utilizar

g) Factor servicio

Fuertes (2012:14) indica al respecto que este factor tiene como puntos relevantes el servicio relativo al personal, material, maquinaria y de edificio.



- Cafetería
- Iluminación
- Vías de acceso
- Ventilación
- Control de producción
- Instalaciones eléctricas
- Señalización de seguridad
- Ambiente de calidad en el trabajo.

h) Factor cambio

Fuertes (2012:14) sostiene que el proyecto de distribución de planta deberá contemplar cambios futuros, de modo que la inversión realizada permita a la empresa cumplir con sus demandas de mercado y requerimientos de producción en el horizonte de tiempo establecido para el proyecto. Es por ello que este factor tiene como puntos relevantes la adquisición de tecnología, comportamiento o segmentación del mercado, servicios, infraestructura, crecimiento escalonado y la empresa en la sociedad del conocimiento.

2.2.3.7. Planeamiento Sistemático para la Distribución de Planta

Este método reúne una serie de fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos. En ese sentido Niebel (2009:88) expresa que el objetivo del Planeamiento sistemático para Distribución de planta es ubicar dos áreas con grandes relaciones lógicas y de frecuencia cercanas entre sí mediante el uso mediante seis pasos. A continuación se muestra las etapas del planeamiento sistemático de distribución.

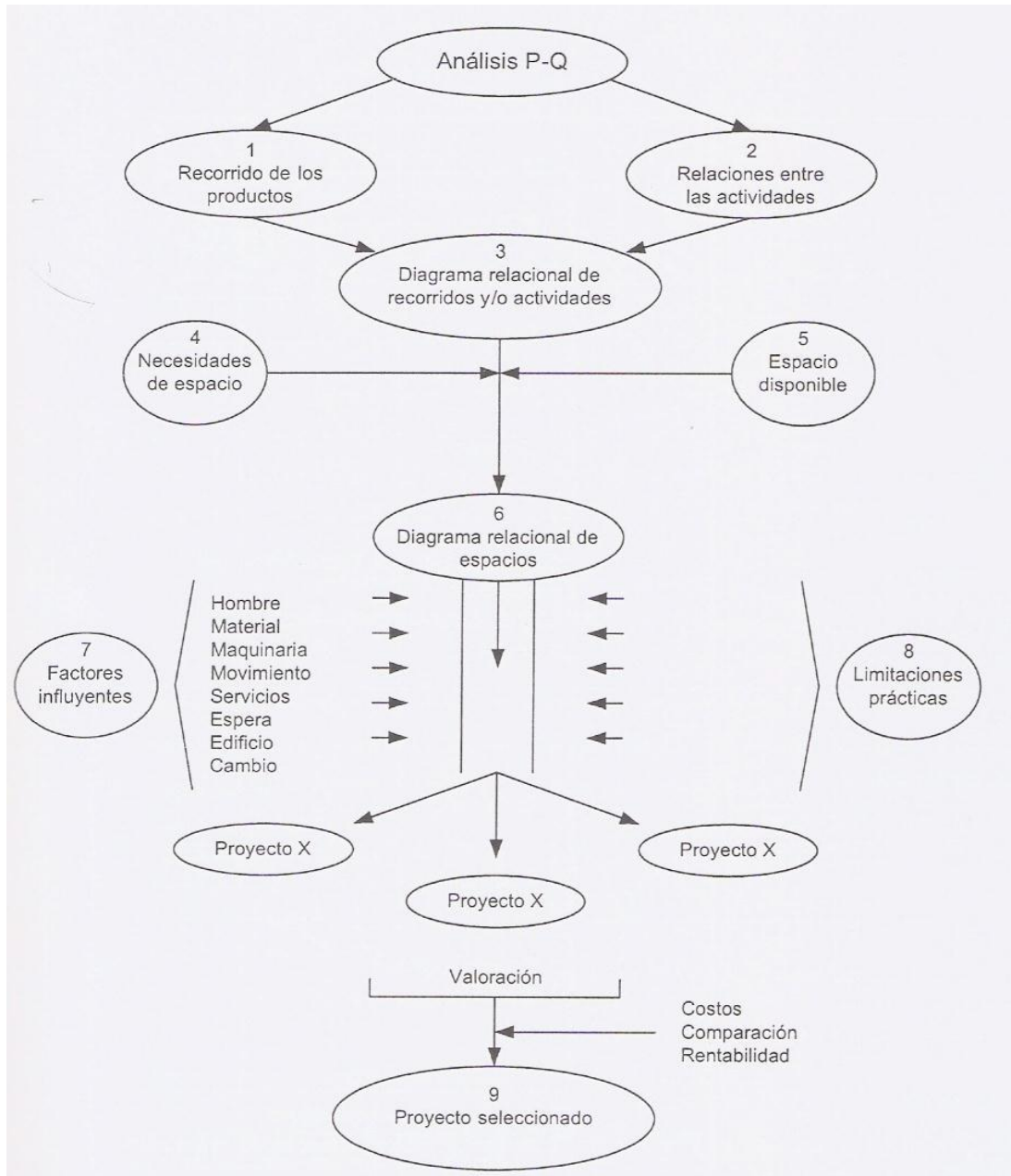


Figura N° 17: Fases de Distribución

Fuente: Disposición en planta – Diaz, B. Jarufe, B. Noriega T. (2003)

2.2.3.8. Herramientas del Planeamiento Sistemático de Distribución

Niebel (2009:88) sostiene que las herramientas del PSD son de diversos tipos, existen herramientas para recojo de información, diagramación de procesos, relación de actividades, cálculo de espacios y diagramación en conjunto.

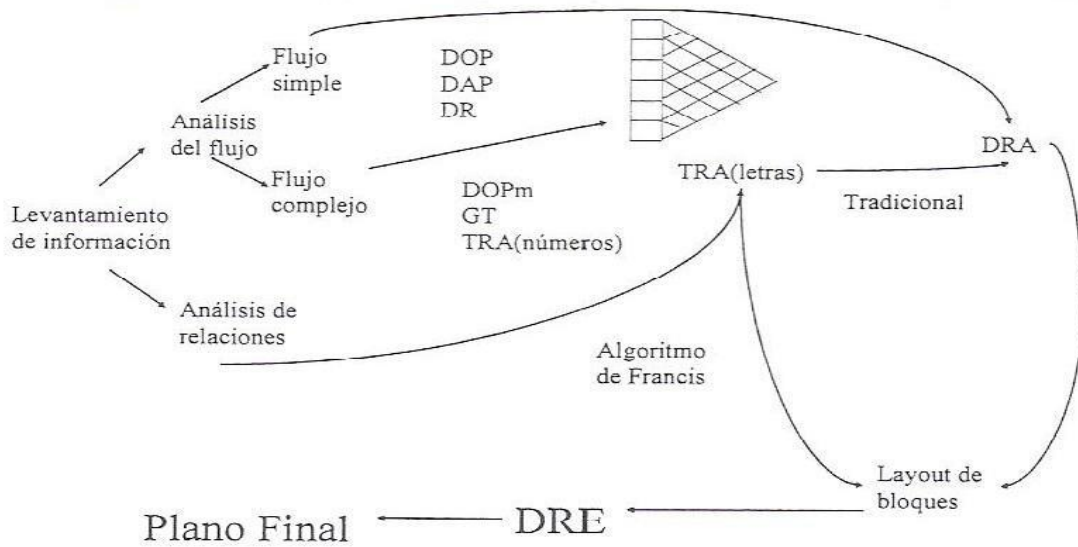


Figura N° 18: Etapas del PSD

Fuente: Disposición de Planta – Díaz, B. Jarufe, B. Noriega T (2003)

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <p>Operación</p> <p>Un círculo grande indica una operación, como</p> | <p>Martillar</p> | <p>Mezclar</p> | <p>Taladrar o barrenar</p> |
| <p>Transporte</p> <p>Una flecha indica un transporte, como</p> | <p>Mover material en vehículo</p> | <p>Mover material por banda transportadora</p> | <p>Mover material cargado (mensajero)</p> |
| <p>Almacenamiento</p> <p>Un triángulo indica un almacenamiento, como</p> | <p>Materia prima almacenada a granel</p> | <p>Producto terminado apilado en tarimas</p> | <p>Archivo de documentos</p> |
| <p>Demora</p> <p>Una letra D mayúscula indica una demora, como</p> | <p>Esperar el elevador</p> | <p>Material en espera de ser procesado</p> | <p>Documentos en espera para archivar</p> |
| <p>Inspección</p> <p>Un cuadrado indica una inspección, como</p> | <p>Examinar calidad y cantidad</p> | <p>Lectura de niveles en caldera</p> | <p>Examinar información en forma impresa</p> |

Figura N° 19: Conjunto estándar de símbolos para Diagramas de proceso

Fuente: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseños de trabajo – Niebel (2004)

a) Diagrama de relación de actividades

Niebel (2009:88) afirma que el diagrama de relaciones muestra las relaciones de cada departamento, oficina o área de servicios con cualquier otro departamento y área. Se emplean en este caso símbolos de cercanía para reflejar la importancia de cada relación.

A continuación se muestran los grados de cercanía existentes entre áreas.

| Relación | Valores más cercanos | Valor | Líneas en el diagrama | Color |
|--------------------------|----------------------|-------|-----------------------|----------|
| Absolutamente necesario | A | 4 | ≡≡≡ | Rojo |
| Especialmente importante | E | 3 | ≡≡ | Amarillo |
| Importante | I | 2 | ≡ | Verde |
| Ordinario | O | 1 | — | Azul |
| Sin importancia | U | 0 | | |
| No deseable | X | -1 | ⚡ | Café |

Figura N° 20: Valores de Relación

Fuente: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo – Niebel, B. (2009)

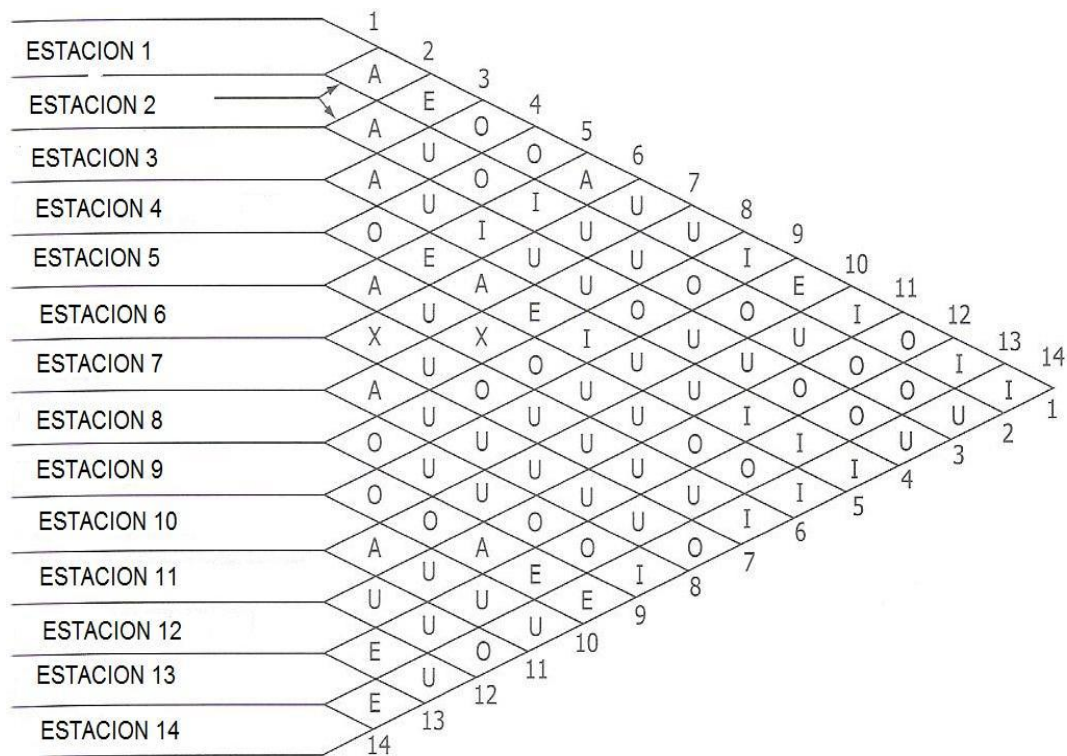


Figura N° 21: Relación de actividades

Fuente: Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales – Meyers, F. (2006)

Elaboración Propia



b) Cálculo de espacios

De acuerdo a Meyers (2006:430-431) el método de Guerchet, calcula el requerimiento de espacio que requiere cada una de las máquinas, área administrativa, almacenes, etc..

Área total requerida:

$$ST = SS + SG + SE, \dots \dots \dots (26)$$

Superficie estática (SS)

Es el área fija mínima, trabaje o no la máquina. Esta área es por estación o por máquinas. No se incluyen elementos móviles.

$$SS = LARGO \times ANCHO, \dots \dots \dots (27)$$

Superficie gravitacional (SG)

Indica el área requerida con la máquina operando.

$$SG = \# \text{ de lados o frentes de operación} \times SS$$

Superficie evolutiva (SE)

En este espacio se considera el movimiento de elementos, espacio para pasillos.

$$SE = (SS + SG) \times k, \dots \dots \dots (28)$$

$$k = 0.5 \times (hm/hf), \dots \dots \dots (29)$$

Dónde: hm y hf: altura promedio ponderada de elementos móviles y fijos respectivamente

c) Layout de bloques unitarios

Es el primer intento de distribución, así como indica Meyers (2006:185) que es una herramienta que ayuda a plasmar en un plano las relaciones de actividades, la proximidad que pueden tener entre áreas, en la que se agregan todos los departamentos a distribuir”.

Algoritmo de Francis

Alva y Paredes (2014:18) manifiestan que el algoritmo de Francis, nos permite realizar el Layout de bloques unitarios, y este consiste en los siguientes pasos:

Primero se elabora un cuadro de doble entrada, en donde la columna de la izquierda contiene el nombre de las áreas a distribuir y la fila superior contiene en su primera parte también el nombre de las áreas y en segundo lugar los tipos de relaciones posibles entre estas.

Se procede a colocar los tipos de relaciones en la primera parte y posteriormente la cantidad por tipo de relación en la segunda parte de la Tabla. Luego, se calculan los valores del Ratio de Cercanía Total (RCT) para cada área.

Para esto se consideran los siguientes pesos para medir la importancia: A= 10000, E=1000, I=100, O=10, U=0, X=-10000.

Para obtener los valores de RCT se multiplica la cantidad de relaciones de cada tipo por su valor. Esto se realiza para cada área siguiendo el formato de la siguiente figura:

| | A | B | C | D | E | F | | A | E | I | O | U | X | RCT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| A | ■ | | | | | | ■ | | | | | | | |
| B | | ■ | | | | | ■ | | | | | | | |
| C | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | |
| D | | | | ■ | | | ■ | | | | | | | |
| E | | | | | ■ | | ■ | | | | | | | |
| F | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | |

Figura N° 22: Cálculo de RCT

Fuente: Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios – Alva, D. Paredes, D. (2014)

Segundo, una vez calculados los RCTs para cada área se procede a ordenarlas, considerando lo siguiente:

El área de mayor RCT es la de orden 1, luego se analiza qué áreas tienen una relación muy importante con dicha área. Para esto se consideran las importancias ya conocidas (A, E, I, O, U, X). Es así como se va estableciendo el orden para cada área respetando las relaciones importantes y los valores de RCT, que son los dos criterios de ordenamiento.

Tercero, habiendo definido el orden, se realiza el siguiente procedimiento:

Se coloca el nombre del área de orden 1 en un cuadrado y se escriben a su alrededor, empezando por la izquierda, números consecutivos empezando por el 1 hasta cubrir todas las ubicaciones posibles. Luego, se calcula el VPP (Valor de Posición Ponderado) para cada ubicación posible valorizando las ubicaciones directas con 100% del valor de la relación y a las esquinas con el 50% de dicho valor. Estos valores son los mencionados en el paso 1 para cada tipo de relación. La ubicación de la segunda área será aquella posición con mayor VPP (Valor de Posición Ponderado).

Si hubiese un empate, se coloca el área en la posición con el número más bajo (1, 2, 3, 4, etc.). Esto es una convención.

Para ubicar la tercera área, se procede de la misma manera y así sucesivamente hasta ubicar todas las áreas y tener como resultado el Layout de Bloques Unitarios, como se muestra en la siguiente figura:

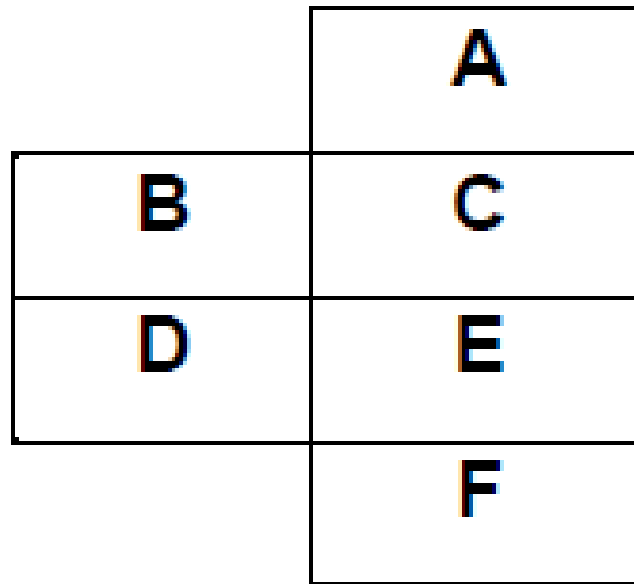


Figura N° 23: Ejemplo de Layout de Bloques Unitarios

Fuente: Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios – Alva, D. Paredes, D. (2014)

d) Diagrama relacional de espacios (DRE)

Una vez diagramado el DRA, se procede a realizar el DRE, así mismo Meyers (2006:431-432) indica que este diagrama incluye las dimensiones de cada una de las áreas y un orden tentativo, este método no evalúa flujo del proceso.

e) Distribución General en Conjunto (DGC)

Una vez obtenido el layout de bloques unitarios y determinados los espacios, se procede a diseñar la distribución deseada. Según Niebel (2009:90-91) el propósito de este método considera los limitantes del área, evalúa el mejor flujo y las necesidades de producción, y establece patrones básicos de circulación”. A continuación un diseño de distribución general en conjunto.

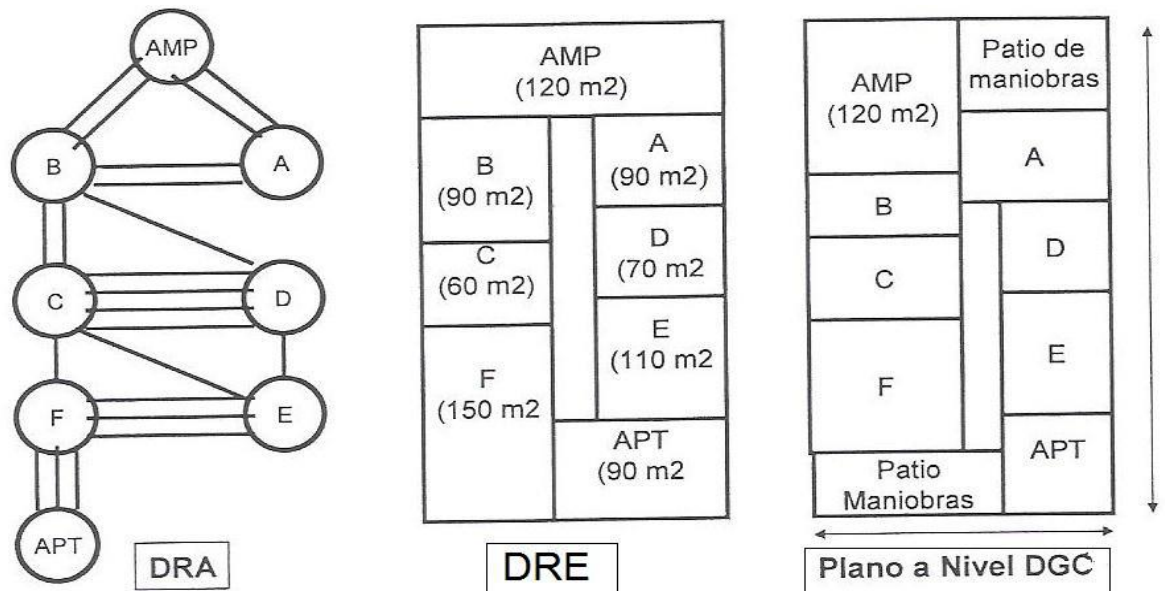


Figura N° 24: Distribución General de Conjunto

Fuente: Disposición de Planta – Díaz, B. (2003)

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Capacidad

El volumen de producción que un sistema puede alcanzar durante un periodo específico.

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.

2.3.2. Capacidad de la Cola

Es el máximo número de clientes que pueden estar haciendo cola (antes de comenzar a ser servidos). De nuevo, puede suponerse finita o infinita.

Fuente: Carro, R. Gonzales, D. Modelos de Líneas de Espera.

2.3.3. Centro de Inspección Técnica Vehicular

Son Personas naturales o jurídicas autorizadas por la DGTT para realizar las Inspecciones Técnicas Vehiculares, a vehículos particulares o de servicio público.

Fuente: Perú, MTC. Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares (2008).



2.3.4. Clientes

Término usado en un sistema de colas para referirse a:

- Gente esperando líneas telefónicas desocupadas.
- Máquinas que esperan ser reparadas.
- Aviones esperando aterrizar.

Fuente: García, J. Teoría de Colas.

2.3.5. Cola

Línea (fila o columna) que se caracteriza por un número máximo permisible de clientes que puede admitir. Las colas pueden ser finitas o infinitas, según si este número es finito o infinito.

Fuente: Carro, R. Gonzales, D. Modelos de Líneas de Espera.

2.3.6. Cuello de Botella

Un recurso que limita la capacidad o la producción máxima del proceso.

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.

2.3.7. Disciplina de la Cola:

La disciplina de la cola se refiere al orden en el que se seleccionan sus miembros para recibir el servicio. Por ejemplo, puede ser:

Fuente: Carro, R. Gonzales, D. Modelos de Líneas de Espera.

2.3.8. Fifo (first in first out)

Primero en entrar, primero en salir, según la cual se atiende primero al cliente que antes haya llegado.

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.

2.3.9. Fuente de Entrada o Población Potencial

Una característica de la fuente de entrada es su tamaño. El tamaño es el número total de clientes que pueden requerir servicio en determinado momento. Puede suponerse que el tamaño es infinito o finito.

Fuente: Carro, R. Gonzales, D. Modelos de Líneas de Espera.



2.3.10. Inspección Técnica Vehicular

Procedimiento a cargo de los Centros de Inspección Técnica Vehicular – CITV, a través del cual se evalúa, verifica y certifica el buen funcionamiento y mantenimiento de los vehículos y el cumplimiento de las condiciones y requisitos técnicos establecidos en la normativa nacional, con el objeto de garantizar la seguridad del transporte y tránsito terrestre, y las condiciones ambientales saludables. Las Inspecciones Técnicas Vehiculares serán realizadas de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento, el Manual de Inspecciones Técnicas Vehiculares, la Tabla de Interpretación de Defectos de Inspecciones Técnicas Vehiculares y las disposiciones complementarias que se emitan al respecto.

Fuente: Perú, MTC. Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares (2008).

2.3.11. Instalaciones de Servicio

Este término se usa para referirse a:

- Líneas telefónicas.
- Talleres de reparación.
- Pistas de aeropuerto.

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.

2.3.12. Llegadas

Es el número de clientes que llegan a las instalaciones de servicio

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.

2.3.13. Mecanismo de Servicio

El mecanismo de servicio consiste en una o más instalaciones de servicio, cada una de ellas con uno o más canales paralelos de servicio, llamados servidores.

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.

2.3.14. Número de Servidores de Servicio

Es la cantidad de servidores de que disponemos:

- Número de puestos de reparación.
- Número de pistas de aterrizaje de un aeropuerto.

El número de servidores no tiene porqué ser siempre en paralelo, es decir, puede que un sistema de colas tenga varias fases.

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.



2.3.15. Optimización

La optimización está asociada a procurar mejorar los procesos de trabajo y aumentar el rendimiento y la productividad. De allí que pueda referirse al tiempo empleado por los trabajadores para la ejecución de tareas específicas, o bien a métodos o técnicas específicos que permitan mayor fluidez en el trabajo, todo lo cual se traduciría en una mayor productividad, manteniendo elevados estándares de calidad.

Fuente: Optimización. Disponible desde <http://www.significados.com/como-citar/>

2.3.16. Parque Automotor:

El parque automotor está constituido por todos los vehículos que circulan por las vías de la ciudad, entre los que encontramos automóviles particulares, vehículos de transporte público y vehículos de transporte de carga.

Fuente: Perú, MTC. Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares (2008).

2.3.17. Proceso

Todo conjunto de actividades que desempeña una organización que toma insumos y los transforma en productos, los cuales, en un plano ideal, representan mayor valor para ella que los insumos originales.

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.

2.3.18. Proceso Básico de Colas

Los clientes que requieren un servicio se generan en una fase de entrada. Estos clientes entran al sistema y se unen a una cola. En determinado momento se selecciona un miembro de la cola, para proporcionarle el servicio, mediante alguna regla conocida como disciplina de servicio. Luego, se lleva a cabo el servicio requerido por el cliente en un mecanismo de servicio, después de lo cual el cliente sale del sistema de colas.

Fuente: García, J. Teoría de Colas.

2.3.19. Proceso de Servicio

Define cómo son atendidos los clientes.

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.



2.3.20. Redes de Colas

Sistema donde existen varias colas y los trabajos fluyen de una a otra. Por ejemplo: las redes de comunicaciones o los sistemas operativos multitarea.

Fuente: Carro, R. Gonzales, D. *Modelos de Líneas de Espera.*

2.3.21. Rediseño

Supone una evolución continuada o progresiva de un diseño anterior al mismo. En la que se plantea una solución y sobre ésta se puede ir mejorando (*casi hasta el infinito por la inexistencia de la perfección*) y/o bien tenerla como base para abrir nuevos caminos que hubieran sido imposibles sin ese punto de referencia previo. Soluciones que, no solo motivan propuestas diferentes sino desde las que pueden nacer también nuevas necesidades y funciones que suponen nuevos puntos de partida.

Fuente: Urbina, I. *Pensamientos sobre diseño.*

2.3.22. Servicio

una actividad, hecho o desempeño, destinada a satisfacer una necesidad, aplicada a una persona u objeto, la cual es valorada por una persona o grupo de personas, que perciben en esta beneficios para ellos. El servicio es un acto por el cual el prestador realiza un trabajo al beneficiario expresado de forma intangible, resultante de un proceso de comunicación e interacción entre ambos donde participan tanto personal en contacto como soportes físicos para satisfacer una necesidad del beneficiario.

Fuente: Portillo, M. *El Servicio Como Sistema.*

2.3.23. Servicio Como Sistema

Es la organización sistemática y coherente de todos los elementos físicos y humanos de la relación cliente-empresa necesaria para la realización de una prestación de servicio cuyas características comerciales y niveles de calidad han sido determinados.

Fuente: Portillo, M. *El Servicio Como Sistema.*

2.3.24. Tasa de Servicio

Este término se usa para designar la capacidad de servicio, por ejemplo:

- Un sistema telefónico entre dos ciudades puede manejar 90 llamadas por minuto.
- Una instalación de reparación puede de media, reparar máquinas a razón una cada 8 horas.
- Una pista de aeropuerto en la que aterrizan dos aviones por minuto.

Fuente: Chase, R. Jacobs, R. Aquilano, N. *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros.*

**2.3.25. Vehículo Automotor:**

Medio capaz de desplazamiento caracterizado por contar con motor, cuya carrocería y órganos mecánicos y de seguridad están diseñados y construidos exclusivamente para el transporte de personas o de mercaderías, pudiendo clasificarlos en Vehículos Livianos y Pesados.

Fuente: Morales, C. *Los Vehículos Automotores: Elementos fundamentales del tránsito.*

2.3.26. Vehículos Livianos:

Vehículo automotor que, de acuerdo a la clasificación vehicular establecida por el Reglamento Nacional de Vehículos, pertenece a cualquiera de las siguientes categorías: M1, M2, N1, O1 y O2, y que su peso bruto es de 3,5 toneladas o menos.

Fuente: Perú, MTC. *Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares (2008).*

2.3.27. Vehículos Pesados:

Vehículo automotor que, de acuerdo a la clasificación vehicular establecida por el Reglamento Nacional de Vehículos, pertenece a cualquiera de las siguientes categorías: M2, M3, N2, N3, O3 y O4, y con su peso bruto vehicular superior a los 3,500 Kg.

Fuente: Perú, MTC. *Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares (2008).*



CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación de este trabajo es APLICADA, porque según Caballero, A. (2008:82) en el presente trabajo se brindó una solución a un problema, por medio de técnicas, herramientas, instrumentos y métodos manejados y aplicados en Ingeniería Industrial, tales como la teoría de colas o líneas de espera, distribución de planta, estudio de tiempos y otros relacionados a dicho campo que buscó resolver un problema conocido para mejorar el sistema de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C.

3.2. Nivel de Investigación

El nivel de esta investigación es DESCRIPTIVO – PROPOSITIVO, según señala Hernández, S., et al. (2010:60), porque se analizó, recogió y describió cada una de las partes del sistema de inspección técnica vehicular para identificar factores que influyen o que no permiten reducir los tiempos de espera del proceso y factores que limitan una nueva distribución de planta.

Y como afirma Garcia, F. (2012:14), es propositivo porque plantea la disminución de tiempos en los procesos de colas y un rediseño de la distribución de planta que pretenda mejorar el sistema de inspección técnica vehicular.

3.3. Metodología de la Investigación

Se aplicó el método ANALÍTICO – DEDUCTIVO, como señala Behar, D. (2008:39), porque se estudió todo el sistema de inspección técnica vehicular de la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. para obtener particularidades y utilizar principios de las teorías de colas y de la distribución de planta que permitieron desarrollar la propuesta que optimice las colas del proceso y que encuentre el mejor diseño de distribución de planta del centro de inspección vehicular. El enfoque en la investigación fue mixto, pero en gran medida predominó el enfoque cuantitativo.

3.4. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es NO EXPERIMENTAL, según señala Behar, D. (2008:19) porque las actividades y particularidades del sistema de servicio de inspección se observaron tal y como se presentan en su contexto real, no existiendo influencia directa sobre las variables independientes. Y es TRANSECCIONAL – DESCRIPTIVA, como señala Hernandez, et al.(2010:191), porque se recolectaron datos en un tiempo único momento con el que se buscó describir los valores de las variables de manera específica, y el cual fue medido del grupo seleccionado en la muestra de estudio.

3.5. Población y Muestra

Población

En el presente trabajo de investigación principalmente se estudió a la unidad organizativa es decir la empresa, los procesos y factores relacionados al sistema de inspección vehicular, o sencillamente las particularidades de la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C. Para esta primera unidad de estudio, la población es finita y heterogénea porque comprende al personal de la empresa.

De igual manera se consideró una segunda unidad estudio referida a los vehículos (clientes del servicio), tomando esta población por conveniencia para reforzar y consolidar la información dentro del diagnóstico de la empresa, el cual no influirá en los diagnósticos del sistema de colas o distribución de planta como unidad de estudio.

La población para la segunda unidad de estudio es finita por que se encuentra limitada por el número de vehículos livianos y pesados que fueron atendidos desde agosto del 2014 hasta Febrero del 2015 en el centro de inspección técnica vehicular CUSCO IMPERIAL S.A.C., cabe resaltar que la información obtenida se obtuvo del sistema informático de la empresa:

Tabla N° 1: Población de Vehículos Atendidos por CUSCO IMPERIAL.

| TIPO DE VEHICULOS | CANTIDAD |
|--------------------|----------|
| Vehículos Livianos | 8646 |
| Vehículos Pesados | 1719 |
| Total Vehículos | 10365 |

Fuente: Sistema Informático – CUSCO IMPERIAL S.A.C.

Elaboración propia



Muestra

Para la primera unidad de estudio la muestra es censal, y compone al porcentaje total del personal en un ciclo de trabajo. Esto a razón de que será necesario realizar el estudio por fases del sistema de inspección vehicular, disgregando así los ciclos necesarios a observar, siendo el número de trabajadores como sigue:

- Operación 1: Pago de derechos
1 trabajador en caja (Cajera)
- Operación 2: Verificación de documentos e ingreso de datos
3 trabajadores en ingreso de datos (Secretarias)
- Operación 3: Inspección Test line o alineamiento al paso, suspensión y frenos
1 trabajadores en frenos, suspensión, alineamiento (Mecánicos)
- Operación 4: Inspección de Gases
1 trabajador en gases (Mecánico)
- Operación 5: Inspección de Luces
1 trabajadores en luces (Mecánico)
- Operación 6: Inspección Visual
1 trabajadores en inspección visual (Mecánicos)
- Operación 7: Entrega de Resultados
1 supervisor
2 asistentes de supervisión
1 trabajador de repartición de resultados (Operario)

Para la segunda unidad de estudio, la muestra es Probabilística Estratificada porque se tomó como referencia la clase o el tipo de vehículo liviano y pesado que fue atendido por el centro de inspección técnica vehicular.

Dónde:

- N = Población (10365 vehículos “livianos y pesados”)
P = probabilidad de que un vehículo este siendo atendido (0.5)
Q = probabilidad de que no haya vehículo que este siendo atendido (0.5)
Z = Nivel de confianza del 95%
e = Error de estimación de 10%

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{Z^2 \times p \times q + e^2(N - 1)} = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 10365}{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 + 0.1^2(10365 - 1)} \cong 95$$

Haciendo el reajuste tenemos:

$$n_0 = \frac{n}{1 + \left[\frac{n-1}{N}\right]} = \frac{95}{1 + \left[\frac{95-1}{10365}\right]} = \frac{95}{1 + 0.009} \cong 94$$

Considerando que de una población de 10365 vehículos obtenemos una muestra de 94.

El muestreo es estratificado, porque la muestra está dividida en grupos o estratos, para dar representatividad para cada clase o tipo de vehículo liviano y pesado.

Donde

fh = fracción del estrato

Nh = Subpoblación

nh = Muestra estratificada

$$fh = \frac{n}{N} = \frac{94}{10365} = 0.009069$$

De manera que el total de la subpoblación se multiplico por la fracción del estrato a fin de obtener el tamaño de muestra por estrato:

$$Nh * fh = nh \dots\dots\dots (31)$$

Tabla N° 2: Muestra Estratificada.

| CLASE DE VEHICULO LIVIANOS | TOTAL VEHICULOS LIVIANOS CUSCO | PORCENTAJE DE VEHICULOS | SUBPOBLACION DE VEHICULOS LIVIANOS Y PESADOS (Nh) | MUESTRA ESTRATIFICADA (nh) | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|----|
| Automóvil | 16 825 | 31.35% | 3249 | 30 | |
| Station Wagon | 11 494 | 21.41% | 2220 | 20 | |
| Camionetas | Pick Up | 7 331 | 13.66% | 1416 | 13 |
| | Rural | 8 622 | 16.06% | 1665 | 15 |
| | Panel | 544 | 1.01% | 105 | 1 |
| Ómnibus | 1664 | 3.10% | 321 | 3 | |
| Camión | 6967 | 12.98% | 1345 | 12 | |
| Remolcador | 162 | 0.30% | 31 | 0 | |
| Remolque – Semi | | | | | |
| Remolque | 66 | 0.12% | 13 | 0 | |
| TOTAL | 44 816 | 100.00% | 10365 | 94 | |

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Oficina de Estadística

Elaboración Propia.

Los datos del total de vehículos livianos y pesados de Cusco fueron obtenidos del estudio denominado “parque automotor nacional estimado por clase de vehiculó según departamento 2012” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**PARQUE AUTOMOTOR NACIONAL ESTIMADO POR CLASE DE VEHICULO
SEGÚN DEPARTAMENTO : 2012**

| Departamento | TOTAL | CLASE DE VEHICULO | | | | | | | | |
|--------------|------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| | | Automovil | Station Wagon | Camionetas | | | Omnibus | Camión | Remol- cador | Remolque Semi-Rem. |
| | | | | Pick Up | Rural | Panel | | | | |
| TOTAL | 2 137 837 | 927 698 | 292 840 | 246 205 | 318 484 | 39 476 | 59 088 | 171 407 | 33 722 | 48 917 |
| Amazonas | 2 400 | 265 | 742 | 452 | 351 | 29 | 66 | 327 | 61 | 107 |
| Ancash | 25 418 | 9 390 | 4 261 | 3 429 | 4 845 | 207 | 644 | 2 202 | 193 | 247 |
| Apurímac | 4 039 | 545 | 1 584 | 346 | 706 | 59 | 145 | 626 | 14 | 14 |
| Arequipa | 134 533 | 62 078 | 10 298 | 16 910 | 18 508 | 1 898 | 2 826 | 12 906 | 3 807 | 5 302 |
| Ayacucho | 5 941 | 1 797 | 1 046 | 727 | 818 | 65 | 257 | 1 119 | 51 | 61 |
| Cajamarca | 19 673 | 4 242 | 4 033 | 3 643 | 4 299 | 374 | 365 | 1 740 | 198 | 779 |
| Cuzco | 53 675 | 16 825 | 11 494 | 7 331 | 8 622 | 544 | 1 664 | 6 967 | 162 | 66 |
| Huancavelica | 1 323 | 223 | 412 | 170 | 163 | 23 | 98 | 195 | 35 | 4 |

Figura N° 25: Parque Automotor Nacional por Clase de Vehículo Según Departamento 2012

Fuente: Oficina de Estadística – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

El total de vehículos de Cusco sirvió para calcular el porcentaje del total de vehículos según la clase de vehículo, y este a su vez nos permitió obtener una representación de la subpoblación (Nh), con la cual se pudo calcular la muestra estratificada (nh).

De esta manera se obtuvo como resultado la muestra estratificada siguiente: automóviles será de 19, station wagon 13, camioneta Pick Up 8, camioneta rural 10, camioneta panel 1, ómnibus 2, camión 8, remolcador 0, remolque – semi remolque 0.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas

- Observación de Campo: Se hizo un registro visual no conductivo del proceso de inspección técnica vehicular consignando los acontecimientos según el problema que se estudia, en este caso los diversos tiempos del proceso y de las colas del mismo en el centro de inspección técnica vehicular CUSCO IMPERIAL S.A.C. Así como también se realizó la observación de factores relacionados a la distribución de planta del centro de inspección técnica vehicular.



- Encuesta: Se efectuó personalmente a los clientes del centro de inspección técnica vehicular, porque permitió recolectar información específica e idónea sobre el servicio. De igual manera se recabo información al personal de la empresa.
- Análisis documental: Fue realizado con el permiso de la Gerencia del centro de inspección técnica vehicular, y este permitió conocer detalles sobre el proceso, maquinaria, recursos humanos.

Instrumentos

- Guía de Observación de Campo: Este implicó la obtención de datos sobre los tiempos del proceso, las colas y sobre los factores de la distribución de planta que serán necesarios para generar reportes actuales.
- Cuestionarios: Este documento que busco encuestar a los clientes sobre las particularidades del servicio en el centro de inspección técnica vehicular, para afianzar el servicio. Y de igual manera busco encuestar a los trabajadores para determinar la situación actual de las operaciones y de las particularidades en la empresa.
- Documentos Físicos y virtuales: Se tratan de registros del Perfil y Descripción de Puestos, Fichas descriptivas de Máquinas y Equipos, registros de tiempos así como de informes de monitoreo.

Recolección de datos

- Fuente Directa: La información se obtuvo mediante entrevistas utilizando las encuestas a los clientes y al personal de empresa. Al mismo tiempo se aplicó la observación directa con la ayuda de reportes de trabajo.
- Fuente Indirecta. Se recopiló información existente de informes y reportes de estadística interna, tesis relacionadas al tema, políticas y personas con experiencia en el tema.



CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ENTORNO

4.1. Descripción de la Empresa.

El Centro de Inspecciones Técnicas Vehicular Cusco Imperial S.A.C es una empresa Cusqueña que desempeña la inspección técnica vehicular de vehículos tanto privados o particulares, livianos y pesados según decreto supremo de Revisiones Técnicas aprobadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Actualmente en la ciudad del Cusco se cuenta con cuatro centros de inspección vehicular, pero solo el centro de inspección técnica vehicular Cusco Imperial, será objeto del presente estudio.

- Razón Social: Centro de Inspecciones Técnicas Vehiculares Cusco Imperial S.A.C.
- RUC: 20564247252
- Domicilio fiscal: Parque Industrial nro. A-10. Cusco - Wanchaq.
- Sector: Es del Sector Mantenimiento y Reparación de Vehículos Automotores, según CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme – Revisión 4).

4.2. Reseña Histórica de la empresa

El Centro de Inspección Técnica Vehicular Cusco Imperial S.A.C. es una empresa que inicio sus actividades desde el mes de Agosto del 2014 con Resolución Directoral N° 2254-2014-MTC/15, brindando el servicio de inspección técnica vehicular y estando debidamente autorizado por DGTT tras haber cumplido con las condiciones generales, recursos humanos, sistema informático y de comunicaciones, equipamiento e infraestructura inmobiliaria. Originalmente el producto que ofrece es la realización de revisiones técnicas a todos los vehículos que tengan más de tres años de antigüedad pero con el transcurso del tiempo y por la ubicación que facilita el acceso a vehículos livianos y muy poco a los vehículos pesados, la demanda del servicio para vehículos livianos incremento considerablemente, desarrollando así sus actividades regulado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

4.3. Misión

Realizar la verificación y certificación de condiciones técnicas, mecánicas y ambientales de funcionamiento y seguridad, asegurando el mejor servicio para la circulación de todas las unidades de transporte automotor públicos y privados de nuestros clientes, en cumplimiento con la normatividad vigente, para contribuir a la seguridad vial y a la protección del medio ambiente.

4.4. Visión

Ser la empresa líder en el servicio de inspecciones técnicas vehiculares del sur del país, basado en la calidad y eficiencia de nuestro servicio, comprometidos con la seguridad vial y la protección del medio ambiente.

4.5. Organización

La empresa refleja una departamentalización por función, aplica el principio de especialización de las funciones es por ello que está dividida por departamentos y lo que buscan es la consecución de los objetivos de la empresa y a la vez las metas de las unidades individuales.

Cuenta con tres áreas principales, asesoría legal, administración, operaciones. Las áreas principales dan soporte a la planta de inspección técnica vehicular.

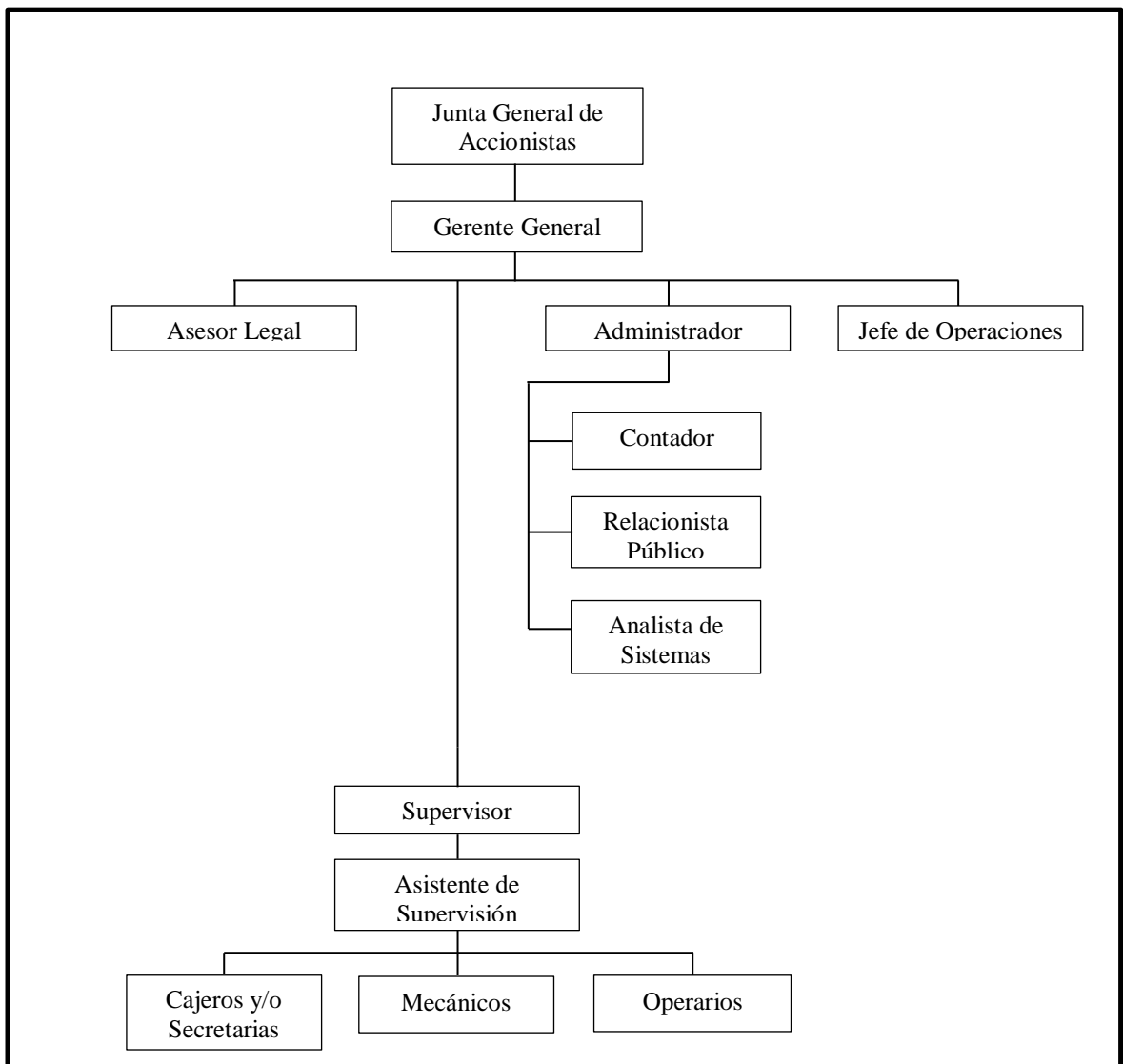


Figura N° 26: Organigrama

Fuente: Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

4.6. Cadena de Valor

La empresa, posee fuentes que generen valor para el cliente a través de las actividades principales y de soporte que se muestran a continuación:

Tabla N° 3: Cadena de Valor de la Empresa.

| | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Actividad de Soporte | Abastecimiento | Excelente relación con el proveedor que suministra las hojas para la certificación | | | |
| | Tecnología | Software diseñado especialmente para la empresa | | | |
| | Capital Humano | Servicios relativos al personal | | | |
| | Infraestructura Física | Equipos de procesamiento de datos multifuncionales y de última generación | | | |
| Actividad Principal | Logística interna | Operaciones | Logística de Salida | Ventas Marketing | Servicio |
| | Manejo adecuado de cantidades de papel, tinta y calcomanía | Realización de la inspección en fiel cumplimiento de la Normatividad vigente | Certificación de Operatividad e informe de inspección técnica vehicular | Anuncios en diarios | Contacto directo con el cliente |
| | | Verificación y contrastación de Resultados | | Banners | |
| | | | | Promoción en radio | Descuentos por cliente asiduo |
| | | Promoción en empresas dedicadas al rubro de transporte | | | |

Fuente: Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

4.7. Mapa de Negocio

En la empresa la participación de los actores claves o los grupos de interés que influyen o contribuyen a la empresa son los que se muestran en la siguiente ilustración:

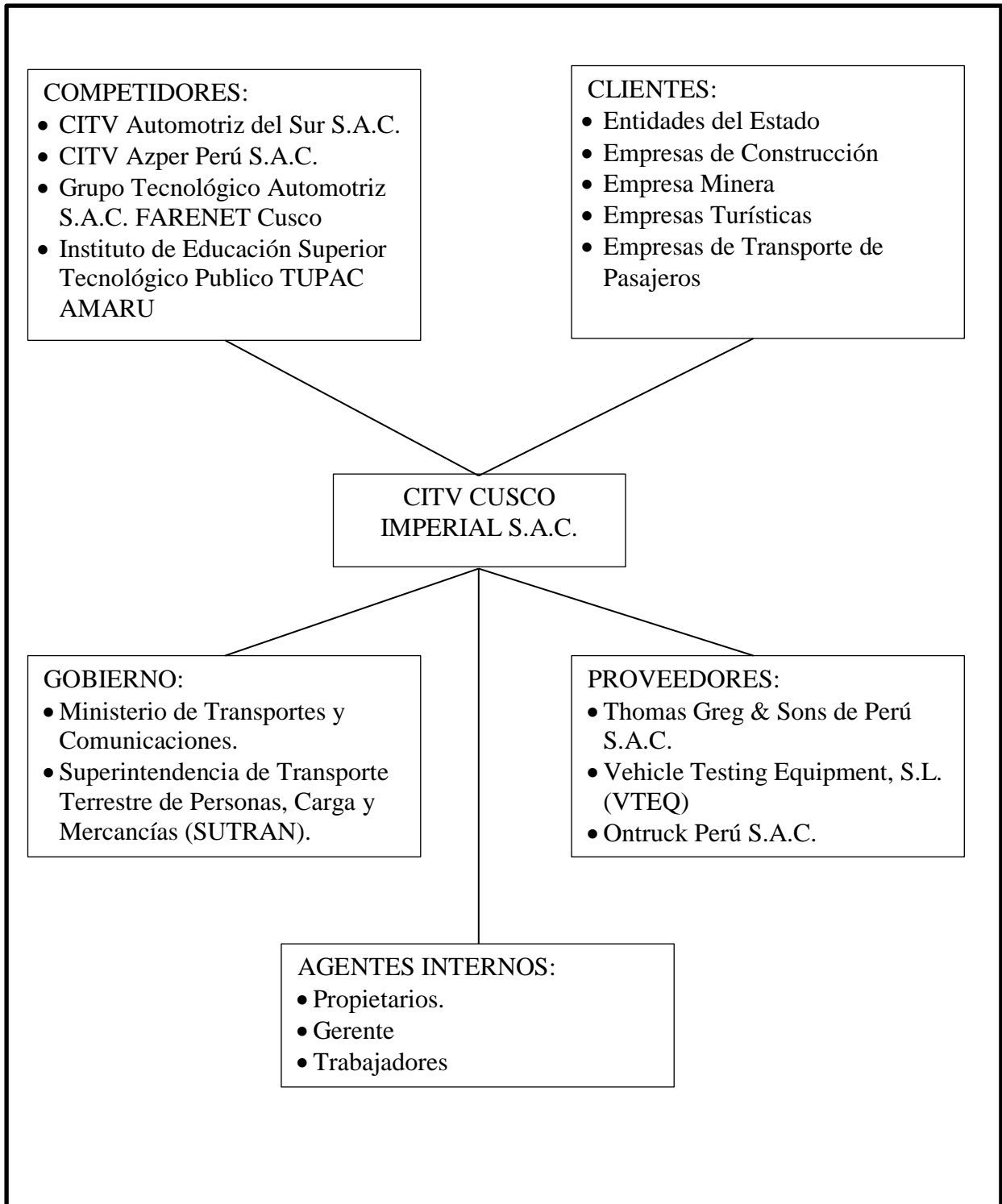


Figura N° 27: Mapa de Negocio

Fuente: Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia



a) Agentes Externos

Competidores:

- CITV Automotriz del Sur S.A.C.: De reciente aparición en el mercado local, actualmente empieza a captar algunos clientes con vehículos livianos y pesados.
- CITV Azper Perú S.A.C.: De reciente aparición en el mercado local y de lejana ubicación, que en su mayoría brinda inspección a vehículos pesados.
- Grupo Tecnológico Automotriz S.A.C. FARENET Cusco: Competidor principal por ser el primer centro de inspección en la ciudad del Cusco, el cual recibe y mantiene una importante cantidad de clientes desde su apertura.
- Instituto de Educación Superior Tecnológico Público TUPAC AMARU: competidor de importancia, y segundo centro de inspección en surgir en la ciudad del Cusco, es el único centro de inspección vehicular que cuenta con dos líneas de inspección, una línea de inspección mixta y otra línea de inspección de livianos, y efectúa mayor publicidad y promociones de su servicio.

Gobierno:

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Es la autoridad competente para realizar lo siguiente:
Otorgar las autorizaciones de funcionamiento a los Centros de Inspección Técnica Vehicular- CITV.
Seleccionar y suscribir los contratos correspondientes con las Entidades Supervisoras.
Fijar los ámbitos territoriales que corresponderán a los Centros de Inspección Técnica Vehicular- CITV, así como determinar el número mínimo de Centros de Inspección Técnica Vehicular- CITV que operarán en cada ámbito territorial.
- Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN).
Fiscaliza y Supervisa la labor de los Centros de Inspección Técnica Vehicular (CITV) para velar por un buen servicio que contribuya a reducir la incidencia de accidentes de tránsito por falla mecánica,

Proveedores:

- Thomas Greg & Sons de Perú S.A.C.
Empresa especialista en la impresión de documentos de seguridad en el Perú, el cual provee de los certificados y calcomanía de inspección técnica vehicular.



- Vehicle Testing Equipment, (VTEQ)
Empresa Española que proveyó equipos para efectuar las inspecciones técnicas vehiculares y además que realiza la homologación y/o calibración de algunos equipos.
- Capelec
Empresa Francesa que proveyó equipos para efectuar las inspecciones técnicas vehiculares y además que realiza la homologación y/o calibración de algunos equipos.
- Ontruck Perú S.A.C.
Es el representante autorizado de VTEQ y Capelec en el Perú, mediante el cual se realiza las ventas, calibraciones y homologaciones a los equipos de las marcas antes mencionadas.

Clientes:

Entidades del Estado

- Gobierno Regional: Camionetas Pick up.
- Municipalidad del Cusco: Camionetas Pick up.
- Instituto de Manejo del Agua y Medio Ambiente: Camionetas Pick up.
- ESSALUD: Camionetas Pick up.

Empresas de Construcción

- Megamixer S.A.C.: Camionetas pick up y Camiones.
- Argos Ingeniería y Construcción: Camionetas Pick up, rural y panel, Automóviles.

Empresa Minera

- Antares: Camionetas Pick up y rural.

Empresas Turísticas

- Inversiones Inka Tour: Camionetas rural y panel, automóviles.
- Trans Tours Valle del Inca S.A.: Camionetas rural y automóviles.
- Quilla Travel: Camionetas rural y panel, Automóviles y Station Wagons.
- E.T. Real Inka S.A.: Camionetas rural y automóviles.



Empresas de Transporte de Pasajeros

- Expreso Tour Imagen: Camionetas rural
- Maxito Tour: Camionetas rural.
- Taxi imperial Cusco S.A.: Automóviles y station wagons.

b) Agentes Internos

Propietarios:

Por ser los que aportaron el capital directamente están interesados en lo financiero tratando de que el centro de inspección asegure el retorno de algún tipo de beneficio, y por lo cual dependerá de ellos cualquier decisión de crecimiento de la empresa.

Gerente:

Responsable de la dirección y gestión de la empresa, que busca equilibrar los factores más importantes de la empresa así como de los agentes internos y externos de la empresa, tratando de que la calidad del servicio sea mejor pero aun precio adecuado, por otro lado el interés del gerente es igual que el de los trabajadores, con alguna clase de contrato de trabajo implícito o explícito.

Trabajadores:

Por ser el factor esencial del servicio, son los responsables del desarrollo del servicio y por lo tanto influye en gran forma las competencias que poseen para desarrollar el servicio, por lo que su interés es su puesto de trabajo de la mano con la empleabilidad.

CAPITULO V. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE SERVICIO

5.1. Análisis del Sistema de Servicio Actual

El centro de inspección vehicular Cusco Imperial S.A.C., viene utilizando un sistema de producción en línea, debido a que se reciben continuamente vehículos de los clientes para que se realice únicamente el servicio de inspección técnica vehicular. La línea de producción establece las mismas operaciones en cada servicio, es decir que por medio de un solo proceso se llevan a cabo los servicios, además la mayoría de operaciones del proceso depende del tipo de máquina y la mano de obra a emplear.

Por otro lado cuando hacemos referencia a un sistema de producción de este tipo podemos decir que es un sistema terciario que se enfoca básicamente en la producción de un servicio al cliente. Dicho de otra manera la función física del sistema de producción actual es de producir un bien intangible o servicio y una función social de contribuir a la seguridad vial y a la protección ambiental.

A continuación se muestra el sistema de servicio para la realización de la inspección técnica vehicular, considerando como insumo o materia prima a los vehículos de los clientes, con una distribución por proceso dependiente de las máquinas y equipos, y la mano de obra, en donde el servicio será la aprobación y certificación del vehículo.

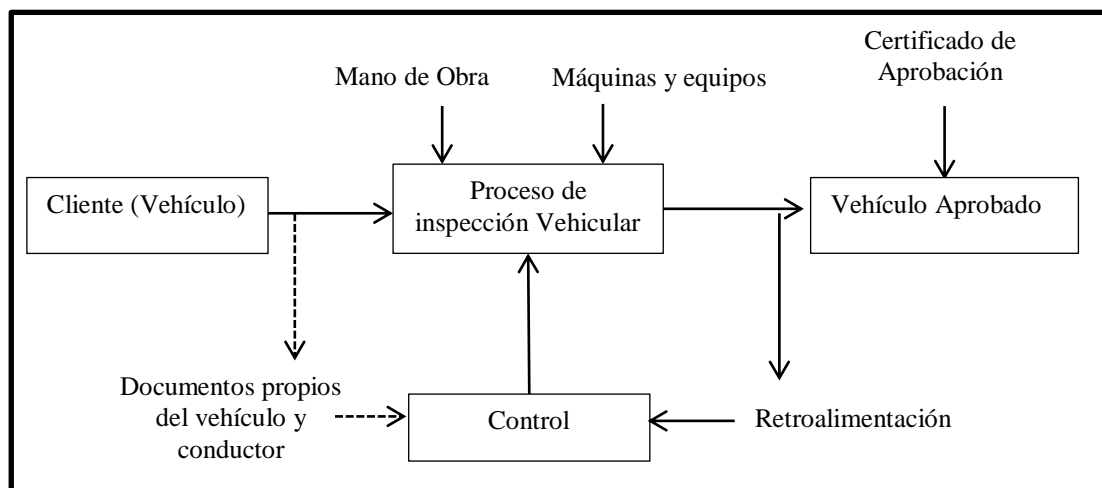


Figura N° 28: Sistema de Servicio Actual

Fuente: Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia



5.2. Descripción del proceso de inspección técnica vehicular

5.2.1. Pago de derechos

Esta es la primera etapa del proceso, donde el cliente debe aproximarse a caja para el pago del servicio, este únicamente lo puede realizar en efectivo, además deberá de entregar los siguientes documentos:

- Tarjeta de propiedad o tarjeta de identificación vehicular.
- Certificado vigente del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) o certificado Contra Accidentes de Tránsito (CAT).
- Según la modalidad del servicio que presta, en el caso de vehículos habilitados para el servicio de transporte terrestre, certificado de habilitación vehicular o documento de formalización del vehículo.
- Autorizaciones o permisos especiales de circulación en el caso de Vehículos Especiales.
- Certificado de inspección técnica vehicular anterior o declaración jurada simple en caso de extravío de Certificado de inspección técnica vehicular.
- Licencia de Conducir y Documento Nacional de Identidad (DNI) del Conductor del Vehículo.

Primero deberá ingresar el tipo de vehículo y su razón de uso (particular, transporte de personas o transporte de mercancías y servicios especiales), en el Sistema de Gestión CITV, para determinar el monto del servicio y para generar un ticket del servicio, luego solicitará el pago y los documentos de identificación vehicular los cuales serán fotocopados, por ultimo serán devueltos los documentos originales y las copias, el cual será necesario para la verificación de documentos e ingresos de datos.

5.2.2. Verificación de documentos e ingreso de datos

A continuación con las copias de los documentos que se recibió del cliente, se procederá con la identificación del vehículo, mediante la verificación e ingreso de los datos al Sistema de Gestión CITV, luego generara e imprimirá una ficha de inspección, de igual manera generara la factura o boleta correspondiente del servicio, para finalizar se entrega al cliente la ficha de inspección técnica vehicular y de igual manera entrega la copia de los documentos al asistente de supervisor para que proceda con las siguientes fases del proceso.



5.2.3. Inspección Test line o alineamiento al paso, suspensión y frenos

- Alineamiento al paso

A través del Alineador al paso, se verificará el alineamiento de las ruedas delanteras y posteriores. El cálculo de alineamiento consiste en calcular la inclinación de las ruedas respecto a la superficie. Para ello se le hace pasar lentamente por una placa alineadora, que nos indica si existen fuerzas sobre el pavimento que no sean las previstas para el vehículo. Las indicaciones de este equipo, se complementan con la inspección en el foso de los elementos de dirección y suspensión que hubieran podido provocar un valor incorrecto en la placa de alineación.

- Suspensión

El Banco de Suspensión se encargara del cálculo de la suspensión, el cual consiste en determinar la eficiencia de los amortiguadores de cada tracción, tanto delantera como posterior. Se comprueba también el estado de los elementos de los muelles y brazos de suspensión. Se determinan igualmente las posibles holguras en rodamientos de ruedas.

- Frenos

El sistema de frenos del vehículo, como uno de los principales componentes de la seguridad activa del mismo, es motivo de una cuidadosa inspección que se realiza con la ayuda del Frenómetro de Rodillos, el cual mide las fuerzas de frenado de cada rueda, las oscilaciones de las fuerzas de frenado debidas a la ovalidad en tambores o alabeos en discos, la existencia de fuerza de frenado sin accionar el freno, ruidos extraños, vibraciones, firmeza de pedal y presión en el pedal necesaria para la prueba, y caída del pedal al presionar y gradualidad de la acción del frenado, con estos valores se calcula la eficacia, desbalance y arrastre del freno de servicio, del de estacionamiento y la diferencia de fuerzas de frenado entre ruedas de un mismo eje.

Además se comprueba el estado de desgaste de los neumáticos, cuyo relieve no debe ser inferior al valor legalmente establecido, así como otras fallas estructurales que pudieran presentarse en los mismos.



5.2.4. Inspección de gases u opacidad

Si el vehículo utiliza como combustible la gasolina, se usa el analizador de gases, el cual mide el proceso de combustión del motor, del cual se obtienen diversos gases y productos. Los más importantes son el CO (monóxido de carbono), el CO₂ (dióxido de carbono), el O₂ (oxígeno) y los hidrocarburos no quemados (HC). El equipo analiza la composición de estos gases e indica en qué proporciones se encuentran los mismos respecto a los límites permisibles según la normativa del MTC.

Por otro lado, si el vehículo cuenta con motor diésel, se utilizará un opacímetro. Los opacímetros son analizadores de cámara cerrada que funcionan bajo el procedimiento de muestreo de descargas parciales, que mide la condición en la cual una materia impide parcial o totalmente el paso de un haz de luz haciendo que sea posible la determinación de nivel de opacidad de los gases de escape. Por último, la comprobación del nivel de ruido o las emisiones sonoras producidas por el motor del vehículo que se realiza con un sonómetro.

5.2.5. Inspección de luces

Visualmente y con la ayuda del regloscopio con luxómetro se comprueba el color y la orientación horizontal y vertical de las luces de largo y corto alcance. Se mide la intensidad luminosa de las primeras y se comprueba que la inclinación del haz luminoso de la luz de corto alcance es la correcta. Asimismo, se verifica el funcionamiento del resto del sistema de alumbrado y señalización del vehículo: luces de estacionamiento, luces de freno, retroceso y neblineros, diagnosticándose el estado de los mismos.

5.2.6. Inspección visual

Las inspecciones visuales tienen los siguientes aspectos: Aspectos mecánicos:

- Suspensión (muelles, amortiguadores)
- Sistema de frenos (cañerías, bombas, compresor, ratchet, etc.)
- Hermeticidad de los tanques de combustible, de corona y de transmisión, carter
- Revisión y control de número de motor y el número de serie de chasis
- Dirección (barras, rotulas)
- Cableados e instalación eléctrica.



Aspectos exteriores:

- Láminas retroreflectivas
- Parachoques
- Parabrisas, limpiaparabrisas
- Estado de chasis
- Estado de neumáticos
- Cinturones de seguridad
- Tablero general
- Equipo de seguridad (extintor, cuña, triángulo de seguridad, botiquín)

5.2.7. Entrega de resultados de inspección

Una vez finalizada la inspección, de acuerdo a la tabla de identificación de defectos del MTC, se evaluarán los resultados y se emitirá un informe de Inspección Técnica Vehicular que será generado íntegramente por medios informáticos y será registrado en una base de datos.

Este resume todos los valores medidos, así como la calificación de los posibles defectos existentes en el vehículo y la identificación de los técnicos que han intervenido en la revisión. En función de las faltas o defectos detectados pueden darse los siguientes resultados de la inspección:

Tabla N° 4: Resultados de Inspección

| Resultado | Determinación |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aprobado | No se han encontrado defectos. |
| Aprobado con observaciones | Vehículo al que se le observan solamente defectos leves (DL). Estos defectos deben ser subsanados antes de la próxima inspección. |
| Desaprobado Condicional | Vehículo con al menos un defecto grave (DG). Este o cualquier defecto grave debe ser subsanado en un plazo máximo de treinta (30) días. |
| Desaprobado con prohibición de circulación | En el caso de observar en el vehículo defectos muy graves (DMG). No podrá circular hasta subsanar los defectos y concurrido a la Planta de Inspección para una nueva inspección. Podrá realizar una nueva inspección sin costo en un plazo máximo de treinta (30) días. |

Fuente: Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares. (2008)

Elaboración Propia



En caso los resultados hayan sido de aprobado se emitirá un certificado, el informe, la factura o boleta y se le entregará una calcomanía.

Por otro lado si el vehículo tuviera resultado de desaprobado se emitirá solamente la factura o boleta y el informe de inspección técnica vehicular que servirá para subsanar las faltas o defectos en un plazo máximos de 30 días y sin costo alguno.

5.2.8. Funciones del personal por estaciones

a) Pago de derechos

- Cajero

Solicita y recepciona documentos de identificación vehicular, verifica tipo de vehículo y lo registra en el Sistema, genera el ticket de atención y recepciona el pago, fotocopia documentos de identificación y devuelve los documentos copiados y originales al Cliente.

b) Verificación de documentos e ingreso de datos

- Secretaria

Solicita, recepciona y verifica la copia de los documentos de identificación vehicular, ingresa datos al "Sistema de Gestión CITV", genera e imprime la ficha de inspección, genera la boleta o factura, entrega los documentos de identificación vehicular copiados al Asistente de Supervisor.

c) Inspección Test line o alineamiento al paso, suspensión y frenos

- Mecánico

Recepciona la Ficha de Inspección, programa el Equipo de cómputo N°1 para la medición del alineamiento al paso, suspensión y frenos, entrega la ficha de inspección al mecánico de inspección de gases u opacidad.

d) Inspección de gases u opacidad

- Mecánico

Recepciona la Ficha de Inspección, da indicaciones al cliente, programa el Equipo de cómputo N°2, coloca sensor RPM, coloca pinza de analizador o pinza del opacímetro (según corresponda), verifica e inspecciona la emisión de gases u opacidad, entrega la ficha de inspección al Mecánico de inspección de Luces.



e) Inspección de luces

- Mecánico

Recepciona la Ficha de Inspección, programa el Equipo de cómputo N°2, ubica y programa el Luxómetro, da indicaciones al cliente, mide las luces altas y bajas de los faros derecho e izquierdo, entrega la ficha de inspección al Mecánico de inspección Visual.

f) Inspección visual

- Mecánico

Recepciona la Ficha de Inspección, programa el Equipo de cómputo N°2 para medición de Holguras, mide holguras del eje delantero, da indicaciones al cliente que se encuentra en el vehículo, baja a la zanja de inspección, identifica fallas visuales y mecánicas, inspecciona la parte exterior del vehículo, registra fallas u observaciones en la ficha de inspección, entrega la ficha de inspección al Asistente de Supervisor.

g) Entrega de resultados de inspección

- Asistente de Supervisor

Recepciona y verifica los documentos de identificación vehicular, la Ficha de Inspección, identifica el ticket de servicio, imprime la boleta o factura según corresponda, verifica los datos ingresadas en el sistema, imprime informe de inspección, imprime certificado de aprobación (en caso este aprobado), entrega documentos al Ing. Supervisor.

- Ing. Supervisor

Recepciona y verifica el certificado e informe de inspección técnica vehicular, la boleta o factura y calcomanía (en caso de resultado aprobado), procede a sellar y firmar solo el certificado.

Recepciona solo el informe de inspección la boleta o factura (en caso de resultado desaprobado) y procede a sellar y firmar el informe.

- Operario

Recepciona el informe de inspección técnica vehicular, la factura o boleta y el certificado con la calcomanía (en el caso de que el resultado aprobado).

Recepciona solo el informe de inspección técnica vehicular, la factura o boleta (en caso de que el resultado sea desaprobado).



5.3. Tipos de Servicio

La empresa ofrece el servicio de inspección técnicas vehiculares tanto para vehículos livianos como para vehículos pesados.

Según el reglamento nacional de inspecciones técnicas vehiculares se tienen dos clases de inspección técnica las cuales son las siguientes:

- **Inspección Técnica Ordinaria:** Es la que debe cumplir todo vehículo que circula por las vías públicas terrestres a nivel nacional.
- **Inspección Técnica Vehicular Complementaria:** Es la aplicable a los vehículos, en función de la naturaleza del servicio que realizan y al elemento transportado, en los casos que su normatividad específica exige una verificación adicional de sus características técnicas y/o mecánicas no consideradas en las Inspecciones Técnicas Ordinarias.

La empresa realiza ambas inspecciones, sin embargo, el servicio de inspección técnica es única, como se explicó en páginas anteriores este servicio consta de siete etapas las cuales serán igual tanto para la inspección técnica vehicular ordinaria como para la complementaria, por otro lado ocurre que los vehículos que desaprobaban la inspección vuelven a pasar por todas las etapas, y solo en caso de haber desaprobado dos veces, se pierde el derecho de volver a pasar la re-inspección, por lo que para obtener el certificado de inspección será necesario una inspección completa que tendrá un nuevo costo.

Se explica ambos tipos de servicio.

- **Prueba de inspección técnica vehicular:** Pasa por las 7 etapas del proceso, pago de derechos, ingreso de datos, test line, gases, luces, visual, entrega de documentos.
- **Prueba de re-inspección técnica para vehículos que desaprobaron:** Se vuelve a pasar por ingreso de datos como prueba obligatoria y continúa con las otras 5 etapas del proceso. Este solo será válido en dos oportunidades.

5.4. Manejo de Materiales

Al tratarse de un servicio, el material principal y del cual depende el servicio será el vehículo, porque sin la presencia del mismo no se podrá recibir el servicio. Este vehículo puede pasar por una inspección completa o re-inspección. Por lo que todas las inspecciones conservan la misma secuencia excepto el pago de derechos.

Sin embargo durante el proceso de inspección técnica vehicular aparte del vehículo como materia prima se utilizan otros materiales los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 5: Materiales Secundarios

| ELEMENTOS DEL FACTOR MATERIAL | MATERIAL UTILIZADO EN LA EMPRESA |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Materia prima | 1.Vehículos |
| Materiales auxiliares | 1.Copia de documentos de identificación del vehículo |
| | 2.Ficha de Inspección Técnica Vehicular |
| Materiales para finalizar el proceso | 1. Informe de Inspección Técnica Vehicular. |
| | 2. Certificado y calcomanía de Inspección Técnica Vehicular. |

Fuente: Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

5.5. Infraestructura

La planta cuenta con un área total de 2,250.00 m². El cual cuenta con una línea de inspección técnica vehicular mixta, a continuación se detalla las áreas en el centro de inspección.

- El área de línea de inspección de la planta es de 186.00 m².
- El área de oficinas de la planta cuenta con un área de 116.06 m².
- El área de almacén y mantenimiento cuenta con un área de 18.72 m².
- El área de servicios cuenta con un área de 16.5 m².
- El área de guardianía cuenta con un área de 1.44 m².
- El área de estacionamiento de vehículos cuenta con un área de 604.35 m².

Por otro lado la empresa cuenta con un sistema informático denominado Sistema de Gestión CITV. Este cuenta con cuatro aplicaciones con usuarios determinados para cada aplicación (Caja, Ingreso de datos, Línea de Inspección y Entrega de Resultados)

- La primera aplicación es usada en caja, este permite ingresar el tipo de vehículo y su razón de uso, a razón de que dependiendo del tipo de vehículo y del destino de uso, es que se procede a cobrar un monto específico. Una vez recibido el dinero se genera un ticket de atención con el cual podrá continuar con el proceso de inspección.
- El segundo aplicativo es utilizado por las secretarias para el ingreso de datos, relacionados con información del propietario como el nombre o razón social, N° de licencia de conducir, dirección, teléfono; y relacionados al vehículo como categoría, N° placa, modelo, marca, combustible, año de fabricación, año modelo, color, N° de serie del motor, N° de asientos, N° de SOAT, peso bruto, etc.

- La tercera aplicación es exclusivamente para el uso de los mecánicos del área de inspección los cuales utilizan la aplicación para capturar los datos de medición que reconocen los equipos de inspección técnica vehicular.
- La cuarta aplicación es de uso del asistente de supervisión y del ingeniero supervisor, el cual es utilizado para ingresar las observaciones y/o fallas obtenidas durante la inspección y también para verificar el estado de la inspección y efectuar la certificación de los vehículos aprobados.

5.6. Equipo y Maquinaria

La línea de inspección cuenta con las siguientes máquinas:

Tabla N° 6: Equipos y Maquinas

| <i>EQUIPO</i> | <i>MARCA</i> | <i>MODELO</i> | <i>DIMENSIONES</i> | | | <i>UBICACIÓN</i> |
|----------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|--------------|---------------|---------------------------------------|
| | | | <i>LARGO</i> | <i>ANCHO</i> | <i>ALTURA</i> | |
| Alineador de direcciones al paso | VTEQ | SLIP 7010 | 1.05 | 0.83 | 0.14 | Área de Inspección Test Line |
| Banco de suspensión (2) | VTEQ | EUSA 3012 | 0.85 | 0.85 | 0.33 | Área de Inspección Test Line |
| Frenómetro de rodillos (2) | VTEQ | BRAK 7011 | 1.42 | 0.90 | 0.70 | Área de Inspección Test Line |
| Detector de Holguras | VTEQ | AXLE 7000 | 0.85 | 0.85 | 0.19 | Área de Inspección Visual |
| Analizador de gases | Capelec | CAP3201 – 4GAZ | 0.50 | 0.50 | 1.15 | Área de Inspección de Gases |
| Opacímetro | Capelec | CAP3201 –4GAZOP | 0.50 | 0.50 | 1.15 | Área de Inspección de Gases |
| Sonómetro | Cesva | SC102 Class 2 | 0.30 | 0.10 | 0.80 | Área de Inspección Gases |
| Cuenta Revoluciones Universal | Capelec | CAP8520 | 0.18 | 0.10 | 0.05 | Área de Inspección de Gases |
| Regloscopio con Luxómetro | Tecnolux | ALTAIR-COMBI 2350 | 0.67 | 0.64 | 1.76 | Área de Inspección de Luces |
| Unidad de Control | VTEQ | CONS 14 | 0.60 | 0.20 | 0.80 | Área de Inspección Test Line y Visual |



| | | | | | | |
|---------------------|----------------|------------------|------|------|------|----------------------------------------------|
| Equipo de Computo 1 | HP | EliteDesk 705 G1 | 0.65 | 0.42 | 1.70 | Área de Inspección Test Line |
| Equipo de Computo 2 | HP | EliteDesk 705 G1 | 0.65 | 0.42 | 1.70 | Área de Inspección de Gases, Luces y Visual |
| Monitor 1 | HP Compaq | LE1711 | 0.37 | 0.05 | 0.25 | Área de Verificación y entrega de Resultados |
| Monitor 2 | HP Compaq | LE1711 | 0.37 | 0.05 | 0.25 | Área de Verificación y entrega de Resultados |
| Monitor 3 | HP Compaq | LE1711 | 0.37 | 0.05 | 0.25 | Área de Verificación y entrega de Resultados |
| Monitor 4 | HP Compaq | LE1711 | 0.37 | 0.05 | 0.25 | Área de Pago de Derechos |
| Equipo de Computo 3 | HP Laptop Envy | 15-K049LA | 0.38 | 0.25 | 0.26 | Área de Entrega de Resultados |
| Equipo de Computo 4 | HP Laptop Envy | 15-K049LA | 0.38 | 0.25 | 0.26 | Área de Entrega de Resultados |
| Multifuncional | Konica Minolta | Bizhub 282 | 0.90 | 0.70 | 1.10 | Área de Pago de Derechos |
| Multifuncional | Konica Minolta | Bizhub 501 | 0.90 | 0.90 | 1.10 | Área de Entrega de Resultados |
| Cámara Tubular | Twida | TWD-CMIAV004 | 0.27 | 0.12 | 0.14 | Área de Línea de Inspección |
| Cámara Domo | Hikvision | HK-DS2CE55A2N | 0.10 | 0.10 | 0.75 | Área de Pago de Derechos |
| Gabinete | Lanstar | GW6637 | 0.80 | 0.63 | 1.80 | Área de Sistemas |
| Pc Servidor | Dell | Poweredge 1800 | 0.41 | 0.17 | 0.41 | Área de Sistemas |
| Switch | TpLink | TL-SG5428 | 0.44 | 0.20 | 0.03 | Área de Sistemas |
| Switch | Satra | SA-SO124 | 0.44 | 0.18 | 0.04 | Área de Sistemas |
| DVR | Dahua | DH-DVR1604HF | 0.30 | 0.20 | 0.04 | Área de Sistemas |
| Router | ADSL ZTE | H180N | 0.18 | 0.14 | 0.18 | Área de Sistemas |

Fuente: Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

5.7. Tipo de Distribución

El flujo del proceso sigue una distribución en línea, porque el proceso es dependiente. Esto a razón de que, el vehículo requiere pasar por toda la línea de inspección y cada fase es dependiente de una maquina los cuales están ordenados con la secuencia de las operaciones anteriormente descritas.

5.8. Recursos Humanos

La organización en estudio cuenta con el siguiente personal operativo, el cual se encarga de brindar el servicio.

Tabla N° 7: Puestos de Trabajo

| <i>AREA</i> | <i>PUESTO</i> | <i>CANTIDAD</i> |
|---------------------|--------------------------|-----------------|
| Oficina | Ingeniero Supervisor | 1 |
| | Asistente de Supervisión | 2 |
| | Cajero | 1 |
| | Secretarias | 3 |
| | Operario | 1 |
| Línea de Inspección | Mecánico | 4 |

Fuente: Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

5.9. Análisis de Tiempos Actuales

Con el fin de conocer los tiempos necesarios, para la realización de las operaciones en el proceso de inspección técnica vehicular, se procede a registrar tiempos, mediante el estudio de tiempos.

El estudio de tiempos se realizó en las áreas de trabajo, a través de observaciones directas, con el fin de determinar el tiempo estándar con los métodos de trabajo empleados actualmente, el cual servirá para el desarrollo del diagnóstico de colas.

Los materiales o herramientas utilizadas fueron:

- Cronometro: Fue utilizado para tomar el tiempo de cada operación. El tipo de cronometro que se utilizo fue a través de una aplicación android denominada “EON – Estudio de Tiempos” con el que se pudo aplicar el tipo de cronometraje de vuelta a cero, lo cual dio una facilidad excepcional a la hora de tomar tiempos.
- Cámara Digital: Fue útil para fotografiar y filmar las operaciones del proceso y poder analizarlas de manera más minuciosa y detallada.

5.9.1. Descomposición del proceso de Inspección Técnica Vehicular.

Previo al estudio de tiempos se realizó la comprobación del método empleado por los operarios según cada operación, además se registraron todos los datos sobre cada operación para poder identificarlos debidamente. Cabe recordar que las operaciones son de tipo repetitivas y constantes, y que llevan una secuencia en donde será necesario identificar el inicio como el final de las mismas, para lo cual fue necesario observar algunos ciclos, los cuales se muestran a continuación:

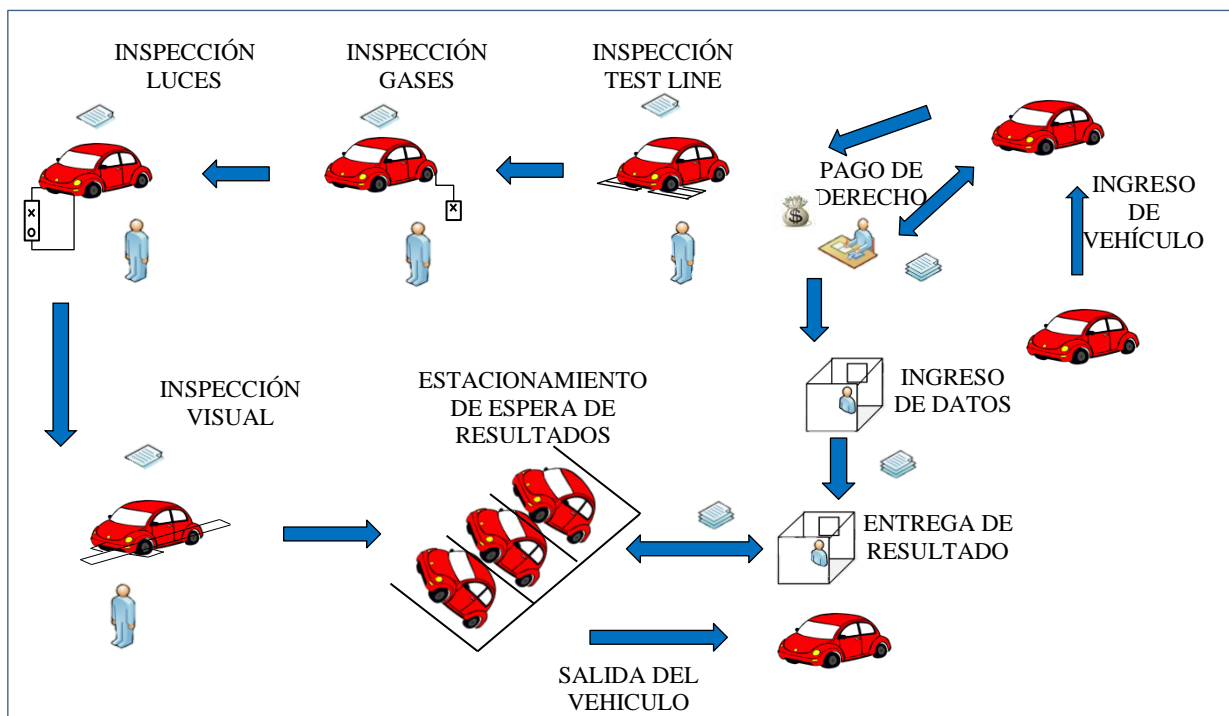


Figura N° 29: Flujo de Proceso Actual

Fuente: Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

A continuación se detalla de manera más detallada cada una de las actividades en cada operación:

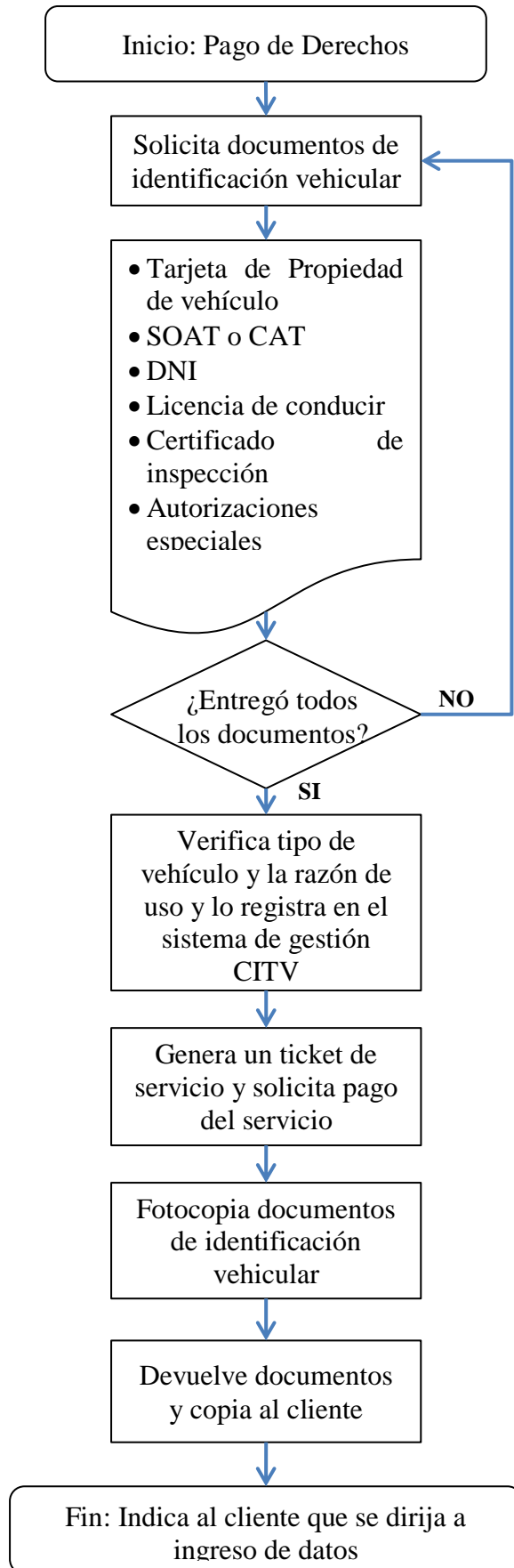


Figura N° 30: Diagrama de Flujo Fase 1: Pago de Derechos

Fuente: Cusco Imperial S.A.C. – Norma ANSI

Elaboración Propia

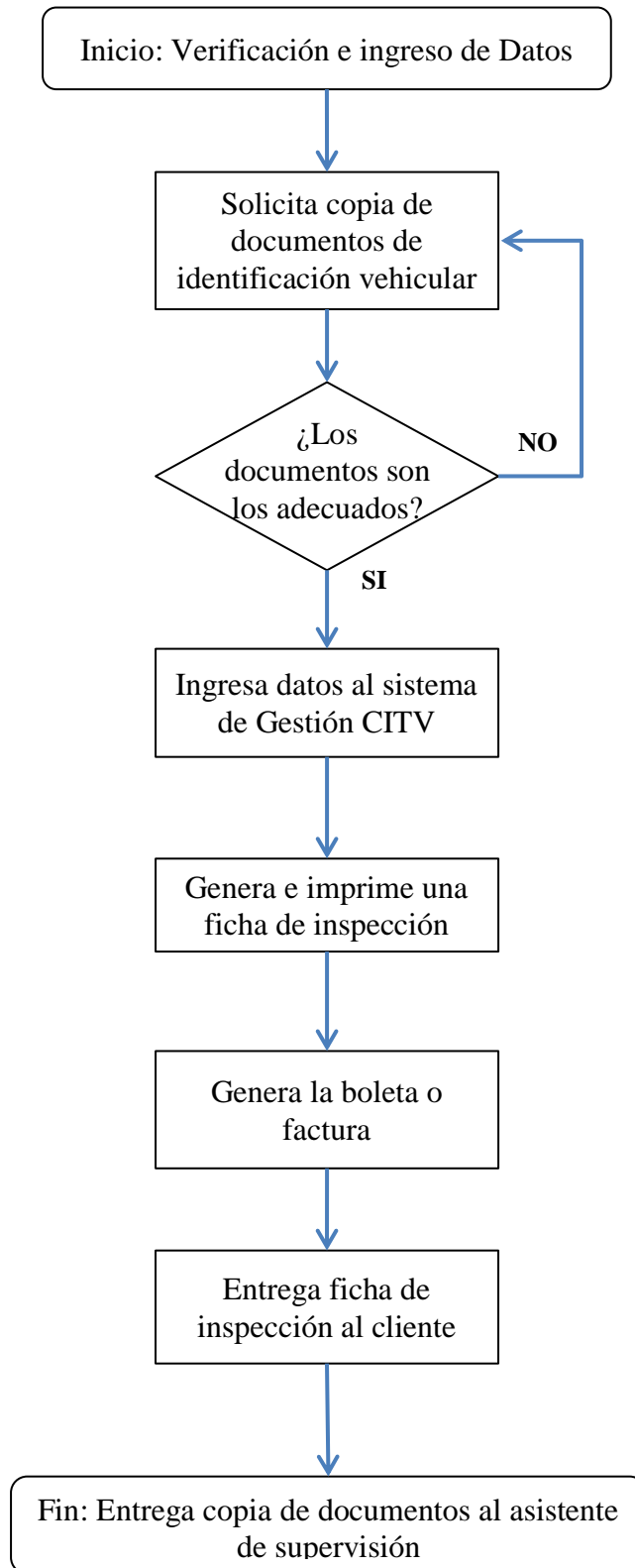


Figura N° 31: Diagrama de Flujo Fase 2: Verificación e Ingreso de Datos

Fuente: Cusco Imperial S.A.C. – Norma ANSI

Elaboración Propia

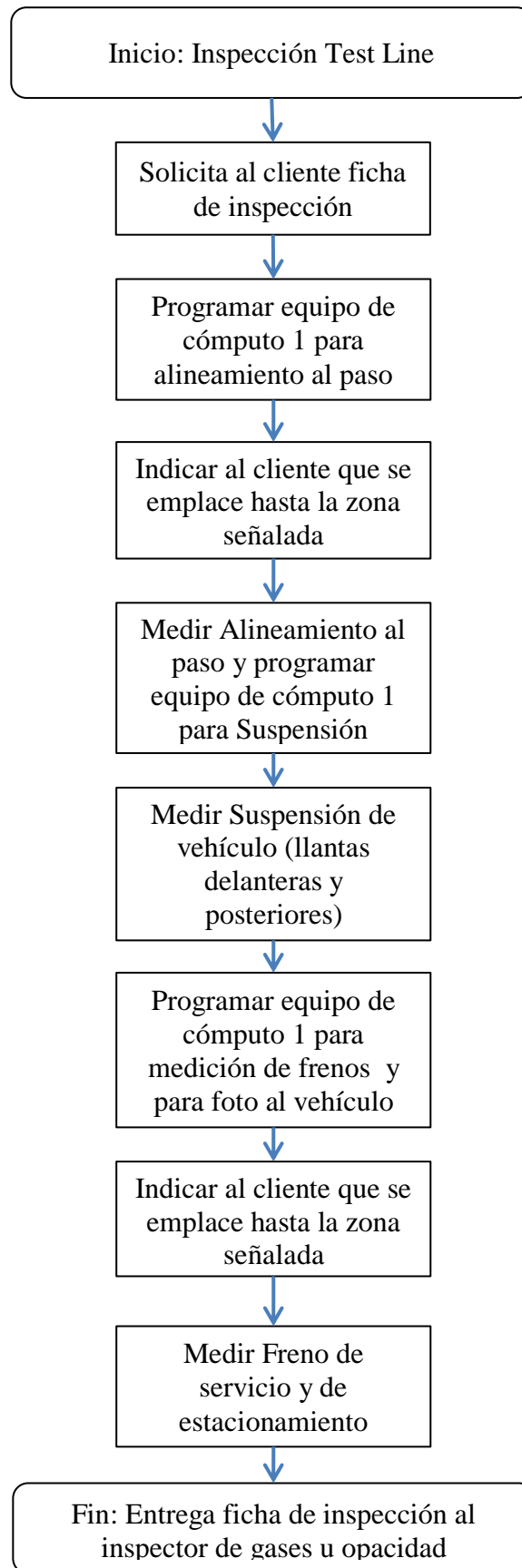


Figura N° 32: Diagrama de Flujo Fase 3: Inspección Test Line

Fuente: Cusco Imperial S.A.C. – Norma ANSI

Elaboración Propia

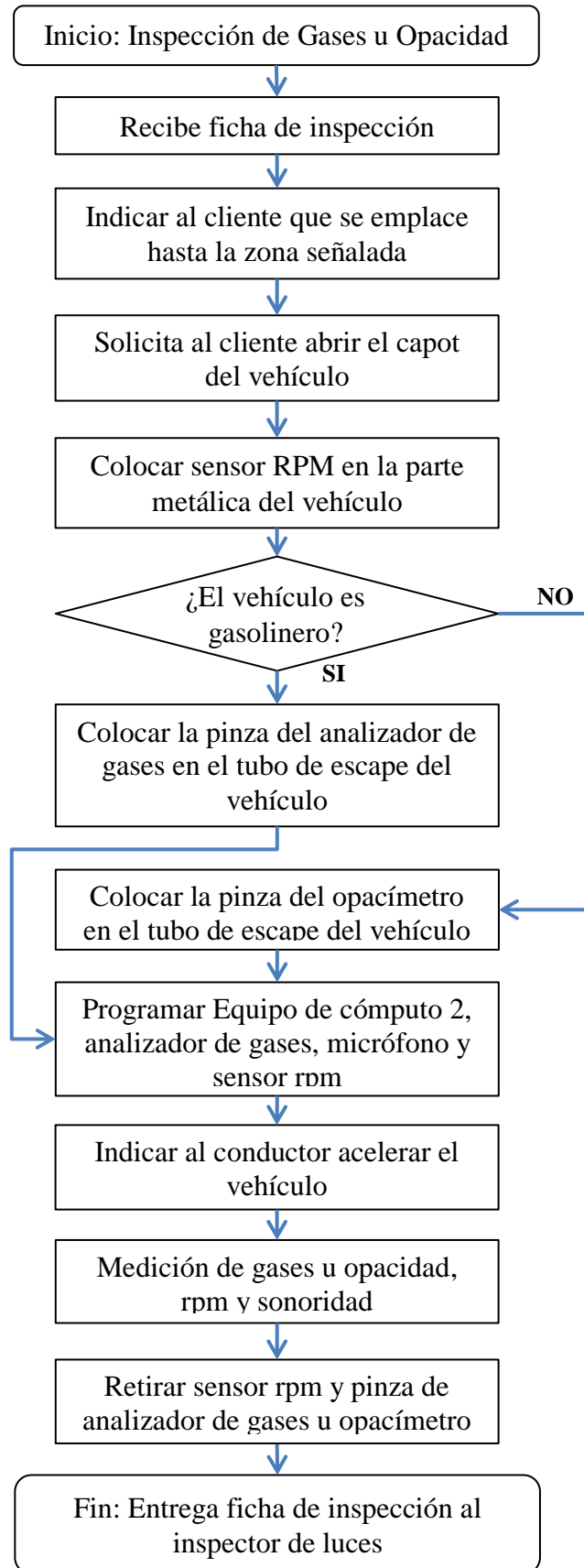


Figura N° 33: Diagrama de Flujo Fase 4: Inspección de Gases u Opacidad

Fuente: Cusco Imperial S.A.C. – Norma ANSI

Elaboración Propia

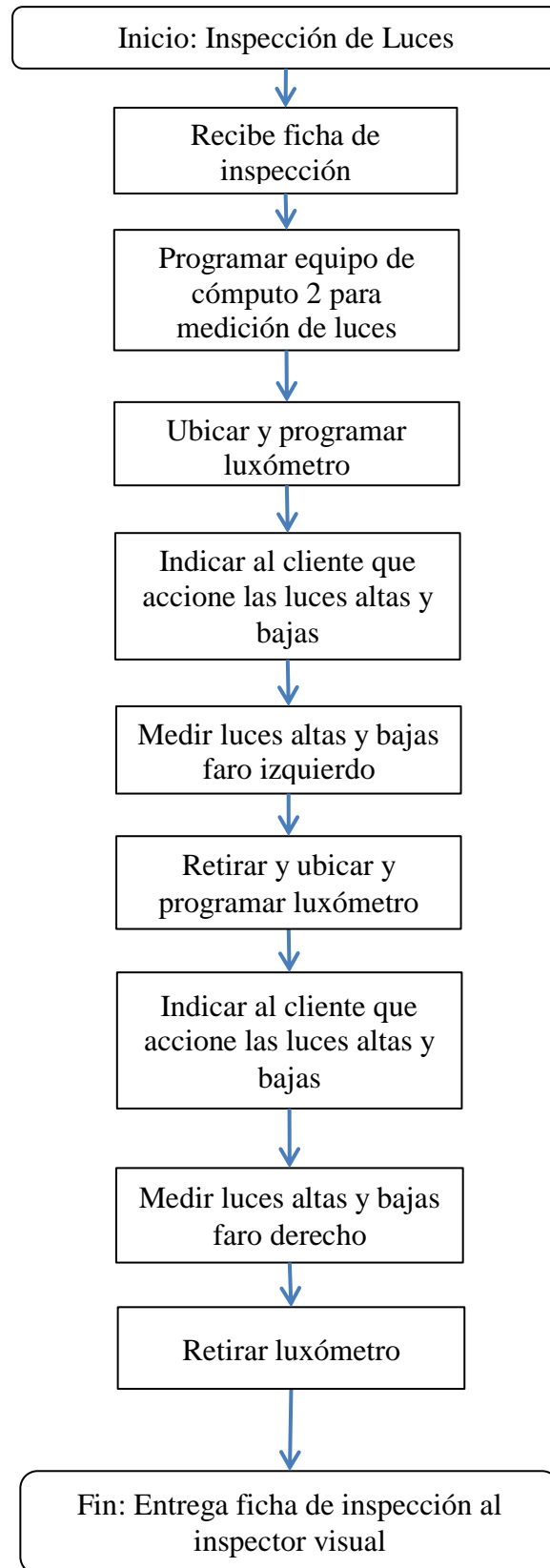


Figura N° 34: Diagrama de Flujo Fase 5: Inspección de Luces

Fuente: Cusco Imperial S.A.C. – Norma ANSI

Elaboración Propia

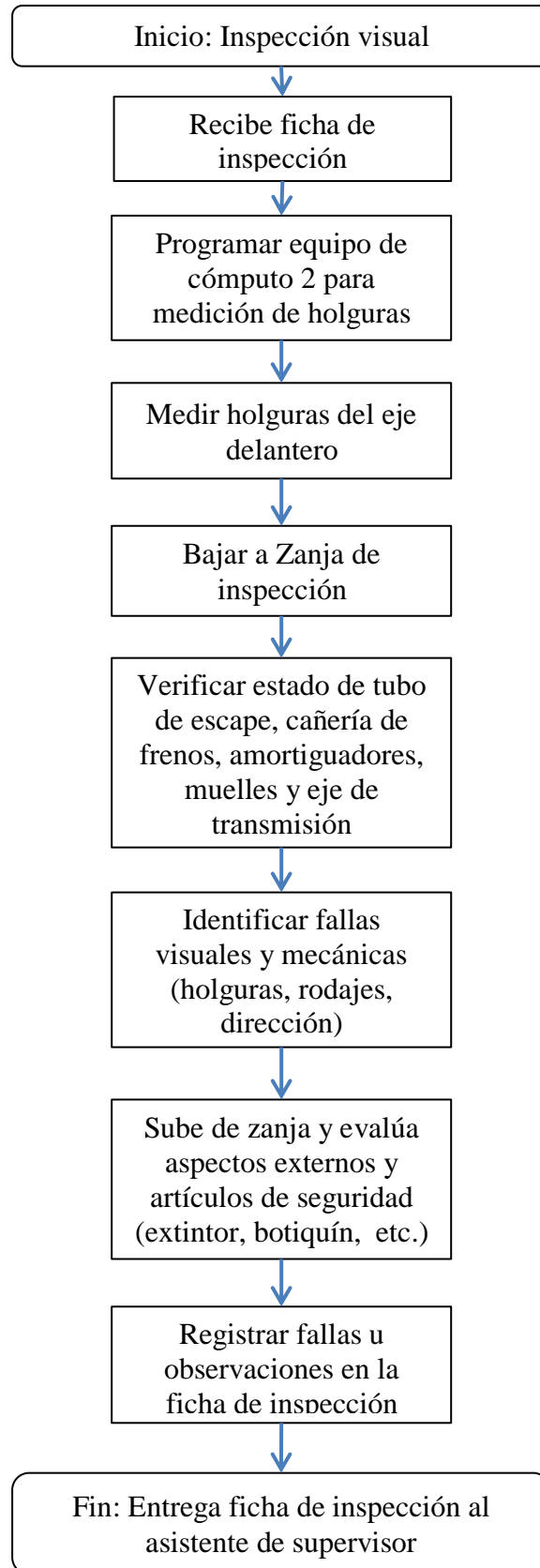


Figura N° 35: Diagrama de Flujo Fase 6: Inspección Visual

Fuente: Cusco Imperial S.A.C. – Norma ANSI

Elaboración Propia

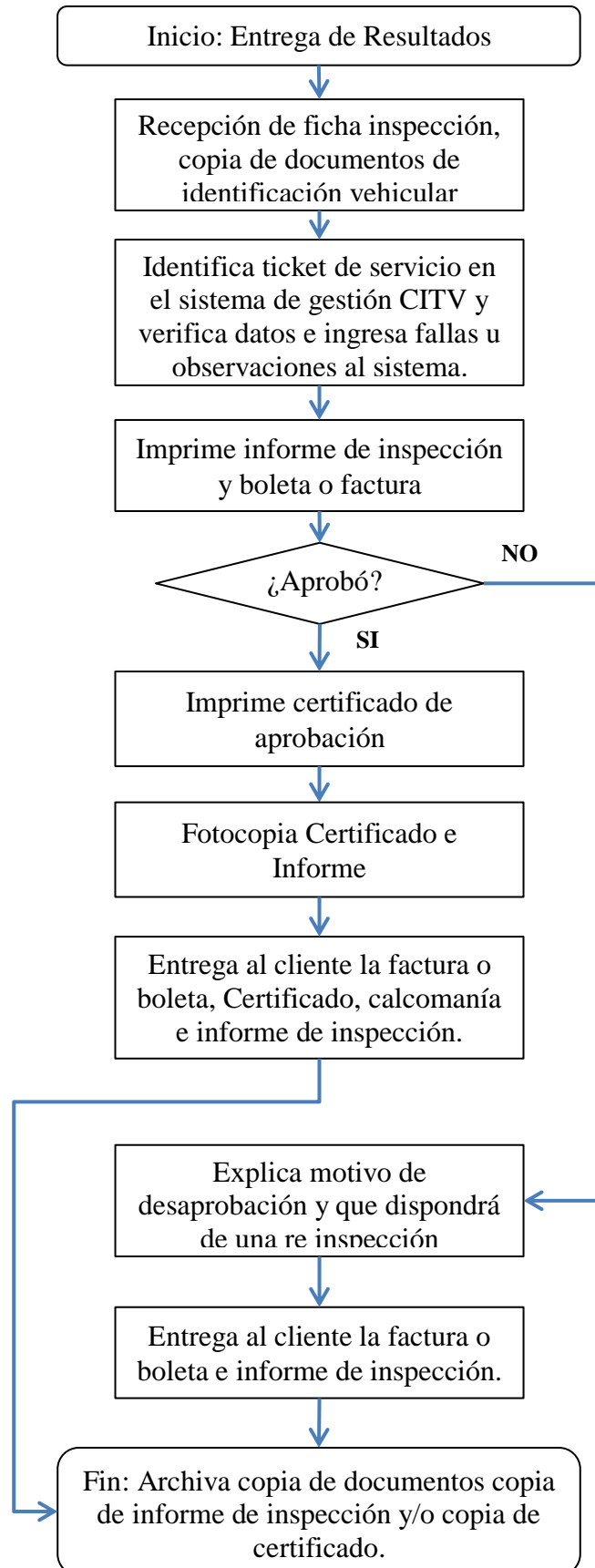


Figura N° 36: Diagrama de Flujo Fase 7: Entrega de Resultados

Fuente: Cusco Imperial S.A.C. – Norma ANSI

Elaboración Propia

5.9.2. Número de ciclos a observar

En ésta investigación se utilizó una guía convencional para determinar el número de ciclos a cronometrar, basada en el número total de minutos por ciclo, adoptada por algunos autores y ciertas empresas como General Electric.

| <i>Minutos por ciclo</i> | Hasta 0.10 | Hasta 0.25 | Hasta 0.50 | Hasta 0.75 | Hasta 1.0 | Hasta 2.0 | Hasta 5.0 | Hasta 10.0 | Hasta 20.0 | Hasta 40.0 | Más de 40.0 |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| <i>Números de ciclo recomendado</i> | 200 | 100 | 60 | 40 | 30 | 20 | 15 | 10 | 8 | 5 | 3 |

Figura N° 37: Ciclos recomendados para el Estudio de Tiempos, General Electric.

Fuente: Introducción al Estudio del Trabajo – Kanawaty (1996)

Se realizó diez observaciones preliminares para determinar los minutos por ciclo de cada operación o fase, en estas se consideró al total de los trabajadores y los tiempos de Pre Observación son los siguientes:

Tabla N° 8: Tiempos Pre Observados

| OPERACIÓN O FASE | | TIEMPOS PRE OBSERVADOS DE OPERACIÓN (minutos) | TIEMPO PROMEDIO POR OPERACIÓN (minutos) |
|------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 01 | Pago de derechos | 2.16 / 2.3 / 2.17 / 2.09 / 2.09 / 2.1 / 2.18 / 2.18 / 2.10 / 2.14 | 2.15 |
| 02 | Verificación e ingreso de datos | 2.69 / 2.64 / 2.69 / 2.68 / 2.67 / 2.6 / 2.67 / 2.64 / 2.61 / 2.65 | 2.65 |
| 03 | Inspección Test Line | 2.05 / 2.02 / 2.03 / 2.02 / 2.05 / 2.03 / 2.02 / 2.07 / 2.06 / 2.03 | 2.04 |
| 04 | Inspección de gases | 1.38 / 1.36 / 1.35 / 1.35 / 1.39 / 1.36 / 1.30 / 1.37 / 1.40 / 1.39 | 1.37 |
| 05 | Inspección de luces | 1.29 / 1.24 / 1.21 / 1.27 / 1.23 / 1.26 / 1.25 / 1.22 / 1.27 / 1.26 | 1.25 |
| 06 | Inspección visual | 2.94 / 2.93 / 2.98 / 2.94 / 2.97 / 2.97 / 2.94 / 2.95 / 2.99 / 2.98 | 2.96 |
| 07 | Entrega de resultados | 4.78 / 4.77 / 4.80 / 4.84 / 4.79 / 4.85 / 4.77 / 4.84 / 4.82 / 4.83 | 4.81 |

Elaboración Propia

De esta manera se determinó los ciclos a observar por cada operación como muestra la siguiente tabla:

Tabla N° 9: Ciclos a Observar

| OPERACIÓN O FASE | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 |
|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| TIEMPO PROMEDIO POR OPERACIÓN (minutos) | 2.15 | 2.65 | 2.04 | 1.37 | 1.25 | 2.96 | 4.81 |
| CICLOS A OBSERVAR | 15 | 15 | 15 | 20 | 20 | 15 | 15 |

Elaboración Propia



5.9.3. Determinación del Tiempo Medio Observado

Para determinar el tiempo medio observado del proceso de inspección técnica vehicular, se realizó el cronometraje de las operaciones del proceso. El tamaño de la muestra en el Estudio de Tiempos según el tiempo de ciclo en minutos que fue determinado por observación preliminar, y de acuerdo a la tabla de General Electric, determino que las operaciones 01, 02, 03, 06 y 07 debían observarse quince (15) ciclos y las operaciones 04 y 05 debían observarse veinte (20) ciclos.

Tabla N° 10: Hoja de Trabajo 1.

| ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|------|---------------------------------|------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|---------------|--|
| Ubicación: Area Administrativa y Area de Inspección | | Término: 14:00 | | Analista: Kevin Pavel Navarrete | | Estudio N°: 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | Comienzo: 09:00 | | Fecha: 12.09.2015 | | Hoja N°: 1 | | | | | | | | | | | | | |
| N° | Operación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Total T.O. | Promedio T.O. | |
| 1 | Pago de Derecho | 2.1 | 2.15 | 2.17 | 2.19 | 2.12 | 2.15 | 2.1 | 2.15 | 2.13 | 2.09 | 2.15 | 2.14 | 2.12 | 2.13 | 2.1 | 31.99 | 2.13 | |
| 2 | Verificación e Ingreso de Datos | 2.64 | 2.69 | 2.62 | 3.06 | 2.65 | 2.61 | 2.67 | 2.68 | 2.63 | 2.64 | 2.82 | 2.66 | 2.67 | 2.63 | 2.65 | 40.32 | 2.69 | |
| 3 | Inspección Test Line | 2.05 | 2.01 | 2.04 | 2.05 | 2.01 | 2.01 | 2.89 | 2.08 | 2.03 | 2.04 | 2.08 | 2.03 | 2.01 | 2.05 | 2.08 | 31.46 | 2.10 | |
| 4 | Inspección de Gases | 1.4 | 1.31 | 1.38 | 1.31 | 1.37 | 1.39 | 1.3 | 1.35 | 1.33 | 1.35 | 1.32 | 1.35 | 1.31 | 1.36 | 1.36 | 20.19 | 1.35 | |
| 5 | Inspección de Luces | 1.27 | 1.28 | 1.23 | 1.3 | 1.25 | 1.22 | 1.26 | 1.29 | 1.25 | 1.26 | 1.25 | 1.26 | 1.24 | 1.26 | 1.25 | 18.87 | 1.26 | |
| 6 | Inspección Visual | 2.96 | 2.98 | 2.97 | 3.07 | 2.99 | 2.99 | 2.95 | 3.05 | 2.96 | 3.07 | 2.98 | 2.95 | 2.98 | 2.96 | 2.19 | 44.05 | 2.94 | |
| 7 | Entrega de Resultados | 4.8 | 4.82 | 4.79 | 4.78 | 4.81 | 4.8 | 5.16 | 4.79 | 4.81 | 5.12 | 4.8 | 4.78 | 4.79 | 4.82 | 4.79 | 72.66 | 4.84 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17.30 | |
| T.O. = Tiempo Observado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Elaboración Propia



Al observar la Hoja de Trabajo 1 se obtuvieron los tiempos observados y se realizó un análisis de la consistencia, es decir las variaciones que se percibieron en los tiempos observados, en nuestro caso se encontraron tiempos extremos es decir inconsistentes, por lo que se tuvo que efectuar nuevamente 15 observaciones para las operaciones 01, 02, 03, 06 y 07 y completar las restantes para las operaciones 04 y 05.

Tabla N° 11: Hoja de Trabajo 2

| ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|------|-------------------------------|------|------|------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|---------------|--|
| Ubicación: Area Administrativa y Area de Inspección | | Término: 20:00 | | Analista: Jorge Quilli Dueñas | | | | Estudio N°: 2 | | | | | | | | | | | |
| | | Comienzo: 15:00 | | Fecha: 19.09.2015 | | | | Hoja N°: 1 | | | | | | | | | | | |
| N° | Operación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Total T.O. | Promedio T.O. | |
| 1 | Pago de Derecho | 2.13 | 2.16 | 2.14 | 2.09 | 2.12 | 2.2 | 2.13 | 2.1 | 2.16 | 2.11 | 2.14 | 2.13 | 2.1 | 2.13 | 2.14 | 31.98 | 2.13 | |
| 2 | Verificación e Ingreso de Datos | 2.67 | 2.82 | 2.68 | 2.68 | 2.64 | 2.68 | 2.62 | 2.58 | 2.67 | 2.69 | 2.7 | 2.68 | 2.65 | 2.68 | 2.64 | 40.08 | 2.67 | |
| 3 | Inspección Test Line | 2.07 | 2.09 | 2.18 | 2.09 | 2.10 | 2.02 | 2.02 | 2.1 | 2.05 | 2.26 | 2.03 | 2.06 | 2.25 | 2.04 | 2.05 | 31.41 | 2.09 | |
| 4 | Inspección de Gases | 1.39 | 1.37 | 1.36 | 1.42 | 1.32 | 1.39 | 1.30 | 1.42 | 1.32 | 1.34 | 1.34 | 1.31 | 1.35 | 1.41 | 1.38 | 20.42 | 1.36 | |
| 5 | Inspección de Luces | 1.28 | 1.25 | 1.3 | 1.27 | 1.29 | 1.3 | 1.27 | 1.29 | 1.24 | 1.25 | 1.28 | 1.24 | 1.27 | 1.29 | 1.26 | 19.08 | 1.27 | |
| 6 | Inspección Visual | 2.97 | 2.95 | 2.95 | 2.93 | 2.86 | 2.99 | 2.96 | 3.15 | 2.95 | 3.01 | 2.97 | 2.98 | 2.99 | 2.97 | 3.03 | 44.66 | 2.98 | |
| 7 | Entrega de Resultados | 4.82 | 5.25 | 4.81 | 5.19 | 4.86 | 4.82 | 4.88 | 4.86 | 4.79 | 4.82 | 4.79 | 4.84 | 5.12 | 4.84 | 5.18 | 73.87 | 4.92 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17.43 | |
| T.O. = Tiempo Observado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Elaboración Propia

Luego de haber efectuado nuevamente las observaciones en la Hoja de Trabajo 2, se obtuvieron nuevamente algunos tiempos inconsistentes, por lo que para obtener el tiempo medio observado se concluyó con una tabla resumen en el que solo se consideran los tiempos que no poseen inconsistencias en un ciclo observado.



Tabla N° 12: Hoja de Trabajo 3: Resumen de estudio

| ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|------|-------------------|------|------|------|------|----------------------------------------|------|------|------|------|---------------|------|------|------|------------|--------------|--|
| Ubicación: Área de Oficina y Área de Línea de Inspección | | | Método: Actual | | | | | Analistas: Kevin Pavel Navarrete Chani | | | | | Estudio N°: 3 | | | | | | |
| | | | Fecha: 12.09.2015 | | | | | Jorge Sergio Quilli Dueñas | | | | | Hoja N°: 1 | | | | | | |
| RESUMEN DEL ESTUDIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | Operación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Total T.O. | Promedio T.O | |
| 1 | Pago de Derechos | 2.10 | 2.15 | 2.17 | 2.12 | 2.15 | 2.13 | 2.14 | 2.12 | 2.13 | 2.14 | 2.20 | 2.13 | 2.16 | 2.14 | 2.13 | 32.11 | 2.14 | |
| 2 | Verificación e Ingreso de Datos | 2.64 | 2.69 | 2.62 | 2.65 | 2.61 | 2.63 | 2.66 | 2.67 | 2.67 | 2.68 | 2.68 | 2.62 | 2.67 | 2.70 | 2.68 | 39.87 | 2.66 | |
| 3 | Inspección Test Line | 2.05 | 2.01 | 2.04 | 2.01 | 2.01 | 2.03 | 2.03 | 2.01 | 2.07 | 2.18 | 2.02 | 2.02 | 2.05 | 2.03 | 2.06 | 30.62 | 2.04 | |
| 4 | Inspección de Gases | 1.40 | 1.31 | 1.38 | 1.37 | 1.39 | 1.33 | 1.35 | 1.31 | 1.39 | 1.36 | 1.39 | 1.30 | 1.32 | 1.34 | 1.31 | 20.25 | 1.35 | |
| 5 | Inspección de Luces | 1.27 | 1.28 | 1.23 | 1.25 | 1.22 | 1.25 | 1.26 | 1.24 | 1.28 | 1.30 | 1.30 | 1.27 | 1.24 | 1.28 | 1.24 | 18.91 | 1.26 | |
| 6 | Inspección Visual | 2.96 | 2.98 | 2.97 | 2.99 | 2.99 | 2.96 | 2.95 | 2.98 | 2.97 | 2.95 | 2.99 | 2.96 | 2.95 | 2.97 | 2.98 | 44.55 | 2.97 | |
| 7 | Entrega de Resultados | 4.8 | 4.82 | 4.79 | 4.81 | 4.8 | 4.81 | 4.78 | 4.79 | 4.82 | 4.81 | 4.82 | 4.88 | 4.79 | 4.79 | 4.84 | 72.15 | 4.81 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17.23 | |
| T.O. = Tiempo Observado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Elaboración Propia

5.9.4. Calificación de la Actuación o Valoración

La calificación de la actuación de los trabajadores; se hizo tomando en consideración el Sistema de Valoración Westinghouse, el cual considera cuatro factores como la habilidad demostrada en la realización de las actividades específicas de su área de trabajo, el esfuerzo en sus actividades, las condiciones a las que se ve expuesto el trabajador y la consistencia del ritmo de trabajo y el grado de atención prestado en la ejecución de los procesos en los que se encuentran involucrados. Una vez que se obtuvo la valoración, se determinó el tiempo normal por cada operación.



Tabla N° 13: Hoja de Trabajo 4: Valoración Sistema Westinghouse.

| ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|------------------|---------------|-------|
| Ubicación: Área de Oficina y Área de Línea de Inspección | | Método: Actual | | Analistas: Kevin Pavel Navarrete Chani Jorge Sergio Quilli Dueñas | | | | Estudio N°: 4 | |
| | | Fecha: 15.09.2015 | | | | | | Hoja N°: 1 | |
| | | | | VALORACIÓN | | | | | |
| N° | Operación | Total T.O. | Promedio T.O. | Habilidad (1) | Esfuerzo (2) | Condiciones (3) | Consistencia (4) | V | T.N |
| 1 | Pago de Derechos | 32.11 | 2.14 | 0.13 | 0.13 | 0.02 | 0.01 | 0.29 | 2.76 |
| 2 | Verificación e Ingreso de Datos | 39.87 | 2.66 | -0.05 | 0 | 0.02 | -0.02 | -0.05 | 2.53 |
| 3 | Inspección Test Line | 30.62 | 2.04 | 0.06 | 0.02 | -0.07 | 0 | 0.01 | 2.06 |
| 4 | Inspección de Gases | 20.25 | 1.35 | 0.03 | 0.08 | -0.07 | 0.01 | 0.05 | 1.42 |
| 5 | Inspección de Luces | 18.91 | 1.26 | 0.15 | 0.12 | -0.07 | 0.03 | 0.23 | 1.55 |
| 6 | Inspección Visual | 44.55 | 2.97 | -0.05 | 0 | -0.07 | -0.02 | -0.14 | 2.55 |
| 7 | Entrega de Resultados | 72.15 | 4.81 | 0.15 | 0 | 0.02 | 0.01 | 0.18 | 5.68 |
| | | | | | | | | | 18.55 |
| T.O. = Tiempo Observado V = Valoración T.N. = Tiempo Normal | | | | | | | | | |

Elaboración Propia

5.9.5. Determinación de Suplementos

Los suplementos son asignados de acuerdo a las condiciones de trabajo a las cuales se encuentran expuestos los trabajadores y varían según suplementos fijos y variables dentro de las cuales se consideró las necesidades personales, fatiga, posturas, uso de fuerza, iluminación, calidad de aire, tensión visual, tensión física, tensión mental, monotonía física y monotonía mental.



Se observa que los suplementos asignados van en un rango del 18 % al 22 %, para la asignación de suplementos se efectuó por observación directa y también a través de un cuestionario dirigido a los trabajadores, en el que se observa su percepción en relación a algunos suplementos.

Tabla N° 14: Hoja de Trabajo 5: Determinación de Suplementos.

| ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------------------------|--------|----------------------------------------|-----------------|---------------|-------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|------------------|------|------|
| Ubicación: Área de Oficina y Área de Línea de Inspección | | | Método: Actual | | Analistas: Kevin Pavel Navarrete Chani | | | | Estudio N°: 5 | | | | | | | |
| | | | Fecha: 15.09.2015 | | Jorge Sergio Quilli Dueñas | | | | Hoja N°: 1 | | | | | | | |
| | | | | | SUPLEMENTOS | | | | | | | | | | | |
| N° | Operación | T.N | Necesidades Personales | Fatiga | De pie | Postura Anormal | Uso de Fuerza | Iluminación | Calidad del aire | Tensión Visual | Tensión Auditiva | Tensión Mental | Monotonía Mental | Monotonía Física | S | S+1 |
| 1 | Pago de Derechos | 2.76 | 7 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0.18 | 1.18 |
| 2 | Verificación e Ingreso de Datos | 2.53 | 7 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0.18 | 1.18 |
| 3 | Inspección Test Line | 2.06 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.17 | 1.17 |
| 4 | Inspección de Gases | 1.42 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.17 | 1.17 |
| 5 | Inspección de Luces | 1.55 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.17 | 1.17 |
| 6 | Inspección Visual | 2.55 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0.22 | 1.22 |
| 7 | Entrega de Resultados | 5.68 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 2 | 0.21 | 1.21 |
| T.N. = Tiempo Normal S = Suplementos | | | | | | | | | | | | | | | | |

Elaboración Propia

**5.9.6. Determinación del Tiempo Estándar**

Por ultimo al tiempo normal se le sumaron las tolerancias por suplementos concedidos en el cuadro anterior, obteniéndose así el tiempo estándar.

Tabla N° 15: Hoja de Trabajo 6: Determinación Tiempo Estándar.

| ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|-------------------|-------|
| Ubicación: Área de Oficina y Área de Línea de Inspección | | | | Método: Actual | |
| | | | | Fecha: 15.09.2015 | |
| Analistas: Kevin Pavel Navarrete Chani Jorge Sergio Quilli Dueñas | | | | Estudio N°: 6 | |
| | | | | Hoja N°: 1 | |
| N° | Operación | T.N | S | S+1 | TE |
| 1 | Pago de Derechos | 2.76 | 0.18 | 1.18 | 3.26 |
| 2 | Verificación e Ingreso de Datos | 2.53 | 0.18 | 1.18 | 2.98 |
| 3 | Inspección Test Line | 2.06 | 0.17 | 1.17 | 2.41 |
| 4 | Inspección de Gases | 1.42 | 0.17 | 1.17 | 1.66 |
| 5 | Inspección de Luces | 1.55 | 0.17 | 1.17 | 1.81 |
| 6 | Inspección Visual | 2.55 | 0.22 | 1.22 | 3.12 |
| 7 | Entrega de Resultados | 5.68 | 0.21 | 1.21 | 6.87 |
| | | | | | 22.11 |
| T.N. = Tiempo Normal S = Suplementos TE = Tiempo Estándar | | | | | |

Elaboración Propia

Teniendo así como tiempo del proceso de inspección técnica vehicular un total 22.11 minutos, o 22 minutos y 07 segundos (00:22:07).

5.10. Gráfica del Proceso Operativo

La gráfica del proceso operativo muestra la secuencia cronológica y algunas particularidades de las operaciones del proceso actual de inspección técnica, entre las herramientas que se emplearan para observar de manera más clara el método actual del proceso son los diagramas que son el Diagrama de Operaciones del Proceso, el Diagrama de Actividades del proceso o Diagrama de Flujo del Proceso y también se utilizara el diagrama de recorrido.

5.10.1. Diagrama de operaciones del procesos

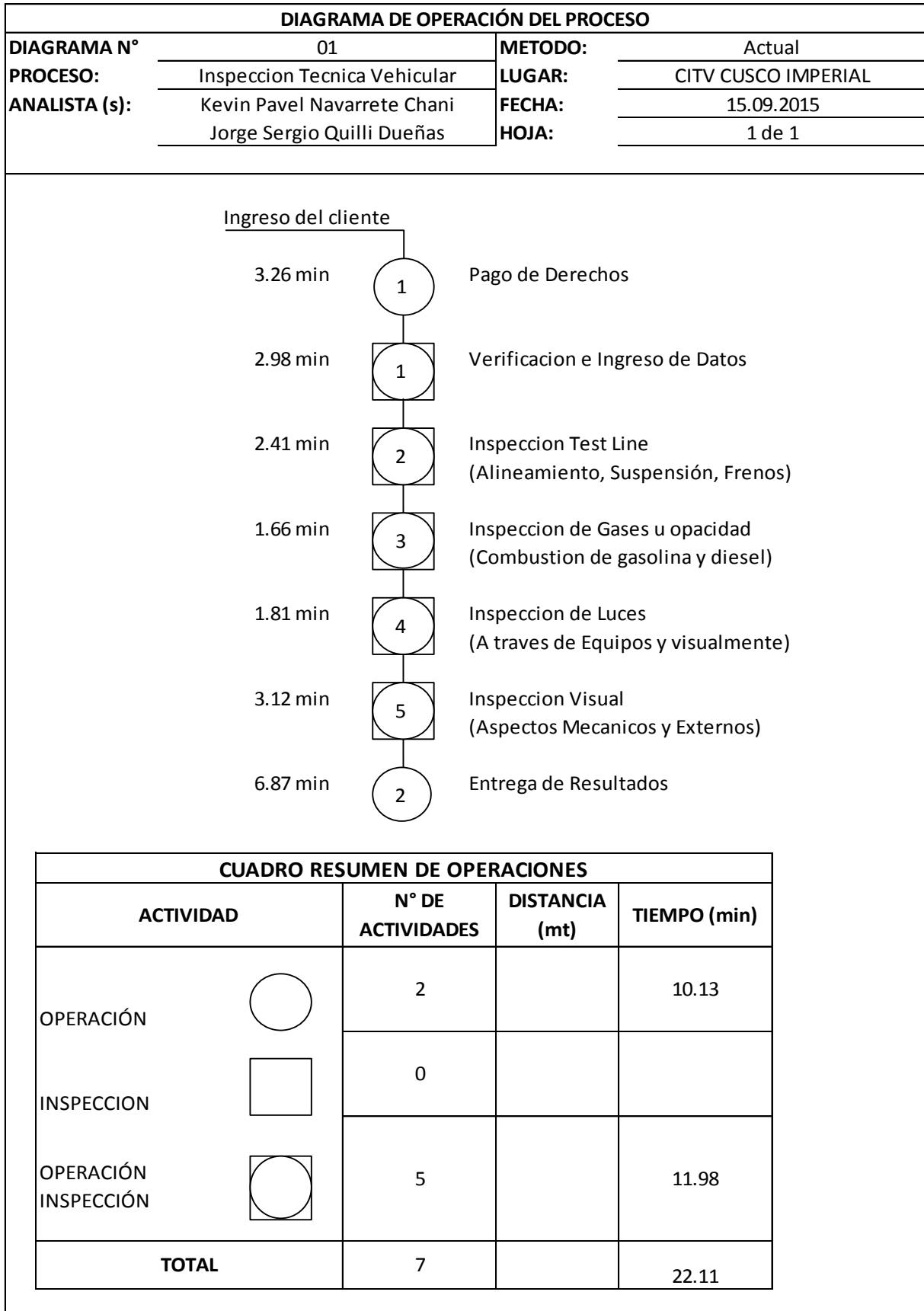


Figura N° 38: Diagrama de Operación del Proceso (DOP).

Fuente: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseños de trabajo – Niebel (2009)

Elaboración Propia

5.10.2. Diagrama de Análisis del proceso

| DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------|------------|---------------------|---------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| DIAGRAMA N°: | 02 | | | METODO: | ACTUAL | | | |
| PROCESO: | INSPECCION TECNICA VEHICULAR | | | LUGAR: | CITY CUSCO IMPERIAL | | | |
| ANALISTA (s): | Kevin Pavel Navarrete Chani | | | FECHA: | 16.10.2015 | | | |
| | Jorge Sergio Quilli Dueñas | | | HOJA: | 1 DE 1 | | | |
| DESCRIPCION | Distancia en Metros | Tiempo en minutos | Operación | Transporte | Inspeccion | Retraso | Almacenaje | DESCRIPCION DEL PROCESO |
| Hacia estacionamiento | 35.5 | | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | De la puerta de ingreso hacia el estacionamiento de vehiculos. |
| Hacia caja | 11.5 | | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | Del estacionamiento de vehiculos hacia caja. |
| Espera en Cola | | 0:04:50 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | El tiempo es un promedio por vehiculo cuando se presenta colas. |
| Pago de Derechos | | 0:03:15 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Hacia ingreso de datos | 3.5 | | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:00:01 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Verificacion de Documentos e ingreso de Datos | | 0:02:59 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Hacia el vehiculo | 11.5 | | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Hacia Linea de Inspeccion | 99.9 | | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:01:55 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Inspeccion Test Line | | 0:02:25 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | En esta etapa del proceso se realiza el Alineamiento al paso, Suspension y Frenos |
| Hacia Inspeccion Gases | 31 | | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:05:47 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Inspeccion de Gases u Opacidad | | 0:01:40 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Inspeccion de Luces | | 0:01:49 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Inspeccio Visual | | 0:03:07 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Hacia estacionamiento | 20.5 | | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Hacia entrega de resultados | 39 | | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:06:04 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| Entrega de Resultados | | 0:06:52 | ○ | ➔ | □ | ⊔ | ▽ | |
| RESUMEN | | Cantidad | 7 | 8 | 0 | 5 | 0 | |
| | 252.4 | Tiempo | 0:22:07 | | | 0:18:36 | | Total tiempo promedio= 0:40:43 |

Figura N° 39: Diagrama de Análisis del Proceso (DAP).

Fuente: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseños de trabajo – Niebel (2009)

Elaboración Propia



5.10.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido se muestra en el (Anexo N°3), aquí se detalla el recorrido dentro de la planta de inspección en la zona de oficinas y en la línea de inspección, este recorrido es el desarrollado por los vehículos y sus conductores.

5.11. Análisis del proceso de inspección técnica vehicular

La muestra de vehículos obtenida de la segunda unidad de estudio coadyuvo a obtener datos sobre la percepción de los clientes del centro de inspección, este se pudo desarrollar mediante una encuesta, esta se puede apreciar de mejor manera en el (Anexo N°4).

De esta manera los datos que presentaron estas encuestas, son:

- El tiempo de espera para ser atendido es del 44% (considerado como mucho)
- El tiempo de espera para acceder a la línea de inspección es adecuada en un 65%.
- El tiempo de demora al pasar la línea de inspección es del 46% (considerado como mucho).
- El tiempo de espera para la entrega de resultados es del 51% (considera como mucho)
- El personal y los recursos no son adecuados para la atender a la población en un 59%.
- El personal que debería aumentarse es en la fase de entrega de resultados.
- La instalación actual del centro de inspección es adecuada en un 82%.

Estos resultados se pueden apreciar de manera más detallada en el (Anexo N°5).

Entonces con estos resultados y lo observado la planta de inspecciones técnicas vehiculares cuenta con dos grandes problemas. En primer lugar, la demanda de su servicio ha empezado a incrementarse considerablemente y la calidad de su servicio ha disminuido, justamente por no poder albergar a tantos vehículos. Es así que la propuesta ahora se centra ahora en determinar las líneas de inspección que debería implementar y la secuencia más adecuada de la planta. Debido a que la línea de inspección evidencia demoras en ciertas estaciones de trabajo, lo que ocasiona un flujo inadecuado de vehículos en el servicio.



La demanda empezó a crecer a tal punto que la calidad de atención disminuyó sustancialmente. Asimismo, en el año 2015, la demanda siguió creciendo mes a mes y solo se estuvo abarcando un cierto porcentaje de los vehículos que necesitan el servicio. Por ello, se busca determinar cuántas líneas de inspección debería tener en operación y, asimismo, si es necesario que se tenga una línea de inspección completa, porque posiblemente su demanda proyecte que solo necesita estaciones, y no otras líneas completas.

Otro punto importante a considerar es cómo se van a distribuir las líneas o estaciones en la planta, una vez calculada sus respectivas cantidades a necesitar, y cuál será el tipo de distribución dentro de la planta

Actualmente la empresa cuenta con demoras en los procesos. Algunos cuellos de botella y demoras ya han sido identificados, Estas demoras o retrasos causan malestar en los clientes y provocan un flujo productivo más lento, con lo que se disminuye la productividad de la planta.

Se analizará el proceso actual de inspección técnica bajo cuatro factores distintos. Esto ayudará a evaluar al proceso no solo mediante la observación simple.

5.11.1. Análisis en función del flujo de trabajo

Se puede observar que el proceso es lineal, a la vez que cuenta con siete etapas de producción y cinco esperas. En el proceso intervienen como mínimo nueve personas, las cuales brindan servicio en cada estación. Como se mencionó anteriormente el servicio puede realizarse de dos maneras, inspección completa o re-inspección. Por un lado, los clientes de inspección completa son aquellos que se ven obligados a pasar por todas las estaciones para que puedan ser evaluados (gases, luces, visual, frenos y suspensión). Por su parte, el servicio por re-inspección se otorga a los vehículos que vienen por segunda o más veces a pasar revisión técnica, porque son vehículos que han sido desaprobados en la inspección completa.

Para este servicio de re-inspección se efectúan todas las inspecciones incluyendo la inspección que el vehículo desaprobó, lo que quiere decir que está obligado a pasar por todas las estaciones de la línea de inspección. A continuación se pasan a detallar las causas que ocasionan la demora en la línea de inspección para cada estación de trabajo:



- Actualmente la distribución de planta no permite separar el servicio por inspección completa y re-inspección, a razón de que la distribución no ubica a las estaciones por separado, sino como línea completa de inspección. Así el vehículo que tiene que pasar solo por una prueba de inspección, este tiene que cruzar toda la línea de inspección, con lo que se ocupa espacio y se genera tiempo improductivo en cada estación.
- La estación de pago de derechos, al ser la primera etapa del proceso genera un cuello de botella, porque no es suficiente para la atención a los clientes lo cual hace que existan esperas, además de considerar que su tiempo de atención es uno de los más excesivos.
- La estación de gases, luces y visual generan cuellos de botella en la línea de inspección, debido a que ocupan un solo espacio haciendo que su tiempo de operación sea excesivo en comparación con las otras estaciones.
- La estación de entrega de resultados es la que tiene un tiempo de operación mayor a las otras generando así un cuello de botella al finalizar el servicio, sumado además que el estacionamiento no se encuentra identificado para la espera de los resultados que en ocasiones no es capaz de abarcar en su perímetro a la cantidad de vehículos que esperan sus resultados y a los que ingresan a pagar su derecho de servicio.

5.11.2. Análisis en función de los métodos de trabajo

En esta etapa se analizará el proceso de inspección bajo los métodos de trabajo utilizados.

- En el área de inspección se tienen varios detalles cuando se brindan indicaciones al cliente que no son considerados y que además causan un tiempo adicional, por ejemplo en la estación de gases, el mecánico le dice al cliente que acelere, pero no le dice hasta qué revolución tiene que acelerar. La máquina recién toma la prueba a las 2000rpm. Esta operación tiene que repetirse tres veces.

En muchas ocasiones, el vehículo o no alcanza las revoluciones requeridas o se pasa del estándar por no estar bien informado. Esto genera re-procesos; es decir, que se debe volver a tomar la prueba.



- En la estación de inspección visual, el mecánico tiene que realizar diversas pruebas al vehículo e identificar las fallas mecánicas y también efectuar observaciones visuales de lo externo del vehículo, además de asociarlas a un código específico (este código se encuentra consignado en la tabla de defectos brindado por el MTC). Muchas veces el mecánico olvida el código de las fallas, porque no es la única prueba que realiza y de igual forma al realizar la inspección de la parte externa del vehículo olvida algunos aspectos externos a revisar.
- En la estación de entrega de resultados, se efectúa la impresión de la factura emitida al inicio de la prueba, la impresión del informe y el certificado de inspección, los cuales, a su vez, se adjunta al resultado de la inspección y, cuando la afluencia de vehículos es alta, se empiezan a confundir las facturas, es decir, se adjuntan facturas que no corresponden a la placa del resultado. Esto se debe a que no se cuenta con la capacidad de atención suficiente. Porque actualmente solo cuentan con una estación, con lo que en ocasiones se genera que se traslapen los documentos para la entrega al cliente y para los que serán guardados para el expediente técnico de atención, haciendo que se incremente el tiempo de espera de los clientes.

5.11.3. Análisis en función de sus indicadores de gestión

La empresa no actualiza sus datos de operación (tiempos, atenciones por hora) de tal modo que no conoce cuáles han sido sus índices de productividad. Entonces, con la finalidad de conocer situación actual de la planta, se han calculado algunos indicadores de gestión.

De acuerdo al estudio de tiempos que se efectuó el tiempo de servicio de la inspección técnica vehicular es de 22.11 minutos, sin embargo el proceso considera 7 operaciones, y el de mayor tiempo de duración es el de Entrega de Resultados con 6.87 minutos, por el cual el número de vehículos atendidos en promedio es de 9 vehículos por hora.

Sin embargo la eficiencia de las líneas de inspección a partir de la cantidad promedio de vehículos atendidos por día entre la capacidad real esperada, es muy diferente a razón de que en los primeros meses (Agosto a Diciembre) se aprecia que no tienen problemas con la atención debido a que recién principiaban con el servicio, entre el mes de Enero y Abril se empieza a distinguir que se atienden en promedio nueve por hora.

Por otro lado entre Mayo y Octubre se observa que no alcanzan su capacidad esto debido a la cantidad excesiva de vehículos que ingresan al centro de Inspección Técnica Vehicular, también debido a las demoras ocasionadas por el ingreso de nuevo personal, asimismo en algunos días se realizaron los servicios de manera apresurada por obtener la mayor cantidad de clientes pero sin conservar la calidad y no realizando la inspección completa.

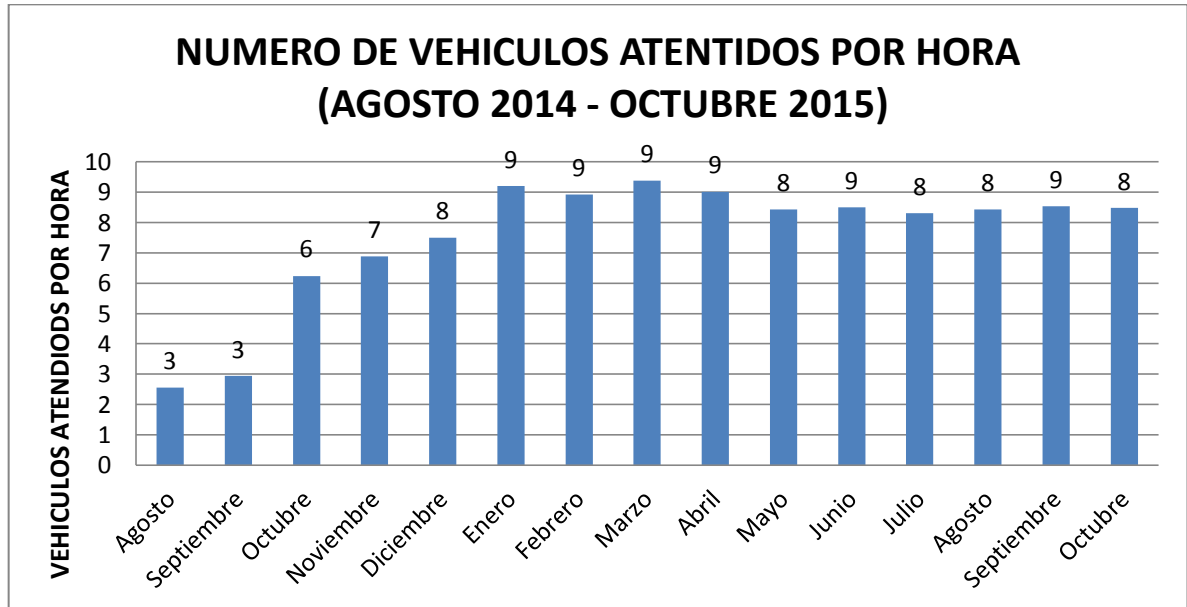


Figura N° 40: Indicador de Atención de Vehículos por Hora (2014-2015)

Fuente: Sistema Informático – Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

En el año 2014 dentro del mes de agosto y diciembre se atendieron 6026 vehículos entre pesados y livianos, y entre enero y octubre del 2015 se atendieron 21096 vehículos entre livianos y pesados, pero en base a la cantidad promedio que se puede atender se espera atender 25344 vehículos durante todo el año 2015.

Tabla N° 16: Numero de Vehículos Atendidos y por Atender (2015).

| AÑO 2015 | | | |
|----------------------------------------------------------------|----------|------------|-------|
| | CANTIDAD | PORCENTAJE | TOTAL |
| VEHICULOS ATENDIDOS (enero – octubre) | 21096 | 83% | 25344 |
| VEHICULOS QUE SE ESPERAN ATENDER (noviembre – diciembre) | 4248 | 17% | |

Fuente: Sistema Informático – Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

5.11.4. Análisis en función de la demanda

El parque automotor del Perú influenciara directamente en el desenvolvimiento de las actividades desarrolladas en los centros de inspección, de esta manera si el parque automotor sigue creciendo, será necesario incrementar más líneas de inspección técnica vehicular; por lo que el parque automotor del Perú desde el año 2004 al 2012 ha mostrado un incremento en más del 50%:

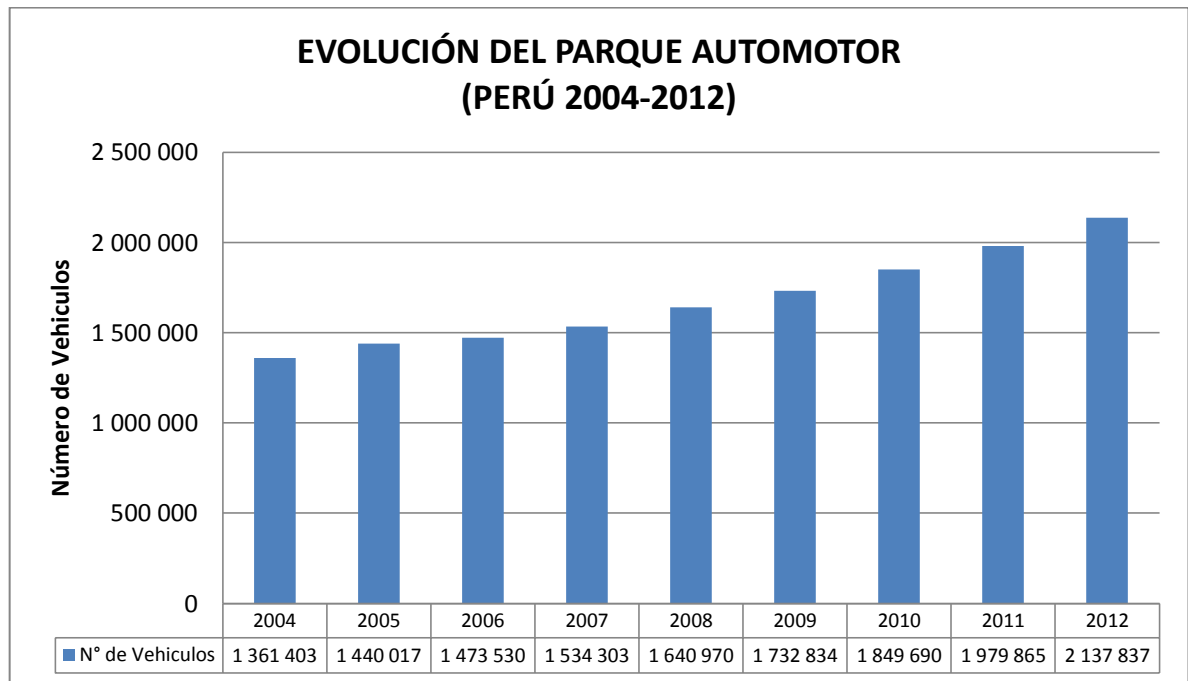


Figura N° 41: Evolución del Parque Automotor de Perú (2004 – 2012)

Fuente: Oficina de Estadística – Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP)
Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013)

Elaboración Propia

De la misma manera el parque Automotor del Cusco, desde el año 2004 al año 2012 también ha tenido un incremento de más del 50% y está entre una de las 9 ciudades que han tenido mayor incremento del parque automotor, como se muestra en la siguiente figura:

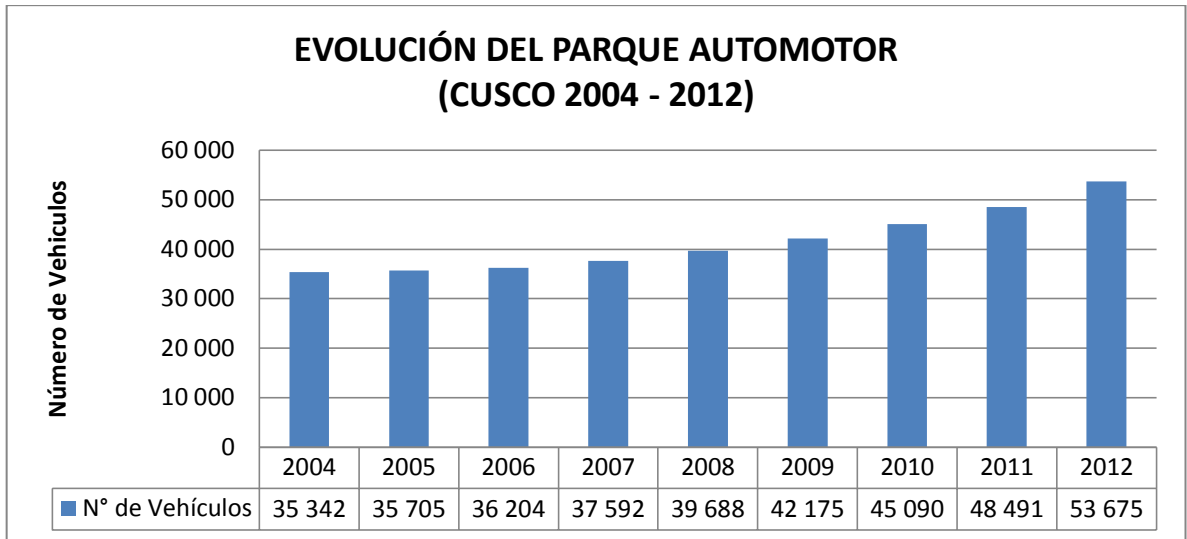


Figura N° 42: Evolución del Parque Automotor de Cusco (2004 – 2012)

Fuente: Oficina de Estadística – Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP) Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013)

Elaboración Propia

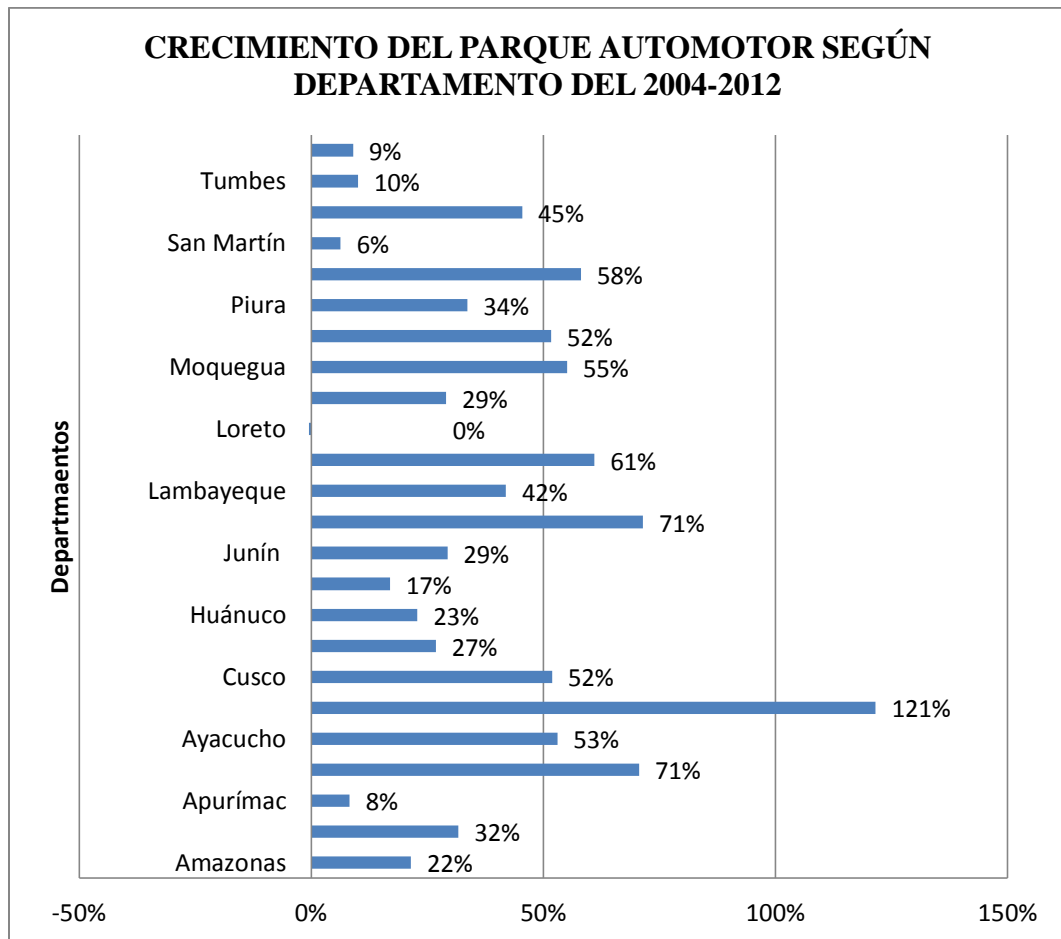


Figura N° 43: Crecimiento del Parque Automotor del Perú por Departamento (2004 – 2012)

Fuente: Oficina de Estadística – Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP) Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013)

Elaboración Propia

De manera similar el crecimiento del parque automotor del Perú por clase de vehículo, muestra que los vehículos ligeros tuvieron mayor crecimiento que los vehículos pesados, donde los vehículos ligeros representan en promedio el 85% y los vehículos pesados representan en promedio un 15%; lo mismo sucede en el parque automotor del Cusco el cual también se asemeja al crecimiento de vehículos ligeros, donde los vehículos ligeros representan en promedio un 81% y los vehículos pesados representan en promedio el 19%.

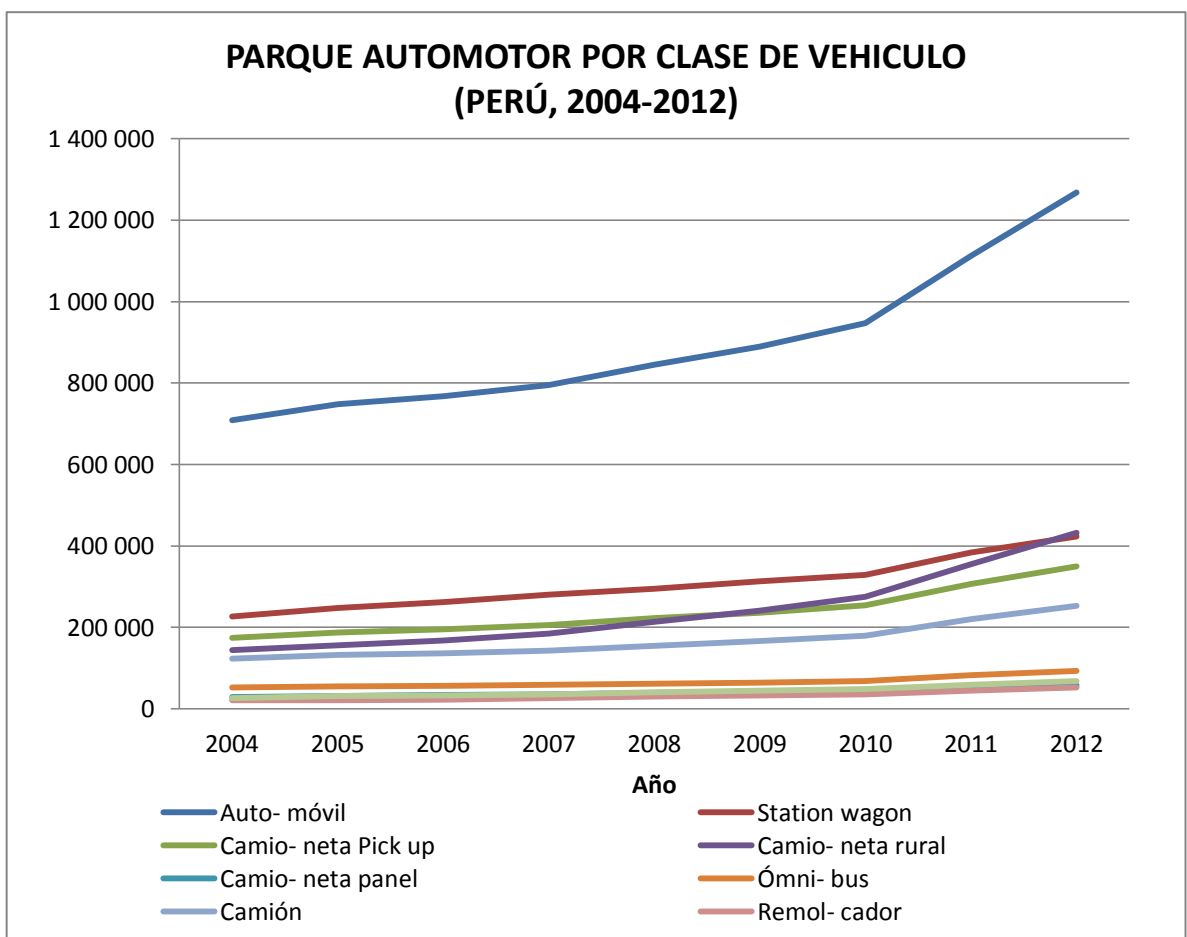


Figura N° 44: Parque Automotor por Clase de Vehículo Perú (2004 – 2012)

Fuente: Oficina de Estadística – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Elaboración Propia

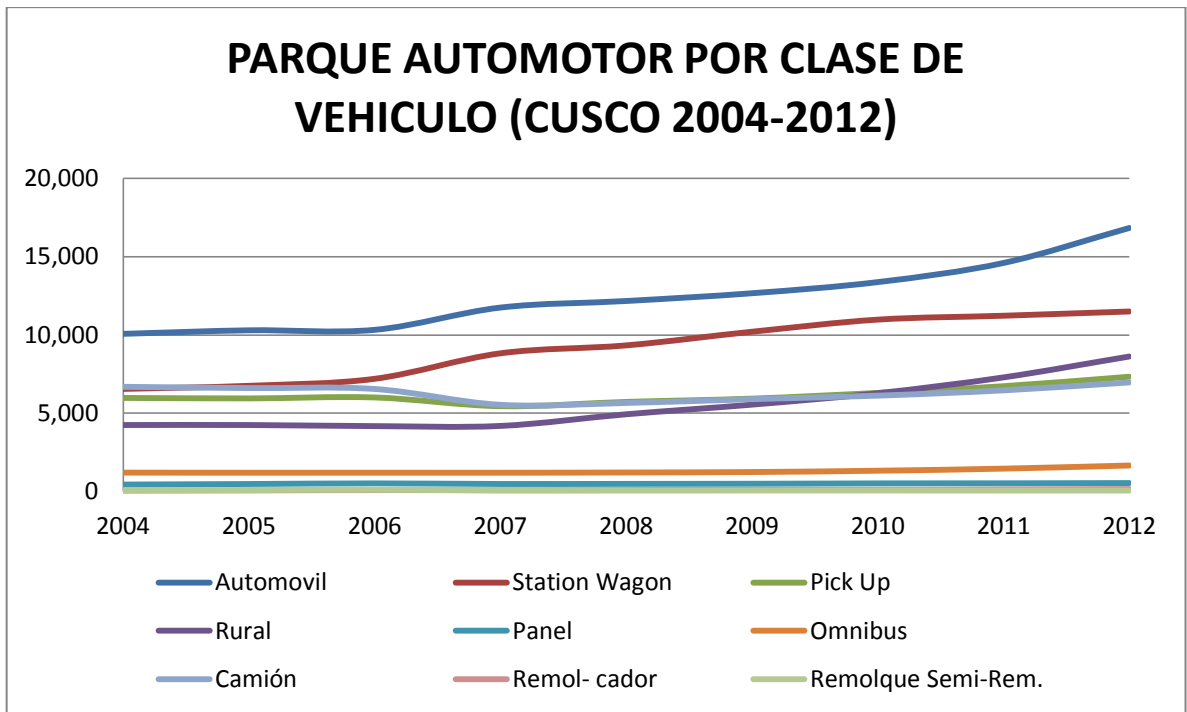


Figura N° 45: Parque Automotor por Clase de Vehículo Cusco (2004 – 2012)

Fuente: Oficina de Estadística – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Elaboración Propia

Por otro lado también influenciara el crecimiento de las ventas de vehículos nuevos el cual ha mostrado un incremento haciendo mayor la necesidad de evaluar el incremento de líneas de inspección.

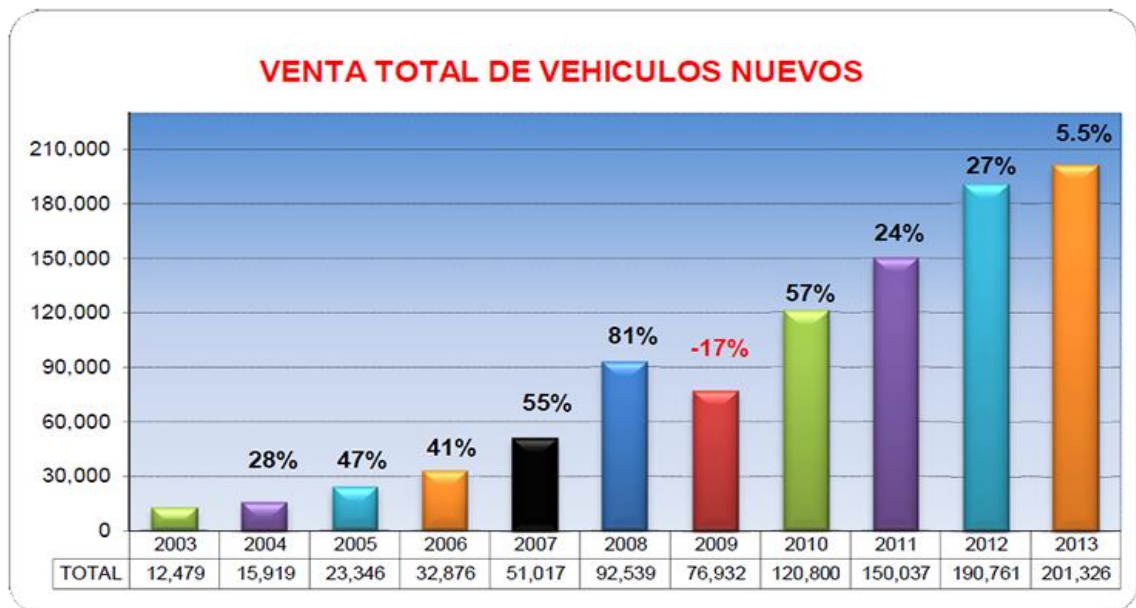


Figura N° 46: Venta total de Vehículos Nuevos (2003 – 2013)

Fuente: Oficina de Estadística – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Elaboración Propia



Todos los datos estadísticos mostrados anteriormente describen una tendencia creciente para los próximos años haciendo que sea fundamental evaluar el incremento de la línea de inspección, por otro lado los datos considerados son solo de los vehículos que necesitan o necesitarán del servicio de inspección técnica vehicular, considerando los 3 años posteriores al año de fabricación.

Luego de haber obtenido datos sobre el parque automotor del Perú y del Cusco se procedió con el cálculo de la demanda del servicio el cual se realizara mediante el siguiente modelo:

- Para vehículos livianos - se utilizó el siguiente modelo:

$$\text{Demanda} = 2*(\text{VLSP}) + (\text{VLN})$$

$$\text{VLSP} = \text{TPA} * \text{PL} * (\text{RLP})$$

$$\text{VLN} = \text{TPA} * \text{PL} (1 - \text{RLP})$$

Dónde:

2 : Según D.S N° 025-2008-MTC, los vehículos livianos del servicio público deben de pasar revisiones técnicas dos veces al año.

VLSP : Número de vehículos livianos para servicio público.

VLN : Número de vehículos livianos para uso privado.

TPA : Tamaño del Parque Automotor para cada Departamento.

PL : Porcentaje de vehículos livianos en el Parque Automotor para cada Departamento.

RLP : Razón (Veh. Livianos para servicio público) / (Total de Veh. Livianos) para cada departamento.

Remplazando:

$$\text{VLSP} = \text{TPA} * \text{PL} * (\text{RLP})$$

$$\text{VLSP} = 53675 * 0.83 * 0.5175 = 23055$$

$$\text{VLN} = \text{TPA} * \text{PL} (1 - \text{RLP})$$

$$\text{VLN} = 53675 * 0.83 * 0.4825 = 21495$$

$$\text{Demanda} = 2*(\text{VLSP}) + (\text{VLN})$$

$$\text{Demanda} = 2 * 23055 + 21495$$

$$\text{Demanda} = 46110 + 21495 = 67605$$



- Para Vehículos Pesados - se utilizó el siguiente modelo:

Dónde:

2 : Según D.S N° 025-2008-MTC, los vehículos pesados deben pasar revisiones técnicas dos veces al año.

VP : Número de vehículos pesados presentes en el parque automotor.

TPA : Tamaño del parque automotor para cada departamento.

PP : Porcentaje de vehículos pesados en el parque automotor para cada departamento.

Remplazando:

$$VP = TPA * PP$$

$$VP = 53675 * 0.17 = 9125$$

$$\text{Demanda} = 2 * (VP)$$

$$\text{Demanda} = 2 * 9125 = 18250$$

Tabla N° 17: Demanda del Servicio de Inspección Técnica Vehicular (2015).

| VEHICULOS LIVIANOS | VEHICULOS PESADOS | DEMANDA TOTAL DE SERVICIOS |
|--------------------|-------------------|----------------------------|
| 67605 | 18250 | 85855 |

Elaboración Propia

5.12. Análisis del problema fundamental

Como se pudo observar en el análisis de procesos, existe claramente el problema de desorganización de estaciones o una mala distribución de planta y un análisis de estación en relación a la cantidad de servidores y al tiempo de demora.

Por otro lado al realizar este análisis, se observó, que en base a la demanda del servicio que se calculó para el año 2014 y 2015 y la cantidad de servicios atendidos o que se esperan atender, tenemos que:

Tabla N° 18: Porcentaje de Demanda Cubierto por Cusco Imperial S.A.C. (2014).

| AÑO 2014 | | | |
|------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| | DEMANDA TOTAL DE SERVICIOS ITV | SERVICIOS DE ITV ATENDIDOS POR EL CITV CUSCO IMPERIAL | SERVICIOS DE ITV ATENDIDOS POR OTROS CITVs |
| CANTIDAD | 77563 | 6026 | 71537 |
| PORCENTAJE | 100% | 8% | 92% |

Fuente: Sistema Informático – Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

Tabla N° 19: Porcentaje de Demanda Cubierto por Cusco Imperial S.A.C. (2015).

| AÑO 2015 | | | |
|------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| | DEMANDA TOTAL DE SERVICIOS ITV | SERVICIOS DE ITV ATENDIDOS POR EL CITV CUSCO IMPERIAL | SERVICIOS DE ITV ATENDIDOS POR OTROS CITVs |
| CANTIDAD | 85855 | 25344 | 60511 |
| PORCENTAJE | 100% | 30% | 70% |

Fuente: Sistema Informático – Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

Haciendo una evaluación de año tras año el porcentaje de su atención se evidencio que la cantidad de vehículos atendidos muestra un crecimiento de 22 %, por lo que, con la aparición de nuevos centros de inspección técnica vehicular y considerando que con la actual línea de inspección llego a un límite de 25488 vehículos al año en promedio, con seguridad y en base al crecimiento del parque automotor en Cusco, la probabilidad de que empiece a disminuir el porcentaje de participación para cubrir la demanda de servicios de inspección técnica vehicular del centro de inspección vehicular será mayor, aun a pesar de que se trabaje con las mejores características de atención y desarrollando las actividades con la capacidad de atención al límite.



5.13. Análisis de las causas fundamentales

Dentro del análisis de procesos que se efectuó, las causas fundamentales se dividieron en función del flujo de trabajo, de los métodos de trabajo, de sus indicadores de gestión y de la demanda, es así que se muestra a continuación dicho análisis:

- En función al flujo de trabajo, se notó que la distribución actual es defectuosa lo cual implica que, un cliente que viene por re-inspección, y solo viene a subsanar alguna falta, no puede salir de la línea tras haber terminado solo su prueba pendiente, sino que debe atravesar toda la línea y ser evaluado en las demás estaciones, y no solo centrarse en subsanar la falta u observación.

De la misma manera se puede observar que la ubicación de las estaciones de trabajo dificulta el rápido flujo de vehículos sobre todo al empezar en la estación de gases.

En relación a las esperas, se conoce que la capacidad de atención es insuficiente porque la capacidad actual de la planta está capacitada para atender 9 vehículos por hora es decir 90 vehículos por día en promedio, sin embargo hay días en que se reciben más de 9 unidades vehiculares por hora o más de 90 vehículos por día; por lo que esto hace necesitar una mejor asignación de servidores en cada estación debido a que se observó que en la estación de pago de derechos se cuenta con solo un servidor pero para la siguiente estación que es de verificación e ingresos de datos se cuenta con tres servidores, generando tiempos improductivos, razón por la cual será necesario evaluar su disminución o incremento de servidores en todas las estaciones.

- En función a los métodos de trabajo utilizados, existen estaciones en las que existen mayor cantidad de errores, debido a que al iniciar el año 2015 se contrató nuevo personal para algunas estaciones los cuales no recibieron la capacitación sobre los métodos por los cuales deben de desarrollar su actividad, olvidando así que si el proceso de inspección técnica vehicular, se efectúa obviando algunos pasos, se corre el peligro de recibir sanciones por parte de las entidades reguladoras.

De la misma manera cuando no se cuenta con una capacitación adecuada del personal, influye en reproceso lo cual origina tiempo de espera al cliente, pero sin embargo esto afecta en menor magnitud debido a que mientras mayor sea el tiempo de permanencia en sus estaciones mayor será su habilidad para desempeñar su labor.



- En función de sus indicadores de gestión, se evaluó principalmente el indicador de servicios atendidos, se cuenta con una capacidad de 9 vehículos por hora, haciendo que anualmente en promedio tenga una capacidad de 25488 vehículos, por otro lado cuando esta capacidad se veía hasta el límite o excedía, se formaban extensas colas que incluso en ocasiones no permitía el acceso a un solo vehículo a la planta motivo que en ocasiones género que posibles clientes eviten ingresar a la línea de inspección.

De esta manera también será necesario considerar la ampliación de la línea de inspección, incrementar o disminuir sus estaciones y a mejorar la actual distribución de planta.

- Por ultimo en función a la demanda del servicio de inspección técnica vehicular, tenemos que el parque automotor del Perú y el del Cusco tienen tendencias de crecimiento, de la misma manera el parque automotor por clase de vehículo muestra que los vehículos livianos tienen el mayor porcentaje y también tendencias de crecimiento en relación a los vehículos pesados y que además existen tendencias de crecimiento de vehículos nuevos.

Esto hace que la demanda del servicio también vaya a tener tendencias de crecimiento, motivo por el cual también se tendrán mayor cantidad de arribos de vehículos, haciendo que sea fundamental evaluar el incremento de la línea de inspección, más aun pensando en los próximos años y en que se tiene que aumentar la capacidad de atención para que de esa manera se cubra con mayor amplitud la demanda y se trate de superar a los otros centros de inspección técnica vehicular.

**CAPITULO VI. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE COLAS ACTUAL****6.1. Análisis de la Situación Actual de los Tiempos de Espera**

Para la realización del Diagnóstico de los tiempos de espera del centro de inspección técnica vehicular Cusco Imperial S.A.C. se consideraron las operaciones o fases que intervienen en este proceso, siendo las mismas: Pago de Derecho, Verificación e Ingres de Datos, Inspección test line, Inspección de gases, Inspección de Luces, Inspección Visual y Entrega de Resultados.

Cada una de estas operaciones se ha catalogado como una fase, que cuentan con sus recursos compartidos en algunos casos tanto materiales como humanos; pero solo algunas cuentan con su propia cola, además de un área física delimitada y determinada.

La naturaleza de la cola y el modelo de la misma tienden a variar de una fase a otra, pudiendo encontrar modelos de un solo servidor para 6 operaciones y de tres servidores solo para la Verificación e Ingreso de Datos del total de fases estudiadas en el proceso de Inspección Técnica Vehicular por el cual pasan los clientes y sus vehículos.

De esta manera se tienen dos vías de datos:

1. De las bases de datos de la empresa (llegada de los clientes en sus vehículos).
2. De la observación directa del comportamiento de las líneas de espera (atención de los clientes y sus vehículos).

La medición de los tiempos se realizó de manera presencial, con el objeto de medir la llegada de los clientes en sus vehículos, así como la tasa de atención de los mismos. Para lograr este propósito se necesita hacer un análisis estadístico de los datos para obtener su distribución de probabilidad. Esto último lo requerimos para poder clasificar el modelo de colas de cada una de las estaciones de trabajo.

La investigación de campo se realizó en un periodo de seis días hábiles, en los cuales el centro de Inspección Técnica Vehicular presta sus servicios, en el siguiente horario:

Tabla N° 20: Horario por Días de Trabajo Imperial S.A.C.

| CITV CUSCO IMPERIAL | HORARIO DE ATENCIÓN | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | LUNES A VIERNES | SABADOS |
| | 9:00 a.m. a 8:00 p.m. | 9:00 a.m. a 6:00 p.m. |

Fuente: Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

Por lo que se escogió todo el lapso de tiempo para observar la demanda del servicio; pudiendo de esta manera observar el comportamiento de cada una de las colas, de acuerdo a su fase, en su etapa más crítica y por ende estudiando el período con mayor potencial de mejora.

6.2. Distribución de Llegadas

Como su nombre lo indica es la forma en que van llegando los clientes al sistema, en este caso los vehículos que llegan al centro de Inspección Técnica Vehicular Cusco Imperial, para este caso en particular se consideró la llegada de los vehículos en forma individual por lo que se tendrá un tiempo de llegada para cada uno de los vehículos.

6.2.1. Registro de Datos

Los clientes llegan a través del tiempo proveniente de una fuente de entrada o población que siguen un patrón estadístico. Como la tasa de llegadas no se conoce con certeza, debe describirse a través de distribuciones de probabilidad.

Debido a que se tienen el mismo proceso, se realiza un solo registro de datos de la distribución de llegadas, para el registro de datos de la distribución de llegadas al centro de inspección técnica vehicular se tomó como base los últimos días del mes de Setiembre y los primeros días del mes de Octubre.

6.2.2. Tabulación de Datos

Se tabulan los datos de los días de lunes a sábado, debido a que abarcaremos una semana con los días de atención, por lo tanto la tabulación para el proceso queda de la siguiente manera:

Tabla N° 21: Resumen 1: Arribos de Vehículos por Hora.

| Días Observados | | Hora de Inicio | Observador : Kevin Pavel Navarrete Chani | | | | | Total Vehículos Observados |
|-----------------|------------|----------------|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------|
| | | | Arribos de Vehículos por Hora | | | | | |
| | | | 1 Hora | 2 Hora | 3 Hora | 4 Hora | 5 Hora | |
| Lunes | 28/09/2015 | 09:00 | 9 | 12 | 14 | 10 | 18 | 63 |
| Martes | 29/09/2015 | 09:00 | 4 | 15 | 10 | 8 | 9 | 46 |
| Miércoles | 30/09/2015 | 09:00 | 8 | 10 | 6 | 12 | 10 | 46 |
| Jueves | 01/10/2015 | 09:00 | 8 | 16 | 10 | 8 | 9 | 51 |
| Viernes | 02/10/2015 | 09:00 | 6 | 13 | 12 | 9 | 10 | 50 |
| Sábado | 03/10/2015 | 09:00 | 21 | 19 | 22 | 26 | | 88 |

Elaboración Propia

Tabla N° 22: Resumen 2: de Arribos de Vehículos por Hora.

| Días Observados | | Hora de Inicio | Observador : Jorge Sergio Quilli Dueñas | | | | | Total Vehículos Observados |
|-----------------|------------|----------------|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------|
| | | | Arribos de Vehículos por Hora | | | | | |
| | | | 1 Hora | 2 Hora | 3 Hora | 4 Hora | 5 Hora | |
| Lunes | 28/09/2015 | 15:00 | 9 | 12 | 6 | 13 | 10 | 50 |
| Martes | 29/09/2015 | 15:00 | 7 | 10 | 8 | 9 | 6 | 40 |
| Miércoles | 30/09/2015 | 15:00 | 8 | 7 | 7 | 11 | 9 | 42 |
| Jueves | 01/10/2015 | 15:00 | 10 | 6 | 12 | 10 | 8 | 46 |
| Viernes | 02/10/2015 | 15:00 | 14 | 7 | 6 | 12 | 2 | 41 |
| Sábado | 03/10/2015 | 14:00 | 24 | 20 | 10 | 16 | | 70 |

Elaboración Propia

6.2.3. Cálculo de Media

La media o el valor promedio es una representación de la tendencia central de los datos, para calcularla se depende del tipo de variable que se esté tratando, estas pueden ser basadas en la observación o basadas en el tiempo.

Este caso en particular se basa en la observación del sistema para el cálculo de media para la distribución de llegadas, por lo tanto la media para los datos obtenidos es la siguiente:

Tabla N° 23: Resumen 3: Media Arribos.

| Días Observados | | Vehículos Observados (mañana) | Vehículos Observados (tarde) | Total Vehículos Observados |
|-----------------|------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Lunes | 28/09/2015 | 63 | 50 | 113 |
| Martes | 29/09/2015 | 46 | 40 | 86 |
| Miércoles | 30/09/2015 | 46 | 42 | 88 |
| Jueves | 01/10/2015 | 51 | 46 | 97 |
| Viernes | 02/10/2015 | 50 | 41 | 91 |
| Sábado | 03/10/2015 | 88 | 70 | 158 |
| | | | | 633 |

Elaboración Propia

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n}$$

Por lo tanto son 29 muestras por cada turno observado haciendo un total de 58 muestras, entonces.

$$\bar{x} = \frac{633}{58} = 11$$

$\bar{x} = 11$ vehículos por hora

6.3. Distribución del Tiempo de Servicio

Es el tiempo que pasa un cliente con su vehículo en el sistema en el cuál le están prestando el servicio. Este tiempo dependerá del número de estaciones con que cuente el sistema, en este caso como en el de la distribución de llegadas, los tiempos de los vehículos se tomaron en forma individual pero estará representado por los tiempos obtenidos en el estudio de tiempos.

6.3.1. Registro de Datos

El registro de datos para la distribución de tiempo de servicio se aplicó tomando como base la observación física del sistema. Para esto como se mencionó anteriormente se tomaron los datos del estudio de tiempos que se realizó siendo estos datos los tiempos reales cronometrados en los cuáles el cliente con su vehículo se encuentran en la estación de servicio.

6.3.2. Tabulación de Datos

Los datos que se obtuvieron representan las muestras del sistema, por lo tanto la tabulación para el proceso queda de la siguiente manera:

Tabla N° 24: Resumen 4: Tiempos de Servicio.

| N° | OPERACIÓN | TE | μ |
|----|-----------------------|------|-------|
| 1 | Pago de Derechos | 3.26 | 18.40 |
| 2 | Ingreso de Datos | 2.98 | 20.13 |
| 3 | Inspección Test Line | 2.41 | 24.90 |
| 4 | Inspección de Gases | 1.66 | 36.14 |
| 5 | Inspección de Luces | 1.81 | 33.15 |
| 6 | Inspección Visual | 3.12 | 19.23 |
| 7 | Entrega de Resultados | 6.87 | 8.73 |

Elaboración Propia

6.4. Cantidad de Fases

El Centro de Inspección Técnica Vehicular Cusco Imperial considera un proceso multifase o multinodo, es decir que cuenta con varias fases o nodos en la que los clientes avanzan de forma secuencial y en el mismo orden fase por fase. Por lo que el estudio contempló las 7 fases que serían las 7 operaciones del proceso. Este se detalla de mejor manera en la siguiente figura:

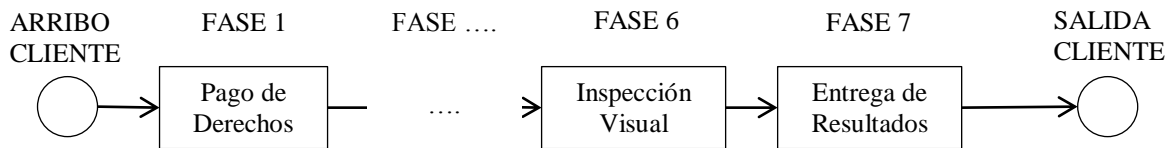


Figura N° 47: Cantidad de Fases

Elaboración Propia

6.5. Cantidad de Servidores por Fase

Dentro de las 7 fases que tiene el servicio de Inspección técnica Vehicular, existen un número de servidores los que atienden el flujo de clientes y evacúan filas, el cual varía solo en la fase 2 (Verificación e ingreso de Datos) porque cuenta con tres servidores y el resto de fases solo cuentan con un solo servidor, el cual es de la siguiente manera:

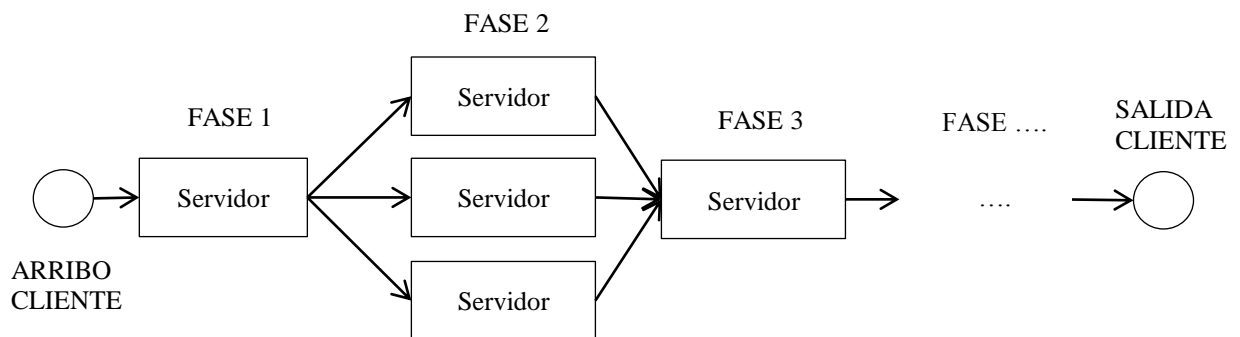


Figura N° 48: Cantidad de Servidores por Fase

Elaboración Propia

6.6. Modelo de Instalación de Servicio

El centro de inspección técnica vehicular define su instalación de servicio por medio de su línea de inspección mixta, la cual atiende a vehículos livianos y también a vehículos pesados, por lo que el modelo de instalación de servicio es de “un solo canal y múltiples fases” o Modelo C, excepto en la fase dos que sigue un modelo multicanal o modelo B, el modelo será el siguiente:

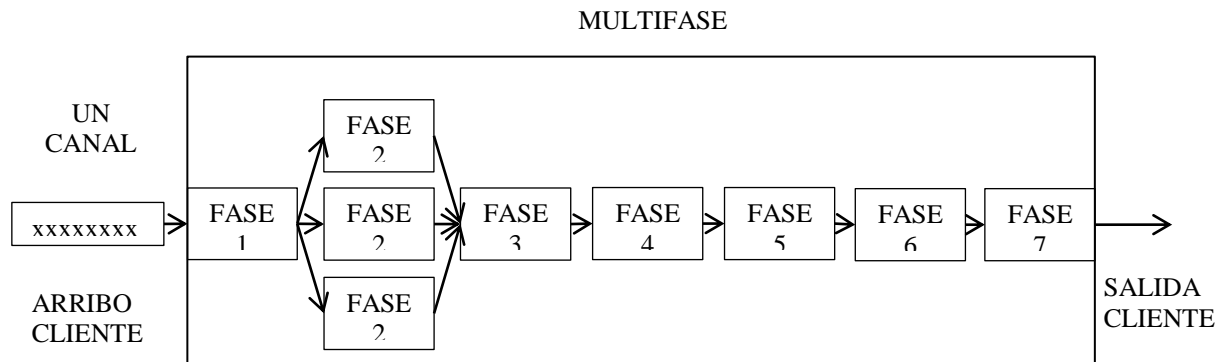


Figura N° 49: Modelo de Instalación de Servicio

Elaboración Propia

6.7. Disciplina del Servicio y Prioridad

Aunque los patrones de entradas y salidas son los factores principales en el análisis de las líneas de espera, también pueden figurar otros factores en forma importante en la elaboración de los modelos. Uno de estos factores es la forma como se elige a los clientes en las líneas de espera para dar inicio al servicio. De esta manera la disciplina más común, y en apariencia justa, es la regla FIFO (el primero en llegar es el primero en ser atendido), por lo que el proceso de inspección técnica vehicular al ser solo una línea trabaja con la regla FIFO (primero en llegar primero en ser atendido), teniendo como prioridad el cliente que llega primero.

6.8. Capacidad del Sistema

La capacidad del sistema al ser uno de los factores más influyentes dentro de la percepción de un cliente hacia la calidad del servicio es insuficiente, porque un buen número de clientes queda desatendido y muchos abandonan el servicio antes de consultar el servicio.

De esta manera la capacidad de cada fase es distinta, pero la capacidad de atención en el proceso es de 9 vehículos por hora.

Por otro lado considerando la capacidad en relación al espacio o área, la capacidad es finita y está determinada principalmente por el área de estacionamiento pero por la capacidad del sistema y modalidad del servicio no es posible el cálculo del mismo.

CAPACIDAD DEL SISTEMA ACTUAL

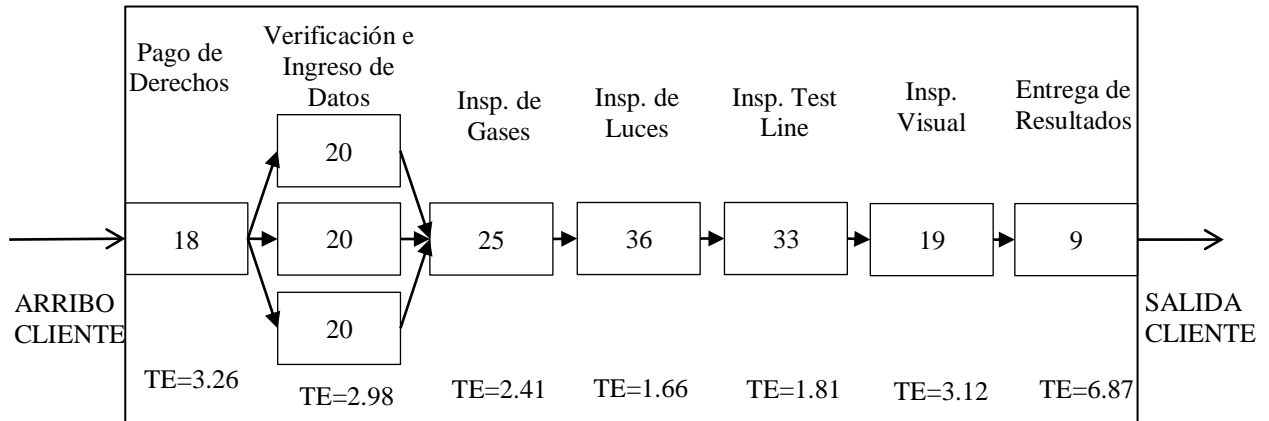


Figura N° 50: Capacidad del Sistema

Elaboración Propia

6.9. Análisis Cualitativo de las Operaciones

En el servicio de inspección técnica vehicular, a medida que transcurre el tiempo, también se aleja de las condiciones originales es decir que el tiempo estándar con el que se comenzó va adquiriendo características otorgadas por la entrada y salida de clientes del sistema estableciendo un patrón que independientemente del número de clientes presentes, que afectan e incrementan considerablemente el tiempo de atención a los clientes que llegan consecutivamente, haciendo que los clientes abandonen el servicio incluso antes de iniciar con el mismo.

- Pago de Derechos

Analizando la operación de pago de derechos se observa que este al tener un solo servidor causa un tiempo de espera para ser atendido, y al ser la primera fase causa tiempos improductivos en las demás fases por lo cual se manifiesta una demora al iniciar el proceso.

- Línea de Inspección

Se observó que cuentan con una limitación, la cual recurre a contar con una sola línea de inspección, haciendo que para la Inspección de Gases, Luces y Visual se realicen en un mismo espacio haciendo que interrumpa la fluidez del proceso de Inspección Test line, y por consiguiente que atrase la operación del siguiente vehículo generando así una demora por cada operación.

- Entrega de Resultados

Esta operación es la última sin embargo se observó que esta tiene el tiempo de operación más amplio por consiguiente es el que más demoras ocasiona, haciendo que sea esta la principal demora o cuello de botella en todo el proceso de inspección técnica vehicular.

6.10. Cálculo de Características del Sistema

Debido a que se están trabajando siete operaciones diferentes se realiza un análisis de las características de cada uno para determinar cuál modelo de teoría de colas se adapta mejor a las condiciones del sistema.

6.10.1. Pago de Derechos

- Tasa promedio de llegada:
 $\lambda = 11$ vehículos por hora
- Tasa promedio de servicio:
 $\mu = 18.40$ vehículos por hora
- Instalación de Servicio:
 $c = 1$ estación de servicio

- Modelo C:

M/D/1

- Factor de utilización:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{11}{18.40} = 0.60$$

La secretaria de Pago de Derechos trabaja al 0.60 de la capacidad en la prestación del servicio.

- Probabilidad del sistema vacío:

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - 0.60 = 0.40$$

La probabilidad de que no haya nadie en la estación es de 0.40.

- Número Promedio de Unidades en el Sistema:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{11}{18.40 - 11} = 1.49$$

El número medio de clientes en la estación es de 1.49 clientes.

- Número Promedio de Unidades en la Cola:

$$L_q = \rho \times L_s = (0.60) \times (1.49) = 0.89$$

El número promedio de clientes que permanecen en la cola es de 0.89 clientes.

- Tiempo Promedio en el Sistema:

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{18.40 - 11} = 0.14$$

El tiempo medio que un cliente permanece en el sistema es de 0.14 horas o 8.1 min.

- Tiempo Promedio de Espera en la Cola:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{11}{18.40(18.40 - 11)} = 0.08$$

El tiempo medio que un cliente permanece en espera en la cola es de 0.08 horas o 4.84 min.

- Costo Total de Espera:

$$CT = C_w L + C_s c$$

Costo de espera o costo de oportunidad ($C_w = 80.00$ soles)

Costo de servicio o de servidor por hora de trabajo ($C_s = 5.00$ soles/hora).

$$CT = 80(1.49) + 5(1)$$

$$CT = 123.84$$

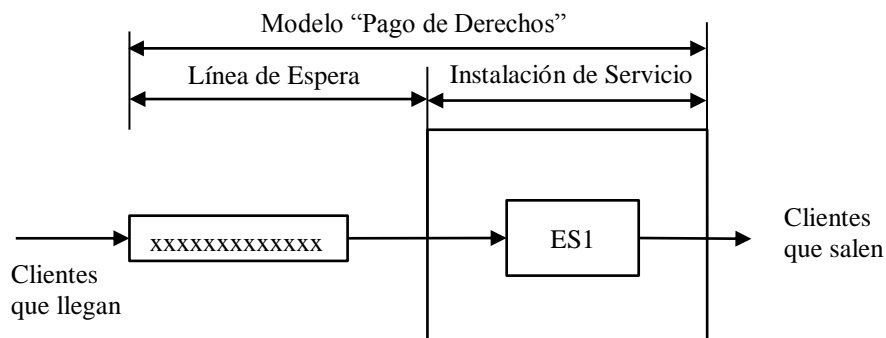


Figura N° 51: Modelo de Colas Fase 1: Pago de Derechos

Elaboración Propia

6.10.2. Verificación e Ingreso de Datos

- Tasa promedio de llegada:
 $\lambda = 11$ vehículos por hora
- Tasa promedio de servicio:
 $\mu = 20.13$ vehículos por hora
- Instalación de Servicio:
 $c = 3$ estaciones de servicio
- Modelo B:
M/M/S

- Factor de utilización:

$$r = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{11}{20.13} = 0.55; \quad \rho = \frac{r}{c} = \frac{0.55}{3} = 0.18$$

Las secretarías de Verificación e Ingreso de Datos trabajan al 0.18 de la capacidad en la prestación del servicio.

- Probabilidad del sistema vacío:

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{r^n}{n!} + \frac{r^c}{c! (1 - \rho)} \right\}^{-1} \quad \frac{r}{c} = \rho < 1$$

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^2 \frac{0.55^n}{n!} + \frac{0.55^3}{3! (1 - 0.18)} \right\}^{-1} = \left\{ \frac{0.55^0}{0!} + \frac{0.55^1}{1!} + \frac{0.55^2}{2!} + \frac{0.55^3}{3! (1 - 0.18)} \right\}^{-1}$$

$$P_0 = \left\{ 1 + 0.55 + \frac{0.3}{2} + \frac{0.171}{4.92} \right\}^{-1} = \{1 + 0.55 + 0.15 + 0.04\}^{-1}$$

$$P_0 = \{1.74\}^{-1} = \frac{1}{1.74} = 0.58$$

La probabilidad de que no haya nadie en la estación es de 0.45.

- Número Promedio de Unidades en el Sistema:

$$L_s = r + \left(\frac{r^c \rho}{c! (1 - \rho)^2} \right) P_0 = 0.55 + \left[\frac{(0.55)^3 (0.18)}{3! (1 - 0.18)^2} \right] 0.58$$

$$L_s = 0.55 + 0.004 = 0.55$$

El número medio de clientes en la estación es de 0.55 clientes

- Número Promedio de Unidades en la Cola:

$$L_q = \frac{r^c \rho}{c! (1 - \rho)^2} P_0 = \frac{(0.55^3)(0.18)}{3! (1 - 0.18)^2} \quad (0.58)$$

$$L_q = \frac{0.03}{4.03} (0.58) = 0.004$$

El número medio de clientes que permanecen en la cola es de 0.004 clientes

- Tiempo Promedio en el Sistema:

$$W_s = \frac{1}{\mu} + \left[\frac{r^c}{c! (c\mu)(1 - \rho)^2} \right] P_0 = \frac{1}{20.13} + \left[\frac{0.55^3}{3! (3 * 20.13)(1 - 0.18)^2} \right] \quad (0.58)$$

$$W_s = 0.05 + \left[\frac{0.17}{243.64} \right] (0.58) = 0.05$$

El tiempo medio que un cliente permanece en el sistema es de 0.05 horas o 3 min.

- Tiempo Promedio de Espera en la Cola:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{0.004}{11} = 0.0004$$

El tiempo medio que un cliente permanece en espera en la cola es de 0.0004 horas o 0.02 min.

- Costo Total de Espera:

$$CT = C_w L + C_s c$$

Costo de espera o costo de oportunidad ($C_w = 80.00$ soles)

Costo de servicio o de servidor por hora de trabajo ($C_s = 5.00$ soles/hora).

$$CT = 80(0.55) + 5(3)$$

$$CT = 59.05$$

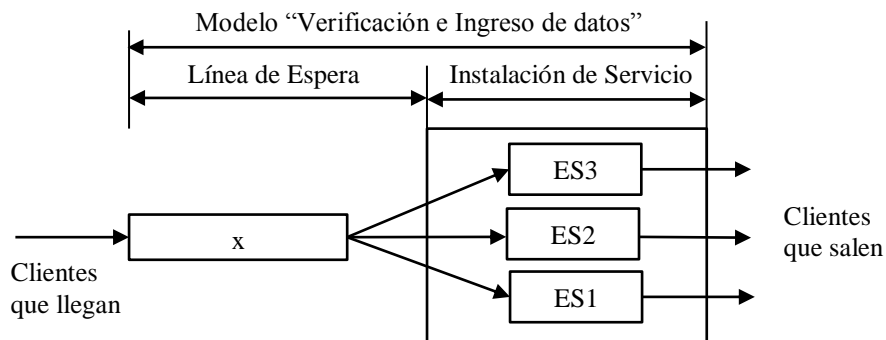


Figura N° 52: Modelo de Colas Fase 2: Verificación e Ingreso de Datos

Elaboración Propia

6.10.3. Inspección Test Line

- Tasa promedio de llegada:

$$\lambda = 11 \text{ vehículos por hora}$$

- Tasa promedio de servicio:

$$\mu = 24.90 \text{ vehículos por hora}$$

- Instalación de Servicio:

$$c = 1 \text{ estación de servicio}$$

- Modelo C:

$$M/D/1$$

- Factor de utilización:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{11}{24.90} = 0.44$$

El Mecánico de Inspección Test Line trabaja al 0.44 de la capacidad en la prestación del servicio.

- Probabilidad del sistema vacío:

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - 0.44 = 0.56$$

La probabilidad de que no haya nadie en la estación es de 0.56.

- Número Promedio de Unidades en el Sistema:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{11}{24.90 - 11} = 0.79$$

El número medio de clientes en la estación es de 0.79 clientes

- Número Promedio de Unidades en la Cola:

$$L_q = \rho \times L_s = (0.44) \times (0.79) = 0.35$$

El número medio de clientes que permanecen en la cola es de 0.35 clientes.

- Tiempo Promedio en el Sistema:

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{24.90 - 11} = 0.07$$

El tiempo medio que un cliente permanece en el sistema es de 0.07 horas o 4.32 min.

- Tiempo Promedio de Espera en la Cola:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{11}{24.90(24.90 - 11)} = 0.03$$

El tiempo medio que un cliente permanece en espera en la cola es de 0.03 horas o 1.91 min.

- Costo Total de Espera:

$$CT = C_w L + C_s c$$

Costo de espera o costo de oportunidad ($C_w = 80.00$ soles)

Costo de servicio o de servidor por hora de trabajo ($C_s = 7.50$ soles/hora).

$$CT = 80(0.79) + 7.50 (1)$$

$$CT = 70.83$$

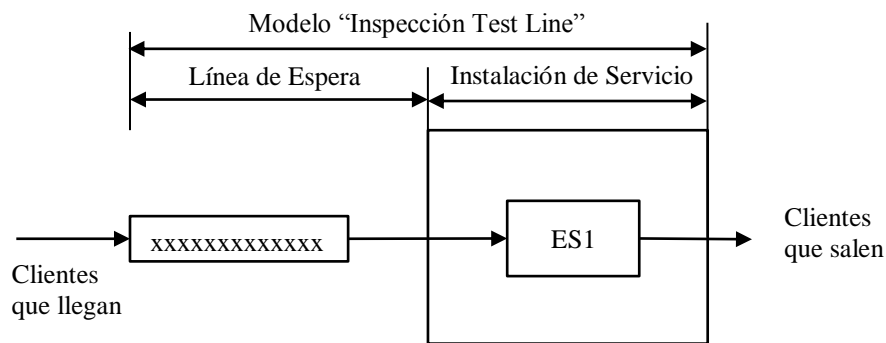


Figura N° 53: Modelo de Colas Fase 3: Inspección Test Line

Elaboración Propia

6.10.4. Inspección de Gases, Luces y Visual

a) Inspección de Gases

- Tasa promedio de llegada:
 $\lambda = 11$ vehículos por hora
- Tasa promedio de servicio:
 $\mu_1 = 36.14$ vehículos por hora
- Instalación de Servicio:
 $c = 1$ estación de servicio
- Modelo C:

$$M/D/1$$

- Factor de utilización:

$$\rho_1 = \frac{\lambda}{\mu_1} = \frac{11}{36.14} = 0.30$$

El Mecánico de Inspección de Gases trabaja al 0.30 de la capacidad en la prestación del servicio.



- Probabilidad del sistema vacío:

$$P_{01} = 1 - \frac{\lambda}{\mu_1} = 1 - 0.30 = 0.70$$

La probabilidad de que no haya nadie en la estación es de 0.70.

- Número Promedio de Unidades en el Sistema:

$$L_{s1} = \frac{\lambda}{\mu_1 - \lambda} = \frac{11}{36.14 - 11} = 0.44$$

El número medio de clientes en la estación es de 0.44 clientes

- Número Promedio de Unidades en la Cola:

$$L_{q1} = \rho_1 \times L_{s1} = (0.30) \times (0.44) = 0.13$$

El número medio de clientes que permanecen en la cola es de 0.13 clientes.

- Tiempo Promedio en el Sistema:

$$W_{s1} = \frac{1}{\mu_1 - \lambda} = \frac{1}{36.14 - 11} = 0.04$$

El tiempo medio que un cliente permanece en el sistema es de 0.04 horas o 2.39 min.

- Tiempo Promedio de Espera en la Cola:

$$W_{q1} = \frac{\lambda}{\mu_1(\mu_1 - \lambda)} = \frac{11}{36.14(36.14 - 11)} = 0.01$$

El tiempo medio que un cliente permanece en espera en la cola es de 0.02 horas o 0.73 min.

- Costo Total de Espera:

$$CT = C_w L + C_s c$$

Costo de espera o costo de oportunidad ($C_w = 80.00$ soles)

Costo de servicio o de servidor por hora de trabajo ($C_s = 7.50$ soles/hora).

$$CT_1 = 80(0.44) + 7.50 (1)$$

$$CT_1 = 42.50$$

b) Inspección de Luces

- Tasa promedio de llegada:

$$\lambda = 11 \text{ vehículos por hora}$$

- Tasa promedio de servicio:

$$\mu_2 = 33.15 \text{ vehículos por hora}$$

- Instalación de Servicio:

$$c = 1 \text{ estación de servicio}$$

- Modelo C:

$$M/D/1$$

- Factor de utilización:

$$\rho_2 = \frac{\lambda}{\mu_2} = \frac{11}{33.15} = 0.33$$

El Mecánico de Inspección de Luces trabaja al 0.33 de la capacidad en la prestación del servicio.

- Probabilidad del sistema vacío:

$$P_{02} = 1 - \frac{\lambda}{\mu_2} = 1 - 0.33 = 0.67$$

La probabilidad de que no haya nadie en la estación es de 0.67.

- Número Promedio de Unidades en el Sistema:

$$L_{s2} = \frac{\lambda}{\mu_2 - \lambda} = \frac{11}{33.15 - 11} = 0.50$$

El número medio de clientes en la estación es de 0.50 clientes

- Número Promedio de Unidades en la Cola:

$$L_{q2} = \rho_2 \times L_{s2} = (0.33) \times (0.50) = 0.16$$

El número medio de clientes que permanecen en la cola es de 0.16 clientes.

- Tiempo Promedio en el Sistema:

$$W_{s2} = \frac{1}{\mu_2 - \lambda} = \frac{1}{33.15 - 11} = 0.05$$

El tiempo medio que un cliente permanece en el sistema es de 0.05 horas o 2.71 min.

- Tiempo Promedio de Espera en la Cola:

$$W_{q2} = \frac{\lambda}{\mu_2(\mu_2 - \lambda)} = \frac{11}{33.15(33.15 - 11)} = 0.01$$

El tiempo medio que un cliente permanece en espera en la cola es de 0.01 horas o 0.90 min.

- Costo Total de Espera:

$$CT = C_w L + C_s c$$

Costo de espera o costo de oportunidad ($C_w = 80.00$ soles)

Costo de servicio o de servidor por hora de trabajo ($C_s = 7.50$ soles/hora).



$$CT_2 = 80(0.50) + 7.50 \quad (1)$$
$$CT_2 = 47.23$$

c) Inspección Visual

- Tasa promedio de llegada:

$$\lambda = 11 \text{ vehículos por hora}$$

- Tasa promedio de servicio:

$$\mu_3 = 19.23 \text{ vehículos por hora}$$

- Instalación de Servicio:

1 estación de servicio

- Modelo C:

M/D/1

- Factor de utilización:

$$\rho_3 = \frac{\lambda}{\mu_3} = \frac{11}{19.23} = 0.57$$

El Mecánico de Inspección Visual trabaja al 0.57 de la capacidad en la prestación del servicio.

- Probabilidad del sistema vacío:

$$P_{03} = 1 - \frac{\lambda}{\mu_3} = 1 - 0.57 = 0.43$$

La probabilidad de que no haya nadie en la estación es de 0.43.

- Número Promedio de Unidades en el Sistema:

$$L_{s3} = \frac{\lambda}{\mu_3 - \lambda} = \frac{11}{19.23 - 11} = 1.34$$

El número medio de clientes en la estación es de 1.34 clientes.

- Número Promedio de Unidades en la Cola:

$$L_{q3} = \rho_3 \times L_{s3} = (0.57) \times (1.34) = 0.76$$

El número medio de clientes que permanecen en la cola es de 0.76 clientes.

- Tiempo Promedio en el Sistema:

$$W_{s3} = \frac{1}{\mu_3 - \lambda} = \frac{1}{19.23 - 11} = 0.12$$

El tiempo medio que un cliente permanece en el sistema es de 0.12 horas o 7.29 min.



- Tiempo Promedio de Espera en la Cola:

$$W_{q3} = \frac{\lambda}{\mu_3(\mu_3 - \lambda)} = \frac{11}{19.23(19.23 - 11)} = 0.07$$

El tiempo medio que un cliente permanece en espera en la cola es de 0.07 horas o 4.17 min.

- Costo Total de Espera:

$$CT = C_w L + C_s c$$

Costo de espera o costo de oportunidad ($C_w = 80.00$ soles)

Costo de servicio o de servidor por hora de trabajo ($C_s = 7.50$ soles/hora).

$$CT_3 = 80(1.34) + 7.50 (1)$$

$$CT_3 = 114.7$$

d) Instalación de servicio en Serie (Gases, Luces y Visual)

$$L_s = L_{s1} + L_{s2} + L_{s3} = 0.44 + 0.50 + 1.34$$

$$L_s = 2.28$$

El número medio de clientes en las estaciones es de 2.28 clientes.

$$L_q = L_{q1} + L_{q2} + L_{q3} = 0.13 + 0.16 + 0.76$$

$$L_q = 1.05$$

El número medio de clientes que permanecen en la cola es de 1.05 clientes.

$$W_s = W_{s1} + W_{s2} + W_{s3} = 0.04 + 0.05 + 0.12$$

$$W_s = 0.21$$

El tiempo medio que un cliente permanece en las estaciones es de 0.42 horas o 12.38 min.

$$W_q = W_{q1} + W_{q2} + W_{q3} = 0.01 + 0.01 + 0.07$$

$$W_q = 0.09$$

El tiempo medio que un cliente permanece en espera en la cola es de 0.09 horas o 5.79 min.

$$CT = CT_1 + CT_2 + CT_3 = 42.50 + 47.23 + 114.7$$

$$W_q = 204.43$$

El costo total de espera de estas 3 estaciones que se encuentran en serie es de 204.43 soles por hora.

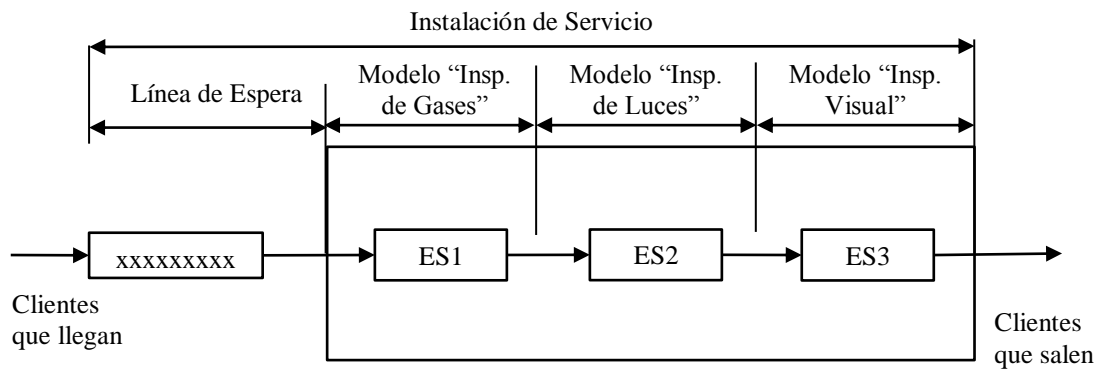


Figura N° 54: Modelo de Colas Fase 4, 5 y 6: Inspección de Gases, Luces y Visual

Elaboración Propia

6.10.5. Entrega de Resultados

- Tasa promedio de llegada:
 $\lambda = 11$ vehículos por hora
- Tasa promedio de servicio:
 $\mu = 8.73$ vehículos por hora
- Instalación de Servicio:
1 estación de servicio
- Modelo C:
 $M/D/1$
- Factor de utilización:
$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{11}{8.73} = 1.26$$

Para que el sistema tenga estado estacionario y este sea independiente del estado inicial es necesario que $\rho < 1$; por tanto el sistema es demasiado inestable generando mucha congestión y no puede haber un único servidor, porque cuanto mayor sea el número de estaciones, menor será el tiempo medio en el sistema; por tanto el número de servidores debe ser $c \geq 2$.

Sin embargo para tener una idea de las características como el número promedio de unidades en el sistema y en la cola al igual que el tiempo promedio en el sistema y en la cola, en esta estación utilizaremos la regla de tres simple estableciendo una proporcionalidad con el modelo anterior, lo cual permitirá tener una idea de dichas características pero del proceso así se tendrá:

Tabla N° 25: Calculo de Características de Fase 7: Entrega de Resultados

| CARACTERISTICAS DE COLAS | INSPECCIÓN GASES | INSPECCIÓN LUCES | INSPECCIÓN VISUAL | APLICANDO REGLA DE TRES SIMPLE | ENTREGA DE RESULTADOS |
|---------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Tasa Promedio de Llegada λ | 11 | | | | |
| Tiempo de operación | 6.59 | | | | 6.87 |
| N° Promedio de Unidades en el Sistema L_s | 2.28 | | | $L_s = \frac{6.87 \times 2.28}{6.59}$ | $L_s = 2.38$ |
| N° Promedio de Unidades en la Cola L_q | 1.05 | | | $L_q = \frac{6.87 \times 1.05}{6.59}$ | $L_q = 1.10$ |
| Tiempo Promedio en el Sistema W_s | 12.38 | | | $W_s = \frac{6.87 \times 12.38}{6.59}$ | $W_s = 12.91$ |
| Tiempo Promedio de Espera en la Cola W_q | 5.79 | | | $W_q = \frac{6.87 \times 5.79}{6.59}$ | $W_q = 6.04$ |
| Costo Total de Espera CT | 204.43 | | | $CT = \frac{6.87 \times 204.43}{6.59}$ | $CT = 213.12$ |

Elaboración Propia

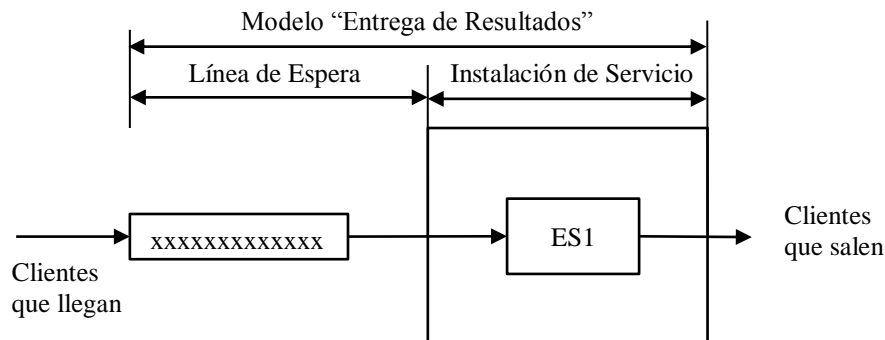


Figura N° 55: Modelo de Colas Fase 7: Entrega de Resultados

Elaboración Propia

6.10.6. Análisis de las Características del Sistema

Con el cálculo de las características del sistema, se muestra el siguiente cuadro en el que se puede apreciar el resumen de cada una de las fases del proceso de inspección técnica vehicular:

Tabla N° 26: Resumen de Características del Proceso de Colas

| CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE COLAS | NOMENCLATURA | PAGO DE DERECHOS | VERIFICACIÓN E INGRESO DE DATOS | INSPECCIÓN N TEST LINE | INSPECCIÓN N GASES | INSPECCIÓN N LUCES | INSPECCIÓN VISUAL | ENTREGA DE RESULTADOS |
|---------------------------------------|--------------|------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Tasa Promedio de Llegada | λ | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Tasa Promedio de Servicio | μ | 18.40 | 20.13 | 24.90 | 36.14 | 33.15 | 19.23 | 8.74 |
| N° de Servidores | c | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Factor de Utilización | ρ | 0.60 | 0.18 | 0.44 | 0.30 | 0.33 | 0.57 | 1.26 |
| Probabilidad de Sistema Vacío | P_0 | 0.40 | 0.58 | 0.56 | 0.70 | 0.67 | 0.43 | - |
| N° Promedio de Unidades en el Sistema | L_s | 1.49 | 0.55 | 0.79 | 2.28 | | | - |
| N° Promedio de Unidades en la Cola | L_q | 0.89 | 0.004 | 0.35 | 1.05 | | | - |
| Tiempo Promedio en el Sistema | W_s | 8.1 | 3.0 | 4.32 | 12.38 | | | - |
| Tiempo Promedio de Espera en la Cola | W_q | 4.84 | 0.02 | 1.91 | 5.79 | | | - |
| Costo Total de Espera | CT | 123.84 | 59.05 | 70.83 | 204.43 | | | - |

Elaboración Propia

Entonces luego de analizar el cuadro anterior tenemos que:

- La fase de “Entrega de Resultados” es la fase que muestra mayor inestabilidad porque muestra que el servidor está excediendo la capacidad de atención por lo que, será necesario incrementar el número de servidores, debido a que esta fase es la que ocasiona la mayor cantidad de unidades y de tiempo en cola.
- Por otro lado, sucede lo contrario en la fase “Verificación e Ingreso de Datos”, porque muestra que la capacidad de atención es muy baja, además muestra las cantidades más bajas en cuanto a la cantidad de unidades y de tiempo en el sistema y en la cola, por lo que para esta fase será necesaria efectuar el decremento de servidores.
- En las fases de “Inspección de gases, luces y visual”, al no contar con colas entre fases, hace que la cantidad de unidades y tiempo en el sistema y en la cola sean muy excesivos, por lo que será necesario cambiar las condiciones de cada una de las fases para que permita disminuir tales características.

6.10.7. Proceso de Colas

Los clientes al recibir el servicio cumplen la secuencia fija de fases, de manera que los clientes que atraviesan las instalaciones de servicio en serie, forman un sistema de cola infinito, por lo que luego de haber obtenido las características de cada estación independiente, es necesario tener las características conjuntas por medio de la solución en forma de producto, entonces para obtener el número promedio de clientes en el sistema y en la cola, así como los tiempos promedios en el sistema y en la cola, se realizara la suma de las cantidades que se obtuvieron en cada fase.

Tabla N° 27: Proceso de Colas Actual

| PROCESO DE COLAS ACTUAL | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
| CARACTERISTICAS DEL SISTEMA | NOMENCLATURA | PAGO DE DERECHOS | VERIFICACIÓN E INGRESO DE DATOS | INSPECCIÓN TEST LINE | INSPECCIÓN GASES | INSPECCIÓN LUCES | INSPECCIÓN VISUAL | ENTREGA DE RESULTADOS | PROCESO DE COLAS |
| | | M/D/1 | M/M/s | M/D/1 | COLA EN SERIE (M/D/1) | | | M/D/1 | |
| N° de servidores | c | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| N° Promedio de Unidades en el Sistema | L_s | 1.49 | 0.55 | 0.79 | 2.28 | | | 2.38 | 7.49 |
| N° Promedio de Unidades en la Cola | L_q | 0.89 | 0.004 | 0.35 | 1.05 | | | 1.10 | 3.39 |
| Tiempo Promedio en el Sistema | W_s | 8.1 | 3.0 | 4.32 | 12.38 | | | 12.91 | 40.71 |
| Tiempo Promedio de Espera en la Cola | W_q | 4.84 | 0.02 | 1.91 | 5.79 | | | 6.04 | 18.6 |
| Costo Total de Espera | CT | 123.84 | 59.05 | 70.83 | 204.43 | | | 213.12 | 671.27 |

Elaboración Propia

De esta manera se puede apreciar que el número promedio en el sistema es de 7.49 unidades del cual 3.39 se encuentran en cola, de igual manera el tiempo promedio que el cliente se encuentra en el sistema es de 40.71 minutos dentro del cual 18.6 minutos los pasa en la cola y el costo total de espera es de 671.27 soles por hora.



CAPITULO VII. DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL

7.1. Análisis de factores influyentes

En este capítulo se hará un análisis de los factores que actualmente afectan la distribución de planta en el CITV Cusco Imperial, el análisis de estos factores ayudaran directamente en las decisiones que se harán como propuesta de la disposición de planta en los siguientes capítulos.

Para diseñar la propuesta de Redistribución de Planta que es uno de los objetivos de este estudio, lo primero será Analizar el Factor Material, tomando en consideración la clasificación de los vehículos involucrados en el proceso. Nuestro elemento del factor material serán los vehículos que pasan la inspección técnica vehicular.

Luego se hará el Análisis Producto-Cantidad (ANALISIS P-Q) donde se realizara el análisis de las cantidades de vehículos atendidos en los años 2014 y 2015, y se evidenciara la clase de vehículos a los que se ha realizado mayor cantidad de inspecciones.

Una vez analizado el Producto – Cantidad se analizara la maquinaria y equipos empleados que se utilizan para el proceso de la revisión técnica, maquinaria que se ubica en las instalaciones. El estudio del factor maquinaria será vital para la disposición de planta, sobre todo tomando en cuenta el número de cada tipo de maquinarias que se deberá aumentar para la nueva redistribución propuesta.

Para que el proceso de inspección pueda llevarse a cabo se requiere de la conjunción de personas con habilidades y capacidades específicas que tendrán que desarrollar en las áreas administrativas y operativas tanto para la fase de inspección documentaria como también en la línea de inspección. El diseño y disposición de los ambientes de trabajo influirán sobre el desempeño de estas personas.

Luego se analizara cuáles son las condiciones de los puestos de trabajo donde se desenvuelve los trabajadores y como se encuentran estos, pues de esto depende el recorrido del vehículo y de la eficiencia de los trabajadores.

En el proceso de inspección se observa que existen puntos de espera, que necesariamente forman parte del proceso, el diseño de las instalaciones debe contemplar dicho aspecto.

El centro de inspección también cuenta necesariamente para su funcionamiento de servicios anexos, cuya ubicación debe ser analizada para facilitar las operaciones, minimizar costos y humanizar el trabajo.



La estructura donde se desarrolla todo el proceso y donde se encuentran los elementos antes mencionados conforman el Factor edificio o infraestructura de la planta, en este factor se analizara el diseño, tamaño y forma que permite el flujo continuo de las operaciones.

Finalmente el último factor a analizar será el factor cambio, donde se analizara la flexibilidad que tendrá al transcurrir los años, la planta pueda adaptarse a los cambios de distribución que puedan realizarse en el futuro.

Es por lo tanto, necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la distribución de planta actual y las interrelaciones existentes entre los mismos. La influencia e importancia relativa de cada uno de estos factores varía como se verá al desarrollar cada uno de ellos.

Este análisis de los factores que influyen en la Distribución en planta se desarrollaran con la siguiente secuencia: Análisis del factor Material (Análisis P-Q), Análisis del Factor Maquinaria y Equipo, Análisis del factor Humano, Análisis del factor Movimiento y factor Espera, Análisis del Factor Servicio, Análisis del factor Infraestructura, Análisis de Factor Cambio, a los cuales se les analizaran diversas características (elementos) y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta en el momento de llevar a cabo una distribución en planta.

Al examinar cada uno de los factores nos aseguraremos de no estar pasando por alto alguna característica y tampoco descuidar detalles importantes que pueden afectar el proceso de Distribución en planta.

7.1.1. Análisis del Factor Material

De entre todos los factores que influyen en la distribución de planta, uno de los más importantes y de influencia directa, es el factor material, pues de este factor se determina el tipo distribución utilizada.

Para una redistribución de Planta que es lo que se plantea en este estudio, el análisis del factor material implica realizar el diagnóstico de materias primas, materiales auxiliares, cantidad, tipo y variedad, lo cual ayudara para la propuesta de Redistribución de Planta en el siguiente capítulo.

7.1.1.1. Descripción de los Elementos del Factor Material

- Materia Prima

Como el objetivo de nuestro proceso no es la producción de un bien o producto, sino brindar un servicio (inspección técnica vehicular); nuestra materia prima principal son los vehículos de las diferentes clasificaciones, pues sin la presencia de los mismos el servicio no se podría brindar.

Considerando las siguientes definiciones:

Tabla N° 28: Clasificación Vehicular

| VEHICULO LIVIANO | VEHICULO PESADO |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vehículo automotor que, de acuerdo a la clasificación vehicular establecida por el Reglamento Nacional de Vehículos, pertenece a cualquiera de las siguientes categorías: M1, M2, N1, O1 y O2 y con peso bruto vehicular máximo de hasta 3,500 kg.” | Vehículo automotor que, de acuerdo a la clasificación vehicular establecida por el Reglamento Nacional de Vehículos, pertenece a cualquiera de las siguientes categorías: M2, M3, N2, N3, O3 y O4 y con peso bruto vehicular superior a los 3,500 kg.” |

Fuente: D.S 025-2008-MTC Reglamento Nacional de ITV

Elaboración Propia

Tabla N° 29: Categorías de Vehículos Atendidos en el CITV

| CATEGORIA | DEFINICION | SUB CATEGORIA |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| M | Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros. | M1 M2 M3 |
| N | Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía. | N1 N2 N3 |
| O | Remolques (incluidos semiremolques). | O1 O2 O3 O4 |

Fuente: D.S 025-2008-MTC Reglamento Nacional de ITV

Elaboración Propia

Nuestro elemento principal de atención son los vehículos quienes reciben el servicio. El servicio que se brinda es la inspección técnica vehicular. Estos vehículos son clasificados en:

- Inspección a Vehículos Livianos de Servicio Público.
- Inspección a Vehículos de uso Privado
- Inspección a Vehículos Pesados.

Cabe mencionar que cuando se realiza el proceso de inspección técnica vehicular, todos los vehículos contenidos en las 3 clasificaciones pasan una inspección Completa (todas las estaciones de Trabajo).

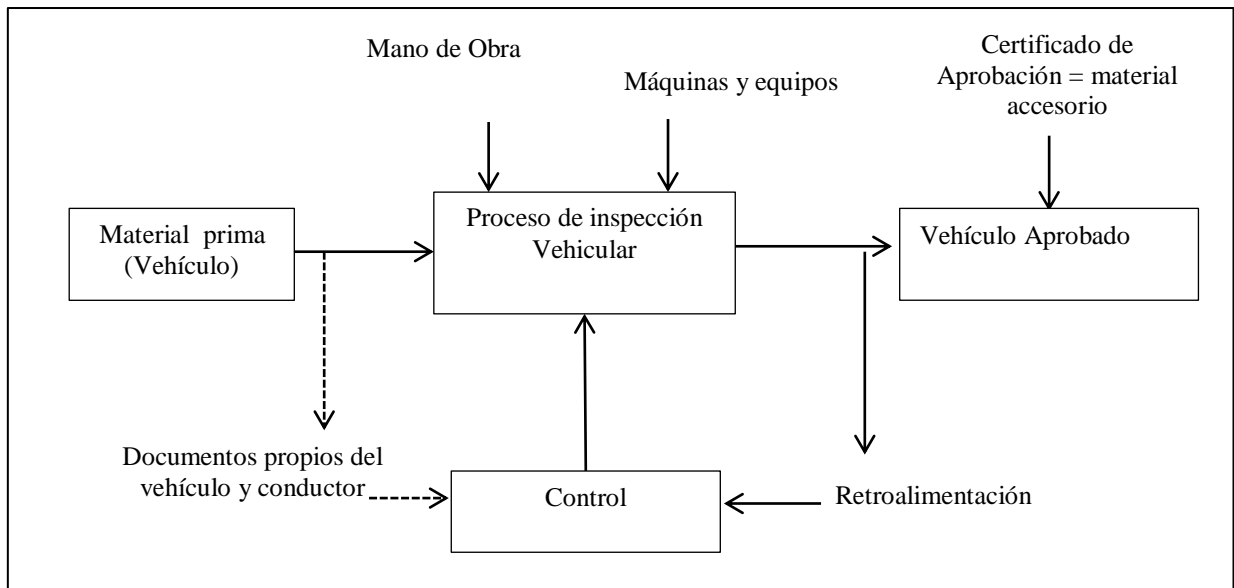


Figura N° 56: Elementos y Particularidades del Factor Material
Elaboración Propia

- Materiales, Accesorios Empleados en el Proceso

Los materiales accesorios empleados en el proceso y los utilizados al finalizar el proceso, son los elementos necesarios que brindan soporte documental, registros y de certificación sin cuales el servicio carecería de evidencias.

Tabla N° 30: Material del Proceso

| ETAPA | MATERIAL |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Durante el proceso | 1.Copia de documentos de identificación del vehículo |
| | 2.Ficha de Inspección Técnica Vehicular |
| Al finalizar el proceso | 1. Informe de Inspección Técnica Vehicular. |
| | 2. Certificado y calcomanía de Inspección Técnica Vehicular. |
| | 3. Calcomanía |

Elaboración Propia

- Consideraciones sobre el Factor material

Enfoque hacia la producción

El centro de inspección cuenta con una línea de inspección técnica tipo mixta: para vehículos ligeros y pesados con una capacidad actual para atender a 9 vehículos por Hora. El CITV realiza inspección técnica con una línea de tipo mixta, sin embargo, el servicio de inspección técnica es único, como se explicó en páginas anteriores este servicio consta de siete etapas las cuales serán igual tanto para la inspección técnica vehicular ordinaria como para la complementaria, por otro lado ocurre que los vehículos que desaprobaban la inspección vuelven a pasar por todas las etapas, y solo en el caso de haber desaprobado dos veces, se perderá el derecho de volver a pasar la re-inspección y para obtener el certificado de inspección será necesario una inspección completa que tendrá un nuevo costo.

Tabla N° 31: Tipo de Inspección por Clasificación Vehicular

| CLASIFICACION | PRODUCTO “p” | TIPO CARROCERIA | TIPO DE INSPECCION |
|-----------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Vehículos Livianos de Servicio Público. | VLSP | Station Wagon, Multiproposito, Camioneta Panel, Camioneta Pick UP | COMPLETA |
| Vehículos Livianos de uso Privado | VLUP | Sedan, Coupé, HATCHBACK, Convertible, LIMOSINA, SUV, Arenero, Tubular, Competencia, Microbús, Camioneta Panel Camioneta Pick UP | COMPLETA |
| Inspección de Vehículos Pesados. | VP | MINIBUS, OMNIBUS URBANO, OMNIBUS INTERURBANO, OMNIBUS PANORAMICO, Furgón | COMPLETA |

Fuente: D.S.N° 034-2001-MTC, Reglamento Nacional de Vehículos.

Elaboración Propia

Como ya se mencionó actualmente todas las inspecciones para todos los vehículos que se encuentran dentro de las 3 clasificaciones, son completas (todas las estaciones de Trabajo).

7.1.1.2. Análisis PQ

Para hacer el Análisis PRODUCTO - CANTIDAD, del año 2014 que es cuando comienza a funcionar el CITV se tomara los datos de los vehículos atendidos durante Agosto hasta Diciembre de 2014.

Tabla N° 32: Análisis PQ 2014

| AÑO 2014 (AGOSTO – DICIEMBRE) | | | |
|-------------------------------------------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| SERVICIOS DE ITV ATENDIDOS POR EL CITV CUSCO IMPERIAL | PRODUCTO "P" | PORCENTAJE DE PRODUCTO % | CANTIDAD "Q" |
| 6026 | VLSP | 42% | 2550 |
| | VLUP | 41% | 2450 |
| | VP | 17% | 1026 |

Elaboración Propia

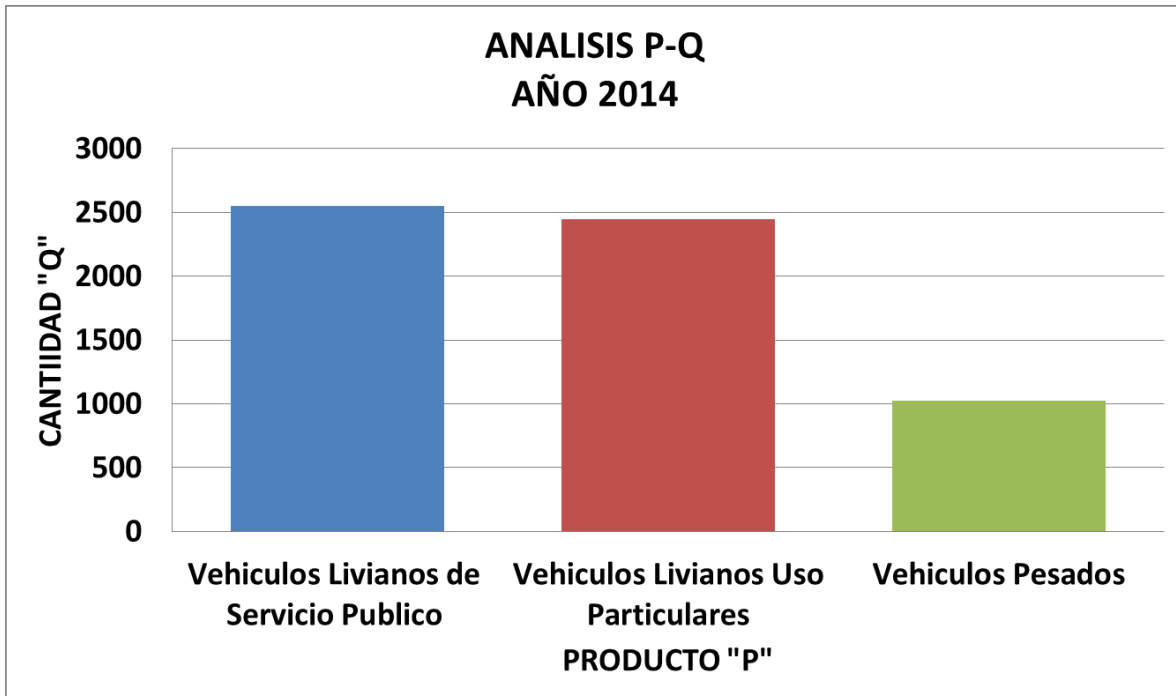


Figura N° 57: Análisis PQ 2014

Fuente: Sistema Informático – Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

Como ya se mencionó anteriormente en el año 2014 dentro del mes de agosto y diciembre se atendieron 6026 vehículos entre pesados y livianos, cubriendo un 8% del mercado de Inspecciones Técnicas Vehiculares en Cusco.

Entre Enero y Octubre del 2015 se atendieron 21096 vehículos entre livianos y pesados, pero en base a la cantidad promedio que se puede atender se espera atender 25315 vehículos durante todo el año 2015, como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla N° 33: Análisis PQ 2015

| AÑO 2015 (ENERO – DICIEMBRE) | | | |
|-------------------------------------------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| SERVICIOS DE ITV ATENDIDOS POR EL CIVT CUSCO IMPERIAL | PRODUCTO "P" | PORCENTAJE DE PRODUCTO % | CANTIDAD "Q" |
| 25344 | VLSP | 43% | 10897 |
| | VLUP | 40% | 10138 |
| | VP | 17% | 4309 |

Elaboración Propia

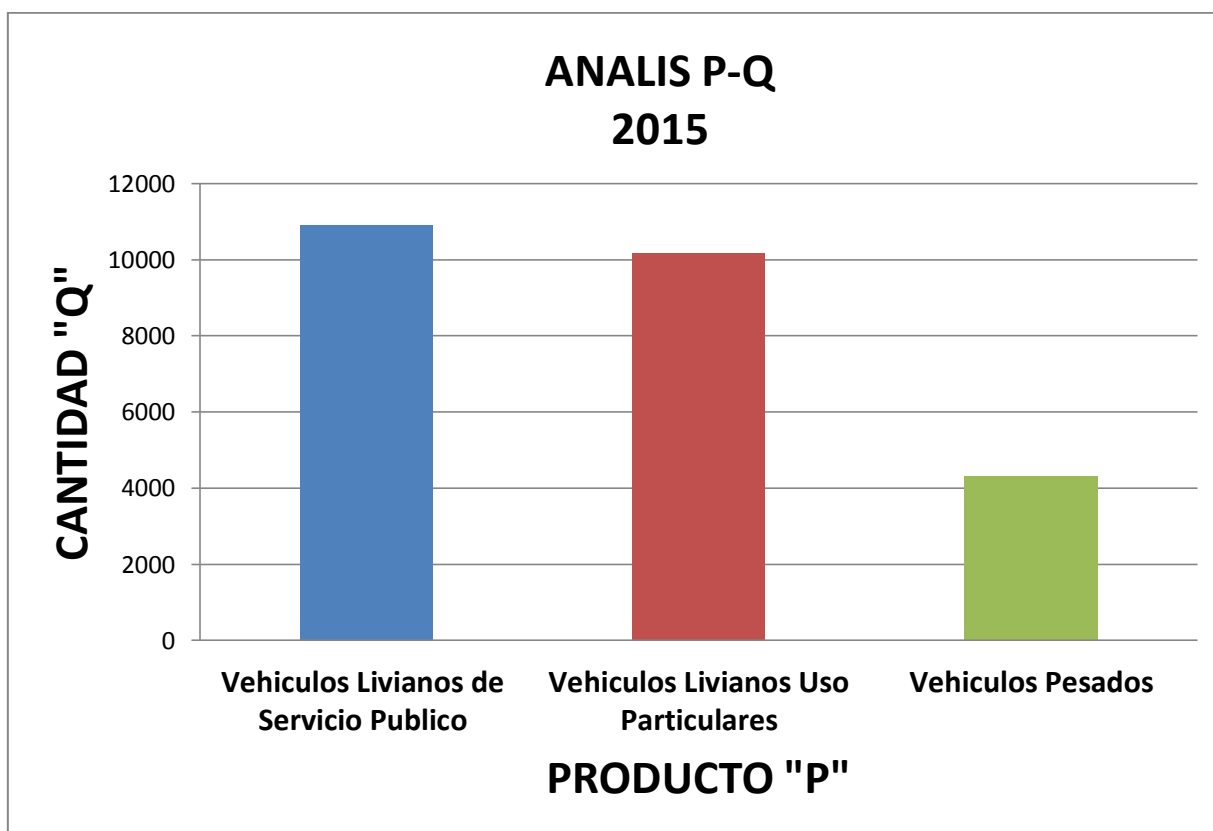


Figura N° 58: Análisis PQ 2015

Fuente: Sistema Informático – Cusco Imperial S.A.C.

Elaboración Propia

De Enero a Diciembre se atenderán 25344 vehículos entre pesados y livianos, cubriendo un 30% del mercado de Inspecciones Técnicas Vehiculares en Cusco.



Actualmente al solo contar con una línea de inspección el vehículo necesariamente tiene que pasar por todas las estaciones de trabajo (Inspección Completa).

Haciendo una evaluación del año 2014 al 2015 el porcentaje de vehículos atendidos muestra un crecimiento de 22 %, con la actual línea de inspección que se encuentra en su capacidad de atención al límite, probablemente empiece a disminuir la cantidad de servicios de inspección técnica vehicular del centro de inspección vehicular, aun a pesar de que la demanda seguirá creciendo para el año 2016.

7.1.2. Análisis de Factor Maquinaria y Equipo

Para el Análisis de este Factor se identifica y describe el número de máquinas con las que cuenta actualmente la planta del CITV, diferenciando entre máquinas y equipos que se utilizan en las Oficinas y las usadas en la Línea de Inspección.

7.1.2.1. Descripción y Tipo de Maquinaria

En el centro de inspección se cuenta con máquinas y equipos de diferentes proveedores, los cuales se encuentran en la línea de Inspección, y también en las oficinas. Utilizando el Formato “FICHA DESCRIPTIVA DE MAQUINARIA Y EQUIPO”, el cual se encuentra en el (Anexo N°6) se identificó las máquinas y equipos, recogiendo los siguientes datos:

- a) Maquina-Equipo
- b) Fabricante
- c) Modelo
- d) Marca
- e) Ubicación
- f) Dimensiones.

- **Equipos de Oficina**

Las oficinas del CITV cuentan actualmente con equipos básicos para el desenvolvimiento de las labores y actividades de oficina tanto como actividades documentarias, las cuales están ubicadas en diferentes áreas: Pago de Derechos, Verificación e Ingreso de Datos, Entrega de Resultados, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 34: Equipos de Oficina

| EQUIPOS DE OFICINA | | | | | | |
|---------------------|-------------------|-----------------------|-------------|-------|--------|---------------------------------|
| EQUIPO | MARCA | MODELO | DIMENSIONES | | | AREA |
| | | | LARGO | ANCHO | ALTURA | |
| Monitor 1 | HP Compaq | LE1711 | 0.37 | 0.05 | 0.25 | Pago de Derechos |
| Monitor 2 | HP Compaq | LE1711 | 0.37 | 0.05 | 0.25 | Verificación e Ingreso de Datos |
| Monitor 3 | HP Compaq | LE1711 | 0.37 | 0.05 | 0.25 | Verificación e Ingreso de Datos |
| Monitor 4 | HP Compaq | LE1711 | 0.37 | 0.05 | 0.25 | Verificación e Ingreso de Datos |
| Equipo de Computo 3 | HP Laptop Envy | 15-K049LA | 0.38 | 0.25 | 0.26 | Entrega de Resultados |
| Equipo de Computo 4 | HP Laptop Envy | 15-K049LA | 0.38 | 0.25 | 0.26 | Entrega de Resultados |
| Multifuncional | Konica Minolta | Bizhub 282 | 0.90 | 0.70 | 1.10 | Pago de Derechos |
| Multifuncional | Konica Minolta | Bizhub 501 | 0.90 | 0.90 | 1.10 | Entrega de Resultados |
| Cámara Domo | Hikvision | HK- DS2CE55A 2N | 0.10 | 0.10 | 0.75 | Pago de Derechos |
| Gabinete | Lanstar | GW6637 | 0.80 | 0.63 | 1.80 | Sistemas |
| Pc Servidor | Dell | Poweredge 1800 | 0.41 | 0.17 | 0.41 | Sistemas |
| Switch | TpLink | TL-SG5428 | 0.44 | 0.20 | 0.03 | Sistemas |
| Switch | Satra | SA-SO124 | 0.44 | 0.18 | 0.04 | Sistemas |
| DVR | Dahua | DH- DVR1604H | 0.30 | 0.20 | 0.04 | Sistemas |
| Router | ADSL ZTE | H180N | 0.18 | 0.14 | 0.18 | Sistemas |

Elaboración Propia

- Máquinas y Equipos de la Línea de Inspección

En la línea de Inspección del CITV, donde se realiza la inspección mecánica y visual a los vehículos se cuentan con máquinas y Equipos las cuales están ubicadas en diferentes áreas: inspección Test Line, Inspección de Gases, Inspección de Luces e Inspección Visual. De las cuales cuatro se encuentran empotradas al piso de la línea, y Siete Equipos que son movibles y se encuentran al costado de la línea de inspección, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 35: Maquinas de la Línea de Inspección

| MAQUINAS DE LA LINEA DE INSPECCIÓN | | | | | | |
|------------------------------------|-------|-----------|-------------|-------|--------|----------------------|
| EQUIPO | MARCA | MODELO | DIMENSIONES | | | ÁREA |
| | | | LARGO | ANCHO | ALTURA | |
| Alineador de direcciones al paso | VTEQ | SLIP 7010 | 1.05 | 0.83 | 0.14 | Inspección Test Line |
| Banco de suspensión (2) | VTEQ | EUSA 3012 | 0.85 | 0.85 | 0.33 | Inspección Test Line |
| Frenómetro de rodillos (2) | VTEQ | BRAK 7011 | 1.42 | 0.90 | 0.70 | Inspección Test Line |
| Detector de Holguras | VTEQ | AXLE 7000 | 0.85 | 0.85 | 0.19 | Inspección Visual |

Elaboración Propia

Tabla N° 36: Equipos de la Línea de Inspección

| EQUIPOS DE LA LINEA DE INSPECCION | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|-------------------|-------------|-------|--------|-------------------------------------|
| EQUIPO | MARCA | MODELO | DIMENSIONES | | | ÁREA |
| | | | LARGO | ANCHO | ALTURA | |
| Analizador de gases | Capelec | CAP3201 – 4GAZ | 0.50 | 0.50 | 1.15 | Inspección de Gases |
| Opacímetro | Capelec | CAP3201 – 4GAZOP | 0.45 | 0.17 | 0.40 | Inspección de Gases |
| Sonómetro | Cesva | SC102 Class 2 | 0.30 | 0.10 | 0.80 | Inspección Gases |
| Cuenta Revoluciones Universal | Capelec | CAP8520 | 0.18 | 0.10 | 0.05 | Inspección de Gases |
| Regloscopio con Luxómetro | Tecnolux | ALTAIR-COMBI 2350 | 0.67 | 0.64 | 1.76 | Inspección de Luces |
| Equipo de Computo 1 | HP | EliteDesk 705 G1 | 0.65 | 0.42 | 1.70 | Inspección Test Line |
| Equipo de Computo 2 | HP | EliteDesk 705 G1 | 0.65 | 0.42 | 1.70 | Inspección de Gases, Luces y Visual |
| Cámara Tubular | Twida | TWD-CMIAV004 | 0.27 | 0.12 | 0.14 | Inspección Test-Line |
| Unidad de Control | VTEQ | CONS 14 | 0.60 | 0.20 | 0.80 | Inspección Test Line y Visual |

Elaboración Propia

7.1.2.2. Especificación Cuidadosas y al Día de las Máquinas y Equipos

Actualmente la planta cuenta con un programa de calibración de equipos y maquinaria lo cual se cumple cada 6 meses para brindar un servicio sin errores ni fallas en proceso de inspección.

Las máquinas y equipos de toda la planta cuentan con poco tiempo de vida, por lo que se encuentran en buen estado.

7.1.3. Análisis del Factor Hombre

El objetivo del análisis del Factor Hombre es definir de una manera clara y sencilla las tareas que realizan los trabajadores en un determinado puesto y los factores que son necesarios para llevar a cabo con éxito esa tarea en cada estación de trabajo.

7.1.3.1. Descripción de los Elementos del Hombre

La descripción de las funciones, responsabilidades de los puestos y relación de puestos con otras áreas, se describen en el “FORMATO PERFIL Y DESCRIPCIÓN DE PUESTO”, el cual se encuentra en el (Anexo N° 7).

La organización en estudio cuenta con el siguiente personal operativo, el cual se encarga de brindar el servicio de revisiones Técnicas vehiculares, y es como se muestra a continuación:

Tabla N° 37: Puestos de Oficina

| PUESTOS DE OFICINA | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|-------|
| AREA | PUESTO | N° Actual Mujeres | N° Actual Hombres | TOTAL |
| Entrega de Resultados | Ingeniero Supervisor | 0 | 1 | 1 |
| | Asistente de Supervisión | 0 | 2 | 2 |
| Pago de Derecho | Cajero | 1 | 0 | 1 |
| Verificación e Ingreso de Datos | Secretarias | 3 | 0 | 3 |
| Entrega de Resultados | Operario | 0 | 1 | 1 |

Elaboración Propia

Tabla N° 38: Puesto de la Línea de Inspección

| PUESTOS DE LA LINEA DE INSPECCION | | | | |
|-----------------------------------|----------|----------------------|----------------------|-------|
| AREA | PUESTO | N° Actual Mujeres | N° Actual Hombres | TOTAL |
| Inspección Test – Line | Mecánico | 0 | 1 | 1 |
| Inspección de Gases | | 0 | 1 | 1 |
| Inspección de Luces | | 0 | 1 | 1 |
| Inspección Visual | | 0 | 1 | 1 |

Elaboración Propia

7.1.3.2. Consideraciones Sobre el Factor Hombre

El factor Hombre dentro del proceso de inspección técnica vehicular es muy importante, pues con él se inicia la dinámica del proceso, el control y manejo de Máquinas y Equipos, por lo tanto las condiciones a las que se encuentra expuesto influirán en su desempeño

Para el análisis de este factor debe tenerse en cuenta el estudio de tiempos realizado anteriormente, donde el tiempo estándar que supone tiempos suplementarios y que dependen directamente del sexo del trabajador y de sus condiciones de trabajo influirá en la calificación y nos brinda información de las condiciones actuales de trabajo de la Planta.

7.1.3.3. Condiciones de los Puestos de Trabajo

La planta debe buscar ofrecer un ambiente laboral adecuado, que contemple condiciones apropiadas de luz, ventilación, calor, ruido, vibración entre otros. Por ello, a continuación se describen dichas condiciones.

De acuerdo al “FORMATO DE EVALUACION SUBJETIVA” el cual se encuentra en el (Anexo N°8), se recogieron datos para la calificación de suplementos. Suplementos que son asignados de acuerdo a las condiciones de trabajo a las cuales se encuentran expuestos los trabajadores dentro de las cuales se consideró las necesidades personales, fatiga, posturas, uso de fuerza, iluminación, calidad de aire, tensión visual, tensión física, tensión mental, monotonía física y monotonía mental.



• **Iluminación**

Una de las condiciones ambientales que influyen en el desenvolvimiento correcto de las labores durante el trabajo es la condición de iluminación la cual ayuda a proporcionar un medio circundante seguro, y permite además, una visión cómoda, que ayuda a que los trabajadores no incurran en errores. La cantidad de iluminación se mide en Luxes, siendo un índice de la capacidad de la fuente luminosa para producir iluminación. La intensidad que se requiere depende del trabajo que se va a realizar y del área donde se realiza el trabajo.

Para poder medir las iluminancias y evaluar los niveles de iluminación en los diferentes ambientes de trabajo del CITV Cusco Imperial se utilizó el Luxómetro como instrumento de medición, con los resultados de la medición se realizó un contraste con los niveles mínimos permisibles enmarcados por la R.M. 375-2008 TR - NORMA BÁSICA DE ERGONOMÍA Y DE PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DISERGONOMICOS; el cual se muestra en el (Anexo N°11)

La metodología y los resultados del estudio se detallan en el informe de Monitoreo de Iluminación el cual se muestra en el (Anexo N°9):

a. Iluminación en las oficinas:

De acuerdo a los resultados del Informe de monitoreo de Iluminación, en las Oficinas los ambientes que no cumplen con los niveles mínimos exigidos se pueden observar en el cuadro inferior. Se observa que en estas zonas el nivel NO CUMPLE con los niveles establecidos por la norma.

Se observa que en el área de mantenimiento en el horario diurno el nivel de iluminación no llega a superar el nivel mínimo establecido.

Tabla N° 39: Resultados de Monitoreo de Iluminación en Oficinas, Horario Diurno

| HORARIO DIURNO | | | | | |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|-------------------------|-----------|
| N° | LUGAR DE MONITOREO | PROM. LUZ NATURAL DIA | PROM. LUZ NATURAL DIA + ILUMINACIÓN ARTIFICIAL | MINIMO DE LUX PERMITIDO | ORSERV. |
| - | En el área de Mantenimiento | 190.0 | 244.7 | 300.0 | NO CUMPLE |

Elaboración Propia

En el horario Nocturno el área de mantenimiento, y los tres servicios higiénicos no llegan a superar el nivel de iluminación.

Tabla N° 40: Resultados de Monitoreo de Iluminación en Oficinas, Horario Nocturno

| HORARIO NOCTURNO | | | | |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------|
| LUGAR DE MONITOREO | PROM. LUZ NATURAL NOCHE | PROM. LUZ NATURAL NOCHE + ILUMINACION ARTIFICIAL | MINIMO DE LUX PERMITIDO | OBSERV. |
| En el área de Mantenimiento | 1.8 | 107.7 | 300.0 | NO CUMPLE |
| En el servicios Higiénicos de Clientes Varones | 1.6 | 52.0 | 100.0 | NO CUMPLE |
| En el servicios Higiénico de Clientes Mujeres | 0.7 | 47.0 | 100.0 | NO CUMPLE |
| En el servicio Higiénico de Personal de Oficina | 1.2 | 53.3 | 100.0 | NO CUMPLE |

Elaboración Propia

b. Iluminación Línea de Inspección, Pista vehicular, Zona de Estacionamiento:

En los ambientes monitoreados que se encuentran fuera de las oficinas, se muestran los siguientes resultados:

Tabla N° 41: Resultados de Monitoreo de Iluminación en Línea de Inspección, Pista Vehicular y Zona de Estacionamiento, Horario Nocturno

| HORARIO NOCTURNO | | | | |
|----------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------|
| LUGAR DE MONITOREO | PROM. LUZ NATURAL NOCHE | PROM. LUZ NATURAL NOCHE + ILUMINACION ARTIFICIAL | MINIMO DE LUX PERMITIDO | OBSERV. |
| En el comedor | 2.2 | 107.0 | 200.0 | NO CUMPLE |
| Ingresando al Centro de Inspección | 1.5 | 14.0 | 20.0 | NO CUMPLE |
| En la Puerta de ingreso a las Oficinas | 1.1 | 15.7 | 20.0 | NO CUMPLE |
| En el costado de las Oficinas | 1.1 | 17.0 | 20.0 | NO CUMPLE |
| En la Zona de Estacionamiento | 2.2 | 14.3 | 50.0 | NO CUMPLE |
| En el Ingreso de la pista vehicular | 1.6 | 7.7 | 250.0 | NO CUMPLE |
| A la altura de oficinas | 0.9 | 6.0 | 250.0 | NO CUMPLE |
| Volteando hacia la línea de inspección | 1.5 | 4.7 | 250.0 | NO CUMPLE |
| En el monitor N°1 | 0.7 | 7.0 | 250.0 | NO CUMPLE |
| En la zona de Alineamiento al Paso | 0.6 | 7.7 | 250.0 | NO CUMPLE |
| En la zona de Banco de Suspensión | 0.8 | 6.0 | 250.0 | NO CUMPLE |
| En la zona de Frenometro de Rodillos | 0.8 | 5.3 | 250.0 | NO CUMPLE |
| En el monitor N°2 | 0.7 | 6.3 | 250.0 | NO CUMPLE |
| En la zona de Detector de Holguras | 0.3 | 8.0 | 250.0 | NO CUMPLE |
| En la zanja de Inspección | 0.5 | 3.0 | 250.0 | NO CUMPLE |
| En el monitor N°2 | 0.4 | 6.0 | 250.0 | NO CUMPLE |

Elaboración Propia



De acuerdo al informe del monitoreo de iluminación se observa que los niveles de iluminación en la línea de inspección, pista vehicular y zona de estacionamiento si llegan a superar los niveles mínimos establecidos.

Sin embargo solo en el horario Nocturno, se observa por el contrario que en los ambientes que se encuentran dentro del cuadro, no se cumplen con los niveles mínimo de iluminación establecidos.

Se observó que los niveles de iluminación fuera de oficinas, se encuentran por debajo del nivel mínimo establecido, analizando los factores que generan que la iluminación sea tan baja en estos puntos se observa dos factores importantes como son el tipo y la ubicación de la luminaria.

c. Tipo de Luminaria

El tipo de luminaria que emite luz y tiene incidencia sobre estos ambientes, son fluorescentes que se encuentran a lo largo de los dos lados del centro de inspección, estos fluorescentes se encuentran acoplados a la estructura de los tijerales, tienen una separación de 4 metros de distancia una altura de 6.00 metros suman 19 en cada lado habiendo un total de 38 en todo el centro de inspección, su potencia es de 36 W, no siendo suficiente tomando en cuenta los niveles exigidos.

d. Ubicación de la Luminaria

El problema de la ubicación actual de estos fluorescentes es que están ubicados a un costado de la pista de inspección vehicular, esto genera que la luz no incida directamente en el punto monitoreado, se recomienda la reubicación y que se encuentren encima de la línea de inspección.

Cabe resaltar que las operaciones que se realizan requieren que el operario tenga una muy buena visualización en su zona de trabajo por lo que sería necesario el cambio de luminarias a una de mayor potencia y reubicar y que se encuentren por encima de la línea de inspección

En las zonas donde NO CUMPLE con lo mínimo establecido, la falta de iluminación genera como consecuencia que los trabajadores hagan esfuerzo visual y por lo tanto presenten fatiga visual. Al respecto como solución a este déficit de iluminación en los capítulos posteriores se establecen propuestas para mejorar la Iluminación en estos puntos.

- **Ruido**

La presencia de ruido en el CITYV Cusco Imperial, se genera como consecuencia del funcionamiento de las máquinas y de los vehículos que son atendidos. El ruido es todo sonido no deseado que interfiere en la comunicación, causa daños fisiológicos y psicológicos en los trabajadores y genera pérdidas económicas. El daño que el ruido pueda ocasionar depende principalmente de su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición.

Para medir esta condición ambiental de trabajo se realizó el monitoreo de ruido tanto en las Oficinas y la Línea de Inspección, se utilizó un Dosímetro como instrumento de medición, con los resultados de la medición se realizó un contraste con los niveles mínimos permisibles enmarcados por la R.M. 375-2008 TR - NORMA BÁSICA DE ERGONOMÍA Y DE PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DISERGONOMICOS; el cual se muestra en el (Anexo N°11)

La metodología y los resultados del estudio se detallan en el informe de Monitoreo de Ruido el cual se muestra en el (Anexo N°10):

- a. Ruido en las oficinas:

Las mediciones se hicieron en las oficinas, el dosímetro se colocó en las diferentes Área de las Oficinas, como se observa en el cuadro siguiente:

Tabla N° 42: Lugares de Monitoreo de Ruido

| | AREA | N° | LUGAR DE MONITOREO |
|----------------------|--------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------|
| Dentro de la Oficina | PAGO DE DERECHOS | 1 | En la estación de Servicio de Pago de Derechos |
| | | 2 | Zona de la Multifuncional |
| | VERIFICACIÓN Y ENTREGA DE RESULTADOS | 3 | En la estación de Servicio Verificación e Ingreso de Datos N°1 |
| | | 4 | En la estación de Servicio Verificación e Ingreso de Datos N°2 |
| | | 5 | En la estación de Servicio Verificación e Ingreso de Datos N°3 |
| | | 6 | En la estación de Servicio de Entrega de Resultados |
| | | 7 | En el escritorio del Asistente de Supervisor |
| | | 8 | En el escritorio del Ingeniero Supervisor |
| | | 9 | En la sala de Espera de Entrega de Resultados |
| | SISTEMAS | 10 | En el área de Sistemas |
| | ALMACEN | 11 | En el área de Almacén |
| | VESTUARIO | 12 | En el área de Vestuario |
| | MANTENIMIENTO | 13 | En el área de Mantenimiento |
| | SERVICIOS HIGIENICOS | 14 | En el servicios Higiénicos de Clientes Varones |
| | | 15 | En el servicios Higiénico de Clientes Mujeres |
| | | 16 | En el servicio Higiénico de Personal de Oficina |

Elaboración Propia



De acuerdo a los resultados del Informe de monitoreo de Ruido se observa que el Nivel promedio de Ruido medido durante las 08 horas de jornada laboral en las Oficinas no sobrepasan los niveles mínimos establecidos por la Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo Disergonomicos (Resolución ministerial 375-08-TR). Según indica la norma, que durante la jornada de 08 horas de trabajo el nivel promedio de Ruido deberá ser de 85dB como máximo, en este caso en las oficinas el nivel promedio de Ruido tiene un valor de 61.8 dB.

b. Ruido en la Línea de Inspección:

El Nivel promedio de Ruido medido durante las 08 horas de jornada laboral en la Línea de Inspección si sobrepasa los niveles mínimos establecidos por la norma, el cual tiene un nivel promedio de Ruido de 87.5 dB. Este valor sobrepasa los 85 dB establecidos según la norma.

Las mediciones se hicieron en toda la línea de inspección, los lugares por donde el mecánico se desplazó y monitoreo, durante la jornada laboral de ocho (08) fueron los siguientes:

Tabla N° 43: Áreas de Exceso de Ruido

| AREA | N° | LUGAR DE MONITOREO |
|-------------------------------------------|----|--------------------------------------|
| INSPECCION TEST LINE | 1 | En el monitor N°1 |
| | 2 | En la zona de Alineamiento al Paso |
| | 3 | En la zona de Banco de Suspensión |
| | 4 | En la zona de Frenometro de Rodillos |
| INSPECCION GASES, LUCES Y VISUAL | 5 | En el monitor N°2 |
| | 6 | En la zona de Detector de Holguras |
| | 7 | En la zanja de Inspección |
| | 8 | En el monitor N°2 |

Elaboración Propia

- **Ventilación**

En el área donde se efectúan los procesos por consecuencia del trabajo generalmente los trabajadores están expuestos a sustancias contaminantes, por los tanto una ventilación adecuada debe considerarse como uno de los factores más importantes para el mantenimiento de la salud y la productividad de los trabajadores.



En la línea de Inspección los mecánicos se encuentran expuestos a gases contaminantes producidos por los vehículos y se observa que los Mecánicos no cuentan con ningún tipo de Equipo de Protección Personal para estos gases lo que sería conveniente pues se genera gran cantidad de gases cuando el vehículo se encuentra en la línea de inspección.

- **Fatiga**

El trabajo hecho por los mecánicos implica que trabajen parados en la línea de inspección dentro de la calificación de suplementos se considera esta calificación pues toda la jornada de trabajo se encuentran de esa manera.

- **Orden y limpieza**

Esto es necesario para aumentar la productividad de la empresa así como simplificar los desplazamientos, pero sobre todo, para disminuir los riesgos de enfermedades y accidentes de trabajo.

Se observa que los equipos móviles utilizados en la línea de inspección, luego de ser utilizados por los mecánicos no son colocados en su lugar correspondiente lo que ocasiona que haya tropiezos y en algunas ocasiones los vehículos estén a punto de colisionar con los equipos evidenciando la falta de zonas de tránsito señalizadas.

7.1.4. Análisis del Factor Infraestructura

El centro de Inspección Técnica Vehicular cuenta con un terreno de 84.00 m de Largo x 30.00 m de Ancho, haciendo un área total de 2,520.00 m². El cual cuenta con una línea de inspección técnica vehicular de tipo mixta; para atender a vehículos livianos y pesados, lo cual cumple con el área mínima requerida para una línea de inspección de este tipo, según R.D N°11581-2008 –MTC. “Manual de inspecciones técnicas vehiculares, y las características y especificaciones técnicas del equipamiento para los centros de inspección técnica vehicular y la infraestructura inmobiliaria mínima requerida para los centros de inspección técnica vehicular”

7.1.4.1. Área de Oficinas

Dentro de las de Oficinas se encuentran comprendidas las siguientes Áreas: Pago de Derechos, Verificación e Ingreso de Datos, Entrega de Resultados y Sistemas. Las cuales se encuentran debidamente acondicionadas para que el personal cumpla con todas sus funciones dentro de oficinas.

A continuación se detalla las áreas en las Oficinas del CITV:

Tabla N° 44: Dimensión de Áreas de Oficina

| ÁREAS DE OFICINA | Área Total (m ²) |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Pago de Derechos | 6.47 m ² |
| Verificación e Ingreso de Datos | 17.65 m ² |
| Entrega de Resultados | 61.53 m ² |
| Sistemas | 9.90 m ² |
| TOTAL AREA OFICINAS | 95.55 m² |

Elaboración Propia

Dentro del Área de Entrega de resultados se encuentran los siguientes espacios:

Tabla N° 45: Sub espacios del Área de Entrega de Resultados

| AREA DE OFICINA | SUB ESPACIOS | SUB TOTAL | Área Total (m ²) |
|-----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Entrega de Resultados | Oficina Asist. de Supervisor | 8.45 m ² | 61.53 m ² |
| | Oficina de Supervisor | 8.58 m ² | |
| | Sala de Espera de Resultados | 44.5 m ² | |

Elaboración Propia

7.1.4.2. Área de Almacén, Vestuario y Mantenimiento

Tabla N° 46: Dimensión de Áreas de Almacén, Vestuario y Mantenimiento

| ÁREA | DIMENSIONES (m ²) |
|---------------|-------------------------------|
| Almacén | 7.23 m ² |
| Vestuario | 9.52 m ² |
| Mantenimiento | 9.20 m ² |
| TOTAL | 25.95 m² |

Elaboración Propia

7.1.4.3. Área de la Línea de Inspección

Tabla N° 47: Dimensión de Área de Línea de Inspección

| ÁREA | DIMENSIONES (m ²) | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Inspección Test Line | 132.00 | m ² |
| Inspección de Gases | 54.00 | m ² |
| Inspección de Luces | 54.00 | m ² |
| Inspección Visual | 54.00 | m ² |
| TOTAL LINEA DE INSPECCIÓN | 186.00 | m² |

Elaboración Propia

Cabe recalcar que las áreas de Inspección de Gases, Luces y visual comparten el mismo área de 9.00 m² de largo por 6.00 m² de ancho haciendo un área de 54 m², además este área cuenta con una zanja de inspección para la inspección visual la cual cuenta con las siguientes dimensiones:

Tabla N° 48: Dimensión de Zanja de Inspección

| ÁREA | LARGO | ANCHO | ALTURA |
|---------------------|-------|-------|--------|
| Zanja de Inspección | 8.20m | 0.9m | 1.80m |

Elaboración Propia

7.1.4.4. Servicios Higiénicos, Comedor, Guardianía, Estacionamiento

Tabla N° 49: Dimensión de Áreas de SS.HH., Comedor, Guardianía, Estacionamiento.

| ÁREA | DIMENSIONES (m ²) | |
|----------------------|----------------------------------|----------------------|
| Servicios Higiénicos | 13.28 | m ² |
| Comedor | 17.25 | m ² |
| Guardianía | 1.62 | m ² |
| Estacionamiento | 604.35 | m ² |
| TOTAL | 636.50 | m² |

Elaboración Propia



7.1.4.5. Vías de Acceso y Salida

El CITV cuenta con puertas diferenciadas para vehículos y peatones, una de ingreso de 9.90 m. y otra de salida de 8.15 m ambas para vehículos, además de una puerta de ingreso y salida para peatones de 1.25 m.

7.1.4.6. Caseta de control y Guardianía

Se cuenta con un área de Guardianía de 1.62 m² para el control de entrada y salida de vehículos y peatones que garantiza la presencia de personal no autorizado en las instalaciones del Centro de Inspección Técnica Vehicular.

7.1.4.7. Vías Internas de Tránsito Peatonal

El centro de inspección cuenta con vías internas de tránsito peatonal, veredas (vía peatonal) para el tránsito de los peatones hacia las oficinas de 1.25 m de Ancho.

7.1.4.8. Techo

Toda el área del CITV, es decir los 2,520.00 m², se encuentra totalmente techada. La cubierta del techo sirve para aislar la superficie superior del CITV.

La Cubierta del techo es de planchas de calamina y en la parte superior del vértice el material es de polipropileno para el ingreso de luz natural de día.

7.1.4.9. Armadura del Techo

La armadura del techo es del tipo Polonceau a una altura sobre el nivel del piso de 6.00 m.

7.1.5. Análisis del Factor Movimiento

Dentro del análisis de este factor se considera, al menos uno, de los tres elementos básicos del proceso (materia prima, hombres y maquinaria). Generalmente se trata del material (materia prima, material en proceso y producto) el movimiento de la materia prima, es muy importante pues si se lleva a cabo ineficientemente estas actividades se estaría incrementando los costos de producción, demoras en el proceso, ocupación innecesaria de espacios.



7.1.5.1. Consideraciones Sobre el Factor Movimiento

- **Patrón de Circulación o Flujo de Ruta**

La forma como se da el flujo desde que el vehículo entra al CITV y va de un área a otra hasta terminar el proceso de inspección tiene un patrón de circulación ya definido como se puede observar en el Diagrama de Recorrido que se presentó en el capítulo 5. Como ya se mencionó anteriormente todos los vehículos pasan una inspección completa (todas las estaciones de trabajo) originando que el vehículo haga un recorrido completo por todo el CITV.

- **Transporte Interno**

El CITV no cuenta con equipos de transporte interno, todo el movimiento realizado dentro de la planta se produce por los vehículos, personal y manejo de equipos en la línea de inspección.

- **Movimiento del Vehículo**

Con relación al movimiento de nuestra materia prima, es decir los vehículos que pasan la inspección técnica vehicular, este se puede observar en el Diagrama de recorrido del material. Cabe resaltar que se produce en ocasiones movimiento innecesario por alguna de las siguientes razones:

- a) Algunos clientes no saben dónde estacionar su vehículo, algunos utilizan la zona de estacionamiento, otros en cambio dejan su vehículo dentro de la línea de inspección para luego dirigirse a las oficinas
- b) Los clientes luego de estacionar el vehículo no tienen conocimiento de donde ir a pedir información sobre los documentos a presentar, tarifas, etc.
- c) Los clientes tienen desconocimiento de cuál es el proceso, recorrido, que va a realizar su vehículo.

- **Movimiento del Personal**

Principalmente el movimiento se produce por los mecánicos en la línea de inspección, esto por el manejo de máquinas y equipos para realizar la inspección mecánica y visual, como se describe a continuación:



a) Mecánico de Test- Line

Cuando el vehículo ya se encuentra en la línea de inspección, para iniciar con la inspección test- line, el mecánico tiene que acercarse al vehículo, que se encuentra a una distancia aproximada de 20 m, del equipo de cómputo N°1 para recepcionar la ficha de inspección entregada por el conductor del vehículo, y desde luego tiene que volver para programar el equipo de cómputo N°1.

b) Mecánico de Inspección de Gases

Luego de la inspección de test-line el vehículo avanza a la zanja de inspección y el mecánico de inspección de Gases coloca el sensor rpm al vehículo y la pinza de analizador de gases en el tubo de escape como también posiciona el sonómetro, luego de esto vuelve al equipo de cómputo N°2, generándose también movimiento en esta área.

c) Mecánico de Inspección de Luces

Una vez terminado la inspección de gases el mecánico de inspección de luces ubica el luxómetro en el faro derecho del vehículo, luego regresa a programar el equipo de cómputo N°2, de la misma manera lo realiza para el faro izquierdo, generando más movimiento.

d) Mecánico de Inspección Visual

El mecánico de inspección visual programa el equipo de cómputo N°2 y una vez realizada la medición de las holguras, baja a la zanja de inspección e identifica visualmente las fallas mecánicas que pudiera haber, luego procede a subir y de igual forma hace la inspección visual externa del vehículo alrededor e al interior del vehículo.

• **Movimiento de Equipos**

Como ya se mencionó, los equipos que generan movimiento son los siguientes:

- a) Sensor Cuenta de Revoluciones por Minuto (rpm)
- b) Pinza para medición de Gases
- c) Pinza de opacímetro
- d) Luxómetro

Como se puede observar dentro de las Áreas de inspección de Luces y Área de Inspección de Gases los equipos con los que se realiza las inspecciones son móviles es decir se pueden trasladar.



7.1.6. Análisis del Factor Espera

Con el Diagnostico de Colas realizado en el anterior capitulo se identificó en qué áreas se presenta demoras en el proceso de inspección actualmente en el CITV.

Como ya se describió influyen varios factores para que se produzca demoras dentro del sistema de inspección. Una de ellas es la capacidad del sistema, que actualmente es insuficiente y no está acorde a la demanda del servicio, esto se evidencia cuando un buen número de clientes queda desatendido y muchos abandonan el servicio antes de consultar el servicio al ver colas dentro del CITV.

Actualmente la capacidad de atención en el proceso es de 9 vehículos por hora.

También se debe tomar en cuenta que cuando los clientes van llegando consecutivamente se alejan de las condiciones originales, es decir que el tiempo estándar con el que se comenzó va adquiriendo características otorgadas por la entrada y salida de los vehículos lo que ocasiona demoras en el proceso.

Los puntos de Demora o Espera, que se reconocieron son los siguientes:

- **Pago de Derechos**

En esta operación se produce tiempos de espera, pues al tener un solo servidor y cuando llegan clientes al mismo tiempo, se genera necesariamente colas, además al ser la primera fase causa tiempos improductivos en las demás fases por lo cual se manifiesta una demora al iniciar el proceso.

- **Verificación e Ingreso de Datos**

Se genera un tiempo de espera (colas) mínimo y en muy pocas ocasiones, esto se debe que al contar con 3 servidores su factor de utilización es bajo. Incurriendo en que la productividad de esta operación también sea baja.

- **Línea de Inspección**

El contar con una sola línea de inspección genera tiempos de espera y también una limitación, debido a que la Inspección de Gases, Luces y Visual se realicen en un mismo espacio haciendo que interrumpa la fluidez del proceso de Inspección Test line, y por consiguiente que atrase la operación del siguiente vehículo generando así una demora por cada operación.



- **Entrega de Resultados**

Esta operación al ser la última se observa que esta tiene el tiempo de espera mayor por consiguiente es el que más demoras ocasiona, haciendo que sea esta la principal demora o cuello de botella en todo el proceso de inspección técnica vehicular, esto se debe a que sobrepasa su máxima capacidad de atención haciendo necesario que se aumente necesariamente servidores en esta operación.

7.1.7. Análisis del Factor Servicio

7.1.7.1. Servicios Básicos

Podemos encontrar los siguientes:

- Agua: usado en conductos, tuberías, y desagües. Principalmente para el uso del personal de la planta y para los servicios higiénicos para los clientes.
- Electricidad: utilizado principalmente para el funcionamiento de la maquinaria y equipo de la planta.
- Internet: utilizado para la gestión del software en tiempo real y para la supervisión de la SUTRAN.

7.1.7.2. Servicios contra emergencias

En el caso de esta empresa, las medidas que se han observado son las siguientes:

- Extintores y botiquines en toda la planta, así como la ubicación de estas que son de fácil acceso para que los trabajadores hagan uso de ellas, se tienen 11 extintores y 3 botiquines.
- Sin embargo en caso de incendio, terremotos o cualquier desastre, no se capacita a las personas para que puedan actuar haciendo uso de los extintores o puedan actuar en casos de accidentes si es necesario.

7.1.7.3. Iluminación, Red y Ventilación

- Es importante una buena iluminación, aumenta la efectividad en la producción que a la larga genera menores costos, que mantener una iluminación deficiente. En la planta, se hace uso de la luz natural durante las mañanas, y el resto del día hace uso de luz eléctrica, principalmente con fluorescentes. La planta cuenta con 36 fluorescentes en total en la Línea de inspección.



- Asimismo, las instalaciones eléctricas y las instalaciones de red se realizaron por medio de cables y por conexión inalámbrica.
- No se cuenta con sistema de ventilación, para extracción de gases contaminantes y para mitigación del calor, pues este se encuentra flotando en todo el ambiente, lo único que se está considerando es el hecho que las instalaciones son altas y no se encuentran completamente cerradas. En nuestro caso particular la ventilación resulta ser una flaqueza por parte de la empresa ya la que produce la mala ventilación es cansancio, fatiga y malestar; impactando en su productividad y que probablemente en un futuro tengan impacto en la salud de los trabajadores. Aunque no se han reportado enfermedades que se relacionen con este problema es un tema que debe ser resuelto para optimizar las condiciones de trabajo de los empleados.

7.1.7.4. Mantenimiento y Calibración

Se debe saber que el mantenimiento requiere de un espacio adicional (espacio de acceso a las máquinas y equipos). Es así que se debe prever acceso para las operaciones de mantenimiento y reparación, el cual no se tiene previsto porque no se ha tenido problema alguno hasta el momento, es así que no se está realizando un mantenimiento preventivo, para saber en qué condiciones se encuentran operando sus respectivas máquinas y equipos. Y es que actualmente solo se encuentran confiados en la calibración de maquinaria y equipo a la que se ven obligados por el MTC de manera semestral, del que los proveedores de las máquinas y equipos son los que los asesoran y/o desarrollan tal calibración.

7.1.7.5. Servicios para el Personal

Dentro del servicio, en Oficinas se cuenta con dos baños diferenciados tanto para damas y caballeros los cuales se encuentran destinados para el uso de los clientes que realizan la espera de resultados, sin embargo en ocasiones el personal de la línea de inspección también hace uso de los mismos porque se encuentran más próximos a su estación de trabajo, lo cual genera incomodidad tanto para los clientes como para el personal, de manera que no se abastecen por el espacio, de igual manera también se cuenta con otro servicio higiénico que se encuentra destinado para el uso del personal pero en ocasiones no es suficiente para todo el personal.

En cuanto al baño de planta, no tiene las condiciones de higiene y limpieza adecuada, y se encuentra mal equipada. El área de la planta de inspección comprende 2520 m², no cumpliéndose con la holgura del requerimiento normado de las regulaciones para aparatos sanitarios:

Tabla N° 50: Aparatos Sanitarios en Servicio Higiénicos

| SERVICIOS HIGIENICOS | | | | |
|----------------------|---|------|---------------------------------------|----------|
| m ² | | | LAVATORIOS | INODOROS |
| 61 | - | 150 | 1 | 1 |
| 151 | - | 350 | 2 | 2 |
| 351 | - | 600 | 3 | 3 |
| 601 | - | 900 | 4 | 4 |
| 901 | - | 1250 | 4 | 4 |
| Más de 1250 | | | Uno por cada 45 personas adicionales. | |

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones (CAPECO).

Elaboración Propia

- Por último se cuenta con un área de vestuario en la parte posterior de las Oficinas y también cuenta con el servicio de guardianía en una pequeña garita, de igual manera cedió un pequeño espacio para que una empresa tercera establezca una cocina y comedor para los trabajadores.

7.1.8. Análisis del factor cambio

Como ya se describió en el Análisis del factor PQ y el análisis del crecimiento de la demanda del servicio en los próximos años demuestra que:

En el 2015 el porcentaje de vehículos atendidos por el CITV CUSCO IMPERIAL S.A.C se estima que sera del 30%. Es decir que se cubrirá o atenderá al 30% del mercado a nivel de Cusco.

También se evidencia que con las tendencias de crecimiento del parque automotor también la demanda de servicios en los próximos años seguirá creciendo.

Con la actual línea de inspección que se encuentra en su capacidad de atención al límite, probablemente empiece a disminuir la nuestro porcentaje de participación en el servicio de inspección técnica vehicular a nivel del Cusco, aun a pesar de que la demanda seguirá creciendo para los próximos años.



Por tanto es necesario que el CITV Cusco Imperial adopte medidas de cambios futuros, para poder cumplir con el crecimiento de la cantidad de servicio en los próximos años, Será conveniente una adecuada planificación de la redistribución de planta y el impacto que tendrá factores externos sobre ella. Se analizara factores de cambio de tecnológico, cambios en el comportamiento del mercado, infraestructura, servicios, personal, etc.

7.1.8.1. Adquisición de Tecnología (Equipos – Maquinaria)

Estas adquisiciones permitirían al CITV incrementar la capacidad de atención de la planta, si se diera el caso de implementar una línea de inspección, por lo tanto la búsqueda de la maquinaria necesaria ya descrita líneas arriba o nuevos diseños, con la interacción de los proveedores de tecnología con los que ya se trabaja es un aspecto importante.

7.1.8.2. Nuevos Requerimientos de Personal

En el caso decida hacer una redistribución de planta en el CITV, aumentando una línea de inspección, estos cambios necesariamente pueden generar necesidades de ajustes en el número de trabajadores, haciendo variar los requerimiento de espacios y servicios que le son asignados.

7.1.8.3. Comportamiento del Mercado

Como ya se mencionó líneas arriba, la demanda del servicio sigue creciendo, generando que la capacidad de atención este sobre el límite, las proyecciones de demanda realizadas indican que el requerimiento de inspecciones técnicas vehiculares a nivel del cusco seguirá creciendo.

Actualmente el contar con 5 competidores que segmentan el mercado, es necesario aumentar nuestra capacidad de atención para tener un mayor porcentaje de participación en los próximos años.

7.1.8.4. Infraestructura

La redistribución de planta deberá considerar cambios en la infraestructura del edificio, como ya se mencionó el incrementar una línea de inspección más, la cual requeriría de una nueva construcción y lo que conlleva junto a eso; por ejemplo movimiento de tierra, movimiento de las oficinas, y servicios, ductos, desagües, instalaciones eléctricas, etc.



7.2. Análisis de limitaciones

En general para realizar la propuesta se tienen algunas limitaciones, que son las siguientes:

- La normatividad vigente dispuesta por el ministerio de transportes y comunicaciones MTC, establece que para aprobar una ampliación de la línea de inspección será necesario contar con un terreno adicional al mínimo establecido, por otro lado también será necesario, un ingeniero automotriz, mecánico o mecánico-electricista colegiado y habilitado para realizar las labores de Ingeniero Supervisor por cada línea de Inspección Técnica Vehicular.
- De igual manera el Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, al ser la entidad que autoriza el funcionamiento de centros de inspección técnica vehicular también se encargara de fijar la necesidad de autorizar un mínimo de centros o nuevas líneas de inspección en la ciudad del Cusco, por lo que está también representa una de las principales limitantes del centro de inspección.
- La normatividad vigente se encuentra sujeta a posibles cambios, los cuales pueden tornarse como limitante para el funcionamiento, a razón de que se pueden efectuar cambios en relación al ámbito de aplicación o al alcance de la norma, de tal forma que pueda afectar la demanda del servicio o al número de operaciones necesarias para efectuar el servicio.
- El terreno actual es suficiente para incrementar una línea de inspección para vehículos livianos, mixta o pesada, sin embargo nuestra limitante será la forma del terreno que actualmente tiene para poder efectuar una nueva línea de inspección.
- Los espacios y edificaciones actuales del área de oficinas presentan ciertas limitaciones para el rediseño de distribución de planta por el tipo de material de construcción de las instalaciones, pilares y techos.
- Los nuevos puestos que se pretendan incrementar o disminuir, presentan una limitante porque cuando se trate de incremento implicara la contratación de personal el cual necesita cumplir con ciertos requisitos y tener un plan de capacitación, de igual manera cuando se trate de una disminución de puestos se hablara de rotación de personal, en el que el personal que será rotado tendrá que adaptarse al nuevo puesto de trabajo y por ende también al método de trabajo, así como a la disposición actual de elementos con los cuales interactuara.



7.3. Análisis general de la distribución actual

El centro de inspección técnica vehicular tiene un tipo de distribución de planta por producto o en línea: Todas las unidades vehiculares siguen la misma secuencia de operaciones, el personal realiza tareas rutinarias y repetitivas a ritmo constante y en el que las maquinas son uno de los factores más importantes en la línea de inspección, debido a que cada máquina realiza las inspecciones de acuerdo a las características de cada una de las operaciones, es decir que cada operación cuenta una maquina representativa para determinada inspección.

La planta tiene un área de 2,520.00 m². de la cual el área de línea de inspección de la planta es de 186.00 m². y 121.5 m² corresponde al área de oficinas.

7.3.1. Principios básicos de la distribución

7.3.1.1. Integración Total

Dado que las inspecciones documentaria, mecánica y visual se realizan de forma diferenciada en las Oficinas y en la Línea de Inspección. Se observa que si existe una adecuada integración en todas las áreas de las Oficinas. Donde todas las etapas que se dan en oficina como el pago de derechos, verificación de documentos e ingreso de datos, entrega de resultados manejan el Software Sistema de Gestión CITV lo que permite haya un correcto procesamiento de datos compartidos, integrando el sistema.

En la Línea de Inspección se observa los siguientes problemas de integración, solo existe dos máquinas de cómputo para cuatro mecánicos ocasionando que haya movimientos innecesarios al momento de realizar las inspecciones.

7.3.1.2. Óptimo Flujo

Se ha observado que la secuencia de las etapas en la línea de inspección ocasiona que se presente un flujo con demoras por la siguiente razón:

Cuando el vehículo entra en la línea de inspección, la primera inspección a realizar es Test-line (Alineamiento, Suspensión y Frenos), donde los equipos utilizados están empotrados al piso. Prosiguiendo con la inspección de Gases u Opacidad, e inspección de luces, los cuales utilizan equipos que se pueden trasladar, o movibles.

Sin embargo para la inspección visual esto ha ocasionado que los vehículos se queden más tiempo en la zanja de inspección.



Por lo que se necesita cambiar el orden en el flujo de operaciones a realizar, priorizando los equipos y/o máquinas que sean más fáciles de movilizarlos y que ocasionen menor costo.

7.3.1.3. Mínimo recorrido

Se observa que cuando un cliente entra al proceso de inspección (entra en el sistema), en muchas ocasiones no lleva consigo los documentos necesarios, ocasionando que muchas veces retorne a su vehículo que se encuentra estacionado, esto genera que se genere más recorrido del necesario, la colocación de un banner informativo solucionaría este problema.

En la línea de inspección se observa que el recorrido del vehículo es continuo y no existe retroceso en las etapas de la inspección, a no ser que se realice una inspección inadecuada por lo que se requerirá un reproceso.

7.3.1.4. Utilización del espacio cúbico

En el CITV se observa que se busca aprovechar al máximo el espacio cubico, pues las maquinas se encuentran empotradas al piso, no existiendo saturación de los espacios. En las oficinas se observa principalmente que se encuentra saturado los pasillos porque el espacio se utiliza para almacenar los expedientes que son usados como comprobante de la inspección a los vehículos en el que en ocasiones se apilan las cajas hasta altura máxima posible. Por lo que falta practicar Orden y Limpieza. Así mismo, la saturación y obstrucción de espacios están afectando directamente la seguridad, pues podrían producirse amagos de incendios.

7.3.1.5. Flexibilidad

La planta del CITV presenta una flexibilidad con algunos inconvenientes para realizar reajustes en la distribución debido principalmente a su infraestructura, lo más resaltante y más flexible se ve reflejado en la el espacio existente y al material de la infraestructura del área de oficinas por lo que pueden producirse cambios en relación al espacio, sin embargo uno de los inconvenientes es la posición fija de algunas máquinas en la línea de inspección lo cual causaría mayores esfuerzos y también muchas pérdidas de material.



7.3.1.6. Satisfacción y seguridad

En relación a la seguridad de los trabajadores respecto a la distribución de planta actual, se observa lo siguiente:

Se cuenta con extintores y botiquines para atender a cualquier emergencia.

Los pasillos y zonas de trabajo son amplios para el tránsito de personal para desplazarse y trabajar con seguridad, pero también se observa que falta señalar las zonas de desplazamiento del personal.

Por lo que se concluye que en este aspecto se presentan condiciones adecuadas.

7.3.2. Plano de distribución actual

La distribución general, así como lo relacionado con el terreno y a las edificaciones del centro de inspección técnica vehicular se muestra en el (Anexo N°12), de igual manera se tendrá un plano con el diseño del tijeral y con un corte del plano de distribución general, el cual se presenta en el (Anexo N°13), además también se contempló un plano con la actual disposición de las máquinas, equipos, muebles y artefactos con los que se cuenta en el área de oficina, área de inspección y en el comedor del centro de inspección el cual se enseña en el (Anexo N°14), también se cuenta con un plano con las instalaciones eléctricas y las instalaciones sanitarias en el (Anexo N°15) y por último se tiene un plano de evacuación y elementos de emergencia en el (Anexo N°16).



CAPITULO VIII. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE COLAS Y REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN EL CENTRO DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR

8.1. Propuesta del Proceso de Servicio

La propuesta a presentar en éste capítulo es aplicada al proceso de Inspección Técnica Vehicular, en la empresa Cusco Imperial S.A.C.

En la primera parte se trató de considerar aspectos relacionados al proceso, los cuales solamente, estarán relacionados a la secuencia de operaciones y algunos aspectos a considerar que servirán para elaborar la propuesta relacionada a las líneas de espera y a la distribución de planta.

8.1.1. Acciones Correctivas del Proceso

Las acciones correctivas estarán dirigidas a modificar la secuencia de operaciones del proceso de inspección técnica vehicular, esto implica sobre todo las operaciones de la línea de inspección los cuales son Inspección de gases, inspección de luces, inspección visual e inspección visual. Esto a razón de que la secuencia de operaciones no facilita la reducción de tiempos de espera, sobre todo los de inspección de gases, inspección de luces. De esta manera el objetivo que se persigue con este cambio en la secuencia de operaciones es la mejora del flujo vehicular, y la reducir el tiempo de espera.

Para llevar a cabo esta modificación se tomó en cuenta la actual distribución de planta y la relación entre cada una de las operaciones, en donde se encontró que:

- La inspección Test Line, debe permanecer, porque la maquinaria y equipos con los que cuenta se encuentran instalados a nivel de la pista de inspección, lo cual implica mayor dificultad para instalarlos en otra posición.
- La Inspección Visual, por contar con una fosa de inspección y por tener el banco de holguras instalado a nivel de la pista también implica que debe permanecer, porque al igual que la inspección test line implica mayor dificultad para instalarlos en otra posición
- El espacio de la zona de inspección al final de la inspección visual es muy reducido como para integrar alguna otra operación luego de esta, más aun cuando dificultara el estacionamiento de vehículos mayores.

Las condiciones anteriores únicamente nos permiten mover la inspección de gases y la inspección de luces al inicio antes de la inspección visual, por lo que la secuencia de operaciones será la siguiente:

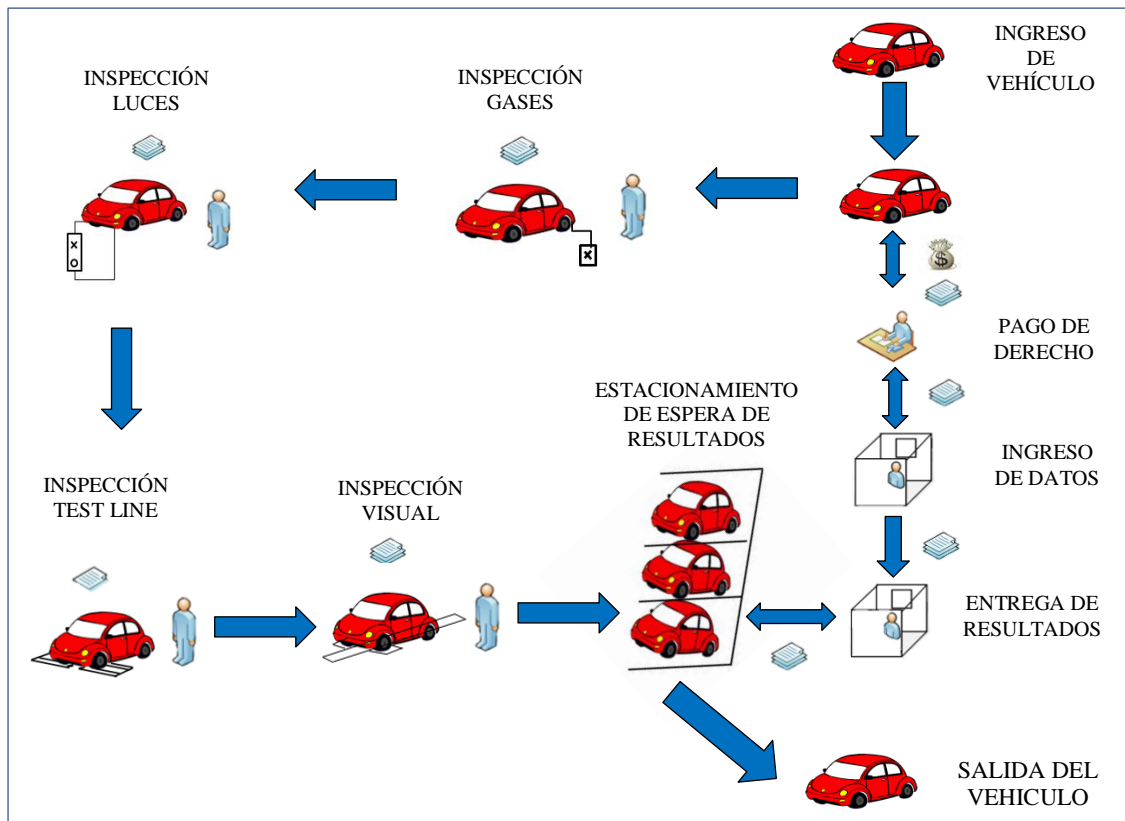


Figura N° 59: Flujo de Proceso Propuesto

Elaboración Propia

8.1.2. Descripción de Operaciones Mejoradas

La Inspección de gases u opacidad y la inspección de luces, al necesitar solo del analizador de gases, opacímetro, sonómetro, cuenta revoluciones y el regloscopio con luxómetro, solo necesitara la ubicación de la maquinaria y equipo al nuevo espacio que se encontrara antes de la inspección test line, igualmente deberán de contar con un equipo de cómputo de uso exclusivo para cada inspección.

De esta manera la inspección visual, dispondrá del lugar y del equipo de cómputo que anteriormente se utilizaba para las tres inspecciones, asimismo la descripción de las operaciones mejoradas solo considerara las operaciones de la línea de inspección porque solo los cuatro tipo de inspecciones cambiaran.

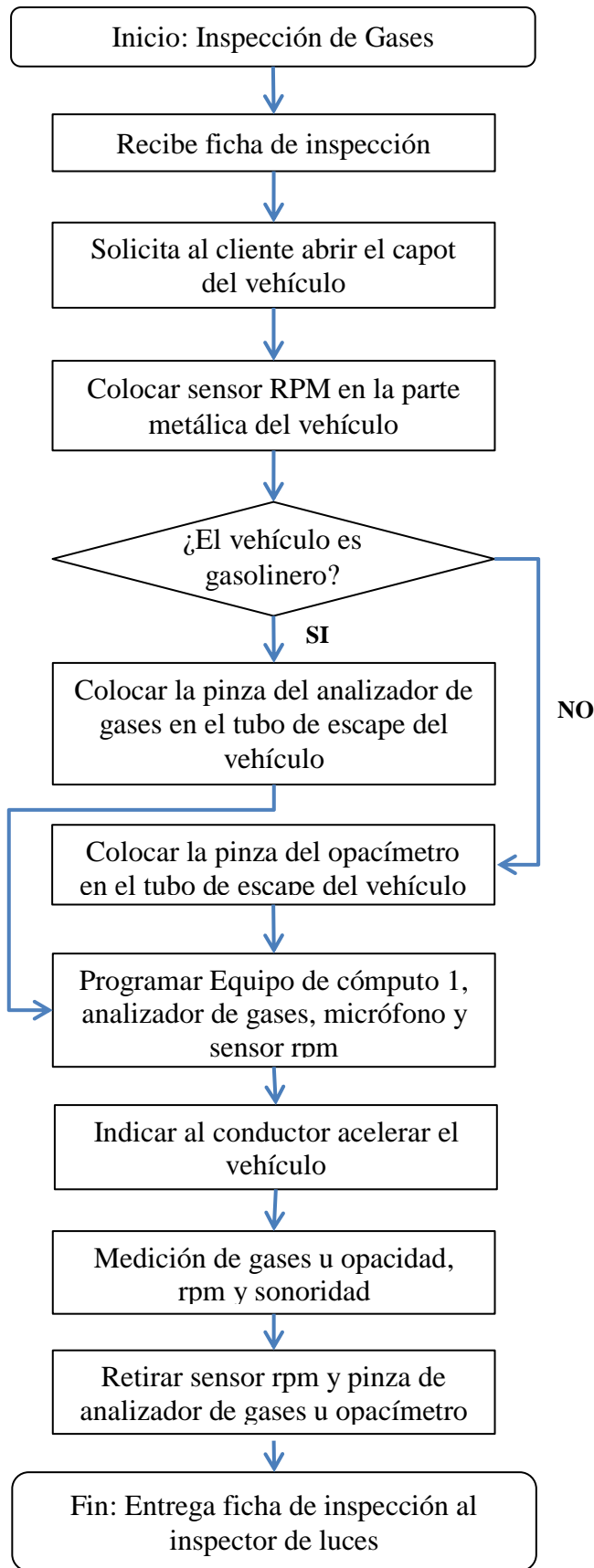


Figura N° 60: Diagrama de Flujo Propuesto Fase 3: Inspección de Gases

Fuente: Norma ANSI

Elaboración Propia

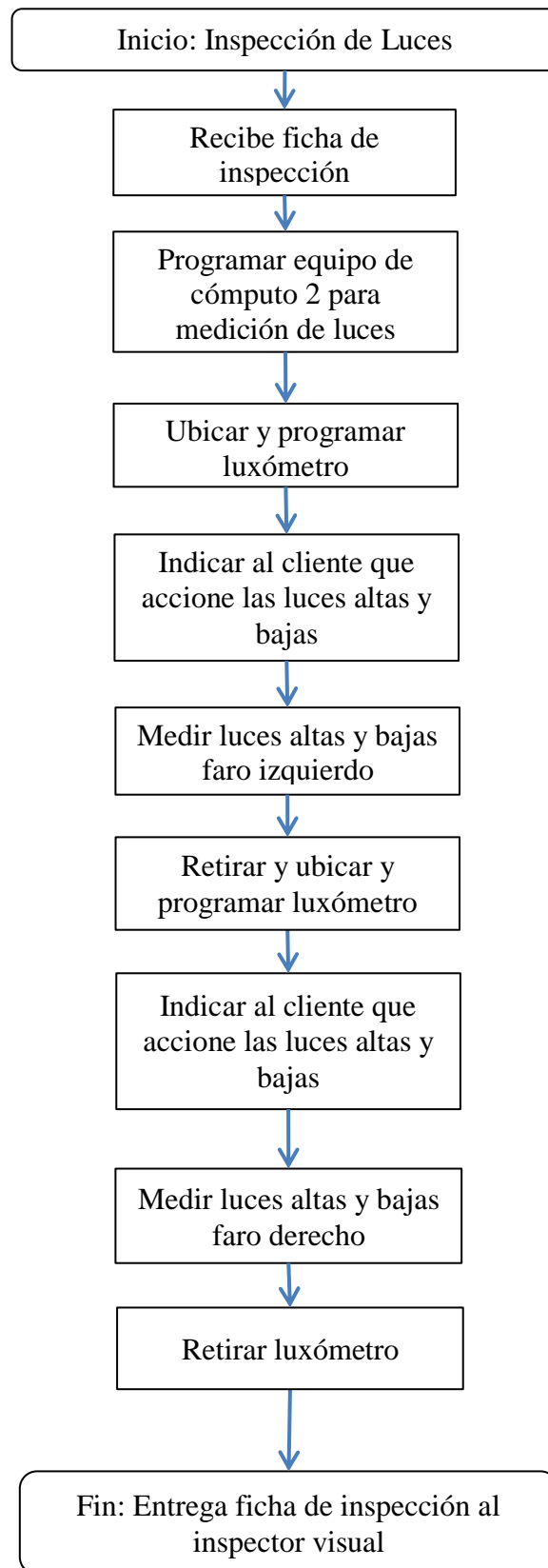


Figura N° 61: Diagrama de Flujo Propuesto Fase 4: Inspección de Luces

Fuente: Norma ANSI

Elaboración Propia

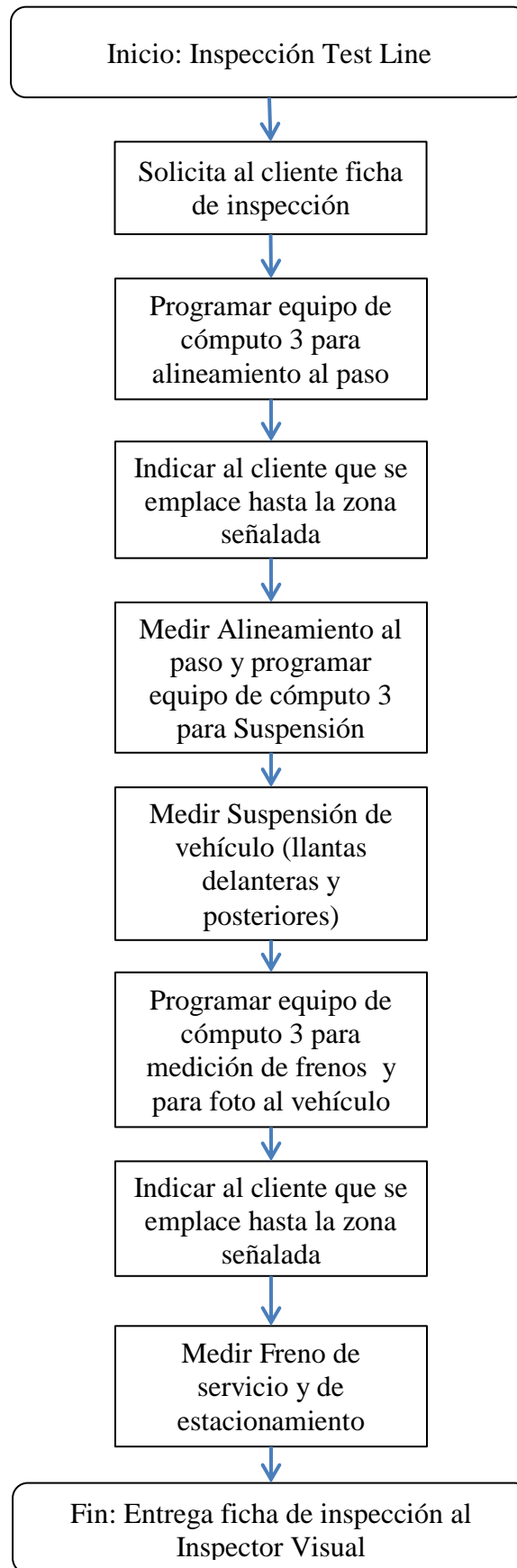


Figura N° 62: Diagrama de Flujo Propuesto Fase 5: Inspección Test Line

Fuente: Norma ANSI

Elaboración Propia

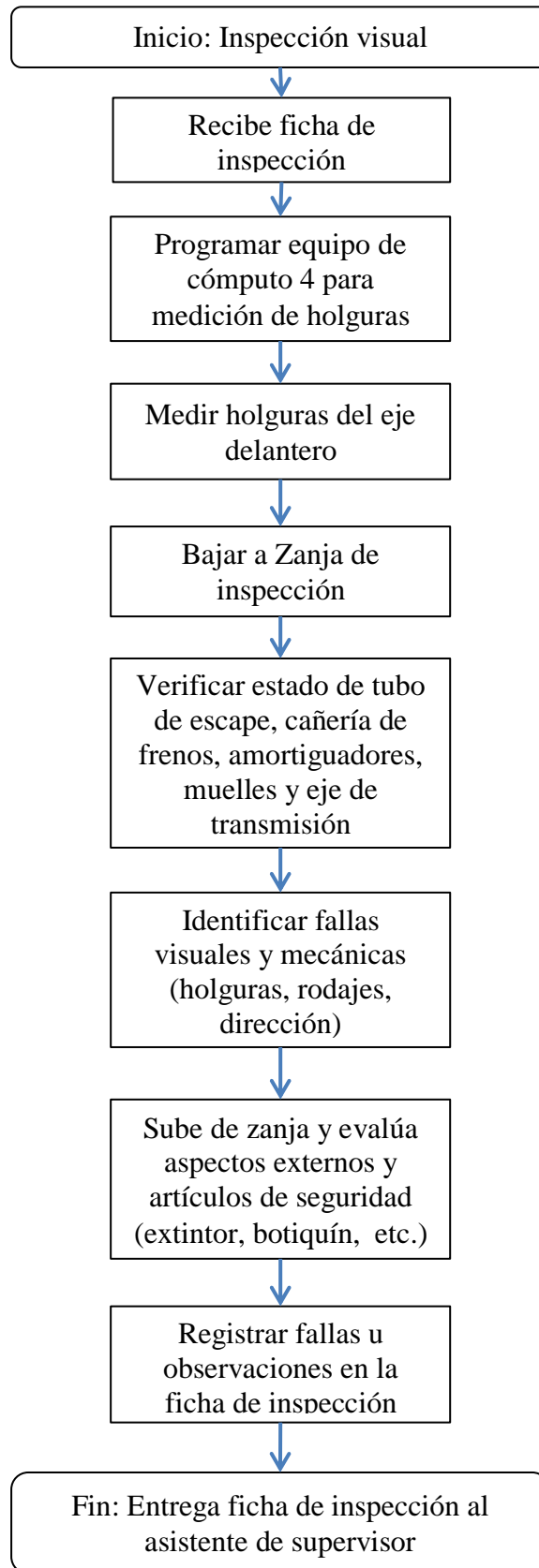


Figura N° 63: Diagrama de Flujo Propuesto Fase 6: Inspección Visual

Fuente: Norma ANSI

Elaboración Propia

8.1.3. Diagrama de Operaciones del Proceso

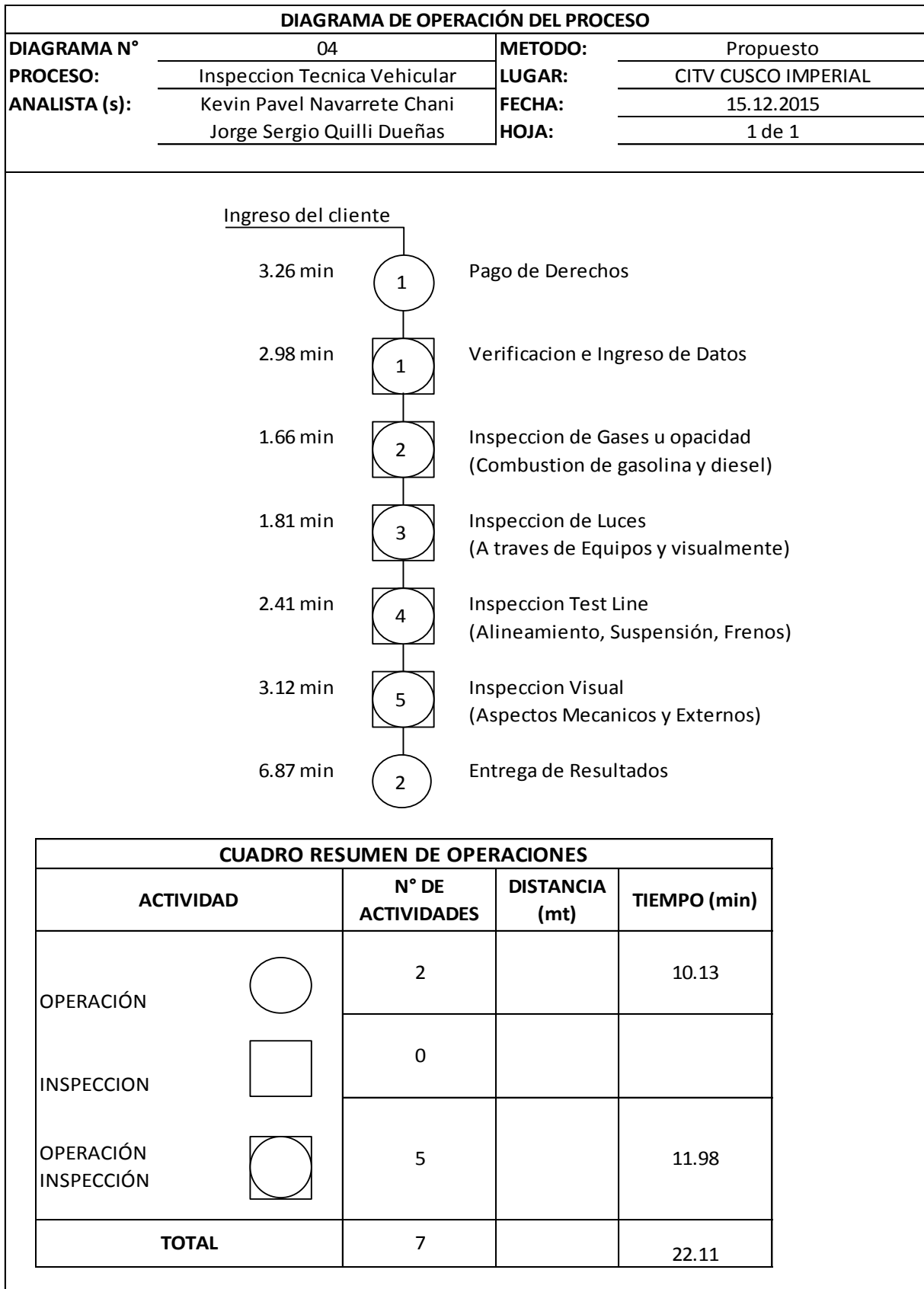


Figura N° 64: Diagrama de Operaciones del Proceso Propuesto

Fuente: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseños de trabajo – Niebel (2009)

Elaboración Propia

8.2. Aplicación del Modelo de Teoría de Colas

Enfoca la forma en que se pueden reducir los tiempos promedios en el sistema y por consiguiente los tiempos en cola de los vehículos livianos como pesados en el proceso de inspección técnica vehicular, con el fin de tener unas características más óptimas en el proceso y con un costo de espera mínimo. La propuesta está basada en los resultados obtenidos en el capítulo 6, los cuáles brindan una mejor perspectiva de la situación actual de las diferentes fases.

8.2.1. Características del Nuevo Proceso

El nuevo modelo se realizara con los datos de llegada actual y con los tiempos de servicio de cada estación de trabajo actual, cabe recalcar que el proceso cambio la secuencia de operaciones por lo tanto también el orden de las estaciones de trabajo, de esta manera ya no se tiene colas en serie con un solo tiempo de demora, sino más bien con tiempos de demora independientes para cada estación.

8.2.1.1. Distribución de Llegadas

La distribución de llegadas seguirá siendo las mismas que las obtenidas en el diagnostico por lo que se aplicara el modelo de colas para cada estación de trabajo con la misma distribución de llegadas.

Tabla N° 51: Resumen 4. Media de Arribos para Propuesta

| Días Observados | | Vehículos Observados (mañana) | Vehículos Observados (tarde) | Total Vehículos Observados |
|-----------------|------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Lunes | 28/09/2015 | 63 | 50 | 113 |
| Martes | 29/09/2015 | 46 | 40 | 86 |
| Miércoles | 30/09/2015 | 46 | 42 | 88 |
| Jueves | 01/10/2015 | 51 | 46 | 97 |
| Viernes | 02/10/2015 | 50 | 41 | 91 |
| Sábado | 03/10/2015 | 88 | 70 | 158 |
| | | | | 633 |

Elaboración Propia

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n}$$

Por lo tanto son 29 muestras por cada turno observado haciendo un total de 58 muestras, entonces.

$$\bar{x} = \frac{633}{58} = 11$$

$$\bar{x} = 11 \text{ veh\u00edculos por hora}$$

8.2.1.2. Distribución del Tiempo de Servicio

Los tiempos de servicio serán los mismos con los que se realizó el diagnóstico de las colas, solo que ahora tendrán una nueva secuencia de operaciones.

Tabla N° 52: Resumen 5. Tiempos de Servicio para Propuesta

| N° | OPERACIÓN | TE | μ |
|----|-----------------------|------|-------|
| 1 | Pago de Derechos | 3.26 | 18.40 |
| 2 | Ingreso de Datos | 2.98 | 20.13 |
| 3 | Inspección Test Line | 2.41 | 24.90 |
| 4 | Inspección de Gases | 1.66 | 36.14 |
| 5 | Inspección de Luces | 1.81 | 33.15 |
| 6 | Inspección Visual | 3.12 | 19.23 |
| 7 | Entrega de Resultados | 6.87 | 8.73 |

Elaboración Propia

8.2.2. Modelado de Características de Operación con 1, 2, 3 y 4 Servidores.

El modelado se centra principalmente en establecer características de operación a través de la simulación, en el que se pueda obtener las características más notables para efectuar la propuesta, de esta manera el cálculo de las características de operación se realizara con 1, 2, 3 y 4 servidores. Teniendo como objetivo principal obtener el número de servidores adecuado en cada estación de trabajo, y como objetivo secundario minimizar el costo total de Espera, disminuir el tiempo y la cantidad de clientes en espera, por lo que se realizara el cálculo de las características para cada estación de servicio.

8.2.2.1. Pago de Derechos

Para la primera estación de servicio que es pago de derechos, actualmente solo se cuenta con un servidor (cajero), por lo que se tiene:

Tabla N° 53: Propuesta de Colas para Fase 1: Pago de Derechos

| ESTACIÓN DE SERVICIO "PAGO DE DERECHOS" | | | | | |
|-----------------------------------------|--------|------------|-------|-------|-------|
| CARACTERISITCAS DEL SISTEMA | | SERVIDORES | | | |
| | | S=1 Actual | S=2 | S=3 | S=4 |
| Factor de Utilización | ρ | 0.60 | 0.30 | 0.20 | 0.15 |
| P Sistema Vacío | P_0 | 0.40 | 0.54 | 0.55 | 0.55 |
| Clientes en el Sistema | L_s | 1.49 | 0.66 | 0.60 | 0.60 |
| Clientes en espera | L_q | 0.89 | 0.06 | 0.01 | 0.00 |
| Tiempo en el sistema | W_s | 8.10 | 3.58 | 3.29 | 3.26 |
| Tiempo en espera | W_q | 4.84 | 0.32 | 0.03 | 0.00 |
| Costo Total de Espera | CT | 123.84 | 62.50 | 63.30 | 67.86 |

Elaboración Propia

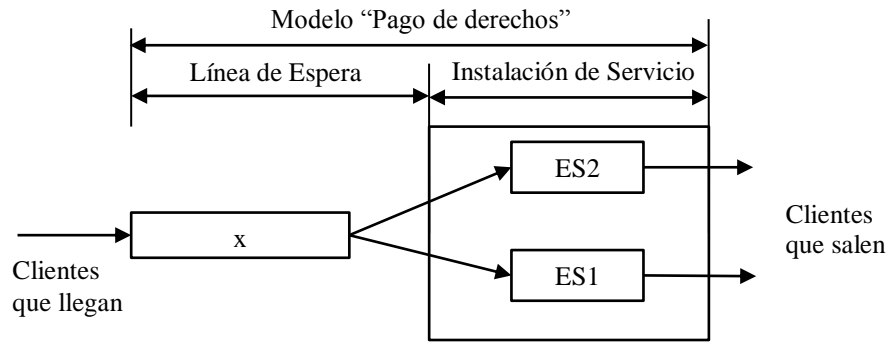


Figura N° 65: Modelo de Colas Propuesto Fase 1: Pago de Derechos
Elaboración Propia

En síntesis se tiene que la estación de pago de derechos evidencia el costo total de espera, el tiempo y número de clientes en espera más alto en comparación con las características calculadas con 2,3 y 4 servidores, por lo que se propone tener 2 servidores para esta estación por tener el menor costo y contar con un tiempo y cantidad de clientes en espera aceptable.

8.2.2.2. Verificación e Ingreso de Datos

La estación de servicio Verificación e Ingreso de Datos, actualmente funciona con 3 servidores (secretarias), por lo que se tiene las siguientes características:

Tabla N° 54: Propuesta de Colas para Fase 2: Verificación e Ingreso de Datos

| ESTACIÓN DE SERVICIO “VERIFICACION E INGRESO DE DATOS” | | | | | |
|--------------------------------------------------------|--------|------------|-------|------------|-------|
| CARACTERISITCAS DEL SISTEMA | | SERVIDORES | | | |
| | | S=1 | S=2 | S=3 Actual | S=4 |
| Factor de Utilización | ρ | 0.55 | 0.27 | 0.18 | 0.14 |
| P Sistema Vacío | P_0 | 0.45 | 0.57 | 0.58 | 0.58 |
| Clientes en el Sistema | L_s | 1.20 | 0.59 | 0.55 | 0.55 |
| Clientes en espera | L_q | 0.66 | 0.04 | 0.00 | 0.00 |
| Tiempo en el sistema | W_s | 6.57 | 3.22 | 3.00 | 2.98 |
| Tiempo en espera | W_q | 3.59 | 0.24 | 0.02 | 0.00 |
| Costo Total de Espera | CT | 101.34 | 57.23 | 59.05 | 63.74 |

Elaboración Propia

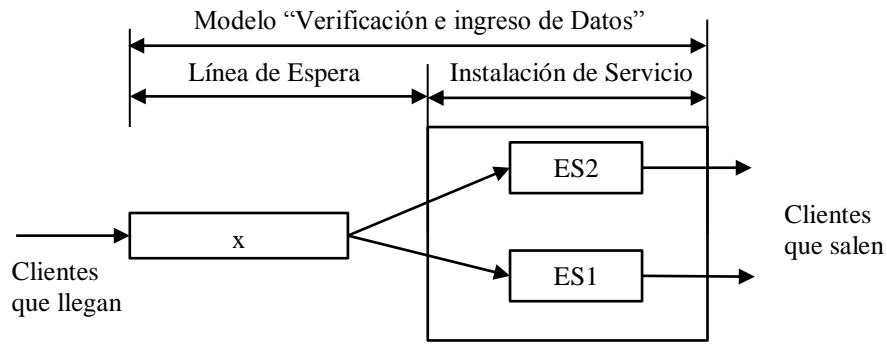


Figura N° 66: Modelo de Colas Propuesto Fase 2: Verificación e Ingreso de Datos

Elaboración Propia

El cuadro anterior revela que se el costo total de espera es aceptable pero con un tiempo y cantidad de clientes en espera casi óptimos, sin embargo se propone que se reduzca de 3 servidores a solo 2 servidores para obtener el menor costo total de espera acompañado del tiempo y cantidad de clientes en espera aceptables, además de obtener la capacidad de atención de 0.27 el cual es mucho mayor que la actual.

8.2.2.3. Inspección de Gases

La estación de servicio Inspección de gases, actualmente funciona con un servidor (mecánico), por lo que se obtuvo las siguientes características:

Tabla N° 55: Propuesta de Colas para Fase 3: Inspección de Gases

| ESTACIÓN DE SERVICIO “INSPECCIÓN DE GASES” | | | | | |
|--------------------------------------------|--------|------------|-------|-------|-------|
| CARACTERISITCAS DEL SISTEMA | | SERVIDORES | | | |
| | | S=1 Actual | S=2 | S=3 | S=4 |
| Factor de Utilización | ρ | 0.30 | 0.15 | 0.10 | 0.08 |
| P Sistema Vacío | P_0 | 0.70 | 0.74 | 0.74 | 0.74 |
| Clientes en el Sistema | L_s | 0.44 | 0.31 | 0.30 | 0.30 |
| Clientes en espera | L_q | 0.13 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Tiempo en el sistema | W_s | 2.39 | 1.70 | 1.66 | 1.66 |
| Tiempo en espera | W_q | 0.73 | 0.04 | 0.00 | 0.00 |
| Costo Total de Espera | CT | 42.50 | 39.92 | 46.88 | 54.35 |

Elaboración Propia

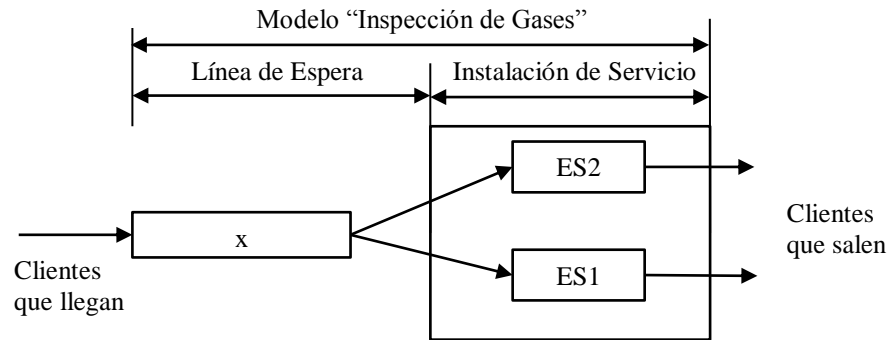


Figura N° 67: Modelo de Colas Propuesto Fase 3: Inspección de Gases

Elaboración Propia

Para las características actuales se tienen un costo total de espera aceptable, con un tiempo y con un número de clientes en espera mayor en comparación con las características calculadas para 2,3 y 4 servidores, por lo que se propone que se incremente a 2 servidores para obtener un menor costo total de espera y el tiempo y cantidad de clientes en espera más aceptable.

8.2.2.4. Inspección de Luces

La estación de servicio Inspección de luces, actualmente funciona con un servidor (mecánico), por lo que se obtuvo las siguientes características:

Tabla N° 56: Propuesta de Colas para Fase 4: Inspección de Luces

| ESTACIÓN DE SERVICIO “INSPECCIÓN DE LUCES” | | | | | |
|--------------------------------------------|--------|------------|-------|-------|-------|
| CARACTERISITCAS DEL SISTEMA | | SERVIDORES | | | |
| | | S=1 Actual | S=2 | S=3 | S=4 |
| Factor de Utilización | ρ | 0.33 | 0.17 | 0.11 | 0.08 |
| P Sistema Vacío | P_0 | 0.67 | 0.72 | 0.72 | 0.72 |
| Clientes en el Sistema | L_s | 0.50 | 0.34 | 0.33 | 0.33 |
| Clientes en espera | L_q | 0.16 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Tiempo en el sistema | W_s | 2.71 | 1.86 | 1.81 | 1.81 |
| Tiempo en espera | W_q | 0.90 | 0.05 | 0.00 | 0.00 |
| Costo Total Esperado | CT | 47.23 | 42.30 | 49.10 | 56.55 |

Elaboración Propia

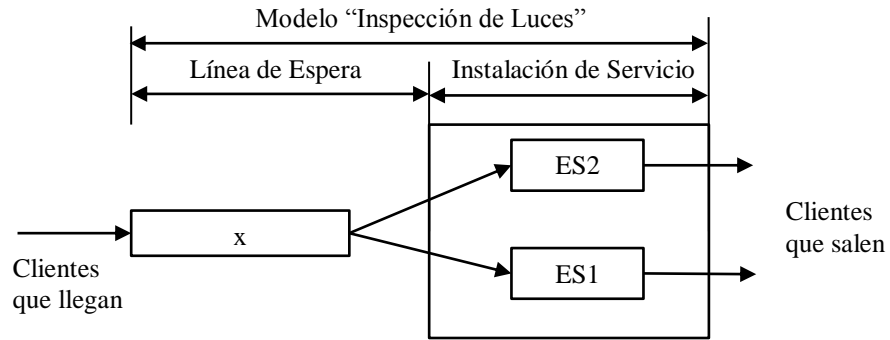


Figura N° 68: Modelo de Colas Propuesto Fase 4: Inspección de Luces

Elaboración Propia

El costo total de espera es aceptable, y el tiempo y el número de clientes en la cola es el más alto en comparación de las características calculadas para 2, 3 y 4 servidores, por lo que se propone adoptar una estación con 2 servidores para obtener el costo total de espera mínimo, con tiempo y cantidad de clientes en espera menor que el actual.

8.2.2.5. Inspección Test Line

La estación de servicio Inspección Test line, actualmente funciona con un servidor (mecánico), por lo que se obtuvo las siguientes características:

Tabla N° 57: Propuesta de Colas para Fase 4: Inspección Test Line

| ESTACIÓN DE SERVICIO “INSPECCIÓN TEST LINE” | | | | | |
|---------------------------------------------|--------|------------|-------|-------|-------|
| CARACTERISITCAS DEL SISTEMA | | SERVIDORES | | | |
| | | S=1 Actual | S=2 | S=3 | S=4 |
| Factor de Utilización | ρ | 0.44 | 0.22 | 0.15 | 0.11 |
| P Sistema Vacío | P_0 | 0.56 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |
| Clientes en el Sistema | L_s | 0.79 | 0.46 | 0.44 | 0.44 |
| Clientes en espera | L_q | 0.35 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Tiempo en el sistema | W_s | 4.32 | 2.53 | 2.42 | 2.41 |
| Tiempo en espera | W_q | 1.91 | 0.12 | 0.01 | 0.00 |
| Costo Total Esperado | CT | 70.83 | 52.16 | 58.00 | 65.36 |

Elaboración Propia

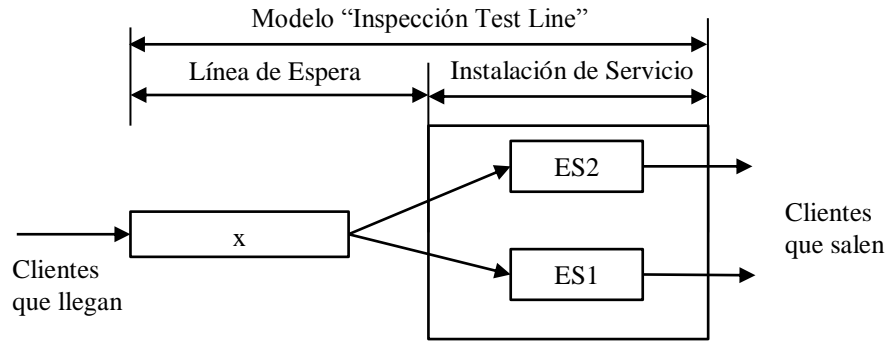


Figura N° 69: Modelo de Colas Propuesto Fase 5: Inspección Test Line

Elaboración Propia

Por lo observado en el cuadro anterior el costo total de espera actual es el más elevado junto al tiempo y al número de clientes en espera mayor en comparación a las características calculadas para 2, 3 y 4 servidores, por lo que se propone contar con solo 2 servidores para obtener el costo total de espera más bajo, con un tiempo y cantidad de clientes en espera aceptables.

8.2.2.6. Inspección Visual

La estación de servicio Inspección Visual, actualmente funciona con un servidor (mecánico), por lo que se obtuvo las siguientes características:

Tabla N° 58: Propuesta de Colas para Fase 6: Inspección Visual

| ESTACIÓN DE SERVICIO “INSPECCIÓN VISUAL” | | | | | |
|------------------------------------------|--------|------------|-------|-------|-------|
| CARACTERISITCAS DEL SISTEMA | | SERVIDORES | | | |
| | | S=1 Actual | S=2 | S=3 | S=4 |
| Factor de Utilización | ρ | 0.57 | 0.29 | 0.19 | 0.14 |
| P Sistema Vacío | P_0 | 0.43 | 0.56 | 0.56 | 0.56 |
| Clientes en el Sistema | L_s | 1.34 | 0.62 | 0.58 | 0.57 |
| Clientes en espera | L_q | 0.76 | 0.05 | 0.01 | 0.00 |
| Tiempo en el sistema | W_s | 7.29 | 3.40 | 3.15 | 3.12 |
| Tiempo en espera | W_q | 4.17 | 0.28 | 0.03 | 0.00 |
| Costo Total Esperado | CT | 114.42 | 64.84 | 68.67 | 75.80 |

Elaboración Propia

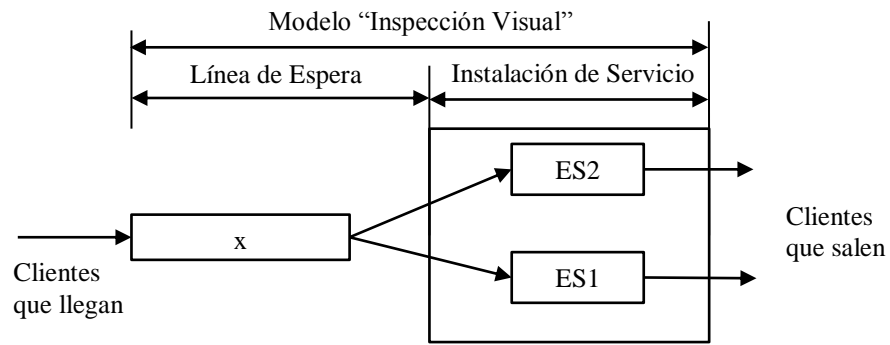


Figura N° 70: Modelo de Colas Propuesto Fase 6: Inspección Visual
Elaboración Propia

El cuadro anterior revela que el costo total esperado actual, el tiempo y la cantidad de clientes es el más elevado, razón por la cual se propone tener 2 servidores para obtener el costo total de espera mínimo, con un tiempo y número de clientes en espera aceptables.

8.2.2.7. Entrega de Resultados

La estación de servicio Entrega de Resultados, actualmente funciona con un servidor (Un Ingeniero Supervisor, un Asistente de Supervisor y un operario), por lo que se obtuvo las siguientes características:

Tabla N° 59: Propuesta de Colas para Fase 7: Entrega de resultados

| CARACTERISITCAS DEL SISTEMA | | SERVIDORES | | | |
|-----------------------------|--------|------------|--------|--------|--------|
| | | S=1 Actual | S=2 | S=3 | S=4 |
| Factor de Utilización | ρ | 1.26 | 0.63 | 0.42 | 0.31 |
| P Sistema Vacío | P_0 | - | 0.23 | 0.28 | 0.28 |
| Clientes en el Sistema | L_s | 2.38 | 2.09 | 1.37 | 1.28 |
| Clientes en espera | L_q | 1.10 | 0.83 | 0.11 | 0.02 |
| Tiempo en el sistema | W_s | 12.91 | 11.39 | 7.49 | 6.98 |
| Tiempo en espera | W_q | 6.04 | 4.52 | 0.62 | 0.11 |
| Costo Total Esperado | CT | 213.12 | 214.48 | 181.17 | 197.35 |

Elaboración Propia

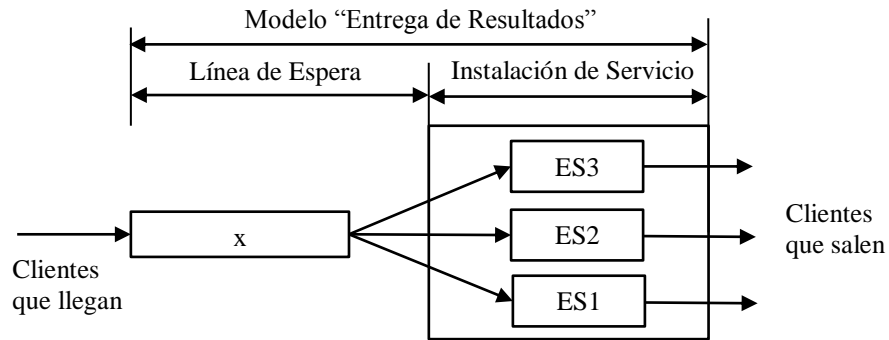


Figura N° 71: Modelo de Colas Propuesto Fase 7: Entrega de Resultados
Elaboración Propia

El costo total de espera actual está cerca al costo de espera más alto pero las características, con el tiempo y el número de clientes en espera más alto en comparación con las características calculadas para 2, 3 y 4 servidores, por lo que se propone que se cuente con 3 servidores para tener el costo total de espera mínimo, con tiempo y cantidad de clientes en espera aceptables.

8.2.3. Propuesta de Proceso de Colas

El proceso de Inspección Técnica Vehicular con todas las características calculadas líneas arriba cambiara el Proceso de Colas, estos cambios principalmente tendrán mayor impacto en el número de servidores, en el costo total de espera, en el tiempo de espera y en el número de clientes que se encuentran en espera, por lo que la propuesta minimizo el costo total de espera del Proceso de Colas y disminuyo los tiempos y clientes en espera con el incremento y decremento de servidores en sus 7 estaciones de trabajo, esta red quedara de la siguiente manera:

Tabla N° 60: Propuesta de Proceso de Colas

| PROCESO DE COLAS PROPUESTO | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------|------------------|---------------------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
| CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA | SIMBOLO | PAGO DE DERECHOS | VERIFICACIÓN E INGRESO DE DATOS | INSPECCIÓN GASES | INSPECCIÓN LUCES | INSPECCIÓN TEST LINE | INSPECCIÓN VISUAL | ENTREGA DE RESULTADOS | PROCESO DE COLAS |
| | | M/M/S | M/M/S | M/M/S | M/M/S | M/M/S | M/M/S | M/M/S | M/M/S |
| N° de Servidores | c | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 15 |
| N° Promedio de Unidades en el Sistema | L_s | 0.66 | 0.59 | 0.31 | 0.34 | 0.46 | 0.62 | 1.37 | 4.35 |
| N° Promedio de Unidades en la Cola | L_q | 0.06 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.11 | 0.30 |
| Tiempo Promedio en el Sistema | W_s | 3.58 | 3.22 | 1.70 | 1.86 | 2.53 | 3.40 | 7.49 | 23.78 |
| Tiempo Promedio de Espera en la Cola | W_q | 0.32 | 0.24 | 0.04 | 0.05 | 0.12 | 0.28 | 0.62 | 1.67 |
| Costo Total Esperado | CT | 62.50 | 57.23 | 39.92 | 42.30 | 52.16 | 64.84 | 181.17 | 500.12 |

Elaboración Propia

Según el cuadro anterior se propone:

- Incrementar un servidor en la estación Pago de derechos, para que cuente con 2 servidores en la atención de clientes.
- Disminuir un servidor en la estación de Verificación e Ingreso de Datos, para que cuente con 2 servidores en la atención de clientes.
- Adicionar un servidor en la estación de Inspección de Gases, para que tenga 2 servidores en la atención de clientes.
- Aumentar un servidor en la estación de Inspección de Luces, para que se atienda a los clientes con 2 servidores.
- Acrecentar un servidor en la estación de Inspección Test Line, para que se cuente con 2 servidores en la atención de clientes.
- Agregar un servidor en la estación de Inspección visual, para que se tenga 2 servidores en la atención de clientes.
- Añadir dos servidores en la estación Entrega de Resultados, para que se cuente con 3 servidores en la atención de clientes.

8.2.1. Comparación de características de operación

Las características de operación propuestas se compararon con el proceso de colas actual con el objetivo de estimar las cantidades en las que se redujeron el costo total de espera, así como los tiempos y el número de clientes en espera, este se muestra a continuación:

Tabla N° 61: Comparación del Proceso de Colas Propuesto

| CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA | SIMBOLO | PROCESO DE COLAS ACTUAL | PROCESO DE COLAS PROPUESTA | DIFERENCIA |
|---------------------------------------|---------|-------------------------|----------------------------|------------|
| N° de servidores | c | 9 | 15 | 6 |
| N° Promedio de Unidades en el Sistema | L_s | 7.49 | 4.35 | -3.14 |
| N° Promedio de Unidades en la Cola | L_q | 3.39 | 0.30 | -3.09 |
| Tiempo Promedio en el Sistema | W_s | 40.71 | 23.78 | -16.93 |
| Tiempo Promedio de Espera en la Cola | W_q | 18.6 | 1.67 | -16.93 |
| Costo Total Esperado | CT | 671.27 | 500.12 | -171.15 |

Elaboración Propia

- El incremento del número de servidores es de 6, los cuales se distribuyeron en toda las estaciones de trabajo, haciendo un total de 15 servidores.
- El ahorro que se genera en costos es de 171.15 soles por hora, por lo que el costo total de espera propuesto es de 500.12 soles por hora.
- El número de clientes en cola se reduce en 3.09 clientes, haciendo que se tengan 0.30 de clientes en cola.
- El tiempo de espera para cada cliente en la cola se disminuyó en 16.93 minutos, haciendo que el tiempo de espera sea solamente de 1.67 minutos.

8.2.1.1. Cantidad de Fases

El Centro de Inspección Técnica Vehicular Cusco Imperial mantendrá un proceso multifase, el cual considera las 7 fases que serían las 7 operaciones del proceso, pero con un orden distinto.

8.2.1.2. Instalación de Servicio

La instalación física donde se presta el servicio a los vehículos livianos y pesados del parque automotor del Cusco, por lo que el modelo de instalación de servicio seguirá siendo de “un solo canal y múltiples fases” tendrá los siguientes cambios:

- Incrementará sus instalaciones servicio en las estaciones pago de derechos, inspección de gases, inspección de luces, inspección test line, inspección visual y en entrega de resultados.
- Disminuirá sus instalaciones de servicio únicamente en la estación de verificación e ingreso de datos.

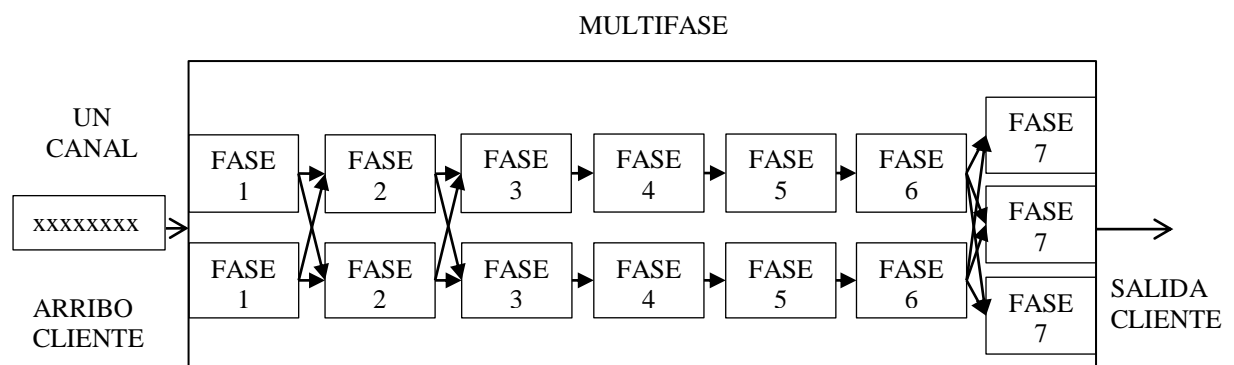


Figura N° 72: Instalación de Servicio Propuesto

Elaboración Propia

8.2.1.3. Disciplina de Servicio y Prioridad de Servicio

La disciplina se conservará la regla FIFO (el primero en llegar es el primero en ser atendido), porque que el proceso de inspección técnica vehicular no se vio afectada, motivo por el cual se continuará con la regla FIFO (primero en llegar primero en ser atendido), teniendo como prioridad el cliente que llega primero.

8.2.1.4. Tamaño de la Línea de Espera

En general el tamaño de la línea de espera admisible seguirá siendo infinito, porque no existirá ninguna restricción en la cantidad de vehículos que se puedan admitir en el proceso, pero sin embargo cabe recalcar que la propuesta disminuye el tiempo de espera, haciendo menos probable una línea de espera grande.

8.2.1.5. Capacidad del Sistema

La capacidad del sistema se incrementó, a razón de que la propuesta permite una doble línea de inspección, sin embargo esta capacidad continua limitada por la estación de Entrega de Resultados, debido a que la capacidad de cada estación es indistinta, siendo la capacidad de atención en el proceso de 27 vehículos por hora, y dicha capacidad del sistema es como se muestra a continuación:

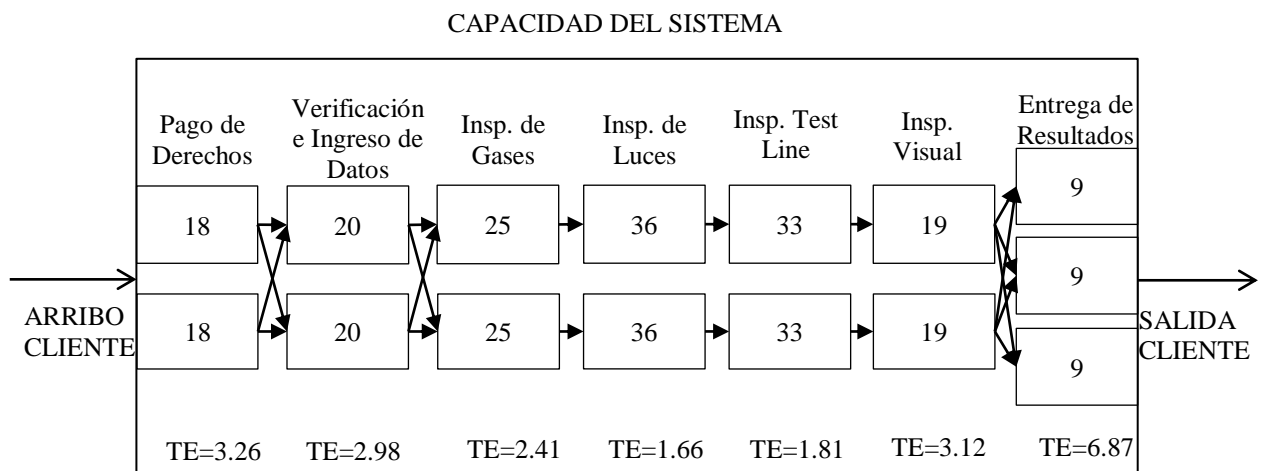


Figura N° 73: Capacidad del Sistema Propuesto

Elaboración Propia

8.3. Aplicación del Diseño de Distribución Híbrida

La nueva distribución de planta abarca la disposición física de las instalaciones y como propuesta incluye los espacios necesarios para el movimiento de materiales, las actividades de la mano de obra directa y servicios de apoyo.

Luego de haber obtenido una propuesta para la mejor utilización del personal por cada estación, se propone una planta con espacios necesarios, tratando de integrar todos los factores que intervienen en la distribución, dándole así una mayor flexibilidad al adoptar la distribución híbrida, con una mejor secuencia para el flujo de trabajo, presentando una nueva distribución más adaptable a los cambios y a la mejora de los procesos, y que otorgue mayor comodidad al personal en sus actividades diarias.

Con la distribución híbrida obtenemos un sistema más flexible en cuanto al producto o servicio es decir a la inspección técnica vehicular y a la re inspección técnica vehicular, brindando líneas de flujo cortas, sencillas y con el menor tiempo en espera, con un número mínimo de trabajadores.

8.3.1. Factores de la Distribución de Planta

8.3.1.1. Factor Material

En la propuesta del factor material, se plantean cambios en los elementos y consideraciones de este factor, como se describirá a continuación la materia prima principal no presenta cambios o variaciones con respecto a la clasificación ya establecida, pero si se desarrollaran comparaciones en el análisis P-Q con respecto a la capacidad de atención del centro y la demanda proyectada para los años 2016, 2017 y 2018, también se podrá apreciar que los materiales y accesorios empleados en el proceso presentaran una variación con respecto a la cantidad necesitada para la atención de los vehículos en estos tres años.

8.3.1.1.1. Materia Prima

La materia prima principal seguirá siendo la misma, es decir los vehículos según las 3 clasificaciones ya establecidas, según la siguiente clasificación:

- Inspección a Vehículos Livianos de Servicio Público.
- Inspección a Vehículos de uso Privado.
- Inspección a Vehículos Pesados.

8.3.1.1.2. Materiales, Accesorios Empleados en el Proceso

Si se adoptan las medidas propuestas, implicaría que nuestra capacidad de atención aumente tres veces más en promedio. Existirá por lo tanto también la necesidad de contar con mayor cantidad de materiales y accesorios empleados en el proceso y los utilizados al finalizar el proceso en caso implementarse estas propuestas ya mencionadas.

El CITV deberá manejar indicadores de uso de materiales indirectos. Como ya se mencionó, haciendo una comparación entre lo que actualmente utiliza el centro de ITV y lo que se podría atender podrían atender en un año aproximadamente con una capacidad de atención de 27 vehículos por Hora se tiene el cuadro siguiente:

Tabla N° 62: Cantidad de Materiales Propuesto

| CANTIDAD DE MATERIALES UTILIZADOS MENSUALMENTE EN PROMEDIO | CANTIDAD FUTURA DE MATERIALES AUTILIZADOS MENSUALMENTE |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 2124 Calcomanías en promedio x Mes | = 3 veces la Cantidad utilizada actualmente |

Elaboración Propia

Tabla N° 63: Materiales Comprendidos en la Propuesta

| ETAPA | MATERIAL |
|-------------------------|------------------------------------------------------|
| Durante el proceso | 1.Copia de documentos de identificación del vehículo |
| | 2.Ficha de Inspección Técnica Vehicular |
| Al finalizar el proceso | 1. Informe de Inspección Técnica Vehicular. |
| | 2. Certificado Inspección Técnica Vehicular. |
| | 3. Calcomanía |

Elaboración Propia

Considerando que habrá un crecimiento de atención de los vehículos si se implementan las propuestas ya anunciadas, de la misma forma también habrá la necesidad de contar con mayor cantidad de materiales y accesorios empleados en el proceso y los utilizados al finalizar el proceso.

Como se observa en el cuadro para tener un aproximado de materiales utilizados en el proceso será necesario contar con tres (03) veces la cantidad que se utiliza actualmente, este dato es un aproximado al momento de establecer proyecciones.

8.3.1.2. Análisis P-Q

En base al diagnóstico del Análisis PQ se pudo observar que en los años 2014 al 2015 hubo un crecimiento del 22%, abarcando un total del 30% del mercado de ITV, también se vio que la capacidad de atención en el centro de inspección se encuentra en su capacidad límite de atención.

Con este diagnóstico como referencia se hará el análisis PQ en un cuadro comparativo para los años 2016, 2017 y 2018, donde se podrá observar la cantidad de servicios ofertados por el centro de inspección y la demanda total del servicio para los tres años respectivamente.

8.3.1.2.1. Porcentaje por Tipo de Producto Año 2016, 2017 y 2018

El porcentaje por tipo de producto según la clasificación ya establecida en vehículos livianos de servicio público (VLSP), vehículos livianos de uso privado (VLUP) y vehículos pesados (VP) para los años 2016, 2017 y 2018, estarán en una proporción de 43%, 40% y 17% respectivamente.

• ANALISIS PQ AÑO 2016

Tabla N° 64: Análisis PQ 2016

| SERVICIOS OFERTADOS vs DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO ITV AÑO 2016 | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| SERVICIO OFERTADOS POR EL CITY CUSCO IMPERIAL AÑO 2016 (9 Vehículos / Hora) | PRODUCTO | PORCENTAJE DE PRODUCTO (AÑO: 2016) | CANTIDAD OFERTADA POR PRODUCTO (AÑO: 2016) | DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO (2016) | CANTIDAD DE DEMANDA POR PRODUCTO (AÑO: 2016) | CANTIDAD ATENDIDA POR OTROS CITY AÑO: 2016 |
| | "p" | % | "Q" | | "Q" | |
| 25488 | VLSP | 43% | 10960 | 92989 | 39985 | 29025 |
| | VLUP | 40% | 10195 | | 37196 | 27000 |
| | VP | 17% | 4333 | | 15808 | 11475 |

Elaboración Propia

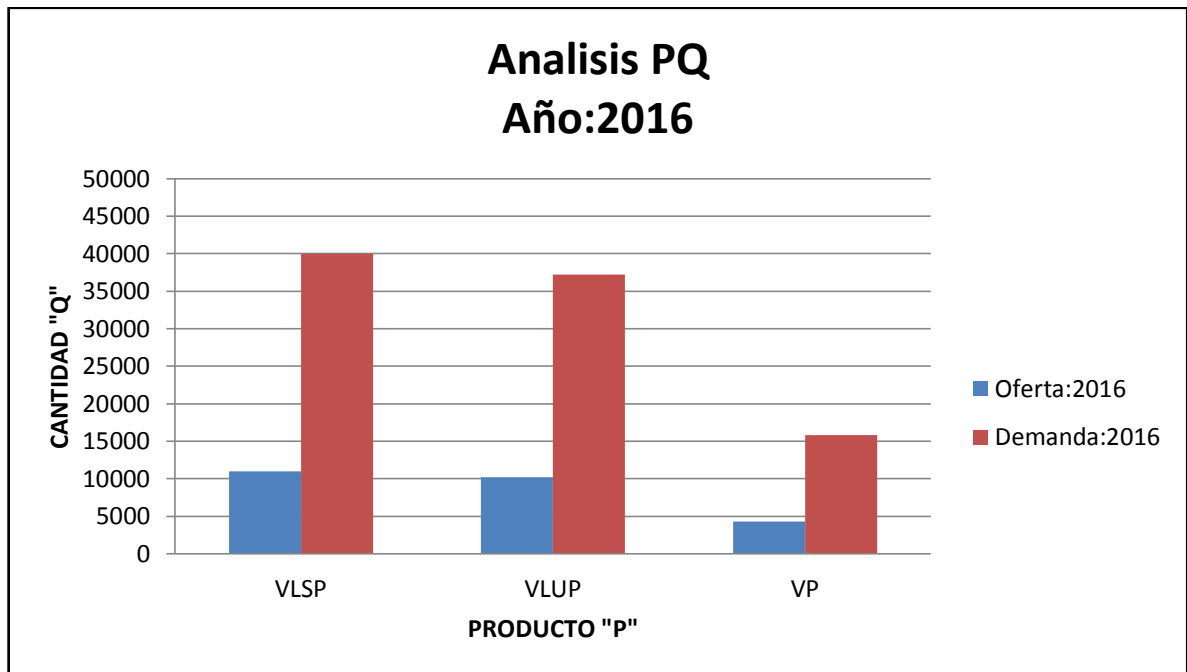


Figura N° 74: Análisis PQ 2016

Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro, en el año 2016 los servicios ofertados por el CITY Cusco Imperial serán en promedio 25488 vehículos, esto representa un 27% del total de la demanda (92989 vehículos) del servicio de ITV a nivel de Cusco. Por consiguiente la cantidad que no es atendida por el CITY Cusco Imperial representa un 73%. Se aprecia también respecto a este dato que nuestro porcentaje de participación o atención ha pasado de ser del 30% en el 2015 al 27% en el 2016.

• PROPUESTA PQ PARA EL AÑO 2016

Tabla N° 65: Propuesta PQ 2016

| PROPUESTA vs DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO ITV AÑO 2016 | | | | | | |
|------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| PROPUESTA (27 Vehículos / Hora) | PRODUCTO "P" | PORCENTAJE DE PRODUCTO (AÑO: 2016) % | CANTIDAD PROPUESTA POR PRODUCTO (AÑO: 2016) "Q" | DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO (2016) | CANTIDAD DE DEMANDA POR PRODUCTO (AÑO: 2016) "Q" | CANTIDAD DESATENDIDA POR EL CITV CUSCO IMPERIAL AÑO: 2016 |
| 76464 | VLSP | 43% | 32880 | 92989 | 39985 | 7106 |
| | VLUP | 40% | 30586 | | 37196 | 6610 |
| | VP | 17% | 12999 | | 15808 | 2809 |

Elaboración Propia

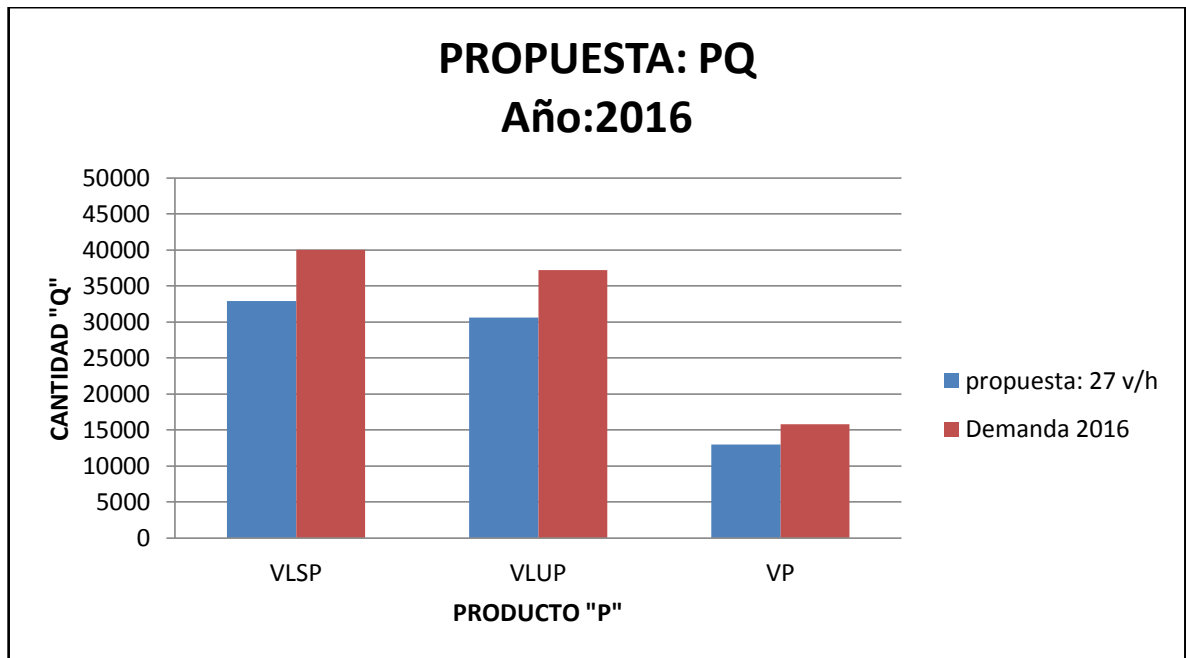


Figura N° 75: Propuesta PQ 2016

Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro si en el año 2016 se implementarían las propuestas de optimización de colas como de redistribución de planta, se tendría una capacidad de atención de 27 vehículos/hora en promedio, pudiendo atenderse 76464 vehículos aproximadamente en este año, esto representa un 82% del total de la demanda (92989 vehículos) del servicio de ITV a nivel de Cusco.

Se aprecia respecto a este dato que con esta capacidad de atención de 27 vehículos/hora nuestro porcentaje de participación subió del 27% al 82%, es decir 3 veces más de lo que se podría atender con las condiciones actuales. También respecto a este dato se concluye que nuestro porcentaje de participación o atención pasaría de ser del 30% en el 2015 al 82% en el 2016.

- ANÁLISIS PQ AÑO 2017

Tabla N° 66: Análisis PQ 2017

| SERVICIOS OFERTADOS vs DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO ITV AÑO 2017 | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| SERVICIO OFERTADOS POR EL CIVT CUSCO IMPERIAL AÑO 2017 (9 Vehículos / Hora) | PRODUCTO | PORCENTAJE DE PRODUCTO (AÑO: 2017) | CANTIDAD OFERTADA POR PRODUCTO (AÑO: 2017) | DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO (2017) | CANTIDAD DE DEMANDA POR PRODUCTO (AÑO: 2017) | CANTIDAD NO ATENDIDA POR OTROS CIVT AÑO: 2017 |
| | "P" | % | "Q" | | "Q" | |
| 25488 | VLSP | 43% | 10960 | 102208 | 43949 | 32990 |
| | VLUP | 40% | 10195 | | 40883 | 30688 |
| | VP | 17% | 4333 | | 17375 | 13042 |

Elaboración Propia

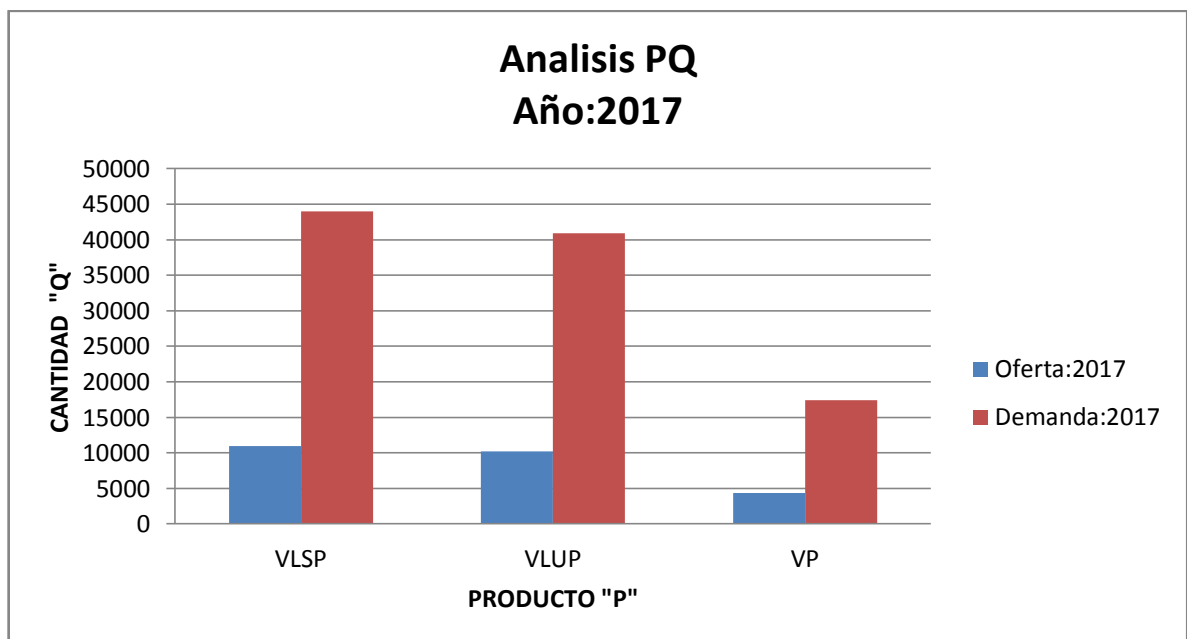


Figura N° 76: Análisis PQ 2017

Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro, en el año 2017 los servicios ofertados por el CITV Cusco Imperial serán en promedio 25488 vehículos, esto representa un 25% del total de la demanda (102208 vehículos) del servicio de ITV a nivel de Cusco. Por consiguiente la cantidad que no es atendida por el CITV Cusco Imperial representa un 75%. Se aprecia también respecto a este dato que nuestro porcentaje de participación o atención ha pasado de ser del 30% en el 2015 al 25% en el 2017.

- **PROPUESTA PQ PARA EL AÑO 2017**

Tabla N° 67: Propuesta PQ 2017

| PROPUESTA vs DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO ITV AÑO 2017 | | | | | | |
|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| PROPUESTA (27 Vehículos / Hora) | PRODUCTO "P" | PORCENTAJE DE PRODUCTO (AÑO: 2017) % | CANTIDAD PROPUESTA POR PRODUCTO (AÑO: 2017) "Q" | DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO (2017) | CANTIDAD DE DEMANDA POR PRODUCTO (AÑO: 2017) "Q" | CANTIDAD DESATENDIDA POR EL CITV CUSCO IMPERIAL AÑO: 2017 |
| 76464 | VLSP | 43% | 32880 | 102208 | 43949 | 11070 |
| | VLUP | 40% | 30586 | | 40883 | 10298 |
| | VP | 17% | 12999 | | 17375 | 4376 |

Elaboración Propia

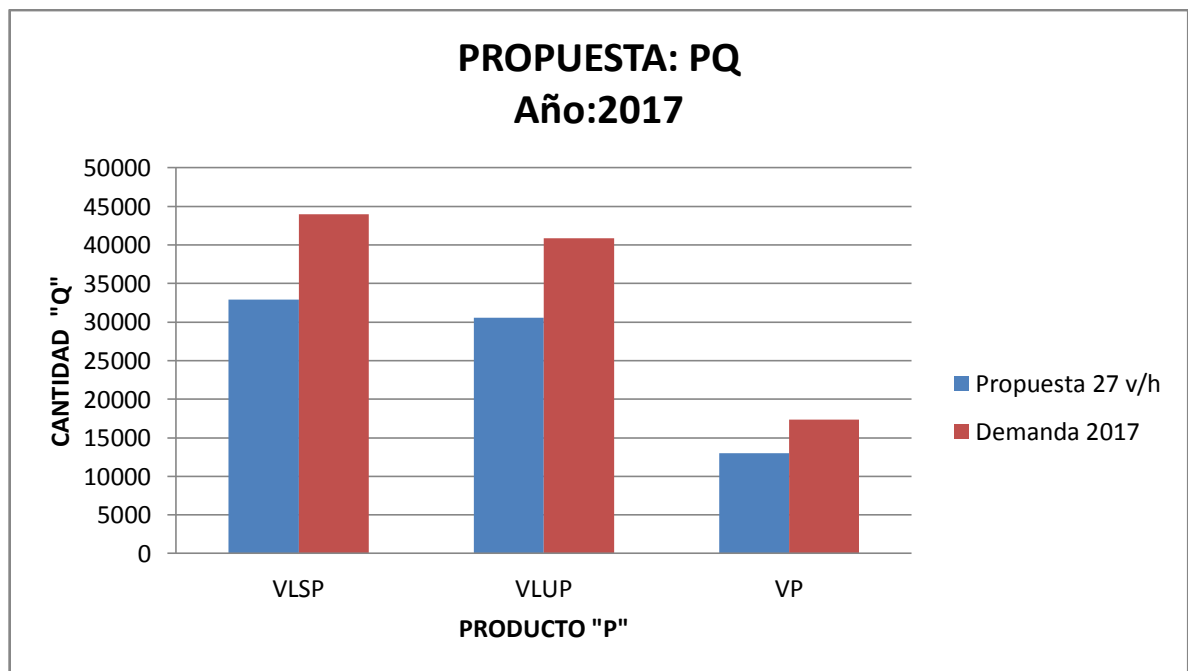


Figura N° 77: Propuesta PQ 2017

Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro si en el año 2017 se implementarían las propuestas de optimización de colas como de redistribución de planta, se tendría una capacidad de atención de 27 vehículos/hora en promedio, pudiendo atenderse 76464 vehículos aproximadamente en este año, esto representa un 75% del total de la demanda (102208 vehículos) del servicio de ITV a nivel de Cusco. Se aprecia respecto a este dato que con esta capacidad de atención de 27 vehículos/hora nuestro porcentaje de participación subió del 25% al 75%, es decir 3 veces más de lo que se podría atender con las condiciones actuales. También respecto a este dato se concluye que nuestro porcentaje de participación o atención pasaría de ser del 30% en el 2015 al 75% en el 2017.

- ANÁLISIS PQ AÑO 2018

Tabla N° 68: Análisis PQ 2018

| SERVICIOS OFERTADOS vs DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO ITV AÑO 2018 | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| SERVICIO OFERTADOS POR EL CITY CUSCO IMPERIAL AÑO 2018 (9 Vehículos / Hora) | PRODUCTO | PORCENTAJE DE PRODUCTO (AÑO: 2018) | CANTIDAD OFERTADA POR PRODUCTO (AÑO: 2018) | DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO (2018) | CANTIDAD DE DEMANDA POR PRODUCTO (AÑO: 2018) | CANTIDAD NO ATENDIDA POR OTROS CITY AÑO: 2018 |
| | "P" | % | "Q" | | "Q" | |
| 25488 | VLSP | 43% | 10960 | 112121 | 48212 | 37252 |
| | VLUP | 40% | 10195 | | 44848 | 34653 |
| | VP | 17% | 4333 | | 19061 | 14728 |

Elaboración Propia

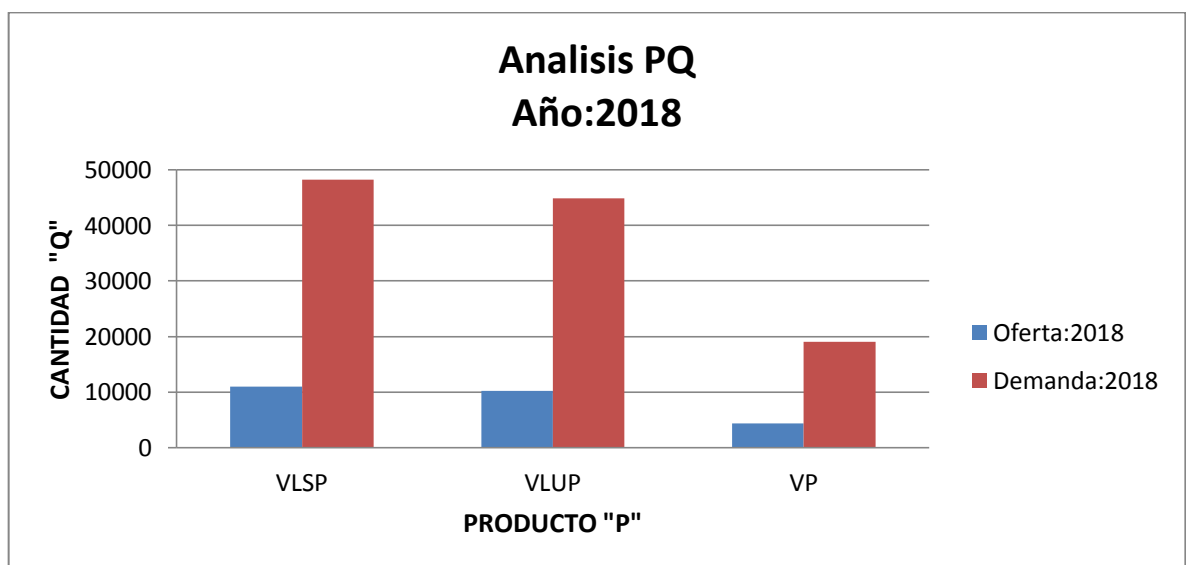


Figura N° 78: Análisis PQ 2018

Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro, en el año 2018 los servicios ofertados por el CITV Cusco Imperial serán en promedio 25488 vehículos, esto representa un 23% del total de la demanda (112121 vehículos) del servicio de ITV a nivel de Cusco. Por consiguiente la cantidad que no es atendida por el CITV Cusco Imperial representa un 77%. Se aprecia también respecto a este dato que nuestro porcentaje de participación o atención ha pasado de ser del 30% en el 2015 al 23% en el 2018.

- **PROPUESTA PQ PARA EL AÑO 2018**

Tabla N° 69: Propuesta PQ 2018

| PROPUESTA vs DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO ITV AÑO 2018 | | | | | | |
|------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| PROPUESTA (27 Vehiculos / Hora) | PRODUCTO | PORCENTAJE DE PRODUCTO (AÑO: 2018) | CANTIDAD PROPUESTA POR PRODUCTO (AÑO: 2018) | DEMANDA TOTAL DEL SERVICIO (2018) | CANTIDAD DE DEMANDA POR PRODUCTO (AÑO: 2018) | CANTIDAD DESATENDIDA POR EL CITV CUSCO IMPERIAL AÑO: 2018 |
| | "P" | % | "Q" | | "Q" | |
| 76464 | VLSP | 43% | 32880 | 112121 | 48212 | 15333 |
| | VLUP | 40% | 30586 | | 44848 | 14263 |
| | VP | 17% | 12999 | | 19061 | 6062 |

Elaboración Propia

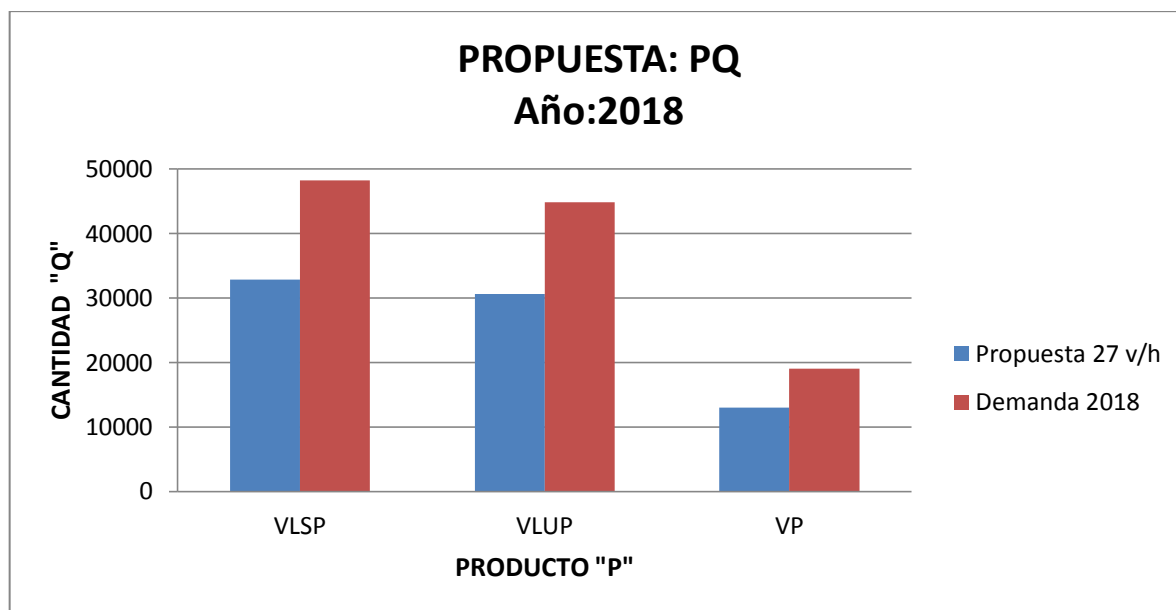


Figura N° 79: Propuesta PQ 2018

Elaboración Propia



Como se puede observar en el cuadro si en el año 2018 se implementarían las propuestas de optimización de colas como de redistribución de planta, se tendría una capacidad de atención de 27 vehículos/hora en promedio, pudiendo atenderse 76464 vehículos aproximadamente en este año, esto representa un 68% del total de la demanda (112121 vehículos) del servicio de ITV a nivel de Cusco. Se aprecia respecto a este dato que con esta capacidad de atención de 27 vehículos/hora nuestro porcentaje de participación subió del 23% al 68%, es decir 3 veces más de lo que se podría atender con las condiciones actuales. También respecto a este dato se concluye que nuestro porcentaje de participación o atención pasaría de ser del 30% en el 2015 al 68% en el 2018.

En resumen, del análisis PQ realizado para los años 2016, 2017 y 2018 se puede observar lo siguiente:

- a. La cantidad de servicios ofertados ha alcanzado su capacidad límite y se mantiene constante en los tres años, es decir que con las condiciones de atención de 09 vehículos por hora, con las que se cuentan actualmente en los años próximos se pueden atender en promedio 25488 vehículos al año.
- b. La demanda total del servicio sigue creciendo cada año pasando de 77563 vehículos en el año 2014 a 112121 vehículos en el año 2018 habiendo un incremento de 45% en promedio de vehículos en estos 5 años.
- c. También se puede observar que nuestra participación en el mercado ha disminuido pasando de 30% en el 2015 al 23 % en el 2018.

Y con los datos propuestos del análisis PQ realizado para los años 2016, 2017 y 2018 se puede observar lo siguiente:

- a. Si la capacidad de atención del CITV aumenta a 27 vehículos por hora, la participación en el mercado sería de 3 veces más de las condiciones actuales de operación.
- b. En el año 2016, 2017 y 2018 se podría atender al 82%, 75% y 68% respectivamente de la demanda total de servicios, lo que representa 3 veces más la cantidad actual que se atiende en un año.

Haciendo el análisis de las observaciones, con la propuesta PQ se busca incrementar la capacidad de atención del CITV Cusco Imperial con una visión a futuro, y esto se puede lograr en base a la optimización de colas y a la redistribución de planta.

8.3.1.3. Factor Maquinaria y Equipos

Para la implementación de la propuesta de optimización de colas y redistribución de planta, la empresa requerirá adquirir nuevas máquinas y equipos para la atención tanto en la línea de inspección como en las diferentes áreas. Será necesario por lo tanto la adquisición de nuevos equipos y máquinas, como ya se vio en el diagnóstico, existe una diferencia entre máquinas y equipos que se utilizan en las Oficinas y las usadas en la línea de inspección.

8.3.1.3.1. Maquinaria y Equipo Requerido

En el de Análisis del Factor Maquinaria se describió el número de máquinas y equipos con los que se cuenta actualmente el CITV Cusco Imperial, si se implementan las propuestas de optimización de colas como de redistribución de planta, la capacidad de atención de los servicios se incrementaría, esto conlleva además de cambios en la infraestructuras, cambios en las cantidades de maquinarias y equipos para poder atender estos servicios demandados será por lo tanto necesario la implementación según las áreas ya descritas anteriormente.

8.3.1.3.2. Equipos de Oficina

El aumento o disminución de equipos en las oficinas se muestra a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla N° 70: Equipos Propuestos en Oficina

| EQUIPOS DE OFICINA | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------|
| AREA | EQUIPO | CANTIDAD ACTUAL | PROPUESTO | VARIACION |
| Pago de Derechos | Monitor | 1 | 2 | +1 |
| | Multifuncional | 1 | 1 | 0 |
| | Cámara Domo | 1 | 1 | 0 |
| Verificación e Ingreso de Datos | Monitor | 3 | 2 | -1 |
| Entrega de Resultados | Equipo de Computo | 2 | 5 | +3 |
| | Multifuncional | 1 | 2 | +1 |
| Sistemas | Gabinete | 1 | 1 | 0 |
| | Pc Servidor | 1 | 1 | 0 |
| | Switch | 1 | 1 | 0 |
| | Switch | 1 | 1 | 0 |
| | DVR | 1 | 1 | 0 |
| | Router | 1 | 1 | 0 |

Elaboración Propia



Las áreas sombreadas de color amarillo son los equipos donde se presenta variación en las cantidades.

- Área: Pago de Derechos
 - a. Actualmente esta estación de servicio cuenta con un solo monitor, al incrementarse una estación más, también será necesario adicionar un monitor más, para lo cual se hará el traspaso de un monitor de estación de ingreso de datos.

- Área: Verificación e Ingreso de Datos
 - a. Actualmente esta estación de servicio cuenta con tres monitores, al disminuir una estación, será necesario trasladar un monitor el cual será usado para el área de Pago de derechos.

- Área: Entrega de Resultados
 - a. Actualmente en la oficina del Asistente de Supervisor del área de entrega de resultados se cuenta con una (01) Multifuncional, al aumentar la demanda del servicio será necesario copiar e imprimir en mayor cantidad, por lo tanto con la maquina multifuncional con la que se cuenta no será suficiente. Sera necesario incrementar un equipo para poder atender con los requerimientos de impresiones y copias.
 - b. Actualmente el Asistente de Supervisor y de Ingeniero Supervisor cuentan con un equipo de cómputo cada uno, al incrementarse dos (02) puestos para Asistentes de Supervisor y un (01) puesto para Ingeniero Supervisor será necesario la adquisición equipos de cómputo para cada uno de ellos.

8.3.1.3.3. Máquinas y Equipos de la Línea de Inspección

Al incrementarse una nueva línea de inspección, será necesaria también la implementación de los equipos y máquinas para poder atender a los vehículos en la nueva línea, la cantidad a incrementar se mostrara en el siguiente cuadro:



Tabla N° 71: Maquinas Propuestas en la Línea de Inspección

| MAQUINAS DE LA LINEA DE INSPECCIÓN | | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| ÁREA | MAQUINAS | CANTIDAD ACTUAL DE MAQUINAS | PROPUESTO | VARIACION |
| Inspección Test Line | Alineador de direcciones al paso | 1 | 2 | +1 |
| | Banco de suspensión (2) | 1 | 2 | +1 |
| | Frenómetro de rodillos (2) | 1 | 2 | +1 |
| Inspección Visual | Detector de Holguras (2) | 1 | 2 | +1 |

Elaboración Propia

Las áreas sombreadas de color amarillo son los maquinas donde se presenta variación en las cantidades.

Al incrementar a dos (02) las líneas de inspección se tendrá que incrementar también maquinarias. Por lo tanto de acuerdo el número de máquinas quedaran establecidas en cantidades de la siguiente manera:

- Área de Inspección Test Line:
 - a. Alineadores de direcciones al paso: Dos (02) unidades.
 - b. Banco de suspensión: Dos (02) unidades.
 - c. Frenómetro de Rodillos: Dos (02) unidades.
- Área de Inspección Visual:
 - a. Detector de Holguras: Dos (02) unidades.

Tabla N° 72: Equipos Propuestos en la Línea de Inspección

| EQUIPOS DE LA LINEA DE INSPECCION | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| ÁREA | EQUIPO | CANTIDAD ACTUAL DE MAQUINAS | PROPUESTO | VARIACIÓN |
| Inspección de Gases | Analizador de gases | 1 | 2 | +1 |
| | Opacímetro | 1 | 2 | +1 |
| | Sonómetro | 1 | 2 | +1 |
| | Cuenta Revoluciones Universal | 1 | 2 | +1 |
| | Equipo de Cómputo N°1 | 0 | 2 | +2 |
| Inspección de Luces | Regloscopio con Luxómetro | 1 | 2 | +1 |
| | Equipo de Cómputo N°2 | 0 | 2 | +2 |
| Inspección Test Line | Equipo de Cómputo N°3 | 1 | 2 | +1 |
| | Cámara Tubular | 1 | 2 | +1 |
| Inspección Visual | Unidad de Control | 1 | 2 | +1 |
| | Equipo de Cómputo N°4 | 1 | 2 | +1 |

Elaboración Propia

Las áreas sombreadas de color amarillo son los equipos donde se presenta variación en las cantidades.

Al incrementar a dos (02) las líneas de inspección se tendrá que incrementar también los equipos, por lo tanto de acuerdo al cuadro el número de equipos quedaran establecidos en cantidades de la siguiente manera:

- Área de Gases:
 - a. Analizador de gases: Dos (02) unidades.
 - b. Opacímetro: Dos (02) unidades.
 - c. Sonómetro: Dos (02) unidades.
 - d. Cuenta Revoluciones Universal: Dos (02) unidades.
 - e. Equipo de Cómputo N°1: Dos (02) unidades



- Área de Inspección de Luces:
 - a. Regloscopio con Luxómetro: Dos (02) unidades.
 - b. Equipo de Cómputo N°2: Dos (02) unidades.

- Área de Inspección de Test Line:
 - a. Equipo de Cómputo N° 3: Dos (02) unidades.
 - b. Cámara Tubular: Dos (02) unidades.

- Inspección Visual
 - a. Equipo de Cómputo N° 4: Dos (02) unidades.
 - b. Unidad de Control: Dos (02) unidades.

8.3.1.3.4. Adquisición de Maquinaria y Equipos

Para la adquisición de maquinaria y equipos será necesario hacer las coordinaciones con los proveedores con los que se trabaja actualmente y al ser adquiridos del mismo proveedor poseerán las mismas características y especificaciones.

8.3.1.3.5. Especificaciones Cuidadas de las Máquinas y Equipos

Las nuevas máquinas necesitaran también un programa de calibración de equipos y maquinaria lo cual se tiene que establecer cada 6 meses para brindar un servicio sin errores ni fallas en proceso de inspección. Estas máquinas y equipos al ser nuevas se calibraran cuando se estén instalando en la instalación de la nueva línea.

8.3.1.4. Factor Hombre

Como ya se vio en los demás factores al incrementarse nuevas estaciones de trabajo también será necesaria la contratación de personal para la atención de las mismas, al haber solo el incremento de puestos de trabajo mas no la creación de nuevos puestos, las funciones y tareas a realizar serán las mismas que se describieron anteriormente.

8.3.1.4.1. Descripción de los Elementos del Hombre

La descripción de las funciones, responsabilidades de los puestos, relación de puestos con otras áreas, ya se describieron en el “FORMATO PERFIL Y DESCRIPCIÓN DE PUESTO” serán las mismas, en el (Anexo N°7).



Entonces se incrementara el siguiente personal, el cual se encargara de brindar el servicio en las nuevas estaciones de trabajo.

- Variación de Personal en Oficina

Tabla N° 73: Personal Propuestos en Oficina

| PUESTOS DE OFICINA | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------|-----------|-----------|
| AREA | PUESTO | ACTUAL | PROPUESTO | VARIACION |
| Entrega de Resultados | Ingeniero Supervisor | 1 | 2 | +1 |
| | Asistente de Supervisión | 1 | 3 | +2 |
| | Operario | 1 | 3 | +2 |
| Pago de Derecho | Cajero | 1 | 2 | +1 |
| Verificación e Ingreso de Datos | Secretarias | 3 | 2 | -1 |

Elaboración Propia

Las áreas sombreadas de color amarillo son las áreas donde se presenta variación en las cantidades.

Por lo tanto de acuerdo al cuadro el número de personal quedara establecido en cantidades de la siguiente manera:

- Área: Entrega de resultados.

Ingeniero Supervisor: Dos (02) puestos.

Al aumentar una línea de inspección va a ser necesario la contratación de un nuevo personal para ocupar el puesto de Ing. Supervisor el cual deberá tener como educación: Ing. Automotriz, mecánico-electricista colegiado y habilitado con experiencia no menor a cinco (5) años. Este al ser un requisito legal deberá ser cumplido.

Asistente de Supervisor: Tres (03) puestos.

También será necesaria la contratación de dos personas para ocupar el puesto de Asistente de Supervisor.



Operarios: Tres (03) puestos.

De igual forma se propone la contratación de dos nuevos operarios para entregar de resultados con esto se cubriría las tres estaciones de Entrega de resultados que sería lo ideal según el diagnóstico de colas.

b. Área: Pago de Derechos.

Cajero: Dos (02) puestos.

Se propone la rotación de personal, una secretaria del Área de Ingreso de datos ocupe el puesto de Cajera lo cual que sería lo ideal según diagnóstico y propuesta de colas.

c. Área: Ingreso de Datos.

Secretaria: Dos (02) puestos.

De las tres Secretarias que actualmente están en este puesto se propone la rotación de una de ellas al área de Pago de Derechos con lo cual quedarían solo dos (02) esta cantidad sería lo ideal según el diagnóstico y propuesta de colas.

- Variación de personal en la Línea de Inspección

Tabla N° 74: Personal Propuesto en la Línea de Inspección

| PUESTOS DE LA LINEA DE INSPECCION | | | | |
|-----------------------------------|----------|--------|-----------|-----------|
| AREA | PUESTO | ACTUAL | PROPUESTO | VARIACION |
| Inspección Test – Line | Mecánico | 1 | 2 | +1 |
| Inspección de Gases | | 1 | 2 | +1 |
| Inspección de Luces | | 1 | 2 | +1 |
| Inspección Visual | | 1 | 2 | +1 |

Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro el número de personal quedara establecido en cantidades de la siguiente manera:



Al aumentar una (01) línea de inspección necesariamente se tendrá que incrementar personal, en este caso se duplicaran los puestos existentes de la línea de inspección que existe actualmente.

- a. Área: Inspección Test - Line.
Mecánico: Dos (02) puestos.
- b. Área: Inspección de Gases.
Mecánico: Dos (02) puestos.
- c. Área: Inspección de Luces.
Mecánico: Dos (02) puestos.
- d. Área: Inspección de Visual.
Mecánico: Dos (02) puestos.

8.3.1.4.2. Consideraciones Sobre el Factor Hombre

Como ya se vio en el diagnóstico del Factor Hombre actualmente existen algunas condiciones de trabajo que afectan en el desempeño de las labores diarias.

Las condiciones de los puestos de trabajo buscan ofrecer un ambiente laboral adecuado, que contemple condiciones apropiadas de luz, ventilación, calor, ruido, vibración entre otros. Por ello, a continuación se describen las propuestas de las modificaciones para cumplir con dichas condiciones.

- Iluminación

Como se puede observar en el informe de monitoreo de iluminación actualmente en el centro de inspección se cuenta con tres tipos de luminarias: Fluorescente de 18W, Fluorescente de 36W y Empotrable de techo 3x18W estas luminarias se escogieron en función del lugar pues la intensidad de iluminación generalmente está relacionada en función de los vatios (w) y dependiendo del lugar a donde fuera destinada se eligió unas de más o menos vatios.

Sin embargo los vatios solo indican la cantidad de energía que consume la luminaria, lógicamente la energía consumida siempre irá en relación a la luz desprendida (más energía, más luz), pero la cantidad de luz que emite una bombilla se mide en lúmenes.

En estos tiempos en los que la eficacia energética es una de las máximas preocupaciones por las empresas, se propone que es necesario cambiar y empezar a pensar no sólo en vatios, sino también en lúmenes. Debemos buscar la máxima eficacia lumínica y las lámparas o luminarias LED son las que nos dan más lúmenes por vatio consumido.

a. Iluminación en las oficinas:

Lo propuesto para las oficinas es el cambio de tipo de luminarias, así como la cantidad, este se detalla de mejor manera en la tabla N° 70.

Tabla N° 75: Propuesta de Iluminación en Oficinas

| ILUMINACIÓN EN OFICINA | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| AREA | LUGAR ESPECIFICO DE INCIDENCIA DE LUZ | CANTIDAD | TIPO | |
| PAGO DE DERECHOS | Estación de Servicio de Pago de Derechos N°1 | 04 Luminarias empotrables para techo | LUMINARIA OFFISIMPLE 410 LED PARA INTERIORES VERSION DE 04 LAMPARAS DE 10 W | |
| | Estación de Servicio de Pago de Derechos N°2 | | | |
| | Zona de la Multifuncional | | | |
| VERIFICACIÓN Y ENTREGA DE RESULTADOS | Estación de Servicio Verificación e Ingreso de Datos N°1 | 02 Luminarias empotrables para techo | | |
| | Estación de Servicio Verificación e Ingreso de Datos N°2 | 02 Luminarias empotrables para techo | | |
| | Estación de Servicio de Entrega de Resultados | 06 Luminarias empotrables para techo | | |
| | Ambiente de los 03 Asistente de Supervisor | 03 Luminarias empotrables para techo | | |
| | Sala de Espera de Entrega de Resultados | 09 Luminarias empotrables para techo | | |
| SISTEMAS | Ambiente de Sistemas | 01 Luminarias empotrables para techo | | LUMINARIA OFFISIMPLE 219 LED PARA INTERIORES VERSION DE 02 LAMPARAS DE 19 W |
| ALMACEN | Ambiente Almacén | 01 Luminarias empotrables para techo | | LUMINARIA OFFISIMPLE 410 LED PARA INTERIORES VERSION DE 04 LAMPARAS DE 10 W |
| VESTUARIO | Ambiente de Vestuario | 01 Luminarias empotrables para techo | | |
| MANTENIMIENTO | Ambiente de Mantenimiento | 02 Luminarias empotrables para techo | LUMINARIA OFFISIMPLE 219 LED PARA INTERIORES VERSION DE 02 LAMPARAS DE 19 W | |
| SERVICIOS HIGIENICOS | Servicios Higiénicos de Clientes Varones | 01 Luminarias empotrables para techo | | |
| | Servicios Higiénico de Clientes Mujeres | 01 Luminarias empotrables para techo | | |
| | Servicio Higiénico de Personal de la Línea de Inspección | 01 Luminarias empotrables para techo | | |
| | En el servicio Higiénico de Personal de Oficina | 01 Luminarias empotrables para techo | | |

Elaboración Propia



b. Iluminación Línea de Inspección, Pista vehicular, Zona de Estacionamiento:

Lo propuesto para la línea de inspección es de igual manera el cambio en el tipo de luminarias y la ubicación de los mismos, este se encuentra más detallado en la tabla N° 71.

Tabla N° 76: Propuesta de Iluminación en Línea de Inspección

| AREA | LUGAR ESPECIFICO DE INCIDENCIA DE LUZ | CANTIDAD | TIPO |
|-------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| COMEDOR | En el comedor | 02 Luminarias suspendidas | LUMINARIA LED DE 28W |
| VIA PEATONAL | A lo largo de toda la vía peatonal | 38 Luminarias Distribuidas sobre la línea de inspección | LUMINARIAS LED TIPO CAMPANA 250 W |
| ZONA DE ESTACIONAMIENTO | Zona de Estacionamiento | | LUMINARIAS LED TIPO CAMPANA 250 W |
| PISTA VEHICULAR | Pista Vehicular | | LUMINARIAS LED TIPO CAMPANA 250 W |
| INSPECCION GASES, LUCES | Para el área de Inspección de Gases y Luces | | LUMINARIAS LED TIPO CAMPANA 250 W |
| INSPECCION TEST LINE | Para el área de Inspección de Test-Line | | LUMINARIAS LED TIPO CAMPANA 250 W |
| INSPECCION VISUAL | Para el área de Inspección Visual | | LUMINARIAS LED TIPO CAMPANA 250 W |

Elaboración Propia

c. Tipo de Luminaria:

Se propone cambiar los fluorescentes por Luminarias LED, con el fin de incrementar el nivel de iluminación. Los tipos de Luminaria se encuentran en el (Anexo N°17).

d. Ubicación:

En el caso de las Oficinas se propone que la ubicación de estas luminarias sea de acorde a cada oficina para que la luz incida directamente el área de trabajo.

Para la Línea de Inspección se propone que las luminarias se encuentren tanto para la línea de inspección N°1 y también para la N°2, considerando de igual manera la pista vehicular y la zona de estacionamiento, así estas deberán ser ubicadas a lo largo y en medio de la planta de inspección.

La ubicación estará más detallada en el Plano de Instalaciones Eléctricas, el cual se encuentra en el (Anexo N°24)

- Ruido:

Entre las medidas de Ingeniería para controlar el ruido están las de efectuar el mantenimiento de maquinaria, sustituirla por otra menos ruidosa o aislar a los trabajadores lo que en nuestro caso no es aplicación posible pues el ruido mayor y constante es producido por los vehículos, por consecuencia los mecánicos al realizar las inspecciones a los vehículos necesariamente están expuestos al ruido, para atenuar y dar solución a este problema se propone adoptar las medidas o controles administrativos en los cuales el uso de Equipos de Protección Personal para el trabajador son la alternativa para bajar el nivel de exposición.

Con respecto a los Equipos de Protección se propone la adquisición y uso por parte de los mecánicos el uso de Tapones para los oídos, estos al ser más livianos que las orejeras, brindan igual o mejor nivel de protección.

Existen varios modelos y cada uno ha de indicar claramente y a la vista del usuario el nivel de atenuación de ruido que consiguen. Este nivel se representa por las siglas NRR (Tasa de Reducción de Ruido), y nos indica cuántos decibeles (dB) consiguen reducir los tapones si se colocan bien.

Generalmente unos tapones normales reutilizables hechos de material silicona, tienen una tasa de reducción de 29.2 dB. Este nivel de reducción no impide entender una conversación a volumen normal, aunque se escuchará más baja.



Figura N° 80: Propuesta Tapones Auditivos Reutilizables

Fuente: Catálogo de Protección Auditiva – 3M

Al respecto también se tiene que tener cuidado en no usar una protección excesiva, porque si se reduce demasiado el ruido ambiental, el mecánico no podrá escuchar las voces y tendrá que quitarse los tapones continuamente lo cual es perjudicial para sus oídos.

Tabla N° 77: Nivel de Exposición al Ruido (Uso de Tapones)

| NIVEL DE RUIDO EN LA LÍNEA DE INSPECCIÓN | TASA DE ATENUACIÓN (NRR) | TOTAL NIVEL DE EXPOSICIÓN |
|------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 87.5 dB | 29.2 dB | 58.3 dB |

Elaboración Propia

Lo conveniente es que estas medidas formen parte de las instrucciones de trabajo y que esta sea una condición para trabajar de forma segura.

- Ventilación

Cuando existe contaminación por sustancias o por gases en los procesos entre las alternativas de solución se pueden aplicar controles de ingeniería o administrativos. Como la utilización de un material menos perjudicial o aislar el proceso, lo que en nuestro caso particular no se podría aplicar pues son los vehículos en la línea de Inspección los que generan estos gases, para atenuar este problema se propone un control operacional en el uso de Equipos de Protección Personal

Con respecto a los Equipos de Protección se propone la adquisición de Respiradores con cartuchos para vapores orgánicos de Carbón Activado para el uso de los mecánicos de la Línea de Inspección de. Estos cartuchos contienen carbón activado para adsorber moléculas de gases o vapores que son emitidos por los vehículos.

Esto solo para los mecánicos de la línea de inspección pues ellos son los que más están expuestos estos a estos gases.



Figura N° 81: Propuesta Respirador Reutilizable con Cartucho para Gases y Vapores

Fuente: Catálogo de Protección Respiratoria – 3M

Estos al ser de silicona y sobre todo los cartuchos tienen un tiempo de Vida Útil que dependerá de la cantidad de gas que existe en la zona y su frecuencia de uso.



- Fatiga

- a. Puestos de Oficina

Se propone un programa de pausas activas para los trabajadores de oficina.

- b. Puestos de la Línea de Inspección

El trabajo realizado por los mecánicos en la línea de inspección necesariamente tiene que ser hecho de pie por lo que no necesitan de un programa de pausas activas. Como ya se mencionó esto ya está contemplado dentro de la calificación de suplementos se considera esta calificación pues toda la jornada de trabajo se encuentra de esa manera.

- Orden y Limpieza

Al observarse que los equipos en la línea de inspección al ser utilizados, no son puestos en el lugar donde corresponden. Como propuesta a la falta de Orden y Limpieza en la línea de inspección se propone es enmarcar y señalizar con líneas color amarillo las zonas de posicionamiento de estas máquinas.

De igual forma se propone señalizar todas las zonas de tránsito en todo el CITV. Esto con el fin de que los clientes sepan por donde deben transitar al momento de moverse internamente.

- Programa de capacitación para el personal

Se propone implementar un programa de capacitación (para todo el personal de la planta). Este al ser diferenciado tanto para los mecánicos de la línea de Inspección como para los trabajadores de Oficinas contara con contenidos iguales en algunos casos.

El objetivo de estos programas es que los trabajadores siempre estén instruidos y proporcionarles competencias que les serán útiles al momento de desempeñarse en sus respectivos puestos de trabajo, estos Programas de Capacitación se encuentran en el (Anexo N°18).



8.3.1.5. Factor Infraestructura

Como ya se describió en el diagnóstico de este factor, las áreas actuales dentro del Centro de Inspección fueron determinadas con mediciones directas en campo, para la propuesta se realizara la construcción de un nueva línea y se tendrá la necesidad de una reubicación de estas áreas, con aumento o disminución de dimensiones en estas áreas, esto se conocerá más adelante en el Dimensionamiento de Áreas lo cual nos mostrara la propuesta de como quedaran establecidas dichas áreas.

Actualmente al tener el Centro de Inspección solo una (01) línea de inspección tipo mixta y/o pesada, la norma sobre la infraestructura requerida nos señala que la extensión mínima requerida para este tipo de línea debe contar con un área de 2,000.00 m² y por cada línea adicional tipo mixta y/o pesada que pretenda operar el Centro de Inspección Técnica Vehicular, el terreno debe tener un área adicional de 5,00.00 m². Como actualmente el área del Centro de Inspección es de 2,520.00 m² cumplimos de forma holgada este requerimiento.

- Vías de Acceso y Salida

Actualmente las vías de acceso y salida mantendrán su ubicación y medidas ya establecidas, diferenciadas tanto para vehículos, como para peatones.

- Guardianía y Comedor

De igual forma también se mantendrá y no sufrirá modificaciones en las dimensiones ni en la ubicación el área Guardianía y Comedor.

- Vías Internas de Tránsito Peatonal

Se seguirá contando con vías Internas de transito peatonales (veredas), con respecto a esto la propuesta de cambio estará enfocada a la marcación y señalización de estas vías, esto con el fin de que haya más orden al momento de que los clientes se encuentren transitando por estas vías.

- Techo y Armadura del Techo

Con respecto a este elemento la estructura del techo seguirá siendo la misma, no habiendo cambios en el techo ni tampoco en la armadura.



8.3.1.6. Factor Movimiento

De acuerdo a lo realizado en el Diagnostico de Colas las propuestas para este factor estarán dirigidas a modificar la secuencia de operaciones del proceso, sobre todo en la línea de inspección. Las consideraciones sobre el Factor Movimiento serán las siguientes:

- Patrón de Circulación o Flujo de Ruta

Lo que se propone para este elemento, es un nuevo patrón de flujo desde que el vehículo ingresa al centro y este tiene que ser en forma de U, se busca de que sea de esta forma para que el proceso tenga una secuencia lineal ya definida como se puede observar en el Diagrama de Recorrido propuesto, así como para obtener un flujo más óptimo y con menor demora.

A diferencia del proceso actual los vehículos además de poder realizar una inspección completa, podrán realizar re-inspecciones pues al tener dos (02) líneas de inspección esto podrá ser posible.

- Movimiento del Vehículo

La propuesta del Movimiento de la materia prima, se podrá observar en el Diagrama de recorrido. De acuerdo a lo realizado en la Propuesta de Optimización de Colas los cambios para este factor estarán dirigidos a modificar la secuencia de operaciones del proceso, sobre todo en la línea de inspección.

Es por eso que en la descripción de Operaciones mejoradas realizada, se observa un cambio de secuencia en las operaciones de la línea. El vehículo a diferencia de la secuencia actual, al encontrarse en la línea de inspección comenzara con las inspecciones de gases u opacidad para luego seguir con la inspección de luces, de esta manera el objetivo que se persigue con este cambio en la secuencia de operaciones es la mejora del flujo vehicular, y la reducir el tiempo de espera como ya se describió en la propuesta de optimización de Colas. Este cambio de secuencia en las operaciones no tendrá repercusiones en la infraestructura, pues al ser los equipos utilizados en estas inspecciones, movibles solo requieren que sean trasladados de posición.

Por otra parte, el movimiento innecesario descrito en el Diagnostico, en este caso producido por los clientes, se puede solucionar con la colocación de banners que contenga un mapa de la ubicación de las instalaciones de la planta o en su defecto un mapa que contenga el diagrama de recorrido, puesto que esto permitirá que los clientes al momento de entrar a la planta, sepan donde estacionar sus vehículos, por lo tanto se propone que se fabriquen de estos estos banners informativos.



De esta manera, con la nueva redistribución de planta conteniendo las dos líneas de inspección los clientes si podrán dejar sus vehículos dentro de la línea de inspección para luego dirigirse a las oficinas pues así los permitirá la nueva distribución propuesta.

- **Movimiento del Personal**

Al haber cambios en la nueva secuencia de operaciones en la línea de inspección. También existirá variación en el movimiento de este personal lo cual se describe a continuación:

- a. **Mecánico de Inspección de Gases**

Ya se mencionó que como propuesta, la primera inspección a realizar en la línea será la de Gases, este cambio se realiza porque esto facilitaría la reducción de tiempos de espera y mejorara el flujo vehicular. El mecánico de inspección de Gases se acercara al vehículo que se encuentra a una distancia de 5 metros para recepcionar la ficha de inspección, y procede a colocar la pinza de analizador de gases en el tubo de escape y el sensor rpm al vehículo, luego de esto vuelve para programar el equipo de cómputo N°1, permitiendo reducir el tiempo y movimiento innecesario ocurrido en la actual distribución.

- b. **Mecánico de Inspección de Luces**

Una vez culminada la inspección de gases el mecánico de inspección de Luces posiciona los equipos para la medición de luces, es así que el mecánico de medición de luces ubica el luxómetro en el faro derecho del vehículo regresa a programar el equipo de cómputo N°2, de la misma manera lo realiza para el faro izquierdo, y que al igual que la anterior fase se genera un movimiento más corto por la obtención de un nuevo equipo de cómputo de uso exclusivo para esta inspección.

- **Movimiento de Equipos**

Como ya se mencionó, los equipos que se moverán con el objetivo de cambiar la secuencia y que generan movimiento son las siguientes:

- a. Sensor Cuenta de Revoluciones por Minuto (rpm)
- b. Pinza para medición de Gases
- c. Pinza de opacímetro
- d. Luxómetro



8.3.1.7. Factor Espera

Si se adoptan las nuevas propuestas de Optimización de Colas como de Redistribución de Planta se lograra disminuir el tiempo de demoras en las diferentes etapas de proceso. Como se describió en el análisis del factor Espera, uno de los factores que producen demoras es que nuestra capacidad se encuentra al límite. Al contar con dos (02) líneas de inspección nuestra capacidad de atención aumentara considerablemente y eso significara menores demoras en el sistema.

- Pago de Derechos

Al tener como propuesta dos (02) servidores, el tiempo de Espera en este servidor será mínimo, por lo que no habrá colas.

- Verificación e Ingreso de Datos

Al tener como propuesta dos (02) servidores, se genera un tiempo de espera (colas) mínimo, la disminución de servidores se produjo porque el factor de utilización era muy bajo, incurriendo en que la productividad de esta operación también sea baja. Lo ideal considerando la propuesta de Colas es que sean dos servidores.

- Inspección de Gases u Opacidad

Al tener como propuesta que esta inspección sea la primera, como consecuencia de la variación de la secuencia, se genera un tiempo de espera (colas) mínimo.

- Inspección de Luces

De la misma manera esta inspección fue movida por la variación de la secuencia, generando un tiempo de espera (colas) mínimo.

- Inspección de Test Line

En esta inspección también se producen tiempos de espera (colas) de consideración.

- Inspección Visual

En esta inspección también se producen tiempos de espera (colas) mínimos.



- Entrega de Resultados

Al aumentarse como propuesta dos (03) servidores en esta estación se observa que habrá una disminución considerable de tiempo de espera, por lo tanto al ser actualmente la estación donde más colas se genera siendo el cuello de botella de todo el proceso, al tener dos (03) servidores tendrá un tiempo menor de espera.

8.3.1.8. Factor Servicio

Se propone cambios con respecto al factor servicios, estos se producirán por consecuencia de la variación y movimiento de la infraestructura.

Los servicios seguirán siendo los mismos, pero habrá modificaciones para aumentar o disminuir de ellos.

- Servicio de Agua

Al proponerse el movimiento de infraestructura existirá también el movimiento de conductos, tuberías y desagües.

- Servicio de Electricidad

Se tendrá que modificar y hacer nuevas instalaciones eléctricas para la instalación de las máquinas y equipos, de igual forma con la propuesta de instalación de luminarias nuevas, tendrá que colocarse en la nueva línea de inspección nuevas instalaciones eléctricas.

- Servicios contra emergencias

a. Ubicación de Extintores

Se propone incrementar la cantidad de Extintores, tomando como referencia la norma técnica NFPA 10 según la cual, un área determinada deberá estar equipada con extintores de tipo ABC a razón de 0.05 kg en peso por cada metro cuadrado de área de terreno, o su equivalente.

Interpretando la norma, al tener el centro de inspección 2,520.00 m² de área de terreno esto equivaldría a 126 kg de peso en extintores. Al tener este requerimiento normado, se podrían poner 10 extintores de 12 kg c/u más uno de 6 kg distribuidos en lugares estratégicos en todo el centro de inspección.



b. Selección de Extintores

La selección de los extintores está determinada por la clase y tipo de fuego que se pueda prever en el centro de Inspección, en este caso los extintores a implementar son Extintores tipo PQS (Polvo Químico Seco) y Extintores de CO₂ (Dióxido de Carbono).

c. Distribución de los Extintores

La ubicación de los extintores se puede observar con más detalle en el plano de evacuación y elementos de emergencia propuesto (Anexo N°25).

d. Inspección de los Extintores

Se deberá realizar inspecciones mensuales donde se verificara:

Ubicación, acceso y visibilidad, Instrucciones de operación, indicadores de operación, peso bruto del extintor, daños físicos, manómetro.

Se propone también proporcionar capacitación en uso de Extintores, esto se puede observar en el programa de capacitación propuesto (Anexo N°18).

e. Ubicación de los Botiquines

De igual forma la ubicación de los botiquines deberá estar en relación al área, uno estará ubicado en las oficinas y otros dos en la línea de inspección. Estos se encuentran ubicados como los muestra el plano de evacuación y elementos de emergencia (Anexo N°25)

- Servicios para el Personal

Se propone la construcción de un (01) servicio higiénico adicional, el cual estará destinado para el uso del Personal Mecánico en la Línea de Inspección, haciendo en total 04 servicios higiénicos en el centro de inspección. Esta cantidad cumple con el Reglamento Nacional de Construcción.

8.3.1.9. Factor cambio

La implementación de las propuestas ya descritas, suponen una serie de cambios y modificaciones ya sea de infraestructura, personal, maquinaria, servicios, tecnología, etc. Estos cambios serán necesarios para que el CITV Cusco Imperial siga teniendo participación en el mercado.



A futuro con las actuales dimensiones de terreno, los cambios que quieran realizarse serán limitados, al implementar dos (02) líneas de inspección a razón de que no se podrán incrementar más, pues se tiene limitación de terreno, es así que solo se podría modificar en el área de oficinas.

- Adquisición de Tecnología (Equipos – Maquinaria)

Como ya se propuso la adquisición de tecnología servirá para implementar la nueva línea de inspección, al no poder incrementarse más líneas, en el futuro se podría cambiar para la adquisición de nuevas tecnologías esto con el fin de la mejora continua.

- Nuevos Requerimientos de Personal

La necesidad en contratación de personal al incrementarse una línea de inspección, hace que actualmente el número de servidores en las diferentes áreas sea el óptimo, por lo tanto en el futuro la contratación de personal solo sería para el reemplazo en caso se necesite.

- Comportamiento del Mercado

Las proyecciones de demanda del servicio a nivel de Cusco se realizaron hasta el 2018, esto con el fin de realizar la propuesta de colas y de redistribución de planta para cumplir con la atención de esta demanda, a partir las limitaciones ya mencionadas serán un impedimento para seguir creciendo.

- Infraestructura

Al adoptarse las propuestas descritas generaran cambios en las infraestructuras de la planta. Como ya se mencionó, a futuro ya no se podrán hacer más modificaciones en la línea de inspección, excepto por alguna nueva disposición reglamentaria por ley.

8.3.2. Análisis de las Relaciones entre Actividades

8.3.2.1. Tabla Relacional de Actividades

Para determinar la relación de cercanía o proximidad entre cada actividad, entre cada función, entre cada sector, y todas las demás actividades, se desarrolló la tabla relacional como lo muestra la (Tabla N°75), y por medio de la tabla de valor de proximidad (Tabla N°73) y por la lista de razones o motivos de la (Tabla N°74), se pudo determinar una ubicación relativa donde se incluyen todas las actividades no solo aquellas que tienen un flujo continuo, sino también las que tienen relación con las operaciones, la gestión y los servicios de la planta.



Tabla N° 78: Valor de Proximidad

| CODIGO | VALOR DE PROXIMIDAD |
|---------------|----------------------------|
| A | Absolutamente necesario |
| E | Especialmente necesario |
| I | Importante |
| O | Normal u ordinario |
| U | Sin importancia |
| X | No recomendable |

Elaboración Propia

Tabla N° 79: Motivos de Relación

| CODIGO | MOTIVOS |
|---------------|--------------------------------------------------------|
| 1 | Por secuencia del proceso |
| 2 | Atención a clientes |
| 3 | Equipos independientes y movibles |
| 4 | Necesidades de información o papeleo |
| 5 | Por no ser necesario |
| 6 | No se desea contaminación por ruido, vibración, gases. |
| 7 | Por conveniencias de seguridad |
| 8 | Para evitar complicaciones |

Elaboración Propia



Tabla N° 80: Tabla Relacional de Actividades

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. Pago de Derechos | A |
| 2. Verificación e Ingreso de Datos | 1 U O 5 U |
| 3. Inspección de Gases | 5 U 5 U A 5 U 5 U |
| 4. Inspección de Luces | 1 U 5 U 5 O A 5 U 5 I 5 U |
| 5. Inspección Test Line | 1 U 5 U 4 O 5 I A 5 U 5 U 5 I 4 U |
| 6. Inspección Visual | 1 U 5 U 5 U 4 U 5 U O 5 U 5 U 5 U 5 U 5 U |
| 7. Entrega de Resultados | 5 U 5 U 5 U 5 O 5 U 5 U I 5 U 5 U 5 O 3 X 5 U 5 O |
| 8. Almacén | 4 I 5 U 5 E 3 X 6 E 5 O 8 U O 4 U 5 E 8 X 6 E 8 U 8 U 5 I |
| 9. Sistemas | 5 U 5 U 8 X 6 E 2 U 5 U 5 U 2 I O 5 U 5 U 6 E 2 U 5 U 5 U 5 U 2 |
| 10. Vestuario | 5 U 5 U 5 U 2 U 5 U 5 U 5 U 5 U 5 U 5 U 5 E 5 U 5 U 5 U 5 |
| 11. Mantenimiento | 5 U 5 U 5 U 2 I 5 U 5 U 5 U 5 O 5 U 5 U 2 U 5 O 5 |
| 12. Comedor | 5 O 5 O 5 U 5 U 5 A 5 U 8 U 8 U 5 U 5 U 2 |
| 13. Servicios Higiénicos (Inspección) | 5 U 5 U 5 U 5 U 5 I 5 U 5 U 5 U 5 |
| 14. Servicios Higiénicos (oficina) | 8 U 5 O 5 U 5 I 5 U 5 O 5 |
| 15. Servicios Higiénicos (clientes) | 8 U 5 U 2 O 5 U 5 |
| 16. Guardianía | 5 E 5 E 2 |
| 17. Estacionamiento | 2 |

Elaboración Propia



Teniendo como base los datos de la tabla relacional se tienen los obtuvieron los resultados, que servirán para preparar el diagrama relacional de actividades:

- A : (1,2)(3,4)(4,5)(5,6)(7,17)
- E : (3,13)(4,13)(5,11)(5,13)(6,11)(6,13)(7,14)(15,17)(16,17)
- I : (1,9)(1,16)(1,17)(2,7)(2,9)(7,8)(7,9)(7,15)(13,14)(14,15)
- O : (1,7)(1,14)(2,3)(2,8)(2,14)(3,11)(4,11)(6,7)(6,17)(8,9)(9,10)(10,13)(10,14)
(11,13)(12,16)(12,17)(15,16)
- U : (1,3)(1,4)(1,5)(1,6)(1,8)(1,10)(1,11)(1,12)(1,13)(1,15)(2,4)(2,5)(2,6)(2,10)
(2,11)(2,12)(2,13)(2,15)(2,16)(2,17)(3,5)(3,6)(3,7)(3,8)(3,9)(3,10)(3,14)
(3,15)(3,16)(3,17)(4,6)(4,7)(4,8)(4,9)(4,10)(4,14)(4,15)(4,16)(4,17)(5,7)(5,8)(5,9)
(5,10)(5,14)(5,15)(5,16)(5,17)(6,8)(6,9)(6,10)(6,14)(6,15)(6,16)(7,10)
(7,11)(7,12)(7,13)(7,16)(8,10)(8,11)(8,12)(8,13)(8,14)(8,15)(8,16)(8,17)
(9,11)(9,12)(9,13)(9,14)(9,15)(9,16)(9,17)(10,11)(10,12)(10,15)(10,16)
(10,17)(11,12)(11,14)(11,15)(11,16)(11,17)(12,13)(12,14)(12,15)(13,15)
(13,16)(13,17)(14,16)(14,17)
- X : (3,12)(4,12)(5,12)(6,12)

8.3.2.2. Diagrama de Relación de Actividades

Tras realizar la tabla relacional de actividades, el paso siguiente fue el Diagrama Relacional de Actividades, este se muestra en el (Anexo N°19), el cual se trabajó en base a la siguiente tabla:

Tabla N° 81: Código de Proximidades

| CODIGO | VALOR DE PROXIMIDAD | COLOR | N° DE RECTAS |
|--------|-------------------------|----------|--------------|
| A | Absolutamente necesario | Rojo | 4 rectas |
| E | Especialmente necesario | Amarillo | 3 rectas |
| I | Importante | Verde | 2 rectas |
| O | Normal u ordinario | Azul | 1 recta |
| U | Sin importancia | -- | -- |
| X | No recomendable | Plomo | 1 zigzag |

Fuente: Disposición de Planta – Díaz (2003)

Elaboración Propia

8.3.3. Cálculo y Definición de espacios

Se calcularon las dimensiones para las áreas de oficina e inspección través del método de Guerchet, así como para las otras áreas, siempre considerando las dimensiones de las máquinas, equipos, muebles y/o artefactos, y de la misma manera se tomó un área estándar por el material (vehículo) para las operaciones en la línea de inspección, este cálculo se puede observar de manera más detallada en el (Anexo N°20).

De esta manera la siguiente tabla presenta las áreas definidas por medio de su Superficie Total (ST) que esta expresada en metros cuadrados, y es como sigue:

Tabla N° 82: Definición de Espacios Propuestos

| AREAS | | PROPUESTA | | ACTUAL | |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------|-------|--------|--------|
| | | n | ST | n | ST |
| Pago de Derechos | | 2 | 9 | 1 | 6.47 |
| Verificación e Ingreso de Datos | | 2 | 5 | 3 | 17.65 |
| Entrega de Resultados | Sala de Espera de resultados | 1 | 27 | 1 | 44.5 |
| | Oficina de Asist. Supervisor | 3 | 45 | 1 | 8.45 |
| | Oficina de Supervisor | 2 | 25 | 1 | 8.58 |
| Mantenimiento | | 1 | 16 | 1 | 9.2 |
| Almacén | | 1 | 4 | 1 | 7.23 |
| Vestuario | | 1 | 19 | 1 | 9.52 |
| Sistemas | | 1 | 1.5 | 1 | 9.9 |
| Comedor | | 1 | 17.25 | 1 | 17.25 |
| Servicios Higiénicos (Clientes) | Damas | 1 | 2 | 1 | 13.28 |
| | Varones | 1 | 2 | 1 | |
| Servicios Higiénicos(Oficina) | | 1 | 2 | 1 | |
| Servicios Higiénicos (Inspección) | | 1 | 6 | 0 | |
| Guardianía | | 1 | 1.44 | 1 | 1.44 |
| Estacionamiento | Para empleados | 5 | 62.5 | 0 | 604.35 |
| | Para ingreso de clientes | 20 | 200 | 0 | |
| | Para espera de resultados | 13 | 287.5 | 0 | |
| Inspección de Gases | | 2 | 167 | 1 | 54 |
| Inspección de Luces | | 2 | 116 | 1 | 54 |
| Inspección Test Line | | 2 | 237 | 1 | 132 |
| Inspección Visual | | 2 | 170 | 1 | 54 |

Elaboración Propia

La propuesta al estar basada en el incremento de servidores del proceso de inspección técnica vehicular, se realizó una comparación con la línea actual, en la que se aprecia que principalmente se han incrementado las áreas para la línea de inspección.



8.3.4. Layout de Bloques Unitarios

Partiendo del Diagrama de Relación de Actividades propuesto, por medio del método Francis, primero se elaboró un tabla de doble entrada que muestra los 17 áreas del Diagrama de Relación de Actividades, luego se realizó la sumatoria de la cantidad de cada uno de los valores de proximidad y por último se calculó de los valores de Ratio de cercanía total (RCT), este se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N° 83: Cálculo de RCT

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | A | E | I | O | U | X | RCT |
|-----------|---|---|---|----------|---|---|---|---------|---|----|----|--------|----|----|----|-------|----|--|---|------------|---|---|----|---|--------|
| 1 | | A | U | U | U | U | O | U | I | U | U | U | U | O | U | I | I | | 1 | 0 | 3 | 2 | 10 | 0 | 10320 |
| 2 | A | | O | U | U | U | I | O | I | U | U | U | U | O | U | U | U | | 1 | 0 | 2 | 3 | 10 | 0 | 10230 |
| 3 | U | O | | A | U | U | U | U | U | U | O | X | E | U | U | U | U | | 1 | 1 | 0 | 2 | 11 | 1 | 1020 |
| 4 | U | U | A | | A | U | U | U | U | U | O | X | E | U | U | U | U | | 2 | 1 | 0 | 1 | 11 | 1 | 11010 |
| 5 | U | U | U | A | | A | U | U | U | U | E | X | E | U | U | U | U | | 2 | 2 | 0 | 0 | 11 | 1 | 12000 |
| 6 | U | U | U | U | A | | O | U | U | U | E | X | E | U | U | U | O | | 1 | 2 | 0 | 2 | 10 | 1 | 2020 |
| 7 | O | I | U | U | U | O | | I | I | U | U | U | U | E | I | U | A | | 1 | 1 | 4 | 2 | 8 | 0 | 11420 |
| 8 | U | O | U | U | U | U | I | | O | U | U | U | U | U | U | U | U | | 0 | 0 | 1 | 2 | 13 | 0 | 120 |
| 9 | I | I | U | U | U | U | I | O | | O | U | U | U | U | U | U | U | | 0 | 0 | 3 | 2 | 11 | 0 | 320 |
| 10 | U | U | U | U | U | U | U | U | O | | U | U | O | O | U | U | U | | 0 | 0 | 0 | 3 | 13 | 0 | 30 |
| 11 | U | U | O | O | E | E | U | U | U | U | | U | O | U | U | U | U | | 0 | 2 | 0 | 3 | 11 | 0 | 2030 |
| 12 | U | U | X | X | X | X | U | U | U | U | U | | U | U | U | O | O | | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 4 | -39980 |
| 13 | U | U | E | E | E | E | U | U | U | O | O | U | | I | U | U | U | | 0 | 4 | 1 | 2 | 9 | 0 | 4120 |
| 14 | O | O | U | U | U | U | E | U | U | O | U | U | I | | I | U | U | | 0 | 1 | 2 | 3 | 10 | 0 | 1230 |
| 15 | U | U | U | U | U | U | I | U | U | U | U | U | U | I | | O | E | | 0 | 1 | 2 | 1 | 12 | 0 | 1210 |
| 16 | I | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | O | U | U | O | | E | | 0 | 1 | 1 | 2 | 12 | 0 | 1120 |
| 17 | I | U | U | U | U | O | A | U | U | U | U | O | U | U | E | E | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 10 | 0 | 12120 |
| A = 10000 | | | | E = 1000 | | | | I = 100 | | | | O = 10 | | | | U = 0 | | | | X = -10000 | | | | | |

Fuente: Distribución de Planta – Muther (1981)

Elaboración Propia

La secuencia de colocación en el layout, se detalla en la siguiente tabla:

Tabla N° 84: Orden de Colocación Layout

| ORDEN | DEPARTAMENTO | MOTIVO |
|-------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1° | 17 | Mayor RCT |
| 2° | 7 | Valor de proximidad "A" con dpto. 17. |
| 3° | 15 | Valor de proximidad de "E" con dpto. 17, relación "I" con dpto. 7. |
| 4° | 14 | Valor de proximidad "E" con dpto. 7, relación "I" con dpto. 15, mayor RCT que dpto. 16. |
| 5° | 16 | Valor de proximidad "E" con dpto. 17. |
| 6° | 1 | Valor de proximidad "I" con dpto. 16 y 17. |
| 7° | 2 | Valor de proximidad "A" con dpto. 1 y relación "I" con dpto. 7. |
| 8° | 9 | Valor de proximidad "I" con dpto. 1, 2 y 7, con mayor valor con dpto. 7. |
| 9° | 13 | Valor de proximidad "I" con dpto. 14, y mayor RCT que dpto. 8. |
| 10° | 8 | Valor de proximidad "I" con dpto. 7, relación "O" con dpto. 2 y 9. |
| 11° | 10 | Valor de proximidad "O" con dpto. 9, 13 y 14, con mayor valor con dpto. 13. |
| 12° | 11 | Valor de proximidad "O" con dpto. 13. |
| 13° | 5 | Mayor RCT que dpto. 3, 4 y 6, relación "E" con dpto. 11 y 13. |
| 14° | 4 | Valor de proximidad "A" con dpto. 5, relación "E" con dpto. 13 y relación "O" con dpto. 11, mayor RCT que dpto. 6. |
| 15° | 6 | Valor de proximidad "A" con dpto. 5, relación "E" con dpto. 11 y 13, y relación "O" con dpto. 7 y 17. |
| 16° | 3 | Valor de proximidad "A" con dpto. 4, relación "E" con dpto. 13, y relación "O" con dpto. 2 y 11. |
| 17° | 12 | Valor de proximidad "O" con dpto. 16 y 17, con mayor valor con dpto. 17. |

Elaboración Propia



| | | | | |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
| | 8 ALMACÉN | 2 VERIF. E INGRESO DE DATOS | 1 PAGO DE DERECHOS | |
| | 9 SISTEMAS | 7 ENTREGA DE RESULTADOS | 17 ESTACIONAMIENT | 16 GUARDIANÍA |
| 10 VESTUARIO | 13 SS.HH. INSPECCIÓN | 14 SS.HH. OFICINA | 15 SS.HH. CLIENTES | 12 COMEDOR |
| 3 INSP. DE GASES | 11 MANTENIMIENTO | | | |
| 4 INSP. DE LUCES | 5 INSP. TEST LINE | 6 INSP. VISUAL | | |

Figura N° 82: Layout de Bloques Unitarios Propuesto

Fuente: Distribución de Planta – Muther (1981)

Elaboración Propia

8.3.5. Diagrama Relacional de Espacios

Los espacios necesarios están directamente relacionados con el proceso de inspección técnica propuesto, conociendo claramente el número de máquinas y equipos necesarios, y considerando el cálculo de las áreas calculadas por medio del método Guerchet, así como también el diagrama relacional de actividades propuesto, en este diagrama se aprecia de manera más exacta las superficies necesarias para cada actividad, que si se juntan los bloques servirán como un primer boceto de distribución de planta, porque este cumple con las relaciones indicadas en el diagrama relacional de espacios, que a su vez fue guiado por el diagrama relacional de actividades, y consiguientemente el primer boceto de distribución de planta de esta propuesta cumple con las necesidades de proximidad, con la disponibilidad de espacio actual y con acoplarse sin generar cambios considerables en la línea de inspección.

Todas las áreas que se calcularon para la propuesta tienen un área total de $1464 m^2$ y el resto está conformado por la pista vehicular y algunas áreas contiguas, que en comparación a la actual superficie que es de $1052 m^2$ sin considerar la pista vehicular y las áreas contiguas, nos permite tener una mejor disposición de la planta considerando que se ocupara de mejor manera el espacio con dos líneas de inspección, este diagrama Relacional de Espacios se presenta en el (Anexo N°21).

8.3.6. Plano de Distribución Propuesta

De acuerdo a todo lo descrito en los subtemas anteriores se propusieron los planos con una distribución de planta que cumple con los principios de distribución ya anteriormente descritos. El plano de Distribución propuestos se puede apreciar en el (Anexo N°22), además también se propuso un plano de Disposición de Maquinaria, Equipos y Muebles en el (Anexo N°23), así como también se propuso un plano de Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias en el (Anexo N°24), por ultimo también se propuso un plano con las nuevas rutas de evacuación y con los elementos de seguridad en el (Anexo N°25).

8.3.7. Diagrama de Recorrido Propuesto

Por ultimo para apreciar el nuevo recorrido en el proceso se desarrolló un nuevo Diagrama de Recorrido, y este se muestra en el (Anexo N°26)

8.3.8. Diagrama de Análisis del Proceso de la Propuesta

| DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|-----------|------------|---------------------|---------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| DIAGRAMA N°: | 05 | | | METODO: | PROPUESTO | | | |
| PROCESO: | INSPECCION TECNICA VEHICULAR | | | LUGAR: | CITV CUSCO IMPERIAL | | | |
| ANALISTA (s): | Kevin Pavel Navarrete Chani Jorge Sergio Quilli Dueñas | | | FECHA: | 15.05.2016 | | | |
| | | | | HOJA: | 1 DE 1 | | | |
| DESCRIPCION | Distancia en Metros | Tiempo en minutos | Operación | Transporte | Inspeccion | Retraso | Almacenaje | DESCRIPCION DEL PROCESO |
| Hacia estacionamiento | 37.5 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | De la puerta de ingreso hacia el estacionamiento de vehiculos. |
| Hacia caja | 4.2 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | Del estacionamiento de vehiculos hacia caja. |
| Espera en Cola | | 0:00:20 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | El tiempo es un promedio por vehiculo cuando se presenta colas. |
| Pago de Derechos | | 0:03:15 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Hacia ingreso de datos | 2.8 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:00:14 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Verificacion de Documentos e ingreso de Datos | | 0:02:59 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Hacia el vehiculo | 4.6 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Hacia Linea de Inspeccion | 70.9 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:00:02 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Inspeccion de Gases u Opacidad | | 0:01:36 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Hacia Inspeccion Luces | 9.7 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:00:03 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Inspeccion de Luces | | 0:01:45 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Hacia Inspeccion Test Line | 19.8 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:00:07 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Inspeccion Test Line | | 0:02:20 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | En esta etapa del proceso se realiza el Alineamiento al paso, Suspension y Frenos |
| Hacia Inspeccion Visual | 14.2 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:00:17 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Inspeccio Visual | | 0:02:54 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Hacia estacionamiento | 21.2 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Hacia entrega de resultados | 31 | | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Espera en Cola | | 0:00:37 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| Entrega de Resultados | | 0:06:42 | ○ | → | □ | ⊖ | ▽ | |
| RESUMEN | | Cantidad | 7 | 10 | 0 | 7 | 0 | |
| | 215.9 | Tiempo | 0:21:31 | | | 0:01:40 | | |

Figura N° 83: Diagrama de Análisis del Proceso Propuesto

Fuente: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseños de trabajo – Niebel (2009)

Elaboración Propia

8.4. Determinación de la Productividad y Estructura de Costos de la Propuesta

Se determinó la productividad para conocer si la propuesta diseñada aumento la producción, redujo tiempos de espera, o si se redujo las distancias de recorrido.

De esta manera la medida de la productividad estuvo enfocada en la comparación de la productividad actual con la productividad calculada con la aplicación de la teoría de colas y la redistribución de planta.

8.4.1. Determinación de la Productividad

8.4.1.1. En términos de desempeño

Esta fue el principal enfoque de productividad en el presente estudio, donde primeramente se calculó la productividad parcial, es decir el tiempo de operación entre una hora, el cual sirvió para el cálculo de la productividad total de cada fase considerando el número de estaciones por cada fase. En la siguiente tabla se muestra el cálculo de la productividad en Vehículos Atendidos por Hora:

Tabla N° 85: Productividad Actual por fases

| PRODUCCIÓN ACTUAL | | | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|
| N° | Fases | TIEMPO DE OPERACIÓN | PRODUCTIVIDAD PARCIAL (Tiempo de Operación /1 Hora) | NUMERO DE ESTACIONES | PRODUCTIVIDAD TOTAL (Vehículos atendido / Hora) |
| 1 | Pago de Derechos | 3.26 | 18 | 1 | 18 |
| 2 | Ingreso de Datos | 2.98 | 20 | 3 | 60 |
| 3 | Inspección Test Line | 2.41 | 25 | 1 | 25 |
| 4 | Inspección de Gases | 1.66 | 36 | 1 | 36 |
| 5 | Inspección de Luces | 1.81 | 33 | 1 | 33 |
| 6 | Inspección Visual | 3.12 | 19 | 1 | 19 |
| 7 | Entrega de Resultados | 6.87 | 9 | 1 | 9 |

Elaboración Propia

Tabla N° 86: Productividad Propuesta por fases

| PRODUCCIÓN PROPUESTA | | | | | |
|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|
| N° | OPERACIÓN | TIEMPO DE OPERACIÓN | PRODUCTIVIDAD PARCIAL (Tiempo de Operación /1 Hora) | NUMERO DE ESTACIONES | PRODUCTIVIDAD TOTAL (Vehículos atendido / Hora) |
| 1 | Pago de Derechos | 3.26 | 18 | 2 | 36 |
| 2 | Ingreso de Datos | 2.98 | 20 | 2 | 40 |
| 3 | Inspección Test Line | 2.41 | 25 | 2 | 50 |
| 4 | Inspección de Gases | 1.66 | 36 | 2 | 72 |
| 5 | Inspección de Luces | 1.81 | 33 | 2 | 66 |
| 6 | Inspección Visual | 3.12 | 19 | 2 | 38 |
| 7 | Entrega de Resultados | 6.87 | 9 | 3 | 27 |

Elaboración Propia

En ambas tablas anteriores, la producción se encuentra limitada por la operación de Entrega de Resultados, haciendo que esta operación sea la determinante en cuanto a la productividad del sistema de Inspección Técnica Vehicular, el cual queda de la siguiente manera:

Tabla N° 87: Comparación de Productividad (Desempeño)

| | ACTUAL | PROPUESTO |
|----------------------------|--------|-----------|
| VEHÍCULO ATENDIDO POR HORA | 9 | 27 |

Elaboración Propia

De esta manera según la tabla anterior, la propuesta diseñada, triplica la productividad en términos de desempeño, de 9 a 27 vehículos por hora.

8.4.1.2. En términos Económicos

Este segundo enfoque de productividad, está relacionado a los ingresos que se obtendrán del servicio, para lo cual se consideró la cantidad de vehículos atendidos por hora de la tabla anterior y también un costo base por el servicio, mediante el cual se calculó el ingreso durante una hora, como se señala en la siguiente tabla:

Tabla N° 88: Comparación de Productividad (Económico)

| | ACTUAL | PROPUESTO |
|------------------------------------------|--------|-----------|
| VEHÍCULO ATENDIDO POR HORA | 9 | 27 |
| INGRESO POR HORA (Soles por Hora) | 720 | 2160 |
| Costo base del servicio = S/.80 | | |

Elaboración Propia

Como muestra la anterior tabla, la propuesta diseñada, también incrementa el ingreso en soles por hora de S/. 720 a S/.2160 como máximo.

8.4.1.3. En términos de Distancia Recorrida

Como último enfoque se relacionó la distancia recorrida que se genera en el proceso, para lo cual se consideró las distancias recorridas hacia cada estación y/o operación en sistema de inspección, el cual se muestra en las siguientes tablas:

Tabla N° 89: Distancia Recorrida Actual

| ACTUAL | | |
|--------|-----------------------------|--------------------|
| N° | RECORRIDO | DISTANCIA (metros) |
| 1 | Hacia estacionamiento | 35.5 |
| 2 | Hacia caja | 11.5 |
| 3 | Hacia ingreso de datos | 3.5 |
| 4 | Hacia el vehículo | 11.5 |
| 5 | Hacia Línea de Inspección | 99.9 |
| 6 | Hacia Inspección Gases | 31 |
| 7 | Hacia estacionamiento | 20.5 |
| 8 | Hacia entrega de resultados | 39 |
| Total | | 252.4 |

Elaboración Propia

Tabla N° 90: Distancia Recorrida Propuesta

| PROPUESTA | | |
|-----------|-----------------------------|-----------------------|
| N° | RECORRIDO | DISTANCIA (metros) |
| 1 | Hacia estacionamiento | 37.5 |
| 2 | Hacia caja | 4.2 |
| 3 | Hacia ingreso de datos | 2.8 |
| 4 | Hacia el vehículo | 4.6 |
| 5 | Hacia Línea de Inspección | 70.9 |
| 6 | Hacia Inspección Luces | 9.7 |
| 7 | Hacia Inspección Test Line | 19.8 |
| 8 | Hacia Inspección Visual | 14.2 |
| 9 | Hacia estacionamiento | 21.2 |
| 10 | Hacia entrega de resultados | 31 |
| Total | | 215.9 |

Elaboración Propia

Según las tablas anteriores que se han disminuido las distancias en algunos casos, y en general la distancia recorrida del proceso ha disminuido en 36.5 metros por proceso.

8.4.2. Materialización de las Propuestas:

Para tener una estimación de los costos de construcción para implementar las propuestas, se contactó con la empresa ONTRUCK PERU SAC quien es uno de los proveedores de maquinaria que además diseña, implementa y pone en marcha los Centros de Inspecciones Técnicas Vehiculares (ITV) a nivel nacional. Considerando que el diseño de los planos y especificaciones ya se encuentran elaborados se envió estos requerimientos para que la empresa nos brinde la propuesta económica para la realización de todo el proyecto (redistribución de planta).

8.4.2.1. Método de construcción

El contratista ejecutara todo el proyecto de acuerdo a las especificaciones que se encuentran en los planos.

8.4.2.2. Alcance del Trabajo

El proyecto a realizar por el contratista comprende:

- Obra Civil.
- Instalación y Montaje de las máquinas.
- Instalación de Luminarias.

a) Obra civil

La ejecución de la Obra Civil comprende:

- Construcción de línea de Inspección.
- Construcción y Acabado de las Oficinas.

Además de la construcción de la Línea y de las Oficinas, se preverán todos los trabajos colaterales que implican la magnitud de la obra. Se ha previsto según cronograma que la construcción de la Línea se hará en simultáneo con la construcción de las Oficinas.

b) Instalación y montaje de las maquinarias y luminarias

En esta etapa se efectuaran los trabajos de instalación y montaje de las máquinas, este trabajo se realizara en la línea de inspección.

c) Instalación de Luminarias

En esta etapa se efectuaran los trabajos de instalación de Luminarias, las cuales serán instaladas en todo el centro de inspección.

Tabla N° 91: Presupuesto Obra Civil

| PRESUPUESTO | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------|--------------|
| EJECUCION DE OBRA CIVIL | | | |
| OBRA: Construcción de Línea de Inspección – Construcción y acabado de Oficinas | | | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | PARCIAL | TOTAL |
| 1 | TRABAJOS PRELIMINARES | | |
| 1.01 | Movilización de Equipos, Materiales y Herramientas. | S/ 20000.00 | |
| 1.02 | Remoción y Demolición. | S/ 300.00 | |
| 1.03 | Limpieza del terreno. | S/ 450.00 | |
| 1.04 | Trazo y replanteo. | S/ 550.00 | S/ 21300.00 |
| 2 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | |
| 2.01 | Corte en Terreno a nivel de Subrasante | S/ 6000.00 | |
| 2.02 | Eliminación de Material Excedente | S/ 5000.00 | |
| 2.03 | Conformación y Compactación de la Subrasante | S/ 8000.00 | |
| 2.04 | Base granular, Esparcido, regado, compactado | S/ 7500.00 | |
| 2.05 | Corte de terreno para Fosos Marco | S/ 500.00 | S/ 27000.00 |
| 3 | PAVIMENTOS | S/ | |
| 3.01 | Pavimentación de la Línea de inspección | S/ 50000.00 | |
| 3.02 | Pavimentación de falso piso | S/ 2000.00 | S/ 52000.00 |
| 4 | CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS | S/ | |
| 4.01 | Unión de estructura metálica a falso Piso | S/ 2000.00 | |
| 4.02 | Construcción Muros (Unión de Parantes a las rieles) | S/ 3000.00 | |
| 4.03 | Emplacado | S/ 5000.00 | |
| 4.04 | Instalaciones Eléctricas y Sanitarias | S/ 2000.00 | |
| 4.05 | Cielo raso | S/ 3000.00 | |
| 4.06 | Acabados | S/ 4000.00 | |
| | COSTO DIRECTO | | S/ 119300.00 |

Fuente: Ontruck Perú S.A.C

Elaboración Propia

Tabla N° 92: Presupuesto Adquisición, Instalación y Montaje de Máquinas y Equipos

| PRESUPUESTO | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| ADQUISICION, INSTALACION Y MONTAJE DE MAQUINAS Y EQUIPOS – LUMINARIAS | | | |
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | PARCIAL | TOTAL |
| 1 | <u>ADQUISICION DE MAQUINAS Y EQUIPOS</u> | | |
| 1.01 | Consola de Control completa con Electrónica Ethernet VTEQ en Caja (Kit 4x4, control remoto). Sin PC. | | |
| | Frenometro de rodillos Mixto Digital, potencia de motores SK63 de 11KW, 8 Básculas de pesaje. | S/ | 103249.13 |
| | Bancada alineador al paso Mixto. Rango ±20m/Km | | |
| | Bancada de Suspensión Eusama 13Tm. Motores 3kW (No requiere tapas) | | |
| 1.02 | Motores con Freno, 2 Velocidades, 3x220VAC o 3x400VAC a convenir | S/ | 32321.63 |
| 1.03 | Tapa prueba Moto (Aluminio) | S/ | 3297.00 |
| 1.04 | Detector de holguras para Camión y Turismo 8 mov. con Linterna de Control LED. | S/ | 34125.00 |
| 1.05 | Armario Unidad Hidráulica y Electrónica AXLE3000/7000 | S/ | 2829.75 |
| 1.06 | Analizador de 4 Gases + Opacímetro (Sonda 2 metros) en Mueble Compacto | S/ | 23819.25 |
| 1.07 | Tacómetro / Termómetro en Batería / Vibración con Batería Litio RS | S/ | 3979.50 |
| 1.08 | Sonda Infrarroja Temperatura Aceite RS | S/ | 2562.00 |
| 1.09 | Sonómetro SC102 CLASE 2 (Incluye Trípode para Sonómetro, Dosímetro, Micrófono y Maleta Transporte) | S/ | 7528.50 |
| 1.10 | Regloscopio PEGASO 2505. Comprueba correcta alineación/desviación del faro. Bluetooth | S/ | 7371.00 |
| 1.11 | Consola de control de Pie (Incluye MiniPC, Windows OS original, Monitor 22" TFT, Teclado, Ratón, Dongle Red) | S/ | 22848.00 |
| 1.12 | Software reconocimiento placas matrícula (incluye cámara IP IR exterior) | S/ | 4375.86 |
| 1.13 | Flete Marítimo Equipos hasta el centro de Inspección | S/ | 5437.50 |
| 1.14 | Seguro de Transporte 0,38% del 110% valor mercancía | S/ | 1019.63 |
| 1.15 | Kit recambios recomendados en depósito | S/ | 3105.63 |
| | | | S/ 257869.38 |
| 2 | <u>INSTALACION Y MONTAJE</u> | | |
| 2.01 | Instalación y Montaje de las máquinas de Línea de Inspección | S/ | 5000.00 |
| 2.02 | Instalación y de los equipos de la Línea de Inspección | S/ | 2000.00 |
| | | | S/ 7000.00 |
| 3 | <u>ADQUISICION DE LUMINARIAS</u> | S/ | |
| 3.01 | Adquisición de Luminarias | S/ | 3800.00 |
| | | | S/ 3800.00 |
| 4 | <u>INSTALACIÓN DE LUMINARIAS</u> | | |
| 4.01 | Instalación de Luminarias | S/ | 1000.00 |
| | | | S/ 1000.00 |
| | COSTO DIRECTO | | S/ 269669.38 |

Fuente: Ontruck Peru S.A.C

Elaboración Propia

Tabla N° 93: Costo Total del Proyecto

| COSTOS TOTALES DE TODO EL PROYECTO | | |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|
| ITEM | DESCRIPCION | COSTO DIRECTO |
| 01 | Ejecución de Obra civil | S/ 119300.00 |
| 02 | Adquisición, instalación y montaje de Máquinas y Equipos – Luminarias | S/ 269669.38 |
| | COSTO TOTAL DEL PROYECTO | S/ 388969.38 |

Elaboración Propia



8.4.2.3. Cronograma del Proyecto

El contratista según lo detallado en el presupuesto, detallo un cronograma del proyecto con un tiempo de obra aproximado, según los planos y especificaciones propuestas, el cronograma del proyecto se puede apreciar en el (Anexo N° 27).

CONCLUSIONES

1. Al diseñar la propuesta de optimización de colas y redistribución de planta se determinó que será necesario el incremento de una segunda línea de inspección así como de un tercer servidor en la fase de entrega de resultados, que junto con una distribución de tipo híbrida con espacios independientes para cada fase y con la maquinaria y equipo necesario, se logra un incremento en la capacidad de atención de 9 a 27 vehículos por hora, así como la reducción de la distancia recorrida de 252,4 a 215,9 metros con un flujo continuo y sin obstrucción con lo cual se logra la mejora del sistema de inspección técnica vehicular en la empresa CUSCO IMPERIAL S.A.C.
2. El diagnóstico del proceso de Inspección técnica vehicular permitió tener una referencia de la situación actual del proceso de colas y de la distribución de planta, en el cual se determinó siete (7) fases y las características del modelo actual del proceso de colas, el cual se muestra en la siguiente tabla:

| CARACTERISTICAS DEL SISTEMA | PAGO DE DERECHOS | VERIFICACIÓN E INGRESO DE DATOS | INSPECCIÓN TEST LINE | INSPECCIÓN GASES | INSPECCIÓN LUCES | INSPECCIÓN VISUAL | ENTREGA DE RESULTADOS |
|-------------------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| N° de Servidores (c) | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Factor de Utilización (ρ) | 0.60 | 0.18 | 0.44 | 0.30 | 0.33 | 0.57 | 1.26 |
| Tiempo Promedio en el Sistema (Ws) | 8.1 | 3.0 | 4.32 | 12.38 | | - | - |
| Tiempo Promedio de Espera en la Cola (Wq) | 4.84 | 0.02 | 1.91 | 5.79 | | - | - |

Esto permitió encontrar que la fase de entrega de resultados excede su capacidad de atención o factor de utilización, generando el mayor tiempo en cola, por el contrario la fase de verificación e ingreso de datos muestra una capacidad de atención muy baja generando tiempos improductivos, y por ultimo las fases de inspección de gases luces y visual al no contar con colas entre fases hacen que el tiempo en el sistema sea excesivo.

Por otro lado la distribución actual de la planta de inspección vehicular tiene un tipo de distribución por producto o en línea, debido a que las unidades vehiculares siguen la misma secuencia de operaciones.

Las dimensiones de la planta cuentan con un área total de 2520 m², de la cual el área de la línea de inspección representa 186 m² y 121.5 m² corresponde al área de oficinas.



Al efectuar el análisis PQ se determinó que la demanda cubierta del servicio en el año 2015 fue del 30%, con solamente una línea de inspección, pero este porcentaje está sujeto a disminuir en próximos años por el incremento de la demanda.

La cantidad de equipos de cómputo de la línea actual no permite separar las inspecciones de gases, luces y visual, motivo por el cual el espacio ocupado por los tres es compartido, lo que genera un cuello de botella en la línea.

Con respecto al factor hombre tomando en cuenta las condiciones de los puestos de trabajo se determinó que el nivel de iluminación es insuficiente, principalmente en la línea de inspección y en la pista vehicular, también se observa que el nivel de exposición al ruido sobrepasa los límites permisibles durante las ocho (8) horas de jornada laboral, así mismo se observa que la contaminación por gases en la línea de inspección es constante por la presencia de los vehículos.

- Se planteó una propuesta de optimización de colas con el propósito de reducir el número de vehículos y los tiempos de espera en el sistema de inspección, considerando un número adecuado de servidores por operación y un costo total de espera menor.

La cantidad de vehículos así como los tiempos de espera comparados antes y después de la aplicación de la propuesta de optimización son los siguientes:

| CARACTERISTICAS DEL SISTEMA | PROCESO DE COLAS ACTUAL | PROCESO DE COLAS PROPUESTO | DIFERENCIA |
|-------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------|
| Nº de servidores (c) | 9 | 15 | +6 |
| Nº Promedio de Unidades en el Sistema (L_s) | 7.49 | 4.35 | -3.14 |
| Nº Promedio de Unidades en la Cola (L_q) | 3.39 | 0.30 | -3.09 |
| Tiempo Promedio en el Sistema (W_s) | 40.71 | 23.78 | -16.93 |
| Tiempo Promedio de Espera en la Cola (W_q) | 18.6 | 1.67 | -16.93 |
| Costo Total Esperado (CT) | 671.27 | 500.12 | -171.15 |

Con la propuesta de optimización de colas se evidencia una disminución de 16.93 minutos, proporcionando un tiempo de espera de solo 1.67 minutos en el sistema de inspección técnica vehicular.

Así mismo se observa que con la propuesta de optimización de colas se ha reducido el número promedio de unidades en el sistema a 4.35, y el número promedio de unidades en cola a 0.30, lo que implica que en algún momento desaparecerá las unidades en cola.

El número de servidores por cada estación, quedo establecido, según el costo total de espera por estación el cual disminuyo de 671.27 a 500.12 soles.



4. Se diseñó la redistribución de planta en base a la distribución actual, considerando el incremento de estaciones desarrollado en la propuesta de optimización de colas y en base a los principios de distribución, priorizando la mínima distancia recorrida, la circulación y flujo de materiales, la flexibilidad, y la satisfacción y seguridad.

La distribución propuesta es de tipo híbrida o celular, porque se adapta al tipo de servicio, permitiendo realizar inspecciones completas y re-inspecciones.

En relación a la mínima distancia recorrida se acortaron las distancias en la planta en 36.5 metros, la cual fue determinada en el diagrama de recorrido propuesto, de igual manera siguiendo el principio de circulación y flujo de materiales, se reordeno la secuencia de las operaciones y se determinó una mejor disposición del área física de la línea de inspección eliminando el cuello de botella originado por las inspecciones de gases, luces y visual.

En flexibilidad se aplicó el reordenamiento considerando el diseño actual de la línea de inspección y de la facilidad de movimiento de las máquinas y equipos, generando espacios independientes tanto en la línea de inspección uno (1) y dos (2), de igual manera en relación a la satisfacción y seguridad se incrementó el nivel de iluminación por consecuencia de la propuesta del cambio tipo de luminarias, así como también la disminución del nivel de exposición al ruido derivado de la propuesta del uso de tapones auditivos, y también de la reducción del nivel de contaminación por el uso de respiradores con cartuchos de filtro de carbono.

**RECOMENDACIONES**

1. Aplicar la propuesta de optimización de colas y de redistribución de planta, pues en términos económicos se podría triplicar el ingreso actual de S/ 720.00 a un ingreso de S/2160.00 por hora de atención. Así como también la disminución de la distancia en 36.5 metros con un flujo continuo de vehículos.
2. Implementar indicadores de gestión y control, que registren los datos de los tiempos del proceso de inspección desde que inicia hasta la conclusión del mismo, número de vehículos que ingresan en estos tiempos, tipo de fallas y el número de vehículos que pasan re inspecciones, y adicionalmente establecer un programa de registro de ocurrencias con el objeto de encontrar oportunidades de mejora en el proceso.
3. Establecer los programas de capacitación propuestos, a fin de formar e incrementar los conocimientos de los trabajadores y mantenerlos actualizados sobre los temas correspondientes a sus puestos, para que puedan desarrollar sus operaciones sin evitar algún paso dentro de la inspección técnica vehicular y en cumplimiento con la normativa legal.
4. Se recomienda realizar un estudio con más profundidad sobre la construcción e infraestructura a implementar en base a la propuesta realizada, así como a realizar la señalización, marcado de las áreas en la línea de inspección para la colocación de equipos como también la elaboración de letreros y carteles con el fin de que los clientes tengan más información del proceso y no pierdan tiempos improductivos al ingresar al centro de inspección.
5. Se recomienda aplicar la Teoría de Colas y el desarrollo de estudios de Distribución de Planta en empresas de servicios cuando existan desequilibrio de demanda o capacidad de atención limitada, con el objeto de lograr una mejora en el nivel y costo del servicio; además por la comodidad que se brinda durante el servicio y la apariencia atractiva de aquellas áreas en contacto directo con los clientes, así como la satisfacción y la comodidad del cliente y el personal en el desarrollo de las operaciones del proceso.



REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Acosta, E., Trejo, F. (2013). **Estudio de factibilidad para la creación de la unidad de revisión técnica vehicular para la municipalidad de Ibarra provincia de Imbabura**. Tesis de grado de Ingeniero. Ibarra – Ecuador. Universidad Técnica del Norte.
- Aguilar, G., Cruz, M., Regalado, H. (2014). **Modelo de la teoría de colas para optimizar los tiempos de espera de los pacientes de medicina general de la unidad comunitaria de salud familiar Zacamil, municipio de mejicanos, departamento de San Salvador**. Tesis de grado en Administración de Empresas. San Salvador – El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Alva, D., Paredes, D. (2014). **Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios**. Tesis de grado en Ingeniera Industrial. Lima – Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Arce, G. (2013). **Estudio de Tiempos y Movimientos**. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2015]. Disponible desde <http://es.slideshare.net/GAO888/estudio-de-tiempos-y-movimientos>.
- Behar, D. (2008). **Metodología de la Investigación**. Edición A. Rubiera. Santiago de Cuba: Shalom.
- Caballero, A. (2008). **Innovaciones en las guías metodológicas para los planes de tesis, maestría y doctorado**. 1era edición. Lima: Instituto Metodológica Alen Caro.
- Canales, F. (1986). **Metodología de la Investigación**. 1era edición. México D.F. Limusa.
- Carro, R., Gonzáles, D. (2012) **Modelos de Líneas de Espera**. 1era edición. Argentina: Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Cataño, C. (2011). **Teoría de colas**. [Fecha de consulta: 2 de Junio de 2015]. Disponible desde <http://investdeoperaciones.blogspot.com/p/teoria-de-colas.html>
- Chase, R., Jacobs, R., Aquilano, N. (2009). **Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministro**. 12ava edición. México D.F. McGraw-Hill.
- Díaz, G., Jarufe, B., Noriega, M. (2003). **Disposición de Planta**. 2da edición. Lima: Universidad de Lima.
- Fuertes, W. (2012). **Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares**. Tesis de grado de Ingeniero. Lima – Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.



- Ganchala, R. (2014). **Diseño de una planta semicircular de revisión técnica vehicular para el parque automotor del distrito metropolitano de Quito en el sector de Cumbayá y sus alrededores.** Tesis de grado de Ingeniero. Quito - Ecuador. Universidad San Francisco de Quito.
- García, D. (2012). **Metodología del Trabajo de Investigación Guía Práctica.** 5ta edición. México D.F.: Trillas.
- Hernández, S., Fernández, C., Baptista, P. (2010). **Metodología de la investigación.** 5ta edición. México D.F.: McGraw-Hill.
- Hillier, F., Lieberman, G. (2010). **Introducción a la investigación de Operaciones.** 9na edición. México D.F.: McGraw-Hill.
- Hincapie, S., Saker, F. (2014). **Implementar un sistema de producción para la confección de camisas en Medellín para la marca camisería Europa.** Tesis de grado de Ingeniero. Medellín – Colombia. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Kanawaty, G. (1996). **Introducción al estudio del trabajo.** 4ta edición. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Martínez, Y. (2011). **Marco teórico (Bases Teóricas) y Marco Conceptual (Definición de Términos).** [Fecha de Consulta: 04 de Junio de 2015]. Disponible desde <http://blog.pucp.edu.pe/blog/ysraelalbertomartinezcontreras/2014/03/25/marco-te-rico-bases-te-ricas-y-marco-conceptual-definici-n-de-t-rminos/>
- Meyers, F. (2006). **Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.** 3era edición. México D.F.: Pearson Educación.
- Meyers, F. (2000). **Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactura.** 2da edición. México D.F.: Pearson Educación.
- Muther, R. (1981). **Distribución de Planta.** 4ta edición. Nueva York: McGraw Hill.
- Niebel, B. (2009). **Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo.** 12ava. Edición. México D.F.: McGraw-Hill.
- Ortiz, J. (2004). **Aplicación de un modelo de teoría de colas en garitas de acceso de transporte pesado en un recinto portuario.** Tesis de grado de Ingeniero. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Pazos, J., Diaz, R., Suarez, A. (2008). **Teoría de Colas y simulación de eventos discretos.** 2da. Edición. Madrid.: Pearson educación s.a.



- Persocerramiento. (2013). **Beneficios y Objetivos de una correcta distribución en planta**. [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2015]. Disponible desde <https://persocerramiento.wordpress.com/2013/03/12/beneficios-y-objetivos-de-una-correcta-distribucion-en-planta/>
- Perú, Ley N° 29237. **Ley que crea el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares**. Congreso de la Republica Lima, Perú, mayo 2008. Disponible desde <http://docs.peru.justia.com/federales/leyes/29237-may-26-2008.pdf>
- Perú, D.S. N° 058-2003-MTC. **Reglamento Nacional de Vehículos**. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima, Perú, agosto de 2003. Disponible desde http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1957.pdf
- Perú, D.S. N° 025-2008-MTC. **Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares**. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima, Perú, agosto de 2008. Disponible desde http://www.mtc.gob.pe/portal/home/publicaciones_arch/reglamento_inspecciones_vehiculares_version_final.pdf
- Portillo, M. (2009). **El Servicio como sistema**. [Fecha de consulta: 2 de Junio de 2015]. Disponible desde <http://es.slideshare.net/mportillo/el-servicio-como-sistema>
- Pulencio, H. (2012). **Flujograma y Fluxograma**. [Fecha de consulta: 28 de Mayo de 2016]. Disponible desde https://docs.google.com/document/d/1-YjxrQYe7pJK_hz6EOkYPBgQ2lFweuW0dp88aL3avQM/edit?pref=2&pli=1#
- Ramos, A. (2001). **Optimización de tiempos en el sistema de recolección de desechos sólidos en la ciudad del cusco**. Tesis de grado de Ingeniero. Cusco – Perú. Universidad Andina del Cusco.
- Rull, C. (2010). **Administración de la producción**. 1era edición. La paz: Instituto Tecnológico La Paz.
- Salazar, B. (2012). **Estudio de Tiempos**. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2015]. disponible desde <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>
- Sumanth, D. (1990). **Ingeniería y administración de la productividad**. 2da edición. México D.F.: McGraw-Hill.
- Sumanth, D. (2000). **Administración para la productividad total**. 1ra edición. México D.F.: Cecsa.
- Tafur, R. (1995). **La Tesis Universitaria**. 1era Edición. Perú, Lima: Editorial Mantaro.



- Tokeshi, A. (2013). **Planifique, desarrolle y apruebe su tesis guía para mejores resultados**. 2da edición. Lima: Universidad de lima fondo editorial.
- Velázquez, G. (2013). **Administración de los Sistemas de Producción**. 6ta edición. Mexico D.F.: Limusa.



ANEXOS