

**UNIVERSIDAD
HISPANOAMERICANA
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TESINA PARA OPTAR EL GRADO DE
BACHILLERATO DE LA CARRERA DE
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN MODELO DE
PLANIFICACIÓN QUE PERMITA MEJORAR
LA ASIGNACIÓN DE DESPACHOS EN
FLOTAS DE TRANSPORTE BASADO EN
CÁLCULOS PROBABILISTICOS:
CASO DISTRIBUCIÓN DE GRANELES PARA
LA EMPRESA ALIMENTOS DEL NORTE**

Sustentante:

Cesar Víquez Ávila

Noviembre, 2017

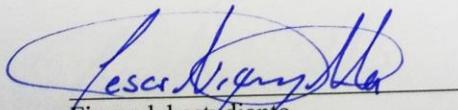
Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo CÉSAR FABIÁN VÍQUEZ ÁVILA, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 2-0564-0206 egresado de la carrera de INGENIERIA INDUSTRIAL de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de BACHILLER EN INGENIERIA INDUSTRIAL, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

DISEÑO DE UN MODELO DE PRODUCTIVIDAD PARA FLOTAS DE TRANSPORTE EN LA DISTRIBUCION DE GRANELES PARA LA EMPRESA ALIMENTOS DEL NORTE BASADO EN CALCULOS PROBABILISTICOS, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de José, a los 19 días del mes de AGOSTO del año dos mil DIECISIETE


Firma del estudiante
Cédula 205640206

Carta aprobación del tutor

CARTA DEL TUTOR

San José, 19 de Agosto de 2017

Destinatario
Carrera
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante CÉSAR FABIÁN VÍQUEZ ÁVILA, cédula de identidad número 2-0564-0206, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado DISEÑO DE UN MODELO DE PRODUCTIVIDAD PARA FLOTAS DE TRANSPORTE EN LA DISTRIBUCION DE GRANELES PARA LA EMPRESA ALIMENTOS DEL NORTE BASADO EN CALCULOS PROBABILISTICOS, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de BACHILLERATO EN INGENIERIA INDUSTRIAL

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

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
	TOTAL		98

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Manuel Alejandro Mendez Flores
Cédula identidad N: 1-1113-0022
Carné Colegio Profesional N:

IPI-18990

Carta aprobación del lector

CARTA DE LECTOR

San José, 17 octubre de 2017

Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia
Carrera Ingeniería Industrial

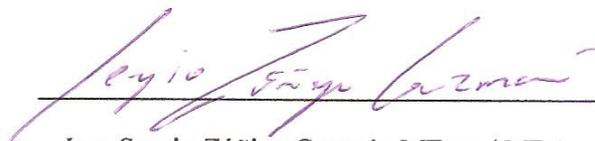
Estimado señor

El estudiante Cesar Fabián Víquez Ávila, cedula de identidad 2-0564-0206, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado Diseño de un Modelo de Planificación que permita mejorar la Asignación de Despachos en Flotas de Transportes basado en Cálculos Probabilísticos. Caso distribución de Graneles para la empresa Alimentos del Norte, el cual ha elaborado para obtener su grado de bachillerato en Ing. Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre estos y las conclusiones, así mismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Cordialmente



Ing. Sergio Zúñiga Guzmán MEng. / MBA
Cedula 303030725
Carnet IPI-28569

Carta aprobación del filólogo

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 11 de octubre del 2017.

SEÑORES

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

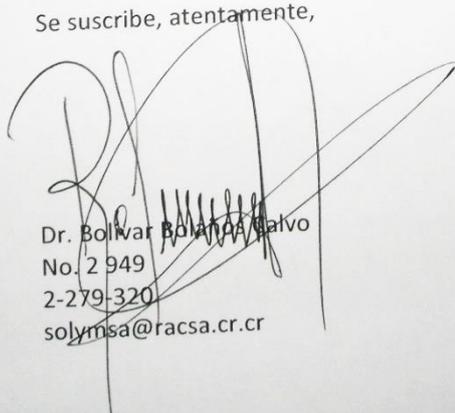
Estimados señores:

Por este medio, yo, Bolívar Bolaños Calvo, mayor, casado, filólogo, incorporado al colegio de Licenciados y Profesores, con el número de carné 2 949, vecino de Turrúcares de Alajuela, portador de la cédula de identidad 0202790320, hago constar:

1. Que he revisado el **TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN (TESINA)** para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**, denominado **DISEÑO DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN QUE PERMITA MEJORAR LA ASIGNACIÓN DE DESPACHOS EN FLOTAS DE TRANSPORTE BASADO EN CÁLCULOS PROBABILÍSTICOS: CASO DISTRIBUCIÓN DE GRANELES PARA LA EMPRESA ALIMENTOS DEL NORTE**, por el estudiante **CÉSAR FABIÁN VÍQUEZ ÁVILA**.
2. Que se le han hecho las correcciones pertinentes en acentuación, ortografía, puntuación, concordancia gramatical y otras del campo filológico.

En espera de que mi participación satisfaga los requerimientos de la Universidad.

Se suscribe, atentamente,



Dr. Bolívar Bolaños Calvo
No. 2 949
2-279-320
solyma@racsa.cr.cr

Índice de contenido

CONTENIDO

Índice de contenido	ii
Índice de Gráficos.....	vi
Índice de Imágenes	vii
Índice de Tablas	xii
Declaración Jurada.....	xv
Carta aprobación del tutor.....	xvi
Carta aprobación del lector	xvii
Carta aprobación del filólogo	xviii
Dedicación	xix
Agradecimiento.....	xx
Abreviaturas.....	xxi
Resumen.....	xxii
CAPITULO I: PROBLEMA DEL PROYECTO	23
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
1.1.1 Introducción al tema del proyecto.....	28
1.1.2 Antecedentes del contexto de la empresa	32
1.1.3 Justificación del problema.....	36
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	38
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	39
1.3.1 Objetivo general	39
1.3.2 Objetivos específicos	39
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	40
1.4.1 Alcances	40
1.4.2 Limitaciones.....	41
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	42
2.1 MAPA CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA	43
2.1.1 Mejoramiento continuo.....	43
2.1.2 Costo.....	44
2.1.3 Productividad.....	46
2.1.4 Cuartiles o cuartillas	47
2.1.5 Desviación Estándar	49
2.1.6 Eficiencia	51
2.1.7 Muestreo.....	51
2.1.8 CPM Y PERT.....	56
2.1.9 Teoría de colas.....	61
2.1.10 Teoría de grafos	64
2.1.11 Estudio del trabajo	65
2.1.12 Estudio de tiempos y medición del trabajo.....	67
2.1.13 Medida del proceso.....	69
2.2 MARCO DE LA GESTION DE PROYECTOS	71

2.2.1 Cadena de suministro	71
2.2.2 Logística	73
2.2.2.1 Los 7R de la logística.....	75
2.2.2.2 Logística Just-in-time	76
2.2.3 Distribución y transporte	78
2.2.3.1 Modo y medio de transporte.....	82
2.2.3.2 Servicio tercerizado u operadores logísticos 2PL - 3PL.....	84
2.2.4 Optimización y Productividad	85
2.2.5 El canal de distribución	88
2.2.6 El Embalaje	89
2.2.7 Indicadores logísticos y de transporte.....	91
2.2.8 Modelo SCOR	92
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.	96
2.3.1 Metodología DMAIC	96
2.4 ANTECEDENTES DE TEORIAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.	98
2.4.1 Autores consultados: Coincidencias o discrepancias.....	98
2.4.2 Autores Internacionales	101
2.4.3 Autores nacionales.....	104
2.4.4 Diferenciación entre investigaciones.....	107
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	111
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	112
3.1.1 Por su finalidad.....	112
3.1.2 Por su dimensión temporal	112
3.1.3 Por su marco	112
3.1.4 Por su Naturaleza.....	112
3.1.5 Por su carácter	112
3.2 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA.....	113
3.2.1 Metodología.....	113
3.2.2 Herramientas	116
3.2.2.1 Grafica de Gantt	117
3.2.2.2 Mapa de procesos.....	118
3.2.2.3 Diagramas de Flujo	118
3.2.2.4 Diagrama de Ishikawa	120
3.2.2.5 Estudio de tiempos.....	122
3.2.2.6 Herramientas Estadísticas	122
3.2.2.6.1 Tipos de variables cuantitativas	123
3.2.2.6.2 Distribución de frecuencias.....	123
3.2.2.6.3 Histogramas	125
3.2.2.6.4 Distribución Normal.....	125
3.2.2.6.5 Distribución de Poisson	129
3.2.2.6.6 Prueba de normalidad.....	131
3.2.2.6.7 Tipo y tamaño de la muestra	138
3.2.2.6.7.1 Muestreo no probabilístico por conveniencia	139
3.2.2.7 Cursograma Analítico	139
3.2.2.8 Control Estadístico de Procesos (SPC):	141

3.2.2.9 Grafo.....	142
3.2.2.10 PERT	143
3.2.2.11 Teoría de colas	147
3.2.2.12 Modelo SCOR	151
3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO	157
3.3.1 Etapa de definición.....	158
3.3.2 Etapa de medición	162
3.3.3 Etapa de Análisis.....	164
3.3.4 Etapa de Mejora	165
3.3.5 Etapa de Control	166
CAPÍTULO IV: diagnostico	167
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	168
4.1.1 Departamento de transporte.....	175
4.1.2 Operatividad del departamento de transporte	176
4.1.3 Sistema de pedidos Justo a Tiempo (JIT).....	184
4.1.4 Programación de despachos	185
4.1.5 Ejecución de las actividades.....	187
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERISTICAS, PROTOTIPO	188
4.2.1 Ishikawa.....	188
4.2.2 Entrevista.....	189
4.2.2.1 Encuesta Sección 1	190
4.2.2.2 Encuesta Sección 2	192
4.2.2.3 Encuesta Sección 3	195
4.2.2.4 Encuesta Sección 4	198
4.2.2.5 Encuesta Sección 5	200
4.2.2.6 Encuesta Sección 6	202
4.2.2.7 Encuesta Sección 7	207
4.2.2.8 Síntesis de la entrevista.....	208
4.2.3 Procesamiento de la información	209
4.2.3.1 Análisis de registros digitales	209
4.2.3.2 Validación y análisis de datos	211
4.2.3.3 Primer análisis de registros	213
4.2.3.4 Segundo análisis de registros	215
4.2.3.5 Tercer análisis de registros.....	217
4.2.4 Experiencia de choferes	219
4.2.5 Pruebas de normalidad para los datos analizados en diagnostico ..	220
4.2.6 Conclusión del análisis de datos	223
Capitulo V: Diseño y desarrollo del proyecto	227
5.1 DETERMINACION DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS para el modelo	228
5.1.1 Cálculos de la productividad.....	230
5.1.2 Herramientas para cálculos de tiempos.....	231
5.1.3 Actividades DMAIC	232
5.2 MODELO PARA CALCULOS DE PRODUCTIVIDAD.....	232
5.2.1 Tiempos de espera en la fila de carga	233
5.2.2 Tiempo de carga del producto.....	240

5.2.3 Tiempos de transito hasta clientes y retorno a planta	242
5.2.3.1 Sesiones de profundidad con los choferes:	243
5.2.3.2 Algoritmo para cálculo del tiempo de transito	247
5.2.4 Tiempo de entrega del producto.....	250
5.2.4.1 Calculo de tiempo para bañado de desinfección, y tiempo de revisión del producto.	251
5.2.4.2 Tiempo de descarga	252
5.2.5 Tiempos Suplementario	253
5.3 DISEÑO DEL MODELO DE PRODUCTIVIDAD	257
5.3.1 Desarrollo de cálculos y herramienta	258
5.3.2 Diseño de plantillas	259
5.3.2.1 Plantilla para generar números aleatorios	260
5.3.2.2 Plantilla para registros	261
5.3.2.3 Plantilla para generar cálculos de tiempo probable.....	262
5.3.2.4 Plantilla para realizar el análisis	264
5.4 ESTIMACIÓN DE ESCENARIOS	266
5.4.1 Cálculos de productividad.....	268
5.4.2 Análisis para muestras forzadas	269
5.4.2.1 Escenario creado: Valoración del trabajo mensual de un equipo	270
5.4.2.2 Escenario creado: Valoración del trabajo anual de un equipo	270
5.4.2.3 Escenario creado: Valoración comparativa del trabajo anual de dos equipos	271
5.4.2.4 Escenario Creado: Valoraciones comparativas	272
5.4.3 Estimación de posibles ahorros.....	273
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	275
6.1 Conclusiones	276
6.1.1 Sobre los objetivos del proyecto.....	276
6.1.2 Generales de la investigación.....	280
6.1.3 Sobre el diagnóstico de la situación y desarrollo del modelo.....	282
6.2 Recomendaciones	283
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	287
Bibliografía	287
APENDICE	294
Apéndice 1: Cursograma analítico del proceso de bioseguridad en granjas	294
Apéndice 2: Toma de muestras para ocupación de romana	295
Apéndice 3: Tabla de eventos	296
Apéndice 4: Datos creados de 28 despachos.....	298
Apéndice 5: Matriz de tiempos de tránsito entre granjas.....	299
ANEXOS.....	309
Anexo 1: Listado granjas de engorde.....	309

Índice de Gráficos

Gráfico 1:QQ Plot para normalidad de muestras analizadas en primer diagnostico	221
Gráfico 2: Histograma para normalidad de muestras analizadas en primer diagnostico.....	223
Gráfico 3: Comportamiento del tiempo de tránsito a partir del tiempo medio..	247
Gráfico 4: Comparativo de camión generado a partir de un escenario construido con 30 días de registros.....	270
Gráfico 5: Comparativo de un camión generado a partir de un escenario construido con 12 meses de registros.....	271
Gráfico 6: Comparativo de dos choferes generado a partir de un escenario construido con 12 meses de registros.....	272

Índice de Imágenes

Figura 1: Representación gráfica de diferentes cuartiles.	49
Figura 2: Modelo de la desviación estándar.	50
Figura 3: Formula de la desviación estándar.	50
Figura 4: Curva de distribución normal y distribución de valores con respecto a la desviación estándar	51
Figura 5: Clasificación de tipos de muestras.	53
Figura 6: Formulas para cálculo del tamaño de la población	56
Figura 7: Diagrama de grafo de un PERT	58
Figura 8: Función de densidad de probabilidad para la función beta	60
Figura 9: Datos para elaborar un PERT	60
Figura 10: Formulas para cálculo de varianza y desviación de un PERT	61
Figura 11: Formula para cálculo de la desviación normal de un PERT	61
Figura 12: Esquema de un sistema de colas	62
Figura 13: Esquema gráfico de un grafo.	65
Figura 14: Interrelación entre las técnicas con estudio del trabajo	66
Figura 15: Etapas para definición de la medición del trabajo son.....	69
Figura 16 Simbología del cursograma analítico.....	70
Figura 17: Evolución de la cadena logística.....	72
Figura 18: Planteamiento del cambio en requerimientos de entregas para la logística.....	77
Figura 19: Ejemplo para carga por gravedad para camiones	83
Figura 20: Ejemplo Sistema de descarga de camiones Chompipa	84
Figura 21: Extensión de un modelo SCOR	93
Figura 22: Diseño de un modelo SCOR	94

Figura 23: Ciclo DMAIC.	113
Figura 24: Las 5 etapas de un proyecto.....	115
Figura 25: Esquema de una gráfica Gantt.	117
Figura 26: Simbología de un Flujograma	120
Figura 27: Representación de un diagrama Ishikawa.	121
Figura 28: Formula para cálculo de Frecuencia Absoluta	124
Figura 29; Formula para cálculo de frecuencia relativa.....	125
Figura 30: Ejemplo de histograma.....	125
Figura 31 : representación de una distribución normal con un histograma	126
Figura 32: Ejemplos de gráficas y distribuciones para probabilidad normal....	127
Figura 33: Formular de probabilidad normal	128
Figura 34: Búsqueda de valores de Z para obtener valor de probabilidad	129
Figura 35: Formular de probabilidad normal	130
Figura 36: Ejemplos de gráficas y distribuciones para probabilidad Poisson..	131
Figura 37: Formula de la varianza para una población	132
Figura 38: Formula de la varianza para una muestra.....	132
Figura 39: Formula para el cálculo de la media o promedio	133
Figura 40: Clasificación de la moda en una muestra o población.....	133
Figura 41: Clasificación de la mediana en una muestra o población.....	133
Figura 42: Ejemplos de simetría para curvas normales	134
Figura 43: Formula para el cálculo del coeficiente de asimetría	134
Figura 44: Formula para el cálculo de la curtosis	135
Figura 45: Gráficos para representar la normalidad si/no de una distribución normal.....	136
Figura 46: Simbología de un cursograma.	141

Figura 47: Visualización de un grafo con 60 clientes interconectados entre sí.	143
Figura 48: Similitud entre un grafo PERT y el esquema de tolvas de un camión:	144
Figura 49: Tabulación de datos de un PERT	145
Figura 50: Fórmula para calcular el tiempo esperado de una actividad PERT	145
Figura 51: Fórmula para calcular la varianza de un PERT.....	146
Figura 52: Curva de distribución Normal.....	146
Figura 53: Formulas para cálculos de teoría de colas	150
Figura 54: Variables a considerar de un subsistema logístico.....	152
Figura 55: Ejemplo de Atributos de rendimiento y métricas de un modelo SCOR para ADN.....	153
Figura 56: Ejemplo de Atributos de rendimiento y métricas de un modelo SCOR para ADN.....	154
Figura 57: Diagrama del modelo SIPOC.....	160
Figura 58: Herramientas de seis sigma.....	162
Figura 59: Cursograma Analítico o Flujo de proceso.	163
Figura 60: Mapeo de proceso Orden to Cash en Alimentos del Norte	169
Figura 61: Análisis SIPOC, proceso de Fabricación, venta, y distribución de producto a clientes.	171
Figura 62: Análisis SIPOC, proceso de Planificación de envío a clientes	172
Figura 63: Análisis SIPOC, proceso de Carga, despacho y entrega de producto a clientes.....	173
Figura 64: Organigrama del área de transporte en Alimentos del Norte	175
Figura 65: Sistema de carga de tolva a camión Chompipa.....	177

Figura 66: Sistema de Descarga de Chompipa a Silo de almacenamiento. ...	177
Figura 67 Boleta de despacho a cliente	178
Figura 68: Programación de despachos realizada por encargada MTech	181
Figura 69: Diagrama Ishikawa de posibles causas.....	189
Figura 71: Pregunta #1 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	191
Figura 72: Pregunta #2 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	191
Figura 73: Pregunta #3 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	192
Figura 74: (primera parte) Pregunta #4 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	193
Figura 75: (segunda parte) Pregunta #4 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	193
Figura 76: (primera parte) Pregunta #5 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	194
Figura 77: (segunda parte) Pregunta #5 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	195
Figura 78: Pregunta #6 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	196
Figura 79: Pregunta #7 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	197
Figura 80: Pregunta #8 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	198
Figura 81: Pregunta #9 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	199
Figura 82: Pregunta #10 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	199
Figura 83: Pregunta #11 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	201
Figura 84: Pregunta #12 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	203
Figura 85: Pregunta #13 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	203
Figura 86: Pregunta #14 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	204
Figura 87: Pregunta #15 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	205

Figura 88: Pregunta #16 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	206
Figura 89: Pregunta #17 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte	206
Figura 90: Eficiencia General de los Equipos	207
Figura 91: Fórmula para medir la productividad de los choferes	230
Figura 92: Representación del muestreo para ocupación de la romana	236
Figura 93: Tiempos de espera en romana según tamaño de la cola.....	238
Figura 94: Representación del diferencial de tiempo entre dos puntos equidistante	244
Figura 95: Ejemplo de búsqueda para tiempos de tránsito en la matriz.....	245
Figura 96: Ámbito de tiempos para los eventos suplementarios.....	254
Figura 97: Formulario para cálculos de probabilidad de tiempos suplementarios	256
Figura 98: Esquema de herramienta diseñada a partir del modelo	260
Figura 99: Plantilla-1 del modelo desarrollado como herramienta	261
Figura 100: Plantilla-2 del modelo desarrollado como herramienta	262
Figura 101 Plantilla-3 del modelo desarrollado como herramienta	263
Figura 102 Plantilla-1 del modelo desarrollado como herramienta.....	265
Figura 103: Identificación de granjas no identificadas	267
Figura 104: Corrida de simulación para registros en herramienta del modelo	268

Índice de Tablas

Tabla 1: Comparativo del costo del producto e impacto de factores de mala planificación	36
Tabla 2: valores de Z en tablas de probabilidad y niveles de confianza.....	55
Tabla 3: Ejemplos de variables cualitativas discretas y continuas.....	123
Tabla 4: Ejemplo de distribución de frecuencias	124
Tabla 5: Listado de buenas prácticas del modelo SCOR.....	156
Tabla 6: Listado de posibles buenas prácticas a implementar en Alimentos del Norte	157
Tabla 7: Funciones del personal.....	176
Tabla 8: Especificaciones del archivo Programación de despachos	182
Tabla 9: Información contenida en registros de despachos	210
Tabla 10: Registros de unidades despachadas por los choferes durante 16 semanas	212
Tabla 11: Cantidad de unidades despachadas por chofer – Primer análisis...214	
Tabla 12 : Posiciones de productividad de los choferes para el primer análisis de despachos	214
Tabla 13: Cantidad de unidades despachadas por chofer – Segundo análisis	216
Tabla 14 : Posiciones de productividad de los choferes para el segundo análisis de despachos	216
Tabla 15: Cantidad de unidades despachadas por chofer – Tercer análisis...218	
Tabla 16 : Posiciones de productividad de los choferes para el tercer análisis de despachos	219

Tabla 17: Datos experiencia de los choferes del departamento de transporte	219
Tabla 18: Resultados de pruebas de normalidad para datos de los análisis. .	220
Tabla 19: Distribución de frecuencias de los valores de despacho	222
Tabla 20 : Análisis de escenarios de productividad.....	224
Tabla 21 : Posiciones de productividad de los choferes según análisis de despachos	224
Tabla 22: Parámetros para cálculos de teoría de colas	233
Tabla 23: Cálculos de probabilidad para teoría de cola finita	234
Tabla 24: Cálculos de ecuaciones para teoría de cola finita	234
Tabla 25: Cálculos para tamaño de muestra	235
Tabla 26: Valores obtenidos del muestreo de ocupación en romana	236
Tabla 27: Frecuencias del muestreo de ocupación en romana	237
Tabla 28: Cálculos de probabilidad de ocupación de romana con muestreo ..	237
Tabla 29: Comparativo de probabilidades de Teoría de Colas versus Muestreo de ocupación	238
Tabla 30: Valores de tiempo para el muestreo de carga.....	241
Tabla 31: Calculo del tiempo promedio de carga para cada quintal	241
Tabla 32: Fragmento de la matriz de transito	245
Tabla 33: Consideraciones de variación para el tiempo medio esperado	246
Tabla 34: Algoritmo de cálculo para el tiempo de transito.....	250
Tabla 35: Muestreo de tiempos de descarga.....	253
Tabla 36: Tiempos de seguridad y alimentación de consideración obligatorios	255

Tabla 37: Especificaciones del formulario para cálculo de probabilidad para eventos suplementarios	256
Tabla 38: Datos generados del análisis en herramienta para modelo.....	269
Tabla 39: Estimación de ahorros anuales con incremento de la productividad	274

Dedicación

A mi bella hija Fabi

A mi noble hermana Ana (Q.D.D.G)

Agradecimiento

A mis padres, Jaime y Maritza, muy especialmente a mi madre que se sacrificó siempre.

A quienes fueron mis jefes, Melissa Vega, Lester Norton, Esteban Araya, y Giancarlo Ioli. El trabajo con ellos siempre fue otra universidad.

A Pablo Fumero, que siempre me insto a cumplir esta meta.

A Manuel Méndez, mi tutor de proyecto.

A la compañía Alimentos del Norte, y todo su personal de distribución.

A Vero, y mis hermanos.

A todos mis exprofesores, y la Universidad Hispanoamericana.

A Dios.

Abreviaturas

- **SIPOC:** Diagrama que involucra 5 áreas (Suppliers = Proveedores), (Inputs = Insumos), (Process = Procesos), (Output = Salidas), (Customers = Clientes)
- **DMAIC:** Metodología utilizada cuyo nombre está dado por las iniciales de (Definir – Medir – Analizar – Mejorar (Improve) – Controlar).
- **SCOR:** Modelo Supply Chain Operations Reference Model (SCOR Model).
- **PERT:** Método PERT (Program Evaluation and Review Technique)
- **OEE:** Eficacia Global de Equipos Productivos (Overall Equipment Effectiveness).
- **JIT:** Filosofía Just in time.

Resumen

El proyecto plantea un modelo para tomar decisiones sobre la asignación de los recursos de la flota de transporte, considerando los tiempos que le tomaría a cada vehículo cumplir con las tareas programadas, evaluando los tiempos de forma probabilística. El planteamiento primeramente estima los valores determinísticos necesarios para que, mediante la generación aleatoria de números se calculen las diferentes probabilidades.

Aunque la medición de la mayoría de procesos es una práctica común en la compañía, se ha dificultado la valoración para las actividades que se realizan en el departamento de transporte, y existe una opinión a nivel de gerencia que se están subutilizando los recursos, pues muchas de las actividades, por su naturaleza, se realizan fuera de la empresa y no es posible darle la supervisión requerida.

Para poder controlar la productividad de la flota se requiere idear un plan de medición y evaluación, y debido a que existen varios factores que pueden ser evaluados para determinar la productividad de una actividad, se unifican el total de actividades y se toma como factor común para su medición, el tiempo probable para ejecutar dicha actividad

Entre las actividades consideradas están, todas las asociadas al proceso de distribución de concentrados a granel, los cuales incluyen la carga del producto, el tránsito por carretera, la descarga del producto, y algunos otros eventos suplementarios que forman parte de las actividades del equipo de trabajo conformado por el chofer y el camión.

CAPITULO I: PROBLEMA DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Cualquier persona capaz de preparar una cena para varios niños preadolescentes, sin tener que recurrir al comodín de la hamburguesa con patatas fritas, es una experta en logística...” (Robussté, 2005, pág. 14).

Posiblemente Robussté nos quiera demostrar con un ejemplo muy sencillo lo que refiere a logística, invocando a nuestra mente las actividades requeridas para la planeación de la cena, entre ellas la compra de los alimentos, la preparación y cocción, y luego servirlos a la mesa, pero no se debe olvidar lavar y secar los platos. Tampoco se debe olvidar separar los residuos orgánicos, y tener en cuenta si se usamos vajilla desechable o no, en caso de no utilizar desechable, al lavar los platos debemos cerrar el tubo del agua para ahorrar recursos vitales, ¿qué les ofreceríamos de tomar?, ¿Sería aconsejable darles un postre después de la cena? ¿Cuántas personas son y cuál es el presupuesto?

Hay muchos detalles en dicha actividad que requieren consideración, y con el pasar de los años, algunos nuevos detalles van integrándose que tal vez hace algunos años atrás no se considerarían de relevancia, pero hoy, dicha actividad, impregnada de cierto dinamismo propio de los cambios en la sociedad, esos detalles no se deberían pasar por alto para planear y ejecutar algo tan sencillo, práctico y cotidiano como una cena.

La mayoría de las ocasiones en que se analiza la operación logística de una compañía, y el área de transporte y distribución física de mercancías, existe una obligatoriedad de analizar muy minuciosamente las actividades que la componen, y los costos de dicha operación, generalmente los análisis provienen de registros e indicadores, pero, ¿son dichos indicadores los que nos llevan a

inferir sobre el nivel operativo de la empresa? ¿Son los costos bajos y un buen nivel de servicio indicadores válidos para garantizarnos que existe un buen desempeño? ¿Qué otros indicadores nos podrían ampliar el enfoque?

Aunque los costos de la empresa es una acumulación de los diferentes costos de todas las áreas, el área de transporte es un área crítica de manejo, debido a que dicha área operativa forma parte de algunos de los servicios que en las empresas se valoran para subcontratar o tercerizar.

Es bueno acotar que la principal razón o argumento para tercerizar una operación o actividad empresarial que no se considere crítica o estratégica y no sea su Core Business (razón de ser de la organización) es el primer paso para iniciar la búsqueda de un operador especializado que como mínimo signifique ahorros económicos y liberación de activos fijos como contribución a aliviar la parte financiera de la empresa y es uno de los primeros objetivos cuando se realiza esta clase de operación con terceros (Mora, 2010, pág. 244)

Como bien lo indica Mora en su descripción de aplicar dicha modalidad a las actividades, no todas las compañías se plantean tercerizar áreas como la producción, la estrategia de ventas, el departamento de crédito, el área de investigación, pero si muchas se plantean hacerlo con áreas como transporte, reclutamiento, contabilidad, y seguridad, entre otras. Sobre la mesa de los ejecutivos, siempre está el tema, para determinar la metodología más conveniente de transporte que debe utilizar la compañía, y en un estricto benchmarking con la competencia.

La logística se convierte en uno de los factores más importantes de la competitividad, ya que puede decidir el éxito o el fracaso de la comercialización de un producto. (Castellanos, 2009, pág. 3).

Por tanto, las actividades de transporte, estén a cargo de la propia compañía o estén tercerizadas, deben cumplir con prácticas que garanticen, que los recursos destinados a ello se utilizan de la mejor forma posible, que se realizan las mediciones y análisis, y que se fomenta una gestión de mejora continua.

Para definir las políticas de transporte de una empresa, se puede empezar por definir, las variables del nivel de servicio requerido, y considerar las demás políticas empresariales, incluidas las de calidad, seguridad, responsabilidad social, responsabilidad ambiental, mercadeo, etc. Luego, se debe afinar el tema de costos, y se vuelve al ciclo de análisis hasta que la ecuación obtiene un resultado adecuado, se fijan los parámetros, y posteriormente vendrá la implementación de dicha estrategia.

Cuando la distribución se realiza con flota propia, los encargados de dicha área deben procurar mantener los costos a un nivel aceptable que justifique el brindar dicho servicio de forma directa por la empresa; cuando la distribución se realiza con flota tercerizada generalmente los costos son acordados previamente de forma tal que el contratista y el proveedor salgan beneficiados, y se utilizan unidades de medición tales como kilómetros recorridos o kilogramos transportados, o combinaciones de estas. Incluso dependiendo del tipo de operación, un flete pueda resultar conveniente realizarlo con flota propia, y otros fletes resultan convenientes realizarlos con flota subcontratada, llevando a las compañías a tener ambos tipos de servicio para su operación de transporte.

“El coste por envío mínimo se consigue, obviamente, para $M=0$, enviando vehículos vacíos...” (Robussté, Logística del transporte, 2005, pág. 57).

Robussté se refiere a M como la cantidad objetos en un envío, y aunque ejecutar un transporte de esa manera sería una locura, sí efectivamente dicha práctica sería el mejor resultado para dicho indicador, sin embargo, eso contribuiría a que los costos promedio o de artículos se vean incrementados; Así entonces, hay que plantearse si un indicador nos puede hacer caer en malas prácticas, y determinar cuáles son los indicadores que realmente están asociados con una optimización de la operación. Aunque la afirmación de Robussté parezca una grosería para la lógica, encontramos en ella el indicio de esta investigación, una independencia de un buen indicador con una sana práctica.

La literatura de las operaciones logísticas es muy amplia, pero abundan los estudios y criterios en compras e inventarios, producción, y almacenamiento, mientras los enfoques en el área de transporte tienden a ser poco profundos; la cantidad de dichos análisis se reduce al enfocarnos en los diferentes tipos de transporte, e incluso, los análisis que se desprenden de estudios en transporte, se enfocan mayormente para el canal del sector mayorista, y el sector de retail queda fuera del foco, asumiendo muchas veces que el funcionamiento para ambos sectores se puede replicar o es equivalente.

En el campo que concierne a los transportes, existe muchísimo por descubrir, desarrollar y mejorar; e implementar procesos que contribuyan a la optimización de los procesos en la empresa.

“A pesar de que en muchos casos un porcentaje de ahorro pequeño puede significar consideraciones económicas relevantes, normalmente en los problemas reales no se obtienen las soluciones óptimas debido a la complejidad y gran tamaño que presentan” (Robussté, 2005, pág. 60)

Se debe encontrar la forma de optimizar la operación en términos económicos y de servicio, y considerar todas las variables necesarias, y una de esas variables debe ser la productividad del área y de los equipos asociados a la operación.

“No depende exclusivamente del origen y destino y del volumen, sino de la demanda y de la configuración de costes; el problema es global y la optimización exige una visión integral.” (Robussté, 2005, pág. 112).

1.1.1 Introducción al tema del proyecto

Todo lo que se mide se puede mejorar, ha sido una premisa con la cual muchísimos ingenieros han desarrollado avances y mejoras en los procesos productivos; desde cualquier arista que se mida un proceso, siempre el resultado podrá ser sometido a análisis para mejoras, con la ventaja de poder realizar las comparaciones entre los resultados de cada análisis. Y entre mayor cantidad y tipos de mediciones se realicen de un proceso, nos permitirá tener un mejor panorama para la toma de decisiones.

La evaluación aplica a cualquier elemento involucrado en los procesos de cualquier organización; si se trata del recurso humano hoy día se documentan las evaluaciones del desempeño con tendencia 360º, la cual consiste en que el colaborador sea evaluado no solo por el supervisor, sino, en cualquier ángulo de los círculos con los que se relaciona; mientras que para el área de producción

se tiende a evaluar la capacidad productiva para las máquinas y operarios; cada elemento puede tener indicadores para ser evaluado. Como lo describe Mora, los indicadores logísticos son

“relaciones de datos numéricos y cuantitativos aplicados a la gestión logística que permite evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso. Incluyen los procesos de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y los flujos de información entre los socios de negocios.” (Mora, 2012, pág. 7)

En logística existen muchísimos indicadores ya previamente definidos para determinar el rendimiento de los procesos, y, cuando en logística nos referimos específicamente a los procesos de distribución y transporte, lo común es contemplar entre otros, las evaluaciones de servicio al cliente, y además mantener indicadores sobre costos de la operación. Y empiezan a surgir algunas dificultades que se deben sortear para buscar el menor impacto, como podrían ser el alto precio de los combustibles, las dificultades de tránsito, deficiente infraestructura de caminos, o la alta inversión que se requiere para los vehículos; todo lo anterior entre muchos otros factores encarecen los costos finales de los productos, y, por tanto, los encargados de dichos procesos deben asegurarse de ser eficientes para mantener los costos tan bajos como sea requerido.

Propiamente en transporte, algunas empresas han optado por tercerizar completamente los servicios, otras en cambio mantienen una combinación de flota propia y flota tercerizada, y algunas otras trabajan solo con flota propia. No siempre la decisión priva únicamente por factores económicos, y algunas veces se pondera a favor de razones mercadológicas u otras más estrategias, sin

embargo, no exime que el factor económico de costos este considerándose de forma latente en los escritorios de las gerencias, siempre atentos a indicadores de costos y productividad.

“En el enfoque logístico la distribución aparece como una de las tres áreas que componen el sistema: aprovisionamiento, producción y distribución física. En el enfoque de marketing la distribución se enmarca dentro de las variables de la acción comercial...” (Pilar, 2007, pág. 138).

Como lo señala Pilar, cuando el enfoque está ligado al marketing, el transporte toma gran importancia ya que impacta directamente los costos de venta para el producto, además cuando la distribución se realiza a través de diferentes canales que a veces tienen políticas que son difíciles de controlar por el productor.

Tanto el enfoque logístico como el enfoque en marketing, se convierten en los bastiones donde el área de distribución debe ingeniarse para cubrir los requerimientos de costo y servicio, hoy día no debería haber una separación de alguno de estas variables que le genere frutos, como si lo haría el conjunto de ellas. La suma del todo, es mayor que la suma de las partes.

Enfocándonos al proceso logístico, los camiones, como máquinas que son, y los operadores encargados de su conducción, se convierten en lo que podría denominarse de forma coloquial como “yunta de bueyes” pues el trabajo de uno está ligado al trabajo del otro; y para evaluar su trabajo usualmente se utilizan indicadores sobre el trabajo realizado por la maquina lo cual está ligado al desempeño del conductor, y dentro de los indicadores comunes se intenta

obtener un costo por unidad, y la cantidad de unidades entregadas, por lo tanto se recurre indicadores como:

- Carga transportada por litro de combustible consumido: Se contabilizan los litros de combustible consumidos durante un periodo, sea unidades de litro o monto económico, y dicho valor se divide entre las toneladas transportadas para conocer cuál ha sido el costo promedio de combustible por cada tonelada.
- El Factor de carga: Se define la capacidad máxima o deseada del equipo a ocupación plena, y en cada despacho realizado se divide la cantidad de toneladas despachadas entre el valor pleno, y así se obtiene el % de aprovechamiento del equipo y una medición del trabajo.

Otros muchos indicadores pueden considerarse, incluso reforzado hoy en día por muchísimos datos que se desprenden de la información que generan las mediciones a través de los GPS. Aunque no siempre se logra el beneficio deseado, y los sistemas de monitoreo no siempre son la solución, llegado a brindar tanta información que dificultan el análisis, y no necesariamente se pueden encasillar en informes genéricos, llegando a requerir de cierta adaptación de los datos para ser correctamente interpretados.

A través de un concepto en la lectura de Robussté, se puede plantear la propuesta para medir el trabajo de la flota en a la empresa Alimentos del Norte, pues si lo más económico para un transporte sería que el camión saliera a trabajar vacío, entonces, no siempre los costos bajos de transporte, podrían estar asociados a una optimización del trabajo y utilización que realiza la flota de distribución para una empresa.

Así, surge la propuesta de realizar una medición de los tiempos productivos y tiempos ociosos de los camiones, para determinar el aprovechamiento que se les da, y poder así tener indicadores de costos basados en aprovechamiento.

1.1.2 Antecedentes del contexto de la empresa

Para referirse a la empresa Alimentos del Norte, conocida comercialmente bajo su marca de concentrados “ALIANSA”, hay que referirse primeramente a la corporación a la cual pertenece, y se trata de CMI (Corporación Multi Inversiones), la cual inició operaciones hace casi noventa años en Guatemala y Centroamérica.

Es una corporación familiar multilatina, fundada por Juan Bautista Gutiérrez en los años 1920s, originalmente como un negocio de familia, sin embargo, hoy CMI abarca unas 300 compañías, emplea a 36.000 colaboradores y opera en 12 países de tres continentes, particularmente en las áreas de Centroamérica y el Caribe donde tiene mayor presencia. (CMI, 2017). Es de las mayores empresas empleadoras de la región centroamericana.

Las operaciones de CMI están estructuradas de acuerdo a cada una de las unidades de negocio de la corporación, en total seis que operan en los sectores de molienda, restaurantes de comida rápida, operaciones avícolas y porcícolas, proyectos de generación de energía renovable, desarrollo y promoción de proyectos inmobiliarios, operaciones financieras y en el 2013 adquirió el 40% de los activos de TELEFÓNICA® en Centroamérica. (CMI, 2017)

Precisamente, de la operación avícola surge la Unidad Industrial Pecuaria de la cual forma parte ALIANSA, y justamente para Costa Rica se encuentra representada por la razón social Alimentos del Norte S.A, encargada de elaborar los alimentos para animales y comercializarlos bajo la marca ALIANSA, la cual tiene presencia en toda la región centroamericana y cuenta con más de 55 años en el mercado

La División Industrial Pecuaria (DIP), desde los inicios en los años 60 se encarga de la producción y comercialización de productos de carne de pollo y cerdo, alimentos procesados; así como de la producción de alimentos balanceados para animales. Cuenta con presencia regional a través de granjas de crecimiento, postura y engorde; plantas de incubación y plantas procesadoras de carne de cerdo y pollo en Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica. (CMI, 2017)

Precisamente como parte de las operaciones de negocio, ALIANSA además de comercializar los alimentos balanceados a clientes externos o terceros, principalmente se encarga de la fabricación de alimentos balanceados, también conocidos como “pienso” o “piensos” que son distribuidos a todas las granjas de la corporación.

ALIANSA nace en el año 1960 en El Salvador realizando la fabricación de alimentos balanceados para las granjas de la corporación, para el año 1966 inicia operaciones en el país de Guatemala, para el año 1988 se expande a Honduras, en 1990 inicia con la producción de alimentos para mascotas, para el año 2000 se expande a Costa Rica en conjunto con otra compañía de la corporación como lo es la procesadora de alimentos Pollo Rey, y se da a través de la adquisición y

compra de varias empresas costarricenses como fueron Pollos Propokodusa, Delji, Tío Pepe y Tico Pollo; en conjunto, tanto Aliansa como Pollo Rey, se denominan como la integración; ya para en el año 2007 entra al mercado en Belice y en año 2015 ingresa al mercado en Nicaragua, aunque a estos últimos dos países ingresa solo con la venta de alimentos para mascotas, y eso es justamente porque en ambos países no cuentan aún con el complemento de la división pecuaria como lo es la procesadora de alimentos Pollo Rey. (Aliansa, 2017)

En Costa Rica, las operaciones inician en la planta de concentrados de la antigua empresa Propokodusa, ubicada en la zona norte del país, a 65km del Cantón de Ciudad Quesada, propiamente en el lugar que a partir de mayo del 2017 se convirtió en el cantón número 82 de Costa Rica, conocido como Río Cuarto; y es a partir de su adquisición de Propokodusa, que la antigua planta de producción es renovada y mejorada en muchísimos aspectos, pues a partir del inicio de operaciones debe empezar a competir fuertemente en el mercado local dominado por dos grandes corporaciones, de esta forma Aliansa busca abrirse paso entre la competencia, y dar a conocer sus productos para aves, ganado y cerdo.

Con todo lo que implica el inicio de las operaciones de su contraparte Pollo Rey Costa Rica, y por ende el abastecimiento de los alimentos balanceados para dichas granjas, ALIANSA empieza a crecer paralelamente en sus ventas a clientes fuera de la corporación, principalmente en las líneas de alimento para ganado, y compitiendo localmente contra los dos grandes tradicionales como lo

son las empresas locales Dos Pinos y Aguilar y Solís, esta última adquirida en año 2009 por la transnacional Cargill.

Ya en los últimos años, el negocio de la división pecuaria se planteó una nueva estrategia y modernización, razón por la cual la planta procesadora de Pollo Rey se traslada en el año 2012 desde la zona norte a la zona central, pasando a ubicarse en Ciruelas de Alajuela. Siendo la operación de pollo de la corporación el principal cliente de ALIANSA, y debido a la migración de ubicación de granjas y planta de Pollo Rey, se inicia el nuevo reto de reubicar la planta de Alimentos del Norte en una zona que represente alguna ventaja competitiva y le permita a ALIANSA seguir creciendo, tanto de la mano de la misma corporación, así como de sus ventas a terceros.

Es por ello que la compañía ALIANSA inicia con la búsqueda de terrenos, y debido a que la mayoría de materias primas se descargan en el muelle de Caldera, el acceso que existe entre esa zona marítima y la gran área metropolitana a través de la ruta 27, se decide que la compañía se traslade a Orotina y para lo cual existe ya un adelantado avance de las obras de construcción, y se pretende que el proyecto de migración ocurra para finales del año 2017.

Se pretende con dicho movimiento, crear muchas oportunidades para el negocio de la empresa, ya que la cercanía con el muelle de caldera va a reducir los tiempos y costos de traslado de las principales materias primas que se descargan en los buques graneleros del muelle, principalmente el maíz y la soya, pues ambas representan más del 90% del total de materias primas requeridas para la fabricación de los concentrados.

1.1.3 Justificación del problema

Debido a que los concentrados para animales son productos que se consideran un negocio de baja rentabilidad, pero de alto volumen, cualquier esfuerzo en optimizar los procesos, costos, y calidad es muy bien apercibido en los resultados totales del negocio, principalmente en los resultados financieros. Inversamente, cualquier desmejora de los mismos factores puede producir efectos no deseados y eso podría dar al traste con el objetivo principal económico de las empresas privadas, el lucro.

Es por ello que los controles de costos se llevan de forma muy estricta, a fin de minimizarlos y ajustarlos tanto como sea posible, e igualmente alineados con los requerimientos de calidad y servicio.

Para poner en referencia los precios versus los volúmenes, sí se compara el precio de una tonelada de producto terminado de concentrado para animales, en promedio puede rondar los \$600 a precio de venta en distribuidor, una tonelada de pintura de mediana calidad ronda los \$3100 a precio de venta en distribuidor, y una tonelada de carne de cerdo ronda los \$5800 también en distribuidor.

Con base en los precios de venta, si en la operación de transporte se genera 1 hora extra con un valor de \$5 por alguna situación particular.

Producto	Precio venta aproximado por tonelada	Costo aproximado de 1 hora extra adicional en el flete	Impacto en el encarecimiento del producto
Concentrado para animales	\$600,00	\$5,00	0,833%
Pintura	\$3.100,00	\$5,00	0,161%
Carne de cerdo	\$5.800,00	\$5,00	0,086%

Tabla 1: Comparativo del costo del producto e impacto de factores de mala planificación
Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 1 sirve de referencia para comparar el impacto económico de $\pm \$5/\text{TON}$ en lo que refiere al encarecimiento del transporte que podría generarse en una tonelada de producto, que aunque es más significativo, este se puede lograr atenuar diluyendo el costo entre los volúmenes transportados, volúmenes que suelen ser mayormente representativos en los gráneles.

La trascendencia de la investigación, radica en que ante una operación ya consolidada, y de mucho volumen, no necesariamente quedan muchos espacios de maniobra estratégicos o de planeación, también que las practicas diarias se pueden volver costumbres, lo cual, en el transcurrir del tiempo va a ir reflejando indicadores históricos, y un jefe de transportes, un planificador de distribución, e incluso los encargados de finanzas y costos de la empresa, podrían tener esos datos como parámetros ya predefinidos, sin contraponerlos a discusión, o querer someterlos a procesos de mejora continua.

Podría ocurrir que, debido al alto volumen de la operación, los costos se ven diluidos de forma tal que no se percibe una alteración abrupta. Tampoco puede asumirse que los costos bajos están relacionados con una correcta operación, ya que revisando únicamente los costos de operación se puede minimizar una observación importante. ¿Cómo se hace el uso de los recursos como los vehículos?, ¿se están utilizando correctamente los recursos, están optimizados al máximo o están subutilizados? ¿Hasta qué punto se pueden bajar los costos?

De ahí la importancia de tener indicadores de productividad para las flotas de transporte, pues nos permiten valorar otros aspectos, específicamente valorar si la flota se está usando a una capacidad adecuada o si abundan los recursos, y para el caso de Alimentos del Norte esto es de mucha relevancia, debido a

que la compañía utiliza tanto flota propia como tercerizada; los análisis de las condiciones podrían despejarnos el panorama para que se tomen acciones en favor de optimizar la operación.

Este proyecto permite a la empresa Alimentos del Norte, tener una definición de parámetros basados en aprovechamiento y productividad, un diagnóstico de la operación actual de la compañía , para determinar el uso que se le da a la flota propia, aportando así una herramienta más a la toma de decisiones, beneficiando a la empresa en un todo, pero principalmente el área encargada de despachos, la cual podrá tener mediciones con mejor precisión para que desarrollen sus funciones con mayor efectividad.

Contribuirá a llenar un vacío que existe en muchas operaciones de transporte, pues brindará un análisis detallado de la productividad para cada uno de los camiones y otros recursos asociados, que brinden servicio a la compañía.

Esta investigación contribuirá con la creación de un instrumento para recolección y análisis de los datos, lo que permite la mejora continua del proceso de distribución de concentrados a granel.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Desarrollo de un modelo para determinar probabilísticamente el tiempo que requieren las actividades que realiza la flota de transporte en la ejecución de las actividades de distribución de gráneles para la empresa Alimentos del Norte.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1 Objetivo general

- Establecer un modelo de planificación para flotas de transporte basado en cálculos probabilísticos que contribuya al tomar decisiones para la distribución de gráneles de la empresa Alimentos del Norte.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar por medio de encuestas y otras herramientas propias de la ingeniería industrial, los controles de productividad de la flota y su efecto en la empresa.
- Realizar un mapeo del proceso y determinar los puntos con toma de decisiones y planificación de la operación.
- Analizar los datos y registros existentes de despachos y transporte a granel.
- Clasificar las acciones o procesos que correspondan a tiempos de la jornada productiva y los parámetros para medición.
- Crear los parámetros requeridos para delimitar los indicadores o actividades productivas que no tengan métricas.
- Diseñar los cálculos y estructura para recolección de información y análisis de la operación de transporte, para que sea implementada por la gerencia.
- Establecer valores cuantitativos en desempeño de productividad para contribuir en la planificación de despachos y toma de decisiones.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances

El desarrollo de este proyecto se implementará en el primer cuatrimestre del 2017, en el departamento de logística y transporte de la empresa Alimentos del Norte, en la planta ubicada en Santa Rita de Rio Cuarto, Alajuela; y quedara abierto para ser parametrizado por la compañía cuando realice la migración a la planta en Pozón de Orotina, Alajuela.

De igual forma, debido a que la compañía tiene operaciones en varios países de la región, nuevamente se podría exportar el modelo para cálculo de productividad y replicarlo en las demás operaciones de distribución de gráneles para los otros países.

Se realizará un diagnóstico de la situación actual para determinar la productividad y utilización que se realiza de la flota de transporte. El desarrollo del proyecto de medición de productividad de flotas, en la compañía Alimentos del Norte, podrá ser replicado en cualquier ubicación con la modificación de algunos parámetros, e incluso existirá factibilidad para exportarse a la operación de distribución de la Corporación Multi Inversiones, en el resto de países, y brindara una herramienta al personal de logística para tomar decisiones y delimitar las condiciones a partir de las cuales se deben subcontratar los transportes, además presentara un panorama de cuánto deben comprometerse a realizarse despachos con flota propia, permitiendo mayor aprovechamiento de los recursos que tienen asignados, y contribuyendo a la empresa de manera operativa y económica.

1.4.2 Limitaciones

Los resultados de la investigación, al igual que todos los sistemas, dependerán muchísimo de los registros históricos de la compañía, y de la veracidad de otros datos recopilados por diferentes fuentes.

Algunas mediciones requieren de muchísimo tiempo y controles estrictos, incluso podrían considerarse la realización de las mediciones de tiempos bajo los requerimientos de herramientas de ingeniería tales como el estudio de tiempos de trabajo y la ingeniería de métodos, ambas herramientas contribuyen al análisis minucioso de las actividades y calcular así los tiempos estándar de dichas, considerando incluso factores como la fatiga; sin embargo, por razones de tiempo y recursos, la estimación de algunos tiempos se realizara con promedios obtenidos con algunas mediciones, sin que necesariamente la cantidad de mediciones represente una cantidad significativa para que el dato se considere fiable de forma estadística.

Sobre la confidencialidad de algunos datos, al tratarse con valores de los despachos a granel, y estos corresponder a datos sobre volúmenes de ventas, se tendrá que fijar alguna constante (k) con valor menor a 1 ($k \leq 1$) para que afecte el volumen real en una misma proporción a todos los registros, y por tanto, algunos cálculos o beneficios expuestos en el documento se verán minimizados con respecto al valor real.

Por razones de privacidad no se obtiene permiso para realizar capturas de la información que brinda el software Mtech, el cual se encarga de pronosticas los consumos y despachos a las granjas. Únicamente se permite la visualización con objetivos meramente de reconocimiento y alcance para la investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 MAPA CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA

2.1.1 Mejoramiento continuo

La importancia de esta técnica gerencial es contribuir a mejorar las debilidades y afianzar la fortaleza de la compañía en las operaciones de distribución. A través del mejoramiento continuo se logrará ser más productivos y competitivos en el mercado de Piensos e impactar la operación de la empresa en Costa Rica; se deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe alguna actividad de mejora en distribución pueda corregirse y resulte en una ventaja.

Decir que la mejora continua de los procesos es necesaria para ser y permanecer entre los más competitivos es algo ya sabido y de lo cual mucho se ha escrito y hablado, lo importante es definir las estrategias y tácticas para llevarlo a cabo... (Lefcovich, 2009, pág. 5)

Dentro de las ventajas de este análisis, está concentrar el esfuerzo en los procesos puntuales para ver resultados palpables producto de las mejoras en un corto plazo. En cuanto se logre determinar que la productividad de la operación es la adecuada, va a generar márgenes óptimos. Y en caso de que se determine que a productividad se encuentre a un nivel bajo, permitirá que se tomen acciones para aumentarla.

La excelencia comprende un proceso que no se logra culminar, pero la búsqueda de ello genera que cada día la compañía esté más cerca de lograrlo. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo, y resulta un medio eficaz para desarrollar cambios leves y positivos que van a permitir, ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes.

Para determinar las oportunidades de mejora, se debe analizar un estudio de tiempos productivos, seleccionar las variables de efectividad más importantes como lo sería el cumplimiento de cierta cantidad de horas al día, conduciendo o descargando el Pienso en las granjas. Dichos indicadores nos mostraran que tan eficiente es el aprovechamiento de la flota propia y la forma como se está realizando el compartimento de los transportes entre flota propia y tercerizada. Un indicador que mostrará la falta de productividad será el tiempo ocioso de los equipos.

2.1.2 Costo

Es la forma de medir la eficiencia relativa de un proceso, pero no necesariamente nos apuntala a la eficiencia, por eso es una medición relativa, y lo relacionaremos con indicadores de productividad, pero estos se deben identificar primeramente para tener los valores estimados o reales del proceso de transporte y la distribución. En caso de no tener los reales, se pueden utilizar costos estimados de la información actual, pues determinar los costos exactos podría necesitar mucho trabajo sin que exista mayor variación en el resultado del beneficio esperado.

No se trata en realidad de reducir costos, sino más bien de eliminar sus causas, de lo que realmente se trata es de evitar la incorrecta utilización de los recursos... (Lefcovich M. , 2009, pág. 4)

Los costos directos variables son recurso humano, mantenimiento, maquinaria y equipo, Los costos indirectos variables son aquellos que se determinan por comportamiento de otras variables, como se generan podrían excluirse si se eliminara un desperdicio.

En Gestión de Transportes (Paz, 2008, pág. 269) señala 5 componentes que se deben repensar para la determinar los costos operativos de las unidades de transporte.

- Tipo de unidad de transporte
- Recorrido mensual promedio. Tipo de itinerario
- Tipo de rutas
- Tipo de cargas
- Coeficiente ocupacional de la unidad

En una operación de transporte, haciendo la analogía con el área productiva, el camión representa la maquina productiva por excelencia, y tendrá asociados costos los cuales se asociarán a medidas fijas o variables, entendiendo fijos periodos definidos que no varían significativamente con la operación tales como. Se detallan los costos definidos para el transporte según (Carmona, 2005).

- El coste de amortización.
- Dietas y salarios.
- Seguros y tasas.
- Gastos financieros.

Además, Carmona define gastos que si varían conforme a otras variables de uso tales como recorrido, carga, horas de trabajo, dentro de los cuales están los costos:

- El coste de carburantes.
- El coste de lubricantes.

- El coste de neumáticos.
- El coste de las reparaciones.
- Gastos generales.

Lefcovich presenta una justificación en costos, al también aclarar, porque razón el incremento de la productividad va a contribuir tan significativamente en las finanzas, al indicar que “cuando se hace el análisis de costos, no se trata de reducir los costos totales, sino los costos por unidad de ingreso”. (Lefcovich M. , 2009).

Ambas afirmaciones de Lefcovich representan la relación entre la parte financiera de la compañía, y la parte operativa. En el caso de los transportes, se tendrá entonces que hacer un uso correcto de los recursos a través de la optimización del uso para disminuir los costos.

2.1.3 Productividad

La productividad no es una medición de la producción, que generalmente esto corresponde a la mayor parte de indicadores que las empresas desarrollan. La productividad es una medida de lo bien que se han utilizado los recursos, o básicamente puede verse como una relación entre producción y los recursos, es la relación entre los bienes producidos y la cantidad de recursos utilizados.

Es la capacidad o nivel de producción por unidad de trabajo, equipo, planta, etc., Diversos autores lo presentan como una referencia de cumplimiento sobre alguna causa.

Relación entre lo que se produce o los servicios que se prestan y los factores de producción empleados durante un período de tiempo determinado. (Soler, 2009, pág. 233)

Entonces para medir la productividad se hará como el porcentaje de utilización de la capacidad... (Bain, 1985, pág. 4) .

De esta manera, el único camino que plantea la ingeniera industrial para que una empresa pueda aumentar su rentabilidad es mediante el incremento de su nivel de productividad es decir, a través del aumento de la producción por hora de trabajo. (Herrera, Martínez, & Villalobos, 2010)

Cualquier aumento que se obtenga de esta será determinante para la economía de la empresa, pues de esta forma, al elevar la productividad se produce más con los mismos recursos, ósea, manteniendo los mismos costos fijos se aumenta la producción, o al menos, se tiene una medición de ello que permite evaluar.

2.1.4 Cuartiles o cuartillas

Tanto las medidas de tendencia central como de dispersión, a veces, son insuficientes, sobre todo cuando desea presentarse el análisis con respecto a la posición que ocupa la información que resulta relevante, así, por ejemplo, podría hablarse de dividir la información a la mitad, esto, realizado por la mediana, en cuatro partes, en cinco o en cualquier otro tipo de divisiones.

Sobre la definición de división de observaciones, Monroy (2008) nos dice:

Un cuartil es un punto en una escala numérica que se supone abarca una serie de observaciones dividiéndola en dos grupos, cuyas respectivas

proporciones se conocen. A medida que se divide la serie en más partes aparecen los cuartiles, quintiles, deciles y percentiles. Una serie donde sus valores se encuentren ordenados de forma creciente o decreciente, aquellos tres términos que dividen a la serie en cuatro partes o grupos de números iguales. El primero de éstos recibe el nombre del primer cuartil, el siguiente segundo cuartil y el último tercer cuartil. Análogamente, los términos que dividen a la serie en 10 partes iguales, se llaman "deciles" y se representan por D_1, D_2, \dots, D_{10} , y los términos que dividen a la serie ordenada en 100 partes iguales, se llaman "percentiles" o "percentiles" y se representan por los símbolos P_1, P_2, \dots, P_{100} (pág. 73)

Para muchos propósitos es importante obtener valores que dividen el conjunto ordenado de datos en fracciones específicas: todas estas medidas se denominan cuartiles. La mediana es un ejemplo de estas medidas pues divide el conjunto en dos partes iguales, es decir, la mitad de los valores son inferiores a la mediana y a la otra mitad, superiores.

En forma similar, pueden calcularse los cuartiles que son valores de las variables que dividen el conjunto en cuartas partes. Así, el primer cuartil (Q_1) es un valor tal que una cuarta parte de las observaciones son menores que él y $\frac{3}{4}$ partes, mayores: el segundo cuartil Q_2 es igual a la mediana y el Q_3 supera a $\frac{3}{4}$ partes de las observaciones y solo es superado por un cuarto de ellas.

Los cuartiles son representados como Q_i $i=1,2,3,4$.

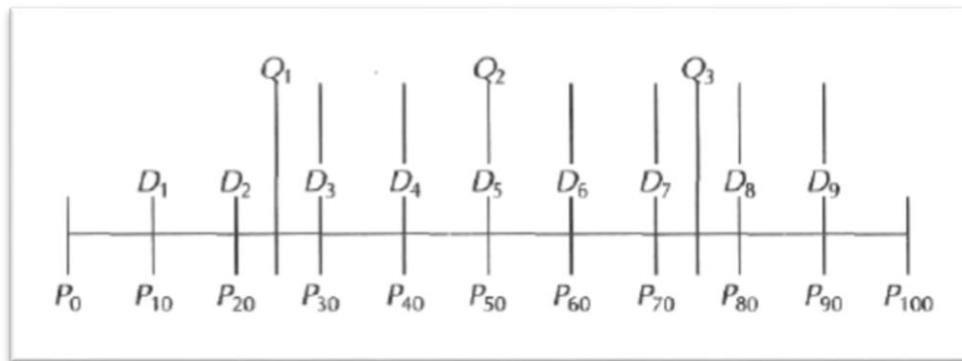


Figura 1: Representación gráfica de diferentes cuartiles.
Fuente: Estadística descriptiva. 2008.

El primer cuartil considera el 25% de la información a su izquierda y el 75% a la derecha; para el segundo cuartil considera el 50% de la información tanto a la derecha como a la izquierda, este coincide con la mediana; el tercer cuartil considera el 75% de la información a la izquierda y el 25% a la derecha. El cuarto cuartil, no se indica ya que considera a toda la información. Por lo anterior, se puede afirmar que los cuartiles son tres valores que dividen a la serie de datos en cuatro partes iguales, como puede apreciarse en la figura dos.

2.1.5 Desviación Estándar

Para conocer con detalle un conjunto de datos, no es suficiente obtener la medida de tendencia central, sino que se necesita conocer también la desviación que presentan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución, con la finalidad de contar con una visión de los mismos más acorde con la realidad en el momento de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones.

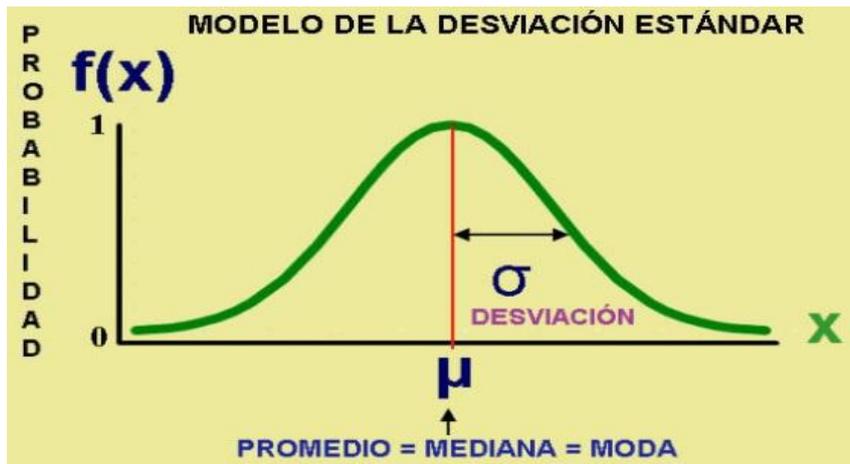


Figura 2: Modelo de la desviación estándar.
Fuente: Manual de Estadística. 2004.

La definición de desviación estándar está asociada a otros criterios estadísticos como la varianza, por ello Monroy (2008) cita:

Se llama desviación o desvío a la diferencia entre un valor individual x_i y la media \bar{x} . La varianza es una medida de dispersión en la que hallamos las desviaciones al cuadrado. Esto indica que la unidad de varianza se expresa en unidades al cuadrado. Para superar esta insuficiencia y disponer de una medida de la dispersión de las puntuaciones que se exprese en unidades, que no sean al cuadrado, se calcula la raíz cuadrada de la varianza conocida como desviación estándar. (pág. 101)

El estadígrafo para el cálculo es:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Figura 3: Formula de la desviación estándar.
Fuente: Estadística descriptiva. 2008.

La desviación estándar indica cuanto se alejan, en promedio, las observaciones de la media aritmética del conjunto. Es una medida de dispersión muy usada en estadística, tanto en aspectos descriptivos como analíticos. También, tiene mucha importancia su cuadrado, que recibe el nombre de variancia.

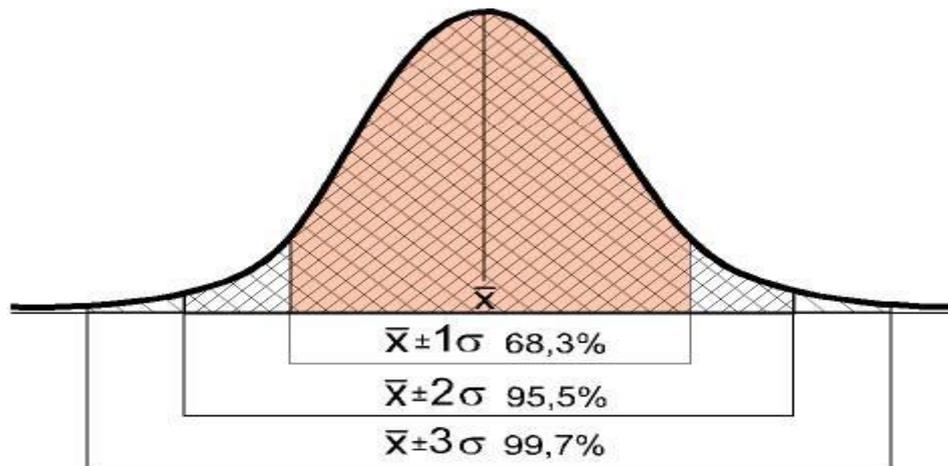


Figura 4: Curva de distribución normal y distribución de valores con respecto a la desviación estándar

Fuente: (García, 2017)

2.1.6 Eficiencia

Se refiere a la proporción del producto de un proceso en relación con algún parámetro. Eficiencia significa hacer algo al costo más bajo posible, en términos generales, es la meta de un proceso eficiente, es producir un bien o prestar un servicio, utilizando la menor cantidad posible de insumos.

Relación que se establece entre unos resultados obtenidos y las actividades llevadas a cabo y los recursos empleados para conseguirlos (Soler, 2009)

2.1.7 Muestreo

El muestreo es una herramienta de la investigación científica. Su función básica es determinar que parte de una realidad en estudio debe considerarse para ser

analizada, sea población o universo, y debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población.

Para referir al muestreo, se debe resumir a la unidad más básica y elemental que lo conforma, denominada, muestra.

Es cualquier subconjunto seleccionado de una población, que sigue ciertos criterios establecidos en la teoría del muestreo. La muestra es el elemento básico en el cual se fundamenta la posterior inferencia acerca de la población de donde procede. (Rodríguez & Pierdant, 2014, pág. 7)

Al existir variaciones entre las diferentes muestras, se puede cometer el error de llegar a conclusiones sobre una población, basados únicamente en un análisis realizado en una parte de ella, y esto se conoce como error de muestreo, se debe entonces procurar obtener una muestra adecuada y representativa, para lograr una versión reducida de la población.

Precisamente como no siempre es posible o conveniente realizar un análisis del total de la población, lo que se hace es trabajar con una muestra representativa de la población; y cuando una muestra es representativa, significa por tanto que reúne aproximadamente las características de la población que son importantes para la investigación.

El muestreo es útil gracias a que podemos acompañarlo de un proceso inverso, que llamamos generalización. Es decir, para conocer un universo lo que hacemos es (1) extraer una muestra del mismo, (2) medir un dato u opinión y (3) proyectar en el universo el resultado observado en la muestra. Esta proyección o extrapolación recibe el nombre de generalización de resultados. (Ochoa, 2015)

Existen muchos criterios de clasificación de los diferentes tipos de muestreo, aunque en general pueden dividirse en dos grandes grupos: métodos de muestreo probabilísticos y métodos de muestreo no probabilísticos.

■ Concepto de muestra

Se define como muestra al conjunto de elementos representativo de una población.

Las muestras se pueden clasificar en:

- I. **Probabilísticas**, donde el proceso de selección de los elementos que la estructuran se basa en las reglas de la probabilidad. Entre las muestras probabilísticas se pueden citar las siguientes:
 - **Simple**. Son aquellas donde los elementos de una población son etiquetados numéricamente de manera que puedan ser seleccionados en forma aleatoria, y pueden ser con o sin reemplazo.
 - **Sistemáticas**. Son aquellas donde los elementos de la población son etiquetados numéricamente y catalogados por intervalos, seleccionándose en forma aleatoria de cada intervalo y repitiéndose el procedimiento hasta completar la muestra.
 - **Estratificadas**. Son aquellas donde los elementos de la población se clasifican en subgrupos o estratos de acuerdo con una característica definida, procediendo a realizar un muestreo simple de cada estrato, de manera que la muestra contenga elementos de todos los estratos.
 - **De conglomerado**. Son aquellas donde los elementos de la población se catalogan en subgrupos de acuerdo con una característica de orden general, como lo es una clasificación por género, colonia de residencia o lugar de nacimiento. Así, una vez formados los conglomerados, estos deben ser seleccionados en forma aleatoria, de manera que se elijan tantos elementos de cada uno hasta que se complete la muestra.
- II. **No probabilísticas**, donde los elementos de una población no cuentan con una probabilidad de ser seleccionados para estructurar una muestra. Dentro de las muestras no probabilísticas se pueden citar las siguientes:
 - **De conveniencia**. Son aquellas donde los elementos son seleccionados por cumplir con ciertas condiciones o características que faciliten el análisis del fenómeno; inclusive pueden estructurarse por voluntarios.
 - **De criterio**. Son aquellas donde los elementos son seleccionados con base en un criterio o juicio del observador.
 - **Por cuotas**. Son aquellas donde la población se cataloga en estratos, y se procede a seleccionar tantos elementos de cada uno hasta que se complete la muestra.
 - **De bola de nieve**. Son aquellas donde se selecciona un cierto número de elementos a los cuales se les solicita ofrezcan referencias sobre otros elementos de la población, y se repite el procedimiento hasta completar la muestra o satisfacer algún requisito en el número de elementos.

Figura 5: Clasificación de tipos de muestras.
Fuente: Probabilidad y estadística. 2014.

Una vez especificado el tipo de muestreo, se requiere también definir la cantidad de muestras que se van a requerir, cuyo cálculo dependerá de diversos factores, como el tipo de variable que se está considerando, si es variable

cualitativa, o sea en porcentajes, o si es una variable cuantitativa, o sea promedios; también depende de dos parámetros a considerar sobre los datos, y son el margen de error y el nivel de confianza.

Según (Ochoa, 2015) tanto el margen de error, el nivel de confianza y el tamaño de la muestra están relacionados directamente entre sí, el aumento de uno afecta cualquiera de los otros, de forma que:

- Reducir el margen de error requiere aumentar el tamaño de la muestra y al aumentar el tamaño de muestra puedo reducir el margen de error.
- Aumentar el nivel de confianza requiere aumentar el tamaño de la muestra y al aumentar el tamaño de muestra puedo aumentar el nivel de confianza.

El margen de error corresponde al intervalo en el cuál se encuentra el dato que requiere ser medido. Si a través de los cálculos deseo un margen de error del 5%, y los datos tienen una media de valor de 2.1 entonces significaría que la media está entre $(2.1 - 5\%)$ y $(2.1 + 5\%)$ por lo que se define un intervalo [2.00 , 2.21]

El nivel de confianza se refiere a la certeza que el dato obtenido está dentro del margen de error. Si por ejemplo, se desea un nivel de confianza del 95%, entonces significaría que, de cada 100 muestras realizadas, el 95% de ellas corresponderían a ubicarse dentro del intervalo [2.00 , 2.21]; mientras que el 5% restante de muestras corresponderían a valores fuera de ese intervalo.

El teorema del límite central es una herramienta base para el cálculo del número de muestras, y se fundamenta en que bajo condiciones generales, la suma de muchas variables aleatorias independientes tiene un comportamiento a una distribución normal, conocida como la campana de Gauss

Si bien es cierto que de acuerdo con principios matemáticos conocidos como teorema del límite central, la muestra tenderá a semejarse más a la población mientras mayor sea su tamaño, la creencia de que mientras mayor sea la muestra mejor será el estudio no es necesariamente cierta, además de que no siempre es posible. (Velasco R. V., 2003)

Debido a la distribución, se puede determinar cuál es la probabilidad de que el universo tenga ese mismo valor o un valor parecido, y por tanto, el valor que se calcula a través de la muestra será el más probable para el universo de datos.

Valor de Z	0,67	0,84	1,04	1,28	1,64	1,96	2,33
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,50%	99%

Tabla 2: valores de Z en tablas de probabilidad y niveles de confianza
Fuente: Elaboración propia en base a tablas de distribución normal

Debido a que la campana de Gauss presenta una distribución que al alejarse de la media van disminuyendo las probabilidades, entonces se puede determinar un intervalo alrededor del valor más probable con el nivel de confianza, y la distancia de alejamiento con respecto a la media determina el margen de error.

Para el cálculo del muestreo que debe realizarse, se utilizan comúnmente cuatro formulas, y el uso depende de los datos con que se cuente, y de la finalidad del muestreo, según (Maestro, 2017) en la figura seis, las formulas 1 y 2 se utilizan para cálculos de variable cualitativa cuando se requieren hacer estimaciones de proporciones o porcentajes, y respectivamente cuando el tamaño de la población no se conoce o si, mientras las formulas 3 y 4 se utilizan para variable cuantitativa cuando se quiere realizar una estimación de promedios, y respectivamente cuando el tamaño de la población no se conoce o sí.

$$(1) n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

$$(2) n = \frac{NZ^2 pq}{(n-1)E^2 + Z^2 pq}$$

$$(3) n = \frac{Z^2 \delta^2}{E^2}$$

$$(4) n = \frac{NZ^2 \delta^2}{(n-1)E^2 + Z^2 \delta^2}$$

Figura 6: Formulas para cálculo del tamaño de la población

Fuente: (Maestro, 2017)

Dónde:

- n = tamaño de la muestra que queremos calcular
- N = tamaño del universo
- Z = desviación del valor medio, que viene dado por la forma que tiene la distribución de Gauss.
- E = margen de error máximo que se admite.
- p = probabilidad de que ocurra el suceso esperado. Se utiliza el valor conocido, y se usara p=50% si no se tiene ninguna información sobre la proporción.
- q = Complemento de p para que suma de ambos (p+q) = 1
- σ = desviación estándar

2.1.8 CPM Y PERT

El diagrama CPM fue diseñado para proporcionar diversos elementos útiles de información para administradores de proyectos. Primero, el CPM expone la ruta crítica de un proyecto, y estas son las actividades que condicionan la duración de un proyecto, por lo tanto, para lograr que el proyecto se finalice en el tiempo programado, las actividades de la ruta crítica deben realizarse conforme al planeamiento.

El método PERT (Program Evaluation and Review Technique) y el método CPM (Critical Path Method) forman las dos técnicas pioneras en el campo de la moderna planificación y control de proyectos. Ambos tuvieron su aparición en 1958. Aunque surgieron de investigaciones independientes, en su esencia son iguales, existiendo solo ligeras diferencias en sus aspectos formales. (Castro, 2006, pág. 10)

Ambas herramientas ofrecen un rico análisis de los tiempos de ejecución de tareas y proyectos, propiciando una plataforma para que teniendo la información de cuánto tarda una actividad, cada vez que se repita esa misma actividad se asigne el tiempo que ya se tiene registrado, y así el PERT podrá convertirse en una base de datos y manejar de esa forma los tiempos de ciertas actividades.

Cuando no se tiene certeza de los tiempos, el CPM utilizará tres estimaciones de tiempo: el optimista, el probable y el pesimista. A esta forma del CPM se le llama PERT (siglas en inglés, Project Evaluation and Review Technique). (Baca, 2014, pág. 150)

Si una actividad de la ruta crítica se retarda, el proyecto como un todo se retarda. Por otro lado, las actividades que no están en la ruta crítica tienen una cierta cantidad de holgura; esto es, pueden empezarse más tarde, y permitir que el proyecto como un todo se mantenga en programa. El CPM identifica estas actividades y la cantidad de tiempo disponible para retardos. Al agregar a la planificación las variables de tiempo pesimista, optimista y probable, y realizar la programación en base a dichas variables de tiempo, transformamos el CPM en un PERT.

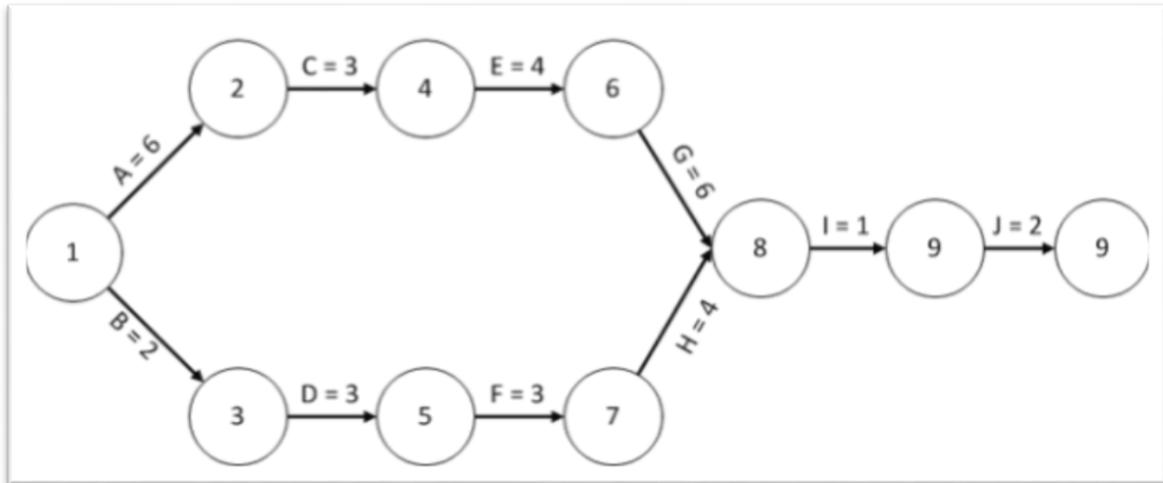


Figura 7: Diagrama de grafo de un PERT
Fuente: (Salazar, 2017)

El algoritmo PERT se desarrolla mediante intervalos probabilísticos, considerando tiempos optimistas, probables y pesimistas, lo cual lo diferencia del método CPM que supone tiempos determinísticos. (Salazar, 2017)

Si se considera realizar todas las actividades de un proyecto a su duración tope, obtendría la duración máxima del proyecto; sin embargo, podrían afectarse los costos. Si el cálculo se realiza con las duraciones mínimas también es posible que se vean afectados los costos. Por tanto, se debe combinar y analizar para obtener el coste total y duración óptima del proyecto.

De acuerdo con el criterio del experto, se asumen las tres estimaciones de tiempo por cada actividad, según (López, 2017), se deben considerar la clasificación de los tiempos como:

- Tiempo optimista (a): Duración que ocurre cuando el desarrollo de la actividad transcurre de forma perfecta. En la práctica suele acudirse al

tiempo récord de desarrollo de una actividad, es decir, el mínimo tiempo en que una actividad de esas características haya sido ejecutada.

- Tiempo más probable (m): Duración que ocurre cuando el desarrollo de la actividad transcurre de forma normal. En la práctica suele tomarse como el tiempo más frecuente de ejecución de una actividad de iguales características.
- Tiempo pesimista (b): Duración que ocurre cuando el desarrollo de la actividad transcurre de forma deficiente, o cuando se materializan los riesgos de ejecución de la actividad.

Según (Salazar, 2017) el trabajar con esta herramienta permite realizar estimaciones para los plazos de cumplimiento, por tanto cuando no se conoce con exactitud la duración de las actividades y, por tanto, no se puede calcular la duración de un trabajo, se debe estimar su duración y también la incertidumbre en su cumplimiento. Con el uso del método PERT se resuelve el cálculo, y se obtiene una solución, que consiste en preguntar al responsable del trabajo o calcularlo por algún método, considerando las tres estimaciones: la «fecha más probable», la «fecha optimista» y la «fecha pesimista» en que puede realizar una actividad, por lo que permite manejar la incertidumbre en el tiempo de término de las actividades

El tiempo (aleatorio) que requiere cada actividad está asociado a una función probabilística beta, que ha demostrado ser la que mejor modela la distribución del tiempo de duración de una actividad.

(Investigaciondeoperaciones, 2017)

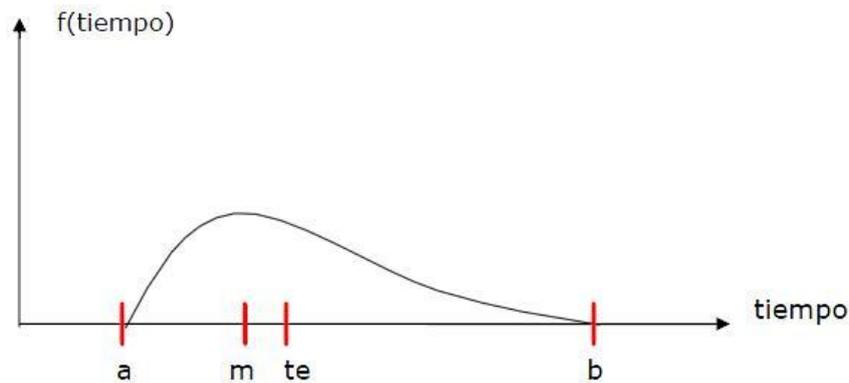


Figura 8: Función de densidad de probabilidad para la función beta
Fuente: (Investigaciondeoperaciones, 2017)

Teniendo en consideración que existen 3 diferentes tiempos estimados para una actividad, se procede a determinar a través de las fórmulas la estimación de los valores para el tiempo medio (m), optimista (a), pesimista (b), y tiempo estimado (te). Por otro lado, para una fácil comprensión, la representación de un PERT se puede hacer también mediante un grafo, donde cada nodo representa el orden de una actividad, y los tiempos de ejecución entre actividades se representan mediante los arcos que las unen.

En la tabla 9 se detalla con un ejemplo las especificaciones requeridas para elaborar los cálculos de un PERT, para comprender de mejor forma las facilidades que brinda para el cálculo de tiempos.

Actividad	Tiempo Optimista (a)	Tiempo más probable (m)	Tiempo pesimista (b)	Tiempo estimado	Varianza
A	3	5,5	11	6	1,78
B	1	1,5	5	2	0,44
C	1,5	3	4,5	3	0,25
D	1,2	3,2	4	3	0,22
E	2	3,5	8	4	1,00
F	1,8	2,8	5	3	0,28
G	3	6,5	7	6	0,44
H	2	4,2	5,2	4	0,28
I	0,5	0,8	2,3	1	0,09
J	0,8	2,1	2,8	2	0,11

Figura 9: Datos para elaborar un PERT

Fuente: (Salazar, 2017)

Si una vez realizado el cálculo de los tiempos de ejecución del PERT, se desea calcular las probabilidades para cumplir con el proyecto en un tiempo X, se deben calcular tres valores y realizar los cálculos de probabilidad, a saber, la varianza, la desviación estándar, y el cálculo de distribución, utilizando las formulas correspondiente:

$$\sum_{i=1}^n \sigma^2 = \text{varianza del proyecto}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \text{desviación estandar del proyecto}$$

Figura 10: Formulas para cálculo de varianza y desviación de un PERT

Fuente: (Salazar, 2017)

Con la información obtenida en la quinta fase, se efectúan los cálculos probabilísticos de terminación del proyecto

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} = \text{Valor de la desviación de la distribución normal}$$

Figura 11: Formula para cálculo de la desviación normal de un PERT

Fuente: (Salazar, 2017)

De forma tal que si un proyecto tarda $\mu = 12$ días y tiene una $\sigma = 1.02$, y quisiéramos calcular la probabilidad de que tarde $X = 15$ días, se deben sustituir los valores y obtener el resultado de probabilidad que indiquen las tablas de distribución normal.

2.1.9 Teoría de colas

La teoría de colas es el estudio de las líneas de espera, filas o colas, que permite el análisis de varios procesos relacionados como son: la llegada al final de la cola, el tiempo de espera en la cola, etc.

La teoría de colas es considerada una rama de investigación operativa porque sus resultados a menudo son aplicables en una amplia variedad de situaciones, y en la investigación será fundamental para determinar los diferentes parámetros de cola que enfrentan los camiones para realizar la carga del pienso en la romana, y que ocurre entre cada uno de los despachos a los clientes.

Las colas se forman debido a un desequilibrio temporal entre la demanda del servicio y la capacidad del sistema para suministrarlo. En las formaciones de colas se habla de clientes, los cuales en este caso corresponderán a los camiones que harán uso de la romana para cargar los despachos.

Los clientes pueden esperar en cola debido a que los medios existentes son inadecuados para satisfacer la demanda del servicio; y cuando esto ocurre se dice que la cola tiende a ser explosiva, es decir, a ser cada vez más larga a medida que transcurre el tiempo.

También ocurre que los clientes puede que esperen temporalmente, aunque las instalaciones de servicio sean adecuadas, porque los clientes llegados anteriormente están siendo atendidos.

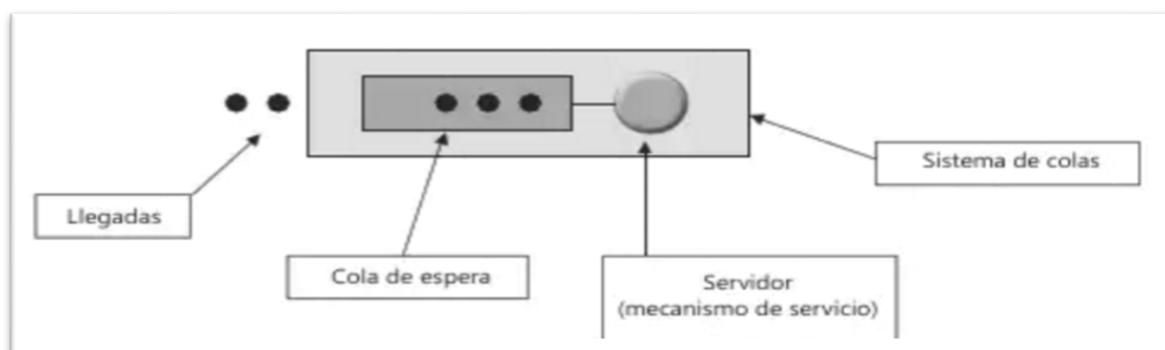


Figura 12: Esquema de un sistema de colas

Fuente: Toma de decisiones gerenciales: métodos cuantitativos para la administración. 2010.

Amaya (2010) define el proceso básico en la mayoría de los sistemas de colas es el siguiente:

- Los clientes que vienen a procurar un determinado servicio se generan a través del tiempo en una fuente de entrada.
- Estos clientes entran al sistema y se unen a una cola.
- En un determinado momento, se selecciona uno de los clientes para poder proporcionarle el servicio en cuestión, mediante lo que se denomina la disciplina de servicio. Esta disciplina es la que rige el mecanismo de atención.
- Una vez seleccionado el cliente, este es atendido por el mecanismo de servicio.
- Una vez terminado el servicio, el cliente sale del sistema.

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, en cuyo caso para la operación de carga de camiones será finito. (Amaya, 2010, pág. 89)

La capacidad de la cola es el máximo número de clientes que pueden estar haciendo cola antes de comenzar a ser atendidos, y debido a que la cantidad de camiones que harán cola para realizar la carga es limitada por la flota propia y los camiones subcontratados, se supone como una cola finita.

Respecto al arribo de los clientes al sistema, (Amaya, 2010) se refiere a ellos con el patrón estadístico mediante el cual se generan los clientes a través del tiempo. La suposición normal es que el proceso se genere siguiendo el

proceso de Poisson, y si el proceso de llegada es Poisson, el tiempo entre cada una de las llegadas sigue una distribución exponencial.

La disciplina de la cola se refiere al orden en el que se seleccionan sus miembros para recibir el servicio, lo común es que se atienda al primer cliente en llegar, pero existen diferentes métodos, entre dichas opciones están:

- FIFO (first in first out) primero en entrar, primero en salir, según la cual se atiende primero al cliente que antes haya llegado.
- LIFO (last in first out) también conocida como pila que consiste en atender primero al cliente que ha llegado el último.
- RSS (random selection of service) que selecciona los clientes de manera aleatoria, de acuerdo a algún procedimiento de prioridad o a algún otro orden.
- Processor Sharing – sirve a los clientes en igualdad. La capacidad de la red se comparte entre los clientes y todos experimentan con eficacia el mismo retraso.

Existen, por tanto, muchos modelos de colas distintos, algunos simples y otros con características muy especiales.

2.1.10 Teoría de grafos

La teoría de grafos es un campo de estudio de las matemáticas y las ciencias de la computación, que estudia las propiedades de los grafos, y son estructuras que constan de dos partes, el conjunto de vértices, nodos o puntos; y el conjunto de aristas, líneas o lados que pueden ser orientados o no.

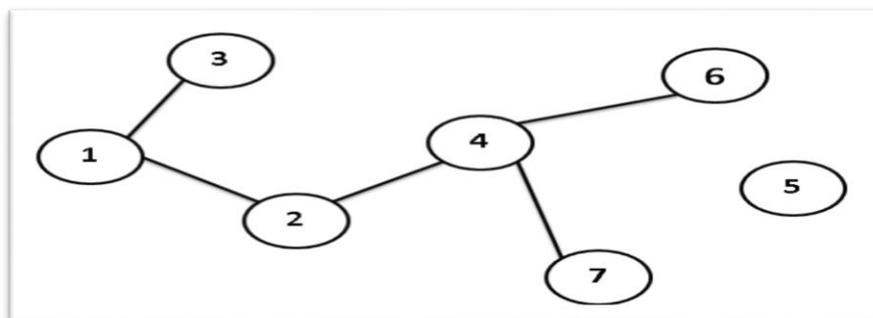


Figura 13: Esquema gráfico de un grafo.
Fuente: Elaboración propia.

La teoría de grafos es una rama de la Matemática discreta y de las aplicadas, y es un tratado que usa diferentes conceptos de diversas áreas, tales como análisis combinatorio, álgebra abstracta, probabilidad, geometría de polígonos, aritmética y topología. (Moreno & Ramírez, 2009, pág. 69)

Actualmente ha tenido mucha preponderancia en campos tales como la informática, las ciencias de la computación y telecomunicaciones, y otras ingenierías, justamente su versatilidad nos permitirá aplicar dicha teoría al análisis del transportes de productos físicos, en lo que respecta a la red de distribución, tal como ya lo han realizado muchos otros autores, pues precisamente los grafos modelan el comportamiento del transporte entre los diferentes nodos, utilizando los diferentes vértices que se comunican.

Los grafos, por lo tanto, están altamente relacionados con PERT, ya que la modelación se hará utilizando las técnicas de Pert las que se modelan los mismos utilizando grafos y optimizando los tiempos para concretar los mismos.

2.1.11 Estudio del trabajo

El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la

utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan. (Salazar, 2017)

La referencia de los estudios de trabajo, radica en determinar el tiempo mínimo irreductible que se necesita para cumplir con un objetivo o tarea, realizando los cálculos para tener la información de dicho tiempo, logrando aproximaciones, y luego optimizar el tiempo tanto como sea posible, analizando escenarios de condiciones perfectas para el desarrollo de las tareas asignadas a los trabajadores.

El estudio del trabajo está conformado por varias técnicas que se encargan de complementar la herramienta, y estos son la ingeniería de métodos y la medición del trabajo.



Figura 14: Interrelación entre las técnicas con estudio del trabajo

Fuente: (Salazar, 2017)

El estudio de métodos o ingeniería de métodos se encarga de simplificar las tareas y establecer los métodos más económicos para efectuarlas

La Medición del Trabajo determina el tiempo estándar que debe invertirse en la ejecución de las tareas medidas.

Los resultados y el proceso de optimización se convierten en un respaldo cuantitativo de las decisiones frente a las situaciones planteadas.

Decisiones en las que sería importante tener en cuenta diversos criterios administrativos (Salazar, 2017)

Es por ello que, como anotación los autores consideran que también se consideren los hechos, la experiencia, la intuición, sin embargo, claramente los cálculos matemáticos corresponden a la propuesta más fiable en argumentos comprobados para las valoraciones.

2.1.12 Estudio de tiempos y medición del trabajo

El estudio de tiempos es una herramienta de la medición del trabajo. La medición del Trabajo consiste en aplicar técnicas para determinar el tiempo que tarda un trabajador calificado en ejecutar una tarea, según el procedimiento establecido, y para ello se hace uso de la herramienta de estudio de tiempos.

Debido a que los tiempos de ejecución de un trabajo pueden aumentar y variar por múltiples causas, la ingeniería permite aplicar métodos más sencillos y eficientes, o sea, de mejorar los métodos o sustituirlos, para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo, buscando la minimización del tiempo y costos, la calidad de los procesos y productos, y el beneficio de todos los involucrados.

Para poder dar un fundamento a la medición del trabajo, es necesario realizar algunas mediciones, ello es un estudio de tiempos, donde se fijen los tiempos estándar, también conocidos como tiempos tipo, que son los que tardan las actividades y procesos.

Diversos autores han resaltado la mala fama que posee esta herramienta, debido a que desafortunadamente en ocasiones se utiliza únicamente para suprimir los tiempos improductivos que son imputables a los trabajadores y no

se involucró de igual forma en los procesos ni en la planeación de estos por parte de las jefaturas y gerencias.

La herramienta del estudio de tiempos permite obtener información de sustento, para la base de cálculos y la programación de actividades y recursos; normalmente es muy utilizada en el área de producción, pero también de fácil aplicación en procesos logísticos, además delimitar resultados respecto al uso de la maquinaria, e incluso es base para definir las métricas sobre incentivos por productividad.

Para realizar el estudio de tiempos se requieren elementos muy sencillos, tales como un cronometro, lapicero, y hojas de apunte, ya que el trabajo consiste en el registro muchos datos, y considerar además los elementos, observaciones, tiempo de duración, valoraciones, suplementos, y cualquier otro detalle que se considere importante, y para ello es de extrema importancia que se cuente con un formulario donde se pueda anotar la información, y evitar la posibilidad de no incluir algún detalle.

Los componentes básicos para realizar el estudio de tiempos son:

- Herramientas para el estudio de tiempos: tales como cronómetros y formularios.
- Selección del trabajo y etapas del estudio de tiempos:
- Delimitación y cronometraje del trabajo
- Cálculo del número de observaciones
- Valoración del ritmo de trabajo: la valoración deber ser lo más objetiva posible, y se puede considerar el apoyo de supervisores para definir el ritmo acostumbrado.
- Suplementos del estudio de tiempos

- Cálculo del Tiempo Estándar
- Aplicación del Tiempo Estándar

Resumiendo, el procedimiento para realizar una medición del trabajo, se compone de distintas etapas que culminaran en la definición de los tiempos estándar o tiempos tipo de una actividad.

SELECCIONAR	El trabajo que va a ser objeto de estudio.
REGISTRAR	Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
EXAMINAR	Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
MEDIR	La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
COMPILAR	El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
DEFINIR	Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

Figura 15: Etapas para definición de la medición del trabajo son
Fuente: (Salazar, 2017)

2.1.13 Medida del proceso

Un Cursograma forma parte de las mediciones que se pueden realizar a un proceso, pero consignando únicamente las actividades que corresponden a operaciones de inspección, transporte o almacenamiento. La función de este cursograma será conocer el proceso detallado de lo que hace el operario del vehículo, la operación del vehículo, análisis de sucesión de eventos, determinar tiempos de las actividades, clasificar el propósito de las actividades, y consolidar

los transportes, demoras y almacenamiento, y otras actividades que pueden considerarse actividades necesarias pero que no agregan valor.

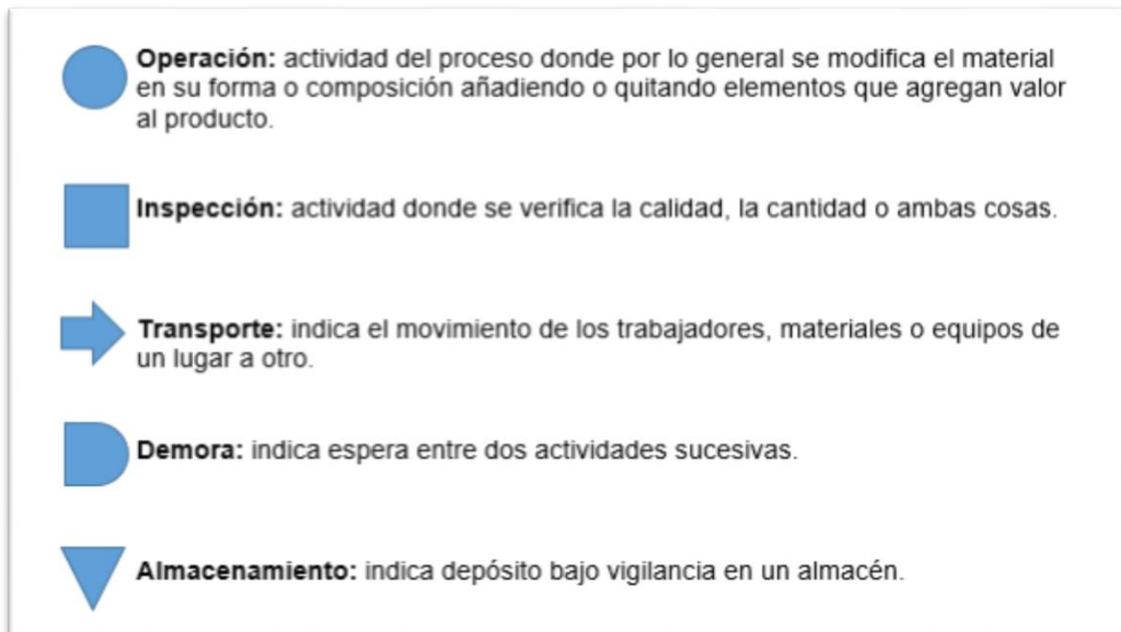


Figura 16 Simbología del cursograma analítico.
Fuente: Elaboración propia

Es un diagrama que muestra a detalle la secuencia que siguen los distintos elementos de un proceso. Consta de un listado de descripciones de cada uno de los pasos que conforman el trabajo... (Baca, 2014, pág. 178)

El diagrama de flujo de procesos es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama puede visualizarse como está estructurado el proceso y cuáles son las actividades que lo componen. Se considera de gran utilidad para realizar un buen análisis del proceso, y así definir las mejoras en el mismo.

2.2 MARCO DE LA GESTION DE PROYECTOS

2.2.1 Cadena de suministro.

Existen muchas definiciones sobre la cadena de suministro o “Supply Chain”, y entre las definiciones que mejor engloban la práctica de dicho termino, lo refiere (Fontalvo & Cardona, 2011, pág. 12) define la Cadena de Suministro o Supply Chain como “una red constituida por todas las organizaciones y personas involucradas en el flujo de materia prima, productos elaborados, información y dinero; desde los proveedores hasta el consumidor final”.

Por otro lado, en el diccionario de logística, se define como “Conjunto de actividades de una organización destinadas a satisfacer la demanda de productos y servicios, desde los requerimientos iniciales de materias primas e información hasta la entrega final al usuario final y la recuperación de los residuos que hayan podido generarse en el proceso.” (Soler, 2009, pág. 64)

Sin necesidad de ahondar en mayor cantidad de definiciones, todas engloban los mismos parámetros, se denota que corresponde al flujo, por tanto al movimiento de cualquier artículo o información en cualquier lugar y momento para todos los involucrados, dentro y fuera de una organización que interactúan entre sí.

La función principal en la cadena de suministro es optimizar el proceso de producción desde la compra de los insumos hasta la entrega del producto; además se debe reducir los tiempos durante el proceso, mantener un nivel de inventario apropiado según las necesidades de la organización y reducir los riesgos de compra de la misma; logrando así la optimización del sistema.

Todo ese flujo requiere de cierto orden, planificación, procedimientos, y coordinación de la ejecución, es por ello que dentro del Supply Chain existe el proceso de logística, que se encargó inicialmente de lo referente a instalaciones, inventarios y transporte.

Las actividades en las que se involucra la logística han ido desarrollándose con el paso de los años, pasando de un involucramiento en el campo militar, posteriormente incursionando en el ámbito empresarial, y luego con efectos de la competitividad, la globalización, el énfasis en servicio al cliente, y la diversificación de materias primas, se modelaron las evoluciones en las empresas, hasta llevar hoy día lo que se conoce como la administración de la cadena de suministro.

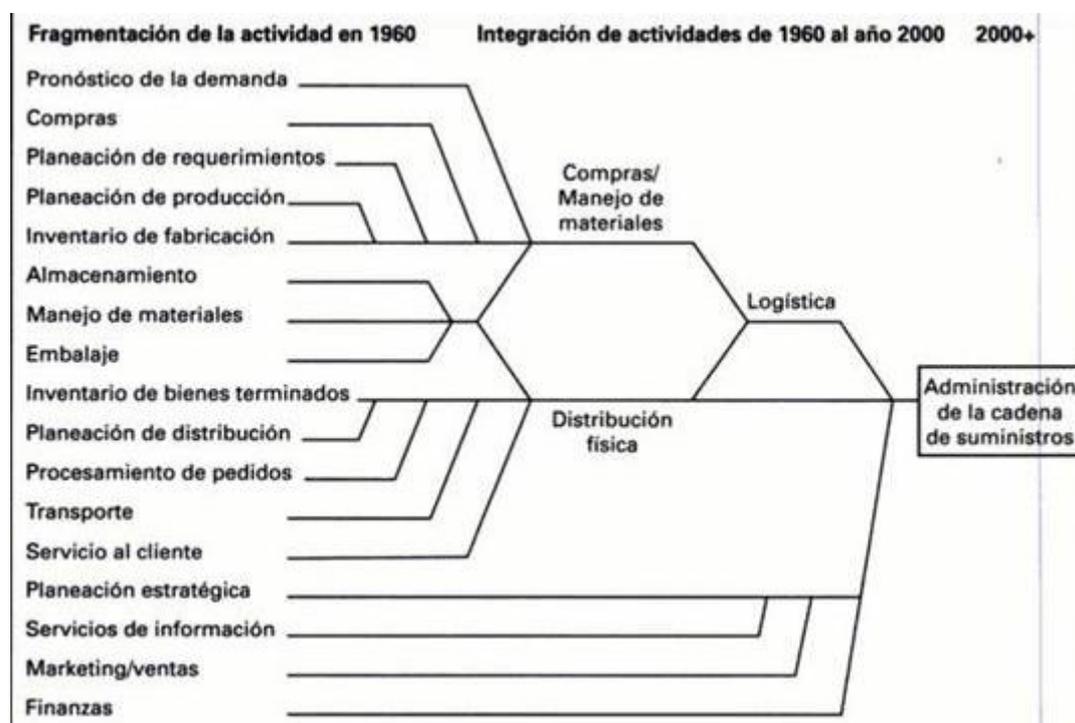


Figura 17: Evolución de la cadena logística.
Fuente: (Baca, 2014) (adaptado de Yuva 2002)

Para dicha investigación, dentro del proceso de logística, enfocaremos la operación en las actividades de transporte y planeación de la distribución, siendo estos procesos quienes se encargan de distribuir los productos terminados en los puntos de venta que tienen contacto con el consumidor final. Es una parte vital del sistema de abastecimiento debido a que una mala manipulación de los artículos puede perjudicar todo el proceso de calidad realizado en la fábrica, y se debe garantizar la mayor productividad de dicha operación, por lo que incrementar la productividad será lograr mejores resultados considerando los recursos que se utilizan actualmente.

2.2.2 Logística

El término logística tiene su origen de la guerra, diversos autores proponen que ya desde tiempos de Sun Tzu, antes de Jesucristo; se empezó a desarrollar en las recopilaciones de la obra *El Arte de la Guerra*. Ya en épocas modernas, a partir de la primera guerra mundial el término se suscribe estrechamente al campo militar, definiéndola como “parte de la ciencia que calcula, prepara y realiza todo lo referente a movimientos y necesidades (víveres, municiones, carburante, etc.) de las tropas a fin de conseguir la máxima eficacia de una operación. Por tanto, no existe táctica sin logística...” (Castán, López, & Núñez, 2012, pág. 23)

Hoy día la logística no ha cambiado en esencia, pero ha tenido un desarrollo inobjetable de la mano con el crecimiento de las compañías, el último gran auge surgió a partir de la década de los 80's con el boom de la globalización y la expansión de los mercados. Las grandes corporaciones se ven en la necesidad de adecuar la táctica con los procesos, y más recientemente con la

proliferación de los tratados de libre comercio que incentivo la migración de empresas a destinos de producción más baratos.

Se trata entonces, con la logística, de disminuir las barreras, impedimentos y restricciones que aportan la distancia y el tiempo, la logística se encarga superar dichas barreras. “La logística se ha convertido en una ventaja competitiva, plétórico de avances tecnológicos, alta competencia y mayor exigencia del cliente, que conlleva a las empresas a ser más eficientes y productivas en los diferentes procesos de la cadena de abastecimientos”. (Mora, 2012, pág. xxiii)

Al campo de la ciencia en logística le toco desarrollarse rápidamente, como respuesta a la necesidad de las empresas por mejorar el servicio al cliente, disminuir costos, y además, colateralmente tuvo la necesidad de responder a los requerimientos de las empresas que venían de una revolución productiva esencialmente con mejoras en la tecnología y los procesos que aumentaron la producción.

Son muchas las actividades de la empresa que corresponden dirigir desde la logística, según (pdcahome, 2017) las actividades logísticas incluyen:

- Actividades de aprovisionamiento.
- Movimientos y almacenamiento de materias primas.
- Movimientos y almacenamiento de materias intermedias, piezas y recambios.
- Almacenamiento de productos terminados.
- Gestión de stocks.
- Transporte y distribución.

- Entrega del producto al consumidor final.

Además, queda enmarcadas hay otras actividades que están estrechamente ligadas con la nueva evolución de logística, y que hoy se conoce como la gestión de la cadena de suministros, entre esas actividades están:

- Gestión de compras.
- Planificación y coordinación de compras, procesos de fabricación y entrega.
- Diseño de los movimientos de materiales, almacenamiento y transporte.
- Otras actividades que se realizan durante los procesos logísticos (re-
envalado de los productos, etiquetado, etc...).

2.2.2.1 Los 7R de la logística

Cuando la planificación y la ejecución se realizan de forma correcta, se conforman las practicas adecuadas para cumplir con las 7 R's. Se refieren en logística, a los objetivos a perseguir para la preparación de pedidos de forma eficiente

- The Right goods (los productos Correctos)
- In the Right quantity (en la cantidad Correcta)
- At the Right place (en el lugar Correcto)
- At the Right time (en el momento Correcto)
- At the Right price (con el precio Correcto)
- To the Right customer (al cliente Correcto)
- In the Right condition (en las condiciones Correctas)

2.2.2.2 Logística Just-in-time

La filosofía Just in time se abrevia JIT, debe su nombre a la filosofía de realizar sólo lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad que es necesario, y que aplica para el servicio al cliente, la producción, a la preparación de pedidos, a la gestión del inventario y al transporte.

Cuando en Japón se fueron desarrollando y perfeccionando sistemas de producción que permitieran una mayor eficiencia, una respuesta más rápida en el mercado y una menor necesidad de almacenar gran cantidad de inventario en fábrica. Destacó el sistema promovido por las plantas de fabricación de automóviles de Toyota, lo que se conocería como el sistema TPS (Toyota Production System) o simplemente Just-in-time. (López, 2017)

El sistema paso de un diseño de empujar (push) donde las fabricas almacenaban el producto para que luego sus clientes lo adquirieran, a un sistema de jalar (pull), donde los clientes eran los que solicitaban el producto en cantidades y fechas, y las fabricas se encargaban de abastecerlos según el requerimiento, por lo que fue muy innovador al plantear un cambio en el sistema de producción, que luego se extendió a las demás áreas.

Como parte de la producción lean o ajustada, la filosofía Just in Time (JIT), tiene una importante aplicación a la logística integral; en efecto, desde este punto de vista, el JIT consistirá en no llevar a cabo ninguna operación en la cadena logística hasta que no exista la correspondiente demanda y ajustar la operación a la clase, la cantidad y el momento exigido por dicha demanda. (Cuatrecasas, 2012)

La filosofía del planteamiento crea un requerimiento de optimización, y además un desarrollo muy importante en las áreas de planificación y abastecimiento, para poder asegurarse de cumplir con todos los requerimientos del JIT, pues básicamente la ejecución del sistema descansa sobre la logística. Aunque el sistema es muy amplio, y no solo contempla la modificación en el sistema de pedidos, como lo cita (López, 2017) el sistema también se basa en el principio de eliminar todo desperdicio o despilfarro (eliminating waste). Es decir, todas aquellas tareas que no aporten valor al producto fabricado o al servicio prestado deberán ser eliminadas. (López, 2017)

Fundamentos de Logística

La logística HOY

- 1940 Lo necesito el mes que entra
- 1950 Lo necesito este mes
- 1960 Lo necesito la semana entrante
- 1970 Lo necesito esta misma semana
- 1980 Lo necesito a más tardar el martes.
- 1990 Lo necesito el lunes, durante el día
- 2000 Lo necesito el lunes, en la mañana
- 2006 Lo necesito el lunes antes de las 09:00 hrs.
- 2007 Lo necesito el lunes a las 08:02 hrs.
- 2008 Lo necesito hoy, antes del fin del día
- 2010.... Lo necesito hoy ... a las 20:23 hrs

Figura 18: Planteamiento del cambio en requerimientos de entregas para la logística
Fuente: (erpii, 2017)

Dependiendo del tipo de industria y del producto comercializado, la penetración de los requerimientos de entrega impacta en mayor o menor medida, sin embargo, es indudable que con el pasar de los tiempos, hoy, y día con día, las empresas compiten por ofrecer el mejor servicio a los clientes en los tiempos de entrega y minimizar costos. El modelo de justo a tiempo se volvió intrínseco a la logística.

2.2.3 Distribución y transporte

Parte de la logística sería el movimiento y transporte que se debe realizar a los artículos, de un lugar a otro, en el tiempo que sea requerido, y a un costo determinado, eso corresponde a la distribución física de los productos.

La distribución será limitada por los recursos disponibles, pues comúnmente para ello se utilizan vehículos de diversos tipos, con diferentes características y según los requerimientos del material que se requiera transportar. La selección adecuada del medio de transporte y del tipo de transporte es determinante en la contribución global de logística.

Es muy importante tomar en consideración todo lo referente a la planificación del tipo de transporte, para no incidir en afectación a los costos. Las mejores decisiones deberán estar siempre respaldadas por datos que garanticen los cálculos de la propuesta y el control de la ejecución.

En consideraciones del transporte, “Representa uno de los costos más importantes dentro del sistema logístico para la mayoría de las empresas y es un factor decisivo para obtener ventajas competitivas sostenibles.” (Paz, 2008, pág. 259)

Existen muchas combinaciones diferentes para formular la distribución de un artículo, y la complejidad y variabilidad aumentara conforme aumenten los diferentes tipos de artículos que requieran transporte, y debido a que existen hasta tres tipos diferentes de transporte, a saber, aire, tierra, mar, cuando se selecciona el tipo de transporte se deben considerar muchísimas variables. Se enfocará esta investigación en lo que respecta a transporte terrestre.

El transporte por carretera no está sujeto a horarios rígidos preestablecidos. Puede empezar un viaje tan pronto como haya dado fin a las operaciones de carga, siendo el reparto más rápido en el punto de destino y, generalmente, de puerta a puerta. (Carmona, 2005, pág. 152)

Como también pudiera ser que el transporte tenga múltiples destinos, o bien solo un destino, es otra variable que se debe considerar. Además, si el origen de transporte será siempre el mismo punto de partida, o dependiendo de las operaciones el origen podría variar. Se enfocará esta investigación en el transporte con múltiples destinos y un solo origen de inicio.

Para definir la cantidad de recursos necesarios en transporte, se analizan datos como el área que debe cubrirse, las conformaciones del terreno y carreteras para dichas áreas, la ubicación de las entregas y el volumen acumulado que se pronostica distribuir por periodo, sea diario, semanal o mensual, y cuando se trate de artículos para la venta se hará una revisión del plan de mercadeo para garantizar el cumplimiento de los requerimientos del.

Se debe definir también la capacidad de los vehículos y las características especiales para el almacenamiento de los artículos mientras son trasladados, además de contemplar los mecanismos de carga y descarga de dichos artículos.

Entonces partimos de una primer definición para la distribución física de mercancías, y tal como lo hemos reseñado, es “conjunto de operaciones necesarias para el desplazamiento de los productos preparados como carga, desde el lugar de producción o manufactura hasta el local del importador, bajo el concepto de óptima calidad costo razonable y entrega justo a tiempo...” (Castellanos, 2009, pág. 12).

Con el alto nivel de competencia que se da a partir de la globalización y entrada en vigencia de muchos tratados comerciales que exoneraban impuestos a las importaciones y exportaciones, se plantea la importancia de la distribución, y como esta ejecución le otorga ventajas competitivas a las empresas, cuando se realiza bien, y perjuicios cuando no se ejecuta con la planeación y estrategia adecuada; “tiene por finalidad descubrir la solución más satisfactoria para llevar la cantidad correcta de producto desde su origen al lugar adecuado, en el tiempo necesario y al mínimo costo posible, compatible con la estrategia de servicio requerida.” (Castellanos, 2009, pág. 13).

En el diseño del sistema de distribución debe emplearse como criterio económico la minimización del costo, siendo necesario como información de partida la definición del canal de distribución a emplear. (Pilar, 2007, pág. 153)

Al referirnos a un sistema de distribución física debemos también determinar los componentes macros y micros que lo conforman, dentro de los componentes macros están los vehículos, la infraestructura para el almacenamiento y tránsito, y los artículos o inventarios que van a distribuir.

Dentro de los componentes micros están las herramientas o repuestos para mantener en funcionamiento cada máquina requerida, las documentaciones, las fuentes de energía, los empaque y embalaje de los artículos. Cada uno de los componentes tiene asociados unos costes, aunque dicha clasificación no corresponde precisamente a un orden de costos, sino una clasificación de operatividad.

Una vez determinados los componentes macros y micros, se requiere empezar a seleccionar cada uno de ellos, y en el caso del sistema de transporte

hay que determinar lo más conveniente, de acuerdo a las disponibilidades y necesidades de la compañía y del mercado, surgen interrogantes como ¿Utilizar transporte propio, recurrir al transporte tercerizado, o distribución compartida? ¿Cómo se planificará la documentación? ¿Cuáles serán los parámetros e indicadores aceptables para el desempeño?

Cada uno de los diferentes modelos de transporte que utilice la compañía, supone una serie de ventajas y desventajas, las cuales pueden no ser las mismas para dos diferentes compañías y variarían entre si dependiendo de la actividad, volumen, métricas, ubicación, etc.

La distribución a cargo de terceros supone ventajas desde el punto de vista de flexibilidad, basado principalmente en el poder que se puede ejercer la empresa actuando como cliente, ante el proveedor y vendedor del servicio; además se ha comentado mucho en libros de la importancia para las organizaciones de enfocarse realmente en la razón de ser del negocio, y si el transporte tercerizado no representa ninguna debilidad es una alternativa buena a considerar. También podría tener una estructura de costos más normalizada ya que esta debe ser acordada previamente, y además disminuye las inversiones requeridas en la compra y mantenimiento del equipo.

Por otro lado, la distribución en flota propia también asume una serie de ventajas desde el punto de vista de control y mercadeo, lo cual le podría brindar muchos réditos, aunque deberá considerar la inversión de o equipos, considerar además de la adquisición, también el plan de mantenimiento de esos equipos, y sobre la inversión existen varias formas para determinar cómo se hará el financiamiento de los vehículos. Debido que el costo de un vehículo cisterna granelero, conocido como “chompipa” puede rondar los \$140,000.00 la decisión

debe sopesarse en todo el ámbito financiero. Aunque en el caso particular de Costa Rica, debe también evaluarse la opción de alquiler de vehículos con opción de compra conocida como leasing, ya que tiene varios atractivos financieros que se reflejan en deducciones de las cargas fiscales, aunque no exime del mantenimiento.

La otra alternativa, es que la empresa realice una combinación de los diferentes modelos de transporte, tal como sucede en el caso de la empresa Alimentos del Norte. Lo conveniente de esta alternativa es obtener tantas ventajas como sea posible de cada uno de los modelos.

2.2.3.1 Modo y medio de transporte.

Comúnmente se utiliza para los despachos un camión cisterna de tolva granelera, el cual es tiene compuertas en la parte superior e inferior que facilitan la carga y descarga de productos a granel, pero con cierres que le brindan protección contra el medio ambiente.

La carga cae por gravedad, y es sacada del camión con sistemas mecánicos o hidráulicos. Además, posee compartimentos divididas en varios tanques mediante compuertas, por lo cual puede transportar varios tipos de piensos sin que se mezclen.



Figura 19: Ejemplo para carga por gravedad para camiones
Fuente: http://www.mx.all.biz/elaboracin-de-cemento-g30073#.WUF3ep1_cs

Cuando nos referimos al medio de transporte, se consideran todas las características que implican carga y descarga del producto, seguros, fletes, etc. Con certeza, Pilar descompone bien el modo de transporte al indicar “El fraccionamiento lleva consigo embalaje, manejo, proceso de pedidos, etc., mientras que el almacenamiento ocasiona la colocación de las mercancías, división en el almacén, gestión de stocks, etcétera. Transporte, fraccionamiento y almacenamiento conforman lo que se denomina distribución física, ya que el conjunto de actividades que comprenden suponen una acción física sobre el producto” (Pilar, 2007)

La segunda acción que contempla el medio de transporte, es la descarga, y para ello, cuando se trata de piensos, la modernización ha llevado a utilizar camiones especializados, facilitando las labores y mejorando los tiempos, y se realiza sin manipular manualmente el producto, ya que este circula a través de un sistema mecánico que lo eleva desde el contenedor del camión hasta un silo o tolva donde se almacenara.

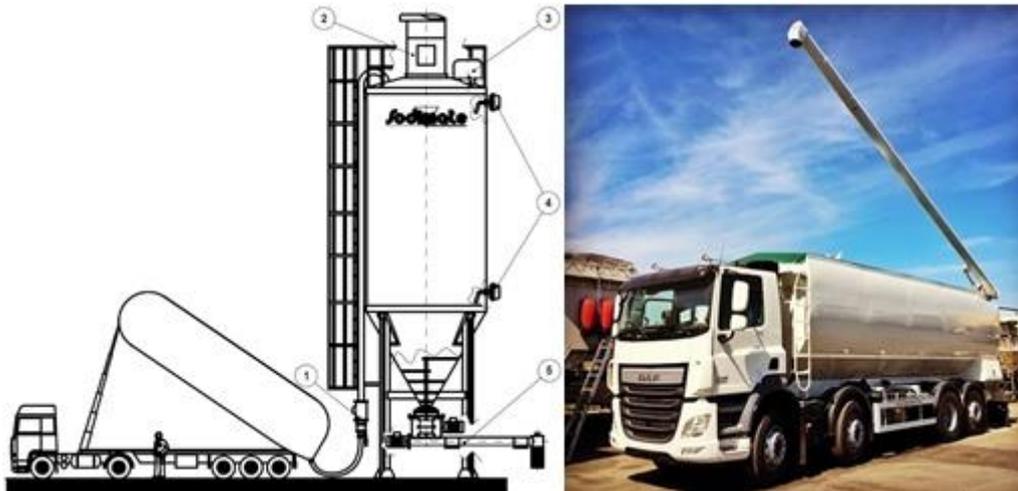


Figura 20: Ejemplo Sistema de descarga de camiones Chompipa
 Fuente: http://www.mx.all.biz/elaboracin-de-cemento-g30073#.WUF3ep1_cs

2.2.3.2 Servicio tercerizado u operadores logísticos 2PL - 3PL

Un operador de servicio tercerizado se conoce comúnmente como 2PL o 3PL, aunque el dígito numérico puede ser mayor a tres, dependiendo del involucramiento y empoderamiento que tenga el proveedor del servicio; en logística comúnmente se utiliza para los servicios de transporte y almacenaje, y funciona como un intermediario entre la compañía y sus clientes, sin que necesariamente sea un distribuidor del producto, sino más específicamente un colaborador en la gestiones operativas y de infraestructura y equipo.

Desde el punto de vista de los servicios 2PL o 3PL versus utilizar los servicios propios de la compañía, una de las características que debe brindarse, es la invisibilidad para el cliente en percibir diferencia alguna cuando se utilizan los servicios de un tipo u otro, de forma tal que para el cliente no hay diferencia entre un operador 2PL, un 3PL, o la propia compañía realizando su propia logística, la otra característica conlleva a optimizar parte de la gestión de la cadena de suministro, ya que la compañía no requiere disponer de su propia flota de vehículos. Según lo reseña (Tovar, Bermeo, & Torres, 2011, pág. 29)

En particular se reconocen cuatro tipos de operadores logísticos —1pl, 2pl, 3pl y 4pl—, los cuales varían de acuerdo con la cobertura que posean sobre la cadena de suministro (Krakovics, 2008; Lu & Su, 2002)

La clasificación del tipo de operador logístico que establece Krakovics, se determina por el involucramiento, y detalla:

- Operador 1 pl — First Party Logistics Provider —: es una compañía que realiza su propia actividad logística.
- Operador 2pl — Second Party Logistics Provider —: es un proveedor de servicios que no requiere elevado grado de especialización y ofrece los servicios de transporte y almacenamiento.
- Operador 3pl — Third Party Logistics Provider— : es reconocido como el proveedor logístico integral que ofrece un gran rango de servicios que agregan valor como transporte y almacenaje especializado, manutención de carga, manejo de inventarios, servicios aduaneros, logística inversa, procesamiento de pedidos, entre otros.
- Operador 4pl — Fourth Party Logistics Provider— , es reconocido como el coordinador logístico y está en capacidad de realizar operaciones internacionales en exportaciones e importaciones, además de contratar servicios de otros operadores y de administrar la totalidad de las actividades logísticas de principio a fin.

2.2.4 Optimización y Productividad

La función principal de la distribución en una organización, es satisfacer la demanda del mercado generada por las ventas de los artículos de la propia compañía, otras funciones adicionales que se generan del día a día de la operación, es optimizar transporte de dichos artículos, y para ello se deben

realizar actividades con un alto grado de precisión, seguridad, confianza, y cualquier otra que de diferenciación positiva de los productos.

La optimización de una operación de distribución puede llegar de diferentes formas, cuando se pretende alcanzar dicho objetivo se plantea el enfoque, y este pudiera ser: los costos o las tarifas, el servicio al cliente, o bien algunos procesos como la liquidación, la selección de transportes, la carga y volumetría, o incluso algunos relacionados con centros de distribución, mantenimiento mecánico, etc.

El foco primario de muchas organizaciones está en mejorar el servicio al cliente, las compañías están emprendiendo una amplia gama de iniciativas para optimizar sus procesos. En muchos casos, aumentar la disponibilidad de producto para los clientes implica más personal e incremento de los gastos totales. Desafortunadamente, estos costos adicionales pueden erosionar el beneficio del negocio. (Mora G. L., 2010, pág. 125)

Tal como lo señala Mora, nos encontramos con la otra cara de la moneda, y nos referencia a la limitación de los recursos, no solo basta el enfoque en optimización buscando que las cosas salgan siempre bien, sino que además se debe procurar que dicho actuar contemple de forma absoluta la utilización racional de cualquier recurso.

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad. Y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. (Jiménez & Castro, 2009).

Así entonces, la estrategia de las empresas para ser cada vez más competitivas es mediante la optimización de sus procesos, enfocados en recursos y nivel de servicio, las empresas buscan ser más competitivas y más eficientes que les permita brindar un adicional a los productos o servicios que ofrecen, como parte esencial a la hora de aportar más valor a sus clientes y reducir sus costos, y buscando continuamente oportunidades de mejora que las hagan más competitivas. Ello ha derivado en una conciencia de la importancia de la gestión de logística.

Al estar las empresas conformadas de personas, recursos, y procesos, la correcta conformación y adecuación de cada uno de estos contribuirá en mayor o menor medida a la obtención de los objetivos planteados. El desarrollo y optimización de un proceso de distribución debe estar altamente ligado a cumplir con los parámetros de calidad y servicio definidos por la empresa, y determinado por los costos logísticos establecidos, sin embargo, una mejor gestión de los recursos y las acciones destinadas a disminuir los costos deben ser prioridad para los encargados de dichos departamentos y todo el personal, y es cuando los esfuerzos se deben ventilar en bajar los costos y aumentar un factor de contribución determinante, cual es la productividad.

Dicha contribución de aumento en productividad, máxime cuando las ventas tienen cierta estabilidad sin clara tendencia a crecer, pero aun cuando es en descenso, justamente ahí es cuando todos los activos y recursos que conforman el departamento de transporte, concluyen en mejores resultados.

Por tanto, la productividad tiene que ser un factor que debe estar plasmado en la razón de ser de dicha operación, cualquier actividad que se realice, necesariamente, debe ser medida y puesta a prueba para determinar

opciones de mejora que permitan, para el siguiente caso, una disminución en el recurso tiempo, costo, o bien un aumento en los volúmenes productivos. Ello requiere tener identificado cada una de las etapas que conforman la operación con tiempos estándar de las actividades, y los recursos esperados o aceptables para realizar dichas actividades, saltando así cualquier deficiencia.

2.2.5 El canal de distribución

En el caso de los piensos a granel de Aliansa, el canal de distribución utilizado es directo desde la planta de fabricación hasta el cliente o consumidor final. No existe ningún otro nivel que se deba considerar en la distribución.

Cualquier propuesta de implementación debe descansar en un análisis de lo que requiere el cliente, dadas las diferencias que existen entre los distintos clientes y canales de distribución en cuanto a los servicios que exigen. (West, 1991, pág. 312).

En el caso de Piensos, la manipulación del producto antes de llegar al cliente debe ser la menor posible para evitar algún tipo de contaminación ya que es para consumo animal. Además, hay que considerar que al tratarse de un producto a granel, el embalaje es la unidad contenedora y no existe un empaque, así que cada vez que es cargado o descargado se produce una merma del producto, la cual varía dependiendo del método de descarga, pero no sería idóneo este tipo de práctica de utilizar intermediarios.

El análisis del tamaño de los canales es importante ya que generalmente se considera que los canales de distribución cortos o directos favorecen a precios de venta bajos para el consumidor, mientras que canales de distribución largos

se derivan en precios más elevados. Por ello, tratándose de granjas de una misma corporación, no estaría dentro de los planes considerarse una venta a través de minorista o detallistas.

El otro factor a considerar para favorecer un canal directo es la distancia, y existiendo en Costa Rica la legislación laboral que permite jornadas de máximo 12 horas, se debe contemplar que un camión viaja a un promedio de 50km/h hay que considerar entonces que las distancias recorridas estén en un rango, ajusten a dichos tiempos de tránsito con dicha velocidad, sin que sea necesario un trasbordo de carga o que sea necesario pernoctar antes de llegar directo desde planta hasta el cliente.

El canal de distribución constituye el camino que recorre un producto desde la fase de producción hasta el consumo. Este camino puede estar formado por un conjunto de empresas y personas denominados intermediarios, los cuales realizan la función de distribución... (Pilar, 2007, pág. 5)

2.2.6 El Embalaje

No se debe confundir con el empaque, ya que el envase es el contenedor del artículo, mientras el embalaje es el que garantiza la conservación tanto del empaque como del artículo. Cuando los productos se van a distribuir, hay que considerar que el embalaje cumpla con el objetivo para el que se diseñó, pues este le debe brindar al producto la seguridad mientras es transportado para que no sufra ningún daño durante ese proceso, “la historia comienza con recipientes de arcilla, cuya utilización para este fin se remonta al año 8000 a.c. A partir de ahí ha evolucionado gracias a las nuevas tecnologías y como respuesta a las nuevas exigencias del mercado...”. (Mendoza, 2016, pág. 16)

No se podrá utilizar el mismo embalaje para todos los artículos, ya que se debe analizar el peso del producto, el valor, el tipo de almacenamiento que se le va a dar una vez transportado, el modo de transporte, y todos los factores que garanticen la seguridad de los productos y artículos. “El embalaje es una forma de empaque que envuelve, contiene, protege y conserva; facilita las operaciones porque suministra información sobre las condiciones de manejo, requisitos, símbolos y su contenido. Además, protege el producto durante su transporte, manipulación y almacenamiento...” (Mendoza, 2016, pág. 16)

Así el embalaje pasa a formar parte del mismo artículo, siendo la caratula principal, es el depositario o contenedor, y en el caso de los concentrados para animales (piensos) es un producto con formas y texturas de granos, cuyos tamaños pueden variar entre harina gruesa y arenas, por lo tanto es común que sean transportados en sacos, o directamente en las cisternas de granel que contiene el camión, comúnmente lo que se realiza es verterlos desde una plataforma superior utilizando la fuerza de gravedad para que caigan a lo interno del camión cisterna, el cual será el que los proteja y conserve en estado óptimo durante el transporte, por lo tanto, el camión granelero se considera a la vez envase y embalaje, generándole a la empresa no solo la practicidad operativa que manifiesta el evitar envasar el producto

El embalaje es una forma de empaque que envuelve, contiene, protege y conserva los productos envasados; facilita las operaciones de transporte porque suministra al exterior información sobre las condiciones de manejo, requisitos, símbolos e identificación de su contenido. (Mendoza, 2016, pág. 16)

2.2.7 Indicadores logísticos y de transporte

Los indicadores generalmente representan una medida financiera de costo, o una operativa de servicio y/o trabajo. Para todo indicador habrá medida de eficiencia y eficacia, la cual se plantea medir a través de un indicador para tener control sobre esa variable.

Van a permitir tener una medición de la operación. Existen indicadores financieros y operacionales. Todos los indicadores financieros estarán expresados en términos económicos, y los operacionales en unidades de valor operativo, propias de la empresa, cuyo caso podrían ser: pedidos, litros de combustible, horas de trabajo; aunque al final, todo se puede cuantificar de forma económica.

Son relaciones de datos numéricos y cuantitativos aplicados a la gestión logística que permite evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso. (Mora, 2012, pág. 7). Asimismo, establece que en el caso de la logística sólo se deben desarrollar indicadores para las actividades relevantes al objetivo logístico de la empresa, para lo anterior, se deben tener en cuenta los siguientes pasos

- Identificar el proceso logístico a medir.
- Conceptualizar cada paso del proceso.
- Definir el objetivo del indicador y cada variable a medir.
- Recolectar información inherente al proceso.
- Cuantificar y medir las variables.
- Establecer el indicador a controlar.
- Comparar con el indicador global y el de la competencia interna.
- Seguir y retroalimentar las mediciones periódicamente.
- Mejorar continuamente el indicador.

Esta investigación avoca la medición de productividad, para determinar no solo la medición, sino a plantear criterios para que se pueda utilizar eficientemente los principales recursos asignados al transporte, es decir, los camiones y mano de obra.

2.2.8 Modelo SCOR

El modelo SCOR es una herramienta diseñada para mejorar el rendimiento de las cadenas de suministro, realizando evaluaciones entre las diferentes unidades que conforman la cadena, su nombre proviene del acrónimo de Supply Chain Operations Reference (Modelo de referencia para la cadena de suministros)

El Supply Chain Operations Reference Model (SCOR Model), es un modelo ideado por el Consejo Mundial de la Cadena de Suministro (Supply Chain Council), el Modelo de Referencia de Operaciones para la Cadena de Suministro es un modelo desarrollado para describir todas las actividades que una empresa ejecuta mediante fases para satisfacer la demanda de los clientes. (Fontalvo & Cardona, 2011, pág. 25)

El modelo se desarrolla partiendo de la premisa, que lo que no se mide, no se puede mejorar, y que las evaluaciones deben ser lo más exactas y equivalentes de forma tal que para ello se usen las mismas métricas de evaluación en los departamentos, áreas, y procesos a todo lo largo de la cadena de suministro, pudiendo incluso abarcar, desde, los proveedores de los proveedores, hasta, los clientes de los clientes, o bien estar delimitado solo por el área de interés que se defina, y para ello se hace tomando en cuenta proveedores de materias primas, proveedores de servicios, distribuidores, clientes, personal, etc.



Figura 21: Extensión de un modelo SCOR
Fuente: (erpii, 2017)

El modelo SCOR no utiliza métodos matemáticos ni experimentos de ensayo y error, su aporte se basa en que utiliza una terminología estandarizada y el uso de KPI's para comparar e identificar diferentes alternativas (Fontalvo & Cardona, 2011, pág. 26)

Tal como lo indica (ATOX, 2017). Usando el modelo SCOR como herramienta, se puede dar solución a los principales problemas de toda cadena de suministro, entre los beneficios esperados están:

- Optimizar la efectividad de la gestión de la cadena, obteniendo así un servicio al cliente de máxima calidad.
- Optimizar los costes, al usar métricas para evaluar y comparar diferentes estrategias.
- Optimizar la gestión de relaciones con proveedores y colaboradores, facilitadas por el uso de un lenguaje común estandarizado.
- Optimizar la gestión de riesgos de la cadena de suministro, mediante herramientas de planificación, identificación de riesgos y coordinación entre los diferentes eslabones de la cadena.
- Optimizar la gestión del capital humano, donde la experiencia y el talento es cada vez más importante a medida que las cadenas de suministro se vuelven más complejas y competitivas.

Además, (ATOX, 2017) explica que el modelo de referencia SCOR está formado por cuatro categorías, esas serían: performance (rendimiento), processes (procesos), practices (buenas prácticas), people (capital humano).

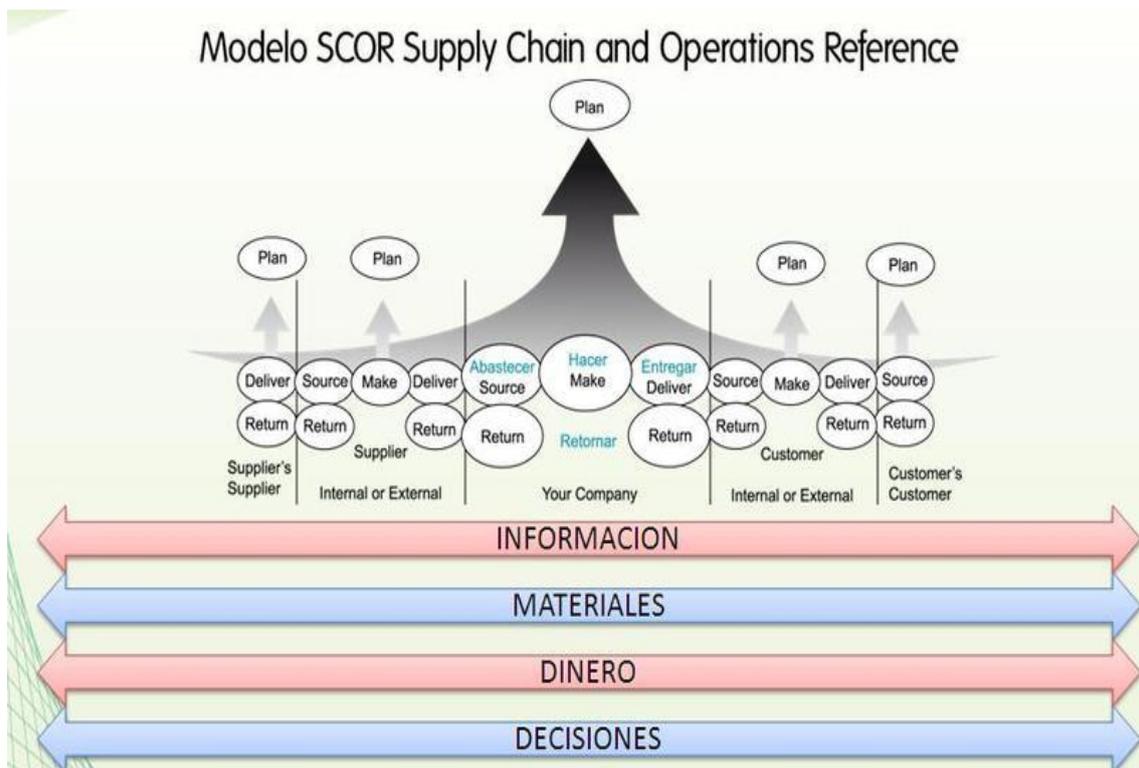


Figura 22: Diseño de un modelo SCOR
Fuente: (erpii, 2017)

Las cuatro categorías del modelo, son:

Categoría 1- Performance: Tiene que ver con la estandarización de las métricas para evaluar el rendimiento de los procesos. El rendimiento se separa en 2 clasificaciones, los performance attributes (atributos de rendimiento) y Metrics (métricas).

Categoría 2- Processes: Los procesos son las descripciones estándar de las actividades que conforman el funcionamiento de las cadenas de suministro.

La clasificación de los procesos se divide en 3 niveles jerárquicos, además para el nivel más alto o nivel 1 están definidos 6 procesos:

- Plan (planificar): se refiere a la planificación de las actividades necesarias para el funcionamiento de la cadena de suministro.
- Source (aprovisionar): se refiere a los pedidos a proveedores.
- Make (elaborar): se refiere a la fabricación de productos. Es bastante robusto, e incluye otros procesos como la reparación, el reciclado, el reacondicionamiento de productos, etc.
- Deliver (distribuir): se refiere a los procesos de preparación y entrega de pedidos de clientes.
- Return (devolver): se refiere a los procesos de logística inversa, tanto desde los clientes, como, hasta los proveedores.
- Enable (activar): se refiere a los procesos relacionados con la gestión de la información, gestión de riesgos, cumplimiento de normativas, etc.

En el nivel intermedio (nivel 2) se especifican las estrategias de la operación para cumplir con los procesos del nivel 1. A manera de ejemplo, si se requiere especificar la estrategia para la manufactura, una podría ser la fabricación para stock (proceso Make-to-Stock), otra podría ser la fabricación bajo pedido (proceso Make-to-Order).

En el nivel inferior (nivel 3), se detallan los pasos que se requieren para llevar a cabo cada proceso de nivel 2. A manera de ejemplo, si se requieren detallar los pasos para cumplir con la estrategia de distribuir producto almacenado, del proceso de distribución, entonces se deberían indicar acciones como recibir el pedido, verificar el inventario, programar la fecha de entrega, hacer el alisto del producto, empacarlos, y enviarlo.

Los niveles 1, 2 y 3 están definidos claramente por el modelo SCOR, con un catálogo de procesos identificados por un código y descritos en la especificación del estándar. (ATOX, 2017)

En cuanto a la implementación, el modelo SCOR no tiene estandarización y por tanto será determinada dependiendo de los recursos y necesidades de cada empresa

Categoría 3- Practices: Es un conjunto de buenas prácticas, de probada eficiencia, que proporcionan un aumento significativo del rendimiento de los procesos de la cadena de suministro. Abarca un amplio abanico de prácticas habituales en las cadenas de suministro, como gestión de inventario, tareas de mantenimiento, gestión de pedidos, logística inversa, almacenaje, aplicación de metodología seis-sigma, trazabilidad mediante RFID, estrategias de reducción de inventario como la metodologías just-in-time, y un largo etcétera.

Categoría 4- People: Define los estándares para la gestión del talento en la cadena de suministro. Estandariza las definiciones de las habilidades, la experiencia, las aptitudes y la formación que son necesarias para ejecutar con eficiencia cada una de las tareas de la cadena de suministro y gestionar sus procesos, en alineación con el conjunto de métricas y de buenas prácticas del modelo.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.

2.3.1 Metodología DMAIC

La metodología utilizada en éste proyecto es DMAIC, cuyo nombre está dado por las iniciales de (Definir – Medir – Analizar – Mejorar (Improve) – Controlar),

se busca desarrollar el proyecto de forma estratégica basada en esta herramienta debido a la buena estructura que brinda para cada uno de las fases, “La metodología DMAIC hace mucho énfasis en el proceso de medición, análisis y mejora, y no está planteada como un proceso de mejora continua.” (Membrado, 2013, pág. 140) y se realizara mediante la ejecución de los siguientes pasos:

– Definir: Esta etapa corresponde al proceso para obtener las respuestas a una serie de preguntas clave.

¿En qué consiste el proyecto? ¿Por qué es importante? ¿Quién es el cliente?
¿Cuáles son los requerimientos del cliente? ¿Cómo se hace el trabajo en la actualidad?

– Medir: En esta etapa se realiza la toma de datos para cuantificar el problema y poder identificar las causas raíz del mismo. Los datos podrán salir de los procesos o documentos con resultados finales en el cliente.

– Analizar: En esta etapa se identifican las principales causas raíz de los problemas. Se puede considerar los efectos en cada una de las «5m» del proceso: Métodos – Máquinas – Materiales – Mano de obra – Medio ambiente. También realizar entrevistas y confrontar los registros disponibles.

– Mejorar: En esta etapa, se identifica, diseña e implementa las soluciones a los problemas encontrados que ataquen las causas raíces y que generen los resultados esperados.

– Controlar: Consiste en darle continuidad al proyecto y asegurarse que los usuarios de procesos modificaron los procesos de acuerdo a las mejoras detectadas

La razón para definir esta metodología sobre otras, es la adaptación de la metodología DMAIC a gran variedad de tipos de procesos, incluido el proceso operativo de transporte; otras herramientas en cambio, podrían considerarse más enfocadas al proceso de producción y fabricación como tal.

La implementación de dicha metodología en un proceso de transporte, requiere de ella que sea versátil y robusta, al tratarse de un proceso operativo desarrollado parcialmente fuera de las instalaciones de la compañía, en un entorno en el que existen variedad de parámetros que están fuera del foco de control de la empresa, y por tanto existen múltiples actores tales como agentes climatológico, tránsito y estructura vial, clientes externos, y por supuesto los recursos con los que cuenta la compañía.

2.4 ANTECEDENTES DE TEORIAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.

2.4.1 Autores consultados: Coincidencias o discrepancias.

Se buscaron referentes investigativos relacionados con la medición de productividad para flotas, con el resultado que no existen referencias de investigación desarrolladas para determinar la productividad de flotas de distribución de transporte a granel, al menos en el ámbito público nacional y el desarrollo público a nivel internacional es muy limitado; el abordaje de dicho tema en otros campos como el sector minorista o retail es mínimo, en lo que respecta a literatura académica y comercial, referenciado por literatura de estudios muy generales, o bien, reducido a un único capítulo, donde la mayoría de información

que se divulga tiene que ver con las métricas e indicadores, y no con la forma de evaluar y medir las operaciones.

En otros contextos, existe abundante investigación para el manejo de gráneles, pero complicado de homologar ya que corresponde al transporte marítimo, debido al interés que genera dicho sector, el cual concentra uno de los mayores negocios comerciales en transporte, así, se enfocan en ello muchísimos esfuerzos para reducir sus costos y optimizar los recursos; es posiblemente que la mayoría de trabajos realizados son determinados a lo interno de las propias compañías.

En los análisis de productividad, muchos trabajos consultados se enfocan en el proceso correctivo previo al despacho tales como disminuir tiempos de carga, mejorar los alisto de pedidos, generar herramientas para registros, ordenar la disposición de materiales, mejorar los procesos de embalaje, reducir el desperdicio de materiales; otros análisis refieren a pérdidas de producto, análisis de logística inversa, y adecuación de las flotas.

La gran mayoría de los trabajos documentados en literatura están desarrollados en torno a optimizar la cantidad de pedidos para que dicha optimización se replique en el transporte, esto en general sin importar el tipo de transporte ni productos que se distribuyen.

Como se indicó, en el transporte de granel, muchos trabajos de investigación en transporte se decantan para lo concerniente a transporte internacional, basado principalmente en lo que corresponde a transporte intermodal y/o marítimo, con propuestas para consolidación de mercaderías,

plasmar las ventajas y desventajas de incoterms. También en seleccionar el tipo de transporte adecuado para el producto.

No se encontraron sustentos del análisis de distribución al cliente minorista, la mayoría de los autores presentan sus trabajos considerando la distribución directa del fabricante hasta el mayorista o distribuidor, y es un vacío grande que existe en la literatura en el cual se podrían ejemplificar muchísimos casos enriquecedores, solamente que al ser estos tan puntuales y específicos para cada empresa no siempre se desarrollan y se subestima la importancia que podría aportar a otros investigadores, planificadores de distribución, y gerentes de logística.

Se considera que muchas investigaciones han sido desarrolladas en mejoras específicas y franjas delimitadas del proceso. Algunas se han desarrollado realizando un análisis de dicho fragmento, y corrigiendo las variables que se determinan en dicha investigación, lo cual no es para nada incorrecto, sino, que ha sido productivo para áreas comunes de impacto en servicio al cliente, reducción de envíos a almacén en el sector mayorista, y optimización del transporte en capacidad.

En general no existe profundidad de análisis en el coeficiente ocupacional de la unidad basado en los tiempos productivos y las tareas que desempeñan en dicho periodo; incluso muchísimos ejemplos redactados en libros se desarrollan de forma tal que si una empresa realiza X cantidad de envíos diferentes diarios, se pueda reducir en un % la cantidad de envíos y se puedan cumplir con los pedidos de los clientes sin que existan desabastecimientos, justamente ahí, se detecta un vacío de los análisis de problemas propuestos, pues esa sobreoferta de recursos (camiones) que se daría a partir de la optimización, supondría que

el transporte ha sido subcontratado a un tercero, y por tanto inmediatamente produciría un ahorro, pero si el transporte fuera propio, no se indica más lo que debiera hacerse. Y son innegables las grandes diferencias que supondrían las acciones en cualquiera de ambos casos.

Las máquinas de transporte al igual que las máquinas de producción tienen una capacidad la cual puede medirse, pero sabemos que para una misma compañía las prácticas aplicadas en una localidad podrían no generar los mismos resultados en otra localidad y eso conlleva, que al no existir uniformidad en los resultados ni una receta que funcione para para las mediciones, donde incluso se podrían obtener resultados muy variables entre mismas mediciones para una misma empresa, con el mismo chofer, el mismo camión, la misma ruta, los mismos clientes, los mismos productos; todo ello simplemente con variar la hora de inicio del recorrido. Por ello es que se requieren muchísimas mediciones para obtener datos suficientes y poder realizar las mejores estimaciones. Así la propia distribución de una compañía a sus clientes locales, puede resultar más compleja de análisis y resultados, que la distribución de sus productos a un cliente en que se encuentra en otro continente.

2.4.2 Autores Internacionales

La tesis de Javier Eduardo Gaido Lasserre, que desarrolla un plan de negocios para una distribuidora de productos de papel Tissue, en Chile. Según palabras del propio autor, la idea principal de este proyecto es lograr la instalación de una distribuidora para la zona sur que se diferencie en el servicio ofertado por las distribuidoras actuales, de manera de captar mercado de manera rápida en una zona del país con un potencial de mercado que no es cubierto de manera eficiente.

En dicha investigación se contempla la importancia del establecimiento que repercute en el servicio al cliente, y por ello existe una correlación de extrema importancia con el transporte, incluso se determina en dicho proyecto que si por capacidad de las camionetas o por límites de tiempo no se pudiera cumplir con la ruta, distribución debe encargarse de hacer llegar de alguna otra forma los productos a los distintos clientes ya sea arrendando una camioneta por un día o despachando en un taxi, pero los productos deben llegar en la 24 horas sin importar que en algunos casos se genere un costo mayor.

En la investigación, el autor determina que sí es factible la instalación de la distribuidora en dicha zona, y recomienda por los niveles de venta para el primer año el arriendo de 1 camioneta y para el segundo año el arriendo de 2 camionetas. No queda sustentado en dicho estudio si el arriendo está justificado contra alguna propuesta de adquirir el equipo y realizarlo con flota propia, aunque se entiende que posiblemente por ser un proyecto inicial no sea recomendado una alta inversión en estas etapas del proyecto.

En sus tesis, (Gaido, 2008) considera el mercado de estos productos ha tenido un crecimiento sostenido los últimos años debido al nivel de penetración de estos productos por el ahorro monetario que se genera para las empresas, pero aún no es un mercado maduro y más de un 45% de las empresas regionales aún no utilizan estos productos y siguen utilizando el papel que se comercializa en los supermercados y en el canal tradicional o mayoristas.

La metodología utilizada para la ejecución del proyecto, es la que se aplica para realizar un plan de negocios, y por lo tanto adecuada para la estructuración del proyecto. Se aplicó el modelo de las cinco fuerzas de Porter, FODA y de la cadena de valor para analizar la situación del medio interno y externo. Para el

plan de marketing se realizó un estudio de mercado apoyado en entrevistas y la aplicación de una encuesta, lo cual permitió establecer los aspectos relevantes en el caso de los servicios y conocer las características de los clientes y de la competencia.

También considera que para el plan operacional se distinguieron los procesos más relevantes de la operación de la empresa y quienes participan en ellos. Por último, se estimaron los ingresos y costos asociados al proceso productivo de la empresa a lo largo del horizonte del proyecto, obteniendo con éstos los indicadores financieros relevantes.

En el plan de marketing se decidió diferenciarse entregando despacho 24 horas con garantías por fallas en la entrega y por entregas atrasadas. Pese a que los precios competitivos se encuentran un 5% bajo el precio de lista, la distribuidora comenzará la venta en el precio de lista ya que se estima que habrá una mayor disposición a pagar debido al mejor servicio entregado y los productos se promocionaran principalmente puerta a puerta posicionándose también en la Web debido a que en el presente la mayoría de los negocios se están buscando a nivel de Internet.

La referencia a esta investigación demuestra que según cálculos realizados por Gaido, el buen servicio permitirá una rápida captación de clientes, además que dicho servicio permitirá tener precios un poco mayores que los de la competencia debido a que habrá una mayor disposición por parte de los clientes a pagar más por los productos al diferenciarse teniendo un servicio profesionalizado.

Sin embargo ¿cuántos casos conocemos de este tipo? Ciertamente son pocos y se está considerando por parte del autor, un amplio margen de operación y costos agregados al producto por falencias de las otras compañías, esa comodidad operacional en la distribución de productos a los clientes no es sostenible en el tiempo, posiblemente en el corto tiempo las otras empresas intenten nivelar el servicio y volvemos a encontrarnos en la disyuntiva que atañe a esta investigación, sobre la optimización y mediciones de productividad.

Se comparte el criterio de ofrecer un buen servicio para la captura de clientes, sin embargo, se considera que siempre cualquier operación de distribución debe estar fundamentada en principios de optimización y máxima productividad, se debe prever las bases para iniciar con una modelo de planeación de operaciones que vaya a responder el servicio al cliente ofrecido, pero con una mejora continua del proceso.

2.4.3 Autores nacionales

En la universidad Hispanoamericana, se desarrolló una investigación a cargo de Helberth Madrigal Porras. Indica dicho autor del problema que atañe a su investigación, que el mecanismo de control de vehículos en el Instituto de Acueductos y Alcantarillados presenta debilidades y en consecuencia la asignación de estos, ya que no es posible aseverar que dichos recursos están siendo aprovechados con la mayor eficiencia.

El vacío de evaluación en el control de la flota que señala Helbert, cuyo proyecto se denomina: Diseño del mecanismo de control y distribución de vehículos en el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, parte de un principal señalamiento, en el cual los vehículos nuevos que se adquieren en

el instituto, se asignan a diferentes dependencias sin que exista un mecanismo para analizar el e fortalecimiento o atacar puntos débiles.

Dicha propuesta se asemeja en gran medida a la presente investigación, pretendiendo Porras hacer un análisis determinístico de la situación y los cálculos correspondientes para determinar cómo fue el uso de los vehículos comparado con parámetros de productividad deseados.

Así entonces, (Porras, 2012) estableció como objetivo diseñar el mecanismo de control y asignación de vehículos en el Instituto, para lo cual inicialmente se plantea el diagnóstico de la Región Central Oeste, sin embargo la intención es que partir de la definición de la metodología se continúe ampliando a toda la Institución.

Tal como lo indica Porras sobre la deficiencia de investigaciones en el campo de transporte y los cálculos de productividad, el autor se refiere a las limitantes indicando que: “se buscó información en internet y libros y no se hayo antecedente de una investigación similar. También, se realizaron consultas en el Instituto Costarricense de Electricidad, la cual es la institución pública con mayor flota vehicular en el país, no obstante aplican una metodología diferente que no profundiza en análisis “(sic) (Porras, 2012)

Las apreciaciones de Porras, señalan que existen oficinas o dependencias, cada una posee un sistema informático llamado Gtrans y es un sistema de Gestión de Transportes; en dicho sistema se llevan controles, tales como controles de combustibles, permisos de los vehículos para control de las giras y pernoctar en diferentes lugares.

Indica además el criterio sobre utilización y resultado que se obtuvo de un módulo de control que posee dicha herramienta de software: durante algunos meses se recolectaron datos en algunos departamentos o regiones, mediante el uso de una boleta de anotación, misma que luego requirió la transferencia de datos a Gtrans como lo son: fecha de salida, fecha de entrada, hora de salida, hora de entrada, kilometraje de salida, kilometraje de entrada, dependencia y nombre del conductor. El uso de esta boleta de recolección de datos fue retirada el 31 de diciembre del 2013, por parte del Consejo Gerencial, al considerar una pérdida de tiempo, por el hecho de que los conductores tuvieran que registrar varios datos al salir y entrar, sumado a las horas hombre requeridas para digitar esta gran cantidad de datos, pero la principal razón del retiro del control es que los datos en un final no reflejaron ningún resultado, precisamente, por la ausencia del método para calcular utilización y sobre el cual tomar decisiones, únicamente se generó una pequeña base de datos sin procesar, sobre las funciones realizadas y las horas de salida e ingreso. (Porrás, 2012, pág. 49)

En dicha investigación el autor requiere determinar un índice de productividad con las funciones de la flota vehicular de ese Instituto, sin embargo el autor indica que es un dato indeterminado, ya que, por las características de funciones realizadas, son muy diversos los trabajos realizados por el personal en el campo. Aunque podría ser factible medir algunos de los insumos utilizados, no así el producto obtenido, y señala con un ejemplo de ello, al tratar de compararla cantidad de medidores instalados en un día por un vehículo, y realizar la comparación de ello con trabajos de desobstrucciones de alcantarillado sanitario, realizado por otro vehículo el mismo día.

Diferente ocurre para el proyecto investigativo que se desarrolla para de Alimentos del Norte, donde la medición de la productividad será uniforme, pues todos los vehículos realizan exactamente las mismas actividades.

Porras determina, que debido a la variabilidad de funciones en que se involucran los vehículos, la forma para calcular la productividad sería el tiempo de utilización, considerando desde la hora de salida hasta la hora del regreso, y así determinar un porcentaje de utilización de tiempo, basado en el porcentaje de la jornada diaria que el vehículo estuvo fuera de la empresa, tomando los tiempos de entrada y salida en la caseta de seguridad de la institución

La propuesta que presenta Porras es efectiva y genera un avance importante en la situación indicada por el autor, calculando de forma determinística los tiempos de trabajo y la utilización de la flota en las diferentes dependencias de dicha institución. Sin embargo, vislumbra un vacío de medición al no poder calcular de forma fragmentada los otros parámetros que componen las diferentes actividades que componen el proceso, pues cuando al salir del puesto de seguridad para atender alguna obra, ocurriesen pérdidas voluntarias o involuntarias de tiempo, esto sería considerado siempre como tiempo productivo.

2.4.4 Diferenciación entre investigaciones

No existe en Costa Rica experiencia semejante a la planteada en esta investigación, y aunque hay pertinencia en los temas de análisis como el uso y productividad, existe un vacío entre las investigaciones consultadas, más aun, en el país no existen muchas investigaciones enfocadas en los análisis que respectan al área o departamentos de distribución y transporte.

En lo referente a las obras literarias, mayormente refieren a la teoría sobre los indicadores que se deben controlar para las áreas de logística o transporte, pero los autores se han limitado a definir parámetros de la gestión logística y la forma de controlarlos, no así en la implantación, y por tanto no ha sido tan exitosa ni difundida estas prácticas, incluso no se conocen de muchos modelos para determinar la productividad de flotas, y lo que refiere a indicadores tampoco ocurre una estandarización entre las operaciones que le den una madurez a la teoría, quedando muchas veces en los primeros lugares de control de las organizaciones, otros indicadores, tales como contables, ventas, producción, y más abajo quedan los controles de indicadores en logística, categorial para la cual nuevamente se subdivide, y lo común es que sobresalen algunos indicadores de inventarios, servicio al cliente, y mientras que la subdivisión de los indicadores de transporte queda más relegada, y poco a poco, las gestiones de distribución van quedando eximidos de la rigurosidad de análisis que debiera, como lo planteo (Gaido, 2008) brindando el análisis muy superficial para dicha área, o como lo plantea (Porrás, 2012) que define la prioridad de la medición de productividad en el transporte, pero limitada solamente a algunas actividades y no contemplando la magnitud de ello, por todo ello, existe un mayor desarrollo en el área teórica, comparativamente con lo que sería el desarrollo de las herramientas y prácticas.

Así, el salto que se pretende brindar, con el cálculo probabilístico de productividad, supera las investigaciones realizados en el país con referencia a las mediciones de productividad de flotas, e incluye realizar las mediciones de productividad de las actividades que intervienen en el proceso, incluso las actividades que están fuera de la empresa.

Basado en los tiempos de medición de dichas actividades, y el uso de ciertas herramientas estadísticas y de ingeniería, se crea el respaldo estadístico que permite determinar la productividad de forma probabilística, esto es casi jugar al oráculo, analizar la productividad de los recursos de trabajo que se van a utilizar, sin que siquiera se haya efectuado.

La medición que se realiza del trabajo y los componentes es fundamental para ir corrigiendo las decisiones que se toman a diario en la operación, sin embargo, la medición que se realiza de un trabajo aun sin efectuar, esa adivinanza o pronóstico que se pretende de ello, permitirá tomar las mejores decisiones de forma anticipada, además la definición de los parámetros y la simulación probabilística desligan en cierto grado la necesidad que alguien con experiencia de conocimiento fundamental, no solo experiencia por tiempo laborado, sea quien se encargue de la planificación, ya que la experiencia estaría plasmada en los parámetros de calculo que tiene el sistema, y que son alimentados con las mediciones que se realizan.

Para ello se estaría haciendo un mix de indicadores de gestión, considerando para el área logística algunos indicadores que son más comúnmente utilizados en el área de producción, aunque no son exclusivos de ella, tales como la capacidad instalada y el rendimiento de las maquinas. Teniendo entonces la productividad basada en la utilización para el transporte, brindara también la oportunidad para determinar si la subcontratación está funcionando conforme lo cometido.

Muchas serán las utilidades de un sistema que brinde la medición de estos trabajos de distribución, contribuyendo a la toma de decisiones, a la sostenibilidad de la experiencia, a fundamentar algunas decisiones de inversión

o subcontratación, a definir los estándares de desempeño, a medir la productividad, entre muchos otros.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Por su finalidad

La presente investigación es de tipo aplicada, pues tiene como fin el enfoque sobre la solución de una situación productiva, basada en los hallazgos a partir de los conocimientos, y pretende el análisis y propuestas de mejora para beneficio de la empresa en la cual se realiza.

3.1.2 Por su dimensión temporal

El alcance de esta investigación es transversal, se pretende solucionar analizar la distribución de gráneles en un momento dado; no tanto estudiar el fenómeno o el objeto de estudio en ningún otro momento del tiempo.

3.1.3 Por su marco

El alcance se dicha investigación es micro, se analiza en el área de logística lo que refiere a distribución de gráneles. En esta investigación se analiza la parte micro que corresponde al uso de cada camión.

3.1.4 Por su Naturaleza

La presente investigación se enmarca dentro del tipo cuantitativa. Parte de una recolección de datos y cifras con los cuales se realizarán los cálculos.

3.1.5 Por su carácter

Dado el objeto de estudio, el tipo de información, las técnicas e instrumentos utilizados, esta investigación es de tipo descriptiva por la predicción y relación entre variables que se pretende descubrir.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA.

3.2.1 Metodología

La metodología desarrollada, utiliza como técnica de obtención de datos para establecer una estrategia operativa mediante el uso de las herramientas de la ingeniería industrial

La metodología utilizada en este proyecto es DMAIC, cuyo nombre está dado por las iniciales en inglés de (Define/Definir – Measure/Medir – Analyze/Analizar – Improve/Mejorar – Control/Controlar), se busca desarrollar el proyecto de forma estratégica basada en esta herramienta debido a la buena estructura que brinda para cada uno de las fases, “La metodología DMAIC hace mucho énfasis en el proceso de medición, análisis y mejora, y no está planteada como un proceso de mejora continua.” (Membrado, 2013, pág. 140)

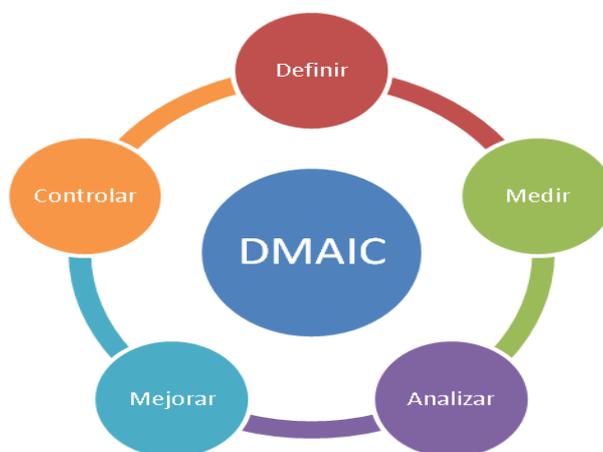


Figura 23: Ciclo DMAIC.
Fuente: Elaboración propia

– Definir: Esta etapa corresponde al proceso para obtener las respuestas a una serie de preguntas clave. ¿En qué consiste el proyecto? ¿Por qué es importante? ¿Quién es el cliente? ¿Cuáles son los requerimientos del cliente? ¿Cómo se hace el trabajo en la actualidad?

Es la etapa de planeación del proyecto, donde se requiere encontrar las características y los resultados esperados. Es la investigación y planeación.

– Medir: En esta etapa se realiza la toma de datos para cuantificar el problema y poder identificar las causas raíz del mismo. Los datos podrán salir de los procesos o documentos con resultados finales en el cliente.

Es la etapa para determinar la brecha existente en lo que se hace actualmente, y lo que se quisiera realizar.

– Analizar: En esta etapa se identifican las principales causas raíz de los problemas. Se puede considerar los efectos en cada una de las «5m» del proceso: Métodos – Máquinas – Materiales – Mano de obra – Medio ambiente.

Es la etapa para determinar por qué pueden existir esas desviaciones

– Mejorar: En esta etapa, se identifica, diseña e implementa las soluciones a los problemas encontrados que ataquen las causas raíces y que generen los resultados esperados.

Es la etapa para la reducción de variaciones en los procesos internos para que el tratamiento de las variables se genere el objetivo deseado.

– Controlar: Consiste en darle continuidad al proyecto y asegurarse que los usuarios de procesos modificaron los procesos de acuerdo a las mejoras detectadas

Es la etapa de ejecución y seguimiento de los resultados sobre las mejoras, a través de la implementación realizada.

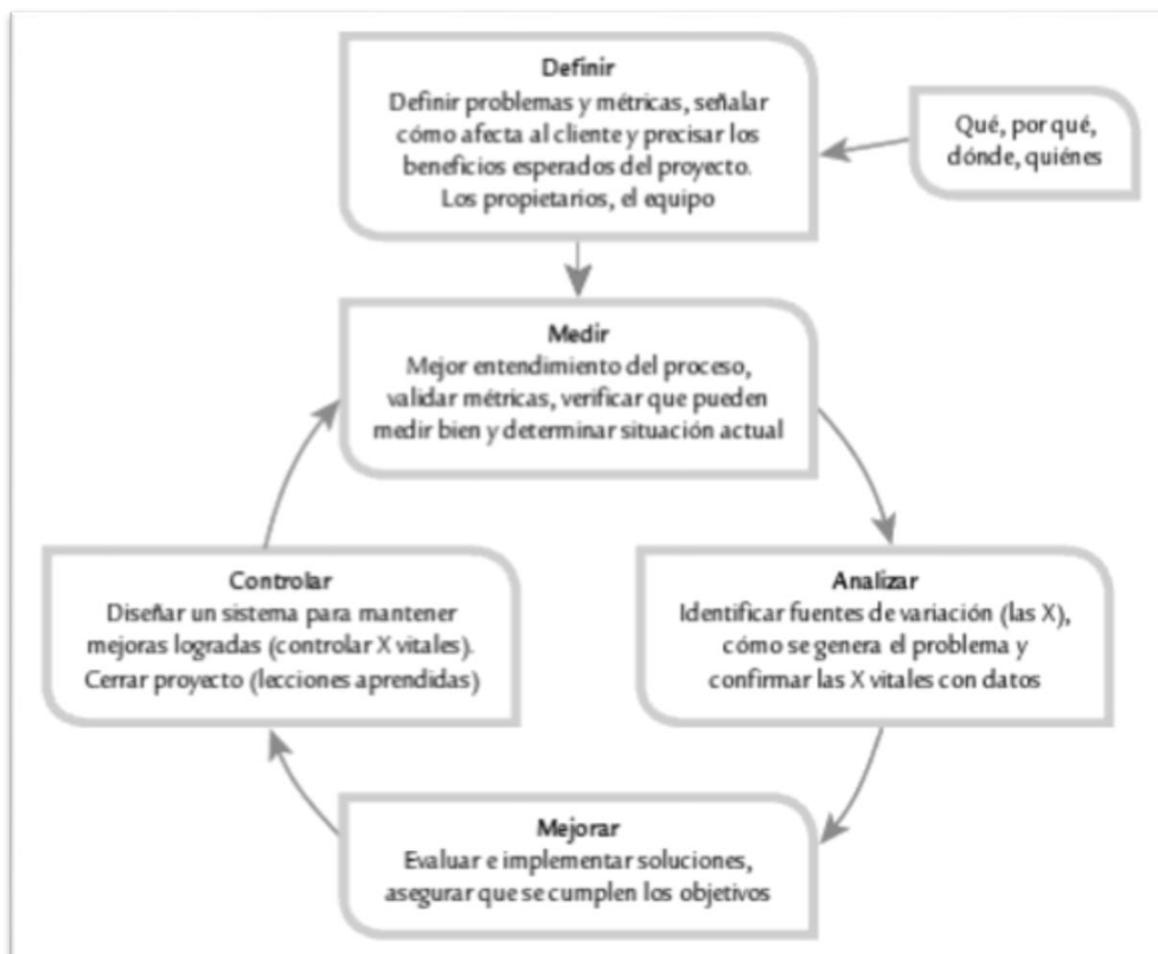


Figura 24: Las 5 etapas de un proyecto.
Fuente: Control estadístico de la calidad y Seis Sigma 2013

La razón para definir esta metodología es la adaptación de la metodología DMAIC a variedad de tipos de procesos y el ciclo de seguimiento que conllevan las etapas, así entonces, el proceso es segmentado y cada uno de estos segmentos tiene un objetivo que es de fácil adaptación a la mayoría de procesos, incluido el operativo de transporte. La metodología DMAIC se presenta como una herramienta robusta y general, para este caso al tratarse de un proceso operativo de transporte y no del área de producción, existe variedad de parámetros que están fuera del foco de control de la empresa, por tratarse de una actividad que se realiza mayormente fuera de las instalaciones de la

compañía, y en un ambiente donde existen múltiples actores tales como agentes climatológicos, tránsito y estructura vial, clientes externos.

3.2.2 Herramientas

1-Gráfica de Gantt: para controlar el desarrollo de las actividades que conforman el proyecto, las fechas de inicio, y las fechas de conclusión.

2-Mapa de procesos: Permitirá identificar la conformación y operación de la compañía de forma gráfica y global.

3-Diagramas de Flujo: Para usar de referencia y guía de apoyo para consulta o desarrollo de actividades.

4-Cursogramas analíticos: Representación individual de los procesos, con la clasificación por tipos de actividades y tiempos.

5-Diagramas de Ishikawa: Para apreciar posibles causas de errores o falencias.

6-Diagrama de Pareto: Para agrupar y analizar el comportamiento y distribución de los datos.

7-Histogramas Medias – Modas – Medianas: Para análisis de datos

8- Control Estadístico de Procesos: herramienta estadística para analizar datos

9-Pert: Para diagramar la operación de transporte de los vehículos.

10-Teoría de colas: Para asignar probabilidades de espera en la romana camionera.

3.2.2.1 Grafica de Gantt

La primera herramienta formal para coordinar las actividades que deben realizarse al ejecutar un proyecto la ideó Henry Gantt para su aplicación en el arsenal de Frankford. Consiste en representar la programación de las tareas mediante unas barras cuya longitud representa su duración. (Velasco & Campins, 2013, pág. 23)

Por ello es necesario que la planeación de actividades para la composición de organigramas se plasme en un documento que administre el desarrollo, y que sirva como marco de control, por ello se emplea la gráfica de Gantt.

La grafica está establecida sobre las variables de actividades que conforman el proyecto, y la duración de estas, de forma tal que se las actividades se van colocando en el orden de ejecución y referencias a las fechas de inicio.

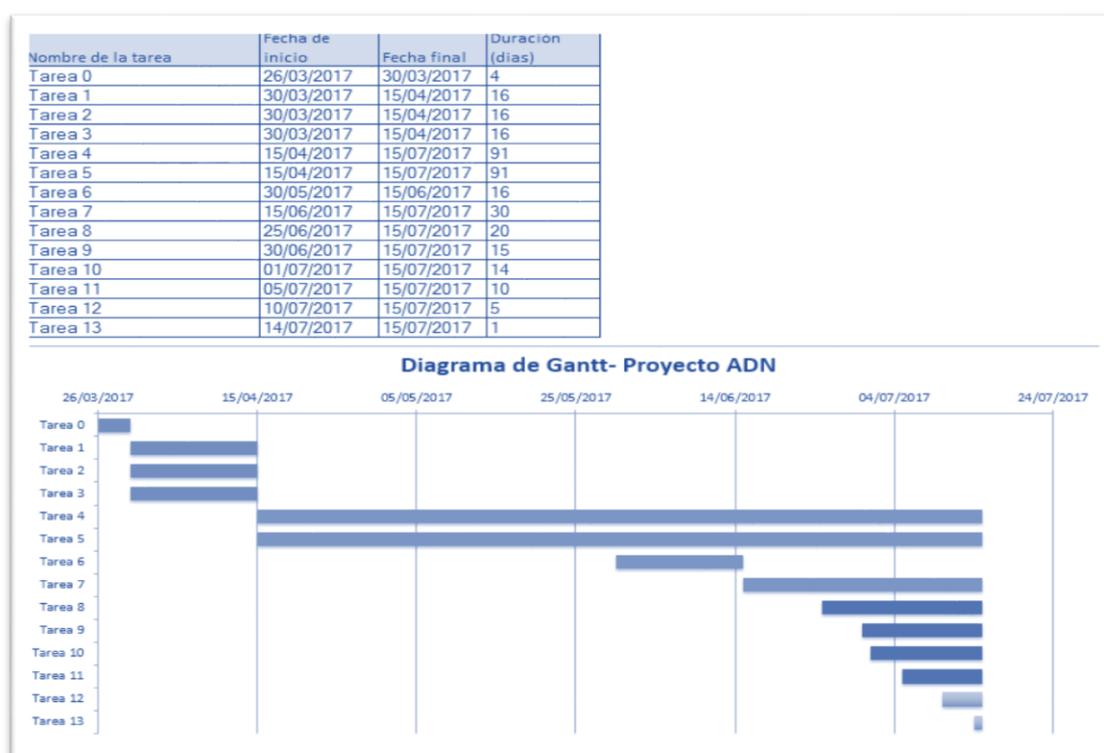


Figura 25: Esquema de una gráfica Gantt.
Fuente: Elaboración Propia.

3.2.2.2 Mapa de procesos

El mapa de procesos permitirá identificar la conformación y operación de la compañía o de un área específica, pero de forma gráfica y global, además funciona como guía de consulta, es una forma de hacer visible la estructura de la organización y el funcionamiento interno, además de conocer de forma general los productos o servicios para los cuales se destinan los recursos.

Es la representación global de los procesos de una organización que muestra la secuencia e interacción de todos ellos (Pardo, 2012, pág. 49)

Un buen diseño de mapa de procesos, enmarca y delimita los elementos y su rol en la organización, y por lo tanto permite siempre tener referenciados los involucrados en los procesos, pudiendo estos tener diferentes objetivos y áreas asignadas.

3.2.2.3 Diagramas de Flujo

El diagrama de flujo demuestra fácilmente los procesos, y constituyen una alternativa práctica para la documentación, pues al encontrarse documentada de forma gráfica, permita que el entendimiento sea más sencillo y rápido que si tuviera que comprenderse a través de un documento escrito. Además, al contar con una simbología diferente para las diferentes partes que componen el proceso, la interpretación favorece para determinar la cantidad de cada una y realizar los análisis que se desprendan.

Es muy recomendable la utilización de procedimientos tipo flujo porque son más visuales y por tanto más aprovechables por la organización, pues

disponen de todas las ventajas vinculadas a la utilización de los diagramas de flujo. (Pardo, 2012, pág. 35)

Tal como lo detalla Pardo, la visualización es una forma aprovechable, indica que entre los pasos a seguir para elaborar un diagrama de flujo o flujograma, están: Identificar todas las actividades, identificar todos los agentes que participan, realizar las conexiones entre las diferentes actividades.

Hay que tener en consideración que el flujograma debe ser lo más exacto posible, y que no deben omitirse detalles, ni tampoco dejar información ambigua sobre las actividades, todo lo contrario, la redacción deberá ser clara y muy precisa para que cualquier persona que lo revise, aun cuando desconozca del proceso, pueda realizar una adecuada interpretación.

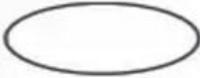
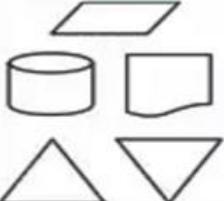
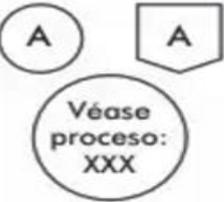
Símbolo	Nombre	Descripción
	Elipse u óvalo	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo. Está reservado a la primera y a la última actividad. Un proceso puede tener varios inicios y varios finales
	Rectángulo o caja	Se utiliza para definir cada actividad o tarea. Debe incluir siempre un verbo de acción. Las cajas se pueden numerar
	Rombo	Aparece cuando es necesario tomar una decisión. Incluye siempre una pregunta
	Flecha	Utilizada para unir el resto de símbolos entre sí, indicando la dirección secuencial de las actividades
	Símbolos de entrada y salida	Se utilizan para representar entradas necesarias para ejecutar actividades del proceso, o para recoger salidas generadas durante el desarrollo del mismo
	Conectores	Usados para representar conexiones con otras partes del flujograma o con otros procesos. Si el proceso es largo y el diagrama de flujo no cabe en una hoja, se suele utilizar algún símbolo para conectar una hoja con otra. Una letra o un número en el interior del símbolo indican que la secuencia enlaza con un símbolo equivalente. También se pueden utilizar para vincular el proceso que estamos dibujando con otro proceso relacionado

Figura 26: Simbología de un Flujograma
Fuente: Configuración y usos de un mapa de procesos 2012

3.2.2.4 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es también conocido como diagrama causa-efecto, y su aplicación principal consta de proponer posibles causas de un problema para luego realizar una identificación y análisis de todas las propuestas, y la forma de abordarlo es separando las causas identificadas por los diferentes factores o categorías en los que se subdivide el diagrama.

Entre las categorías de clasificación, comúnmente se utilizan al menos 4 factores básicos tales como Mano de Obra, Materiales, Métodos o procesos, y Maquinaria. Luego conforme se pulió la técnica y fue aumentando su uso se van agregando otros factores como medio ambiente, políticas de la

empresa, mediciones, efectos externos, y cualquier otro que el responsable considere oportuno de incluir.

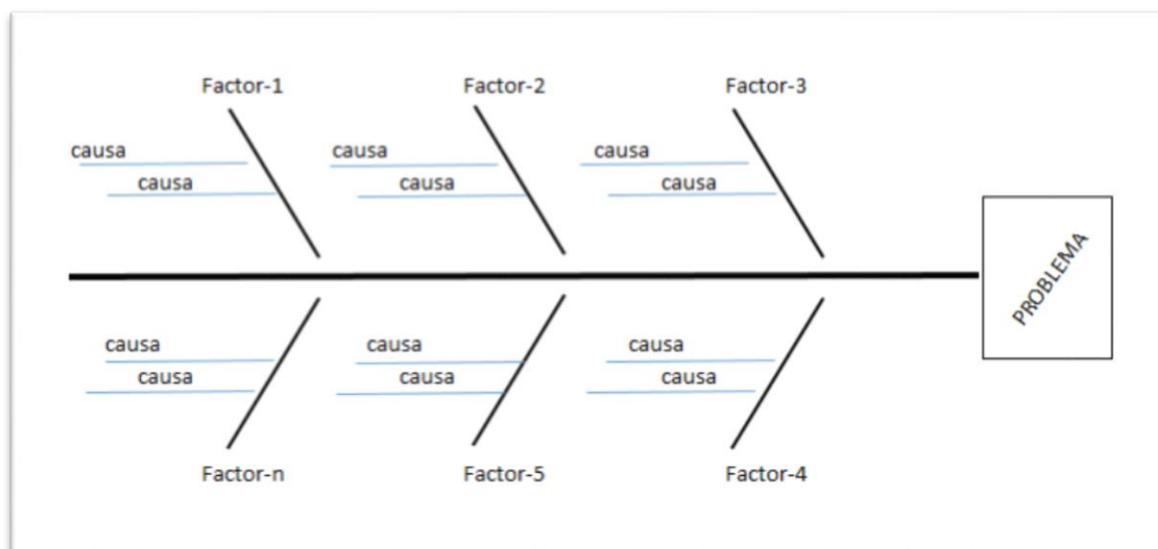


Figura 27: Representación de un diagrama Ishikawa.
Fuente: Elaboración Propia

Los Errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante (Walter, 2009, pág. 5)

La aplicación de este diagrama es muy recomendada y de amplio uso en controles de calidad para detectar fallos en la fabricación o buscar eliminar ciertos desperdicios, justamente sobre esta última utilidad es que presenta un beneficio, pues al ser de tan robusto, y permitir la colaboración del personal involucrado en el proceso junto con expertos, se muestra como herramienta adaptable a la mayoría de problemas, siempre y cuando se plantea bien el enfoque. Por ello, el resultado y la practicidad vienen dados fundamentalmente por la clasificación y separación de los factores en análisis.

3.2.2.5 Estudio de tiempos

Debido al requerimiento de estimar los tiempos de las diferentes actividades que se realizan y se consideran productivas en la operación de transporte por parte de los choferes y de los camiones, se requiere considerar de forma práctica los contenidos de algunas herramientas de la ingeniería de métodos.

Una de las principales herramientas para el cálculo y medición pertenece al Estudio de Métodos, entendiéndose que a este se atañe con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. Aunque los autores recomiendan primeramente desarrollar el estudio de métodos para realizar las correcciones, no necesariamente esta es la única utilidad, ni la única forma de utilizar la herramienta. Por ello, se toma en cuenta la teoría que refiere al estudio de tiempos, que se relaciona con la investigación de tiempos productivos e improductivos de un proceso, sin hacer uso de la medición del trabajo, pues no se pretende mejorarlo.

Una de las funciones de la medición del trabajo a través del estudio de tiempos, consiste en establecer las bases para la etapa de evaluación

3.2.2.6 Herramientas Estadísticas

Para poder realizar los análisis, mediciones, y cálculos de ciertos números, variables y otros datos, además de la representación y agrupación, se requieren procesar a través de herramientas, formulas y procedimientos de la estadística y matemáticas; y según el resultado al que se quiere llegar se deberán seleccionar los criterios que mejor se adapten.

3.2.2.6.1 Tipos de variables cuantitativas

En la definición de variables cuantitativas, es común definir la clasificación de variables en dos posibilidades, dependiendo de su valor. Para las variables con valor entero se clasifican como variables discretas, mientras que la clasificación de variables con valores que no son enteros, se clasifican como variables continuas.

Medición	Variables Continuas	Variables Discretas
Cantidad de hijos	2	
Cantidad de televisores	2	
Cortes de cabello	16	
Peso del hijo		18,497
Edad del hijo		7,5
Salario		125900,266
Presión atmosférica		9,789

Tabla 3: Ejemplos de variables cualitativas discretas y continuas
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.6.2 Distribución de frecuencias

Cuando se tienen datos y estos requieren de cierto análisis, se puede realizar una agrupación para facilitar el manejo de la información, y por tanto los datos se trabajan como frecuencias.

- Frecuencia absoluta: el número de veces que aparece un valor, se representa con (f_i) donde el subíndice representa cada uno de los valores.

La suma de las frecuencias absolutas es igual al número total de datos.

$$f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n = N$$

- Frecuencia relativa: el resultado de dividir la frecuencia absoluta de un determinado valor entre el número total de datos, se representa por (n_i) .

La suma de las frecuencias relativas es igual a 1.

- Frecuencia acumulada: la suma de frecuencias absolutas de todos los valores iguales o inferiores al valor considerado, se representa por (F_i).
- Frecuencia relativa acumulada: el resultado de dividir la frecuencia acumulada entre el número total de datos, se representa por (N_i)

Cantidad de Hijos	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia relativa (ni)	Frecuencia acumulada (Fi)	Frecuencia relativa acumulada (Ni)
0	3	3/19	3	3/19
1	6	6/19	3+6	(3+6)/19
2	4	4/19	3+6+4	(3+6+4)/19
3	3	3/19	3+6+4+3	(3+6+4+3)/19
4	2	2/19	3+6+4+3+2	(3+6+4+3+2)/19
5	1	1/19	3+6+4+3+2+1	(3+6+4+3+2+1)/19
Total	19			

Tabla 4: Ejemplo de distribución de frecuencias
Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, a partir de la agrupación de datos, la frecuencia absoluta (n_i) de un valor X_i es el número de veces que el valor está en el conjunto (X_1, X_2, \dots, X_N), y la suma de las frecuencias absolutas de todos los elementos diferentes del conjunto debe ser el número total de sujetos N , y se calcula mediante la fórmula:

$$\sum_{i=1}^k n_i = n_1 + n_2 + \dots + n_k = N$$

Figura 28: Fórmula para cálculo de Frecuencia Absoluta
Fuente: (Alvarado, 2014)

Y para el cálculo de la frecuencia relativa (f_i) de un valor X_i será la proporción de valores iguales a X_i entre los datos (X_1, X_2, \dots, X_N). O sea, la frecuencia relativa es la frecuencia absoluta dividida por el número total de elementos N , y se calcula mediante la fórmula:

$$f_i = \frac{n_i}{N}$$

Figura 29; Formula para cálculo de frecuencia relativa
Fuente: (Universoformulas, 2017)

3.2.2.6.3 Histogramas

Los histogramas permiten la representación gráfica de un conjunto de datos, los cuales son agrupados, para rápidamente brindar una idea del comportamiento y distribución de las variables analizadas.

El histograma es una representación parecida a un diagrama de barras, pero se suele utilizar cuando el volumen de datos es más amplio, o cuando las variables son continuas (Sangaku Maths App, s.f.)

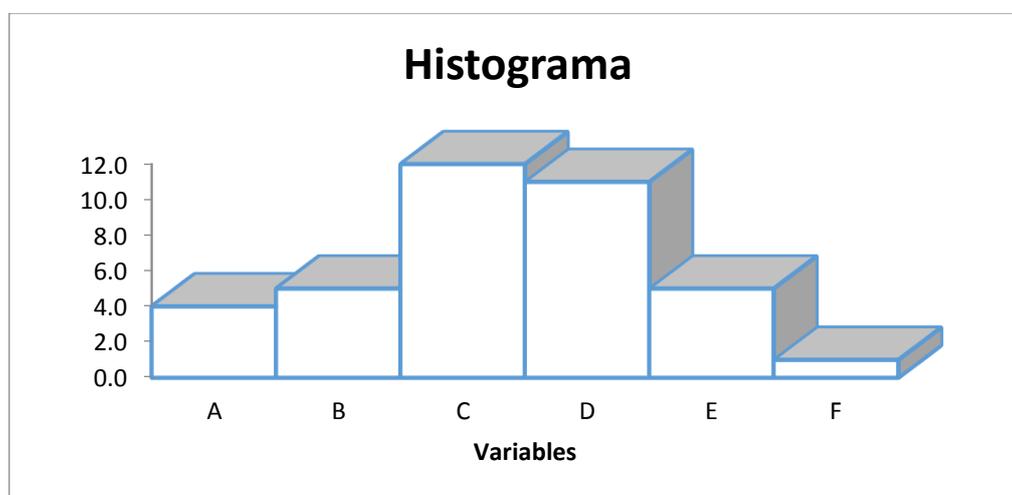


Figura 30: Ejemplo de histograma
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.6.4 Distribución Normal

La distribución normal fue estudiada por Gauss. Se trata de una variable aleatoria continua que puede tomar cualquier valor real, y la función de densidad tiene forma de campana. Existen dos parámetros que determinan una distribución

normal: la media y la desviación típica. Cuanto mayor sea la desviación típica mayor es la dispersión de la variable.

La distribución normal es una distribución de probabilidad de variable continua que describe los datos que se agrupan en torno a un valor central. Todo proceso en el que solo existan causas aleatorias de variación sigue una ley de distribución normal. Esta condición que aparece con frecuencia en fenómenos naturales (de ahí que se la denomine “normal”), puede obtenerse en los procesos industriales si los procesos se llevan a un estado en el que solo existen causas comunes de variación. (García, 2017)

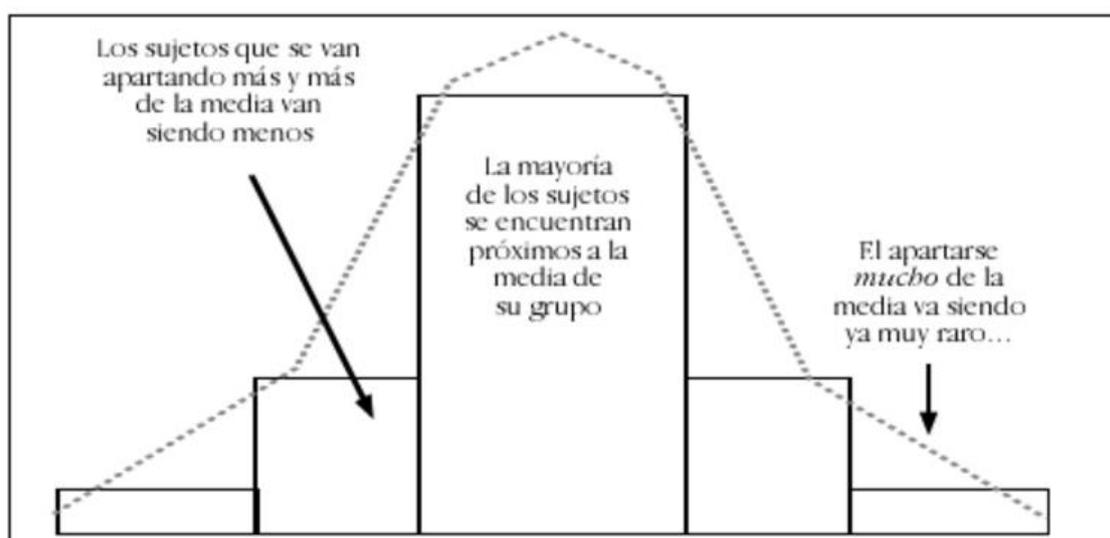


Figura 31 : representación de una distribución normal con un histograma
Fuente: (Morales Vallejo, 2009)

De la figura con la curva de distribución normal se determinan las características de la distribución, tales como:

- La mayoría de valores de las mediciones tienden a agruparse alrededor del punto central o media.
- La representación de los datos es simétrica a ambos lados de la media

- Las desviaciones estándares quedan situadas a igual distancia unas de otras, y la proporción de mediciones entre la media y las desviaciones es una constante en la que:

La media ± 1 * desviación estándar = cubre el 68,3% de los datos

La media ± 2 * desviación estándar = cubre el 95,5% de los datos

La media ± 3 * desviación estándar = cubre el 99,7% de los datos

Utilizando software se pueden ejemplificar curvas de la gráfica con la distribución normal

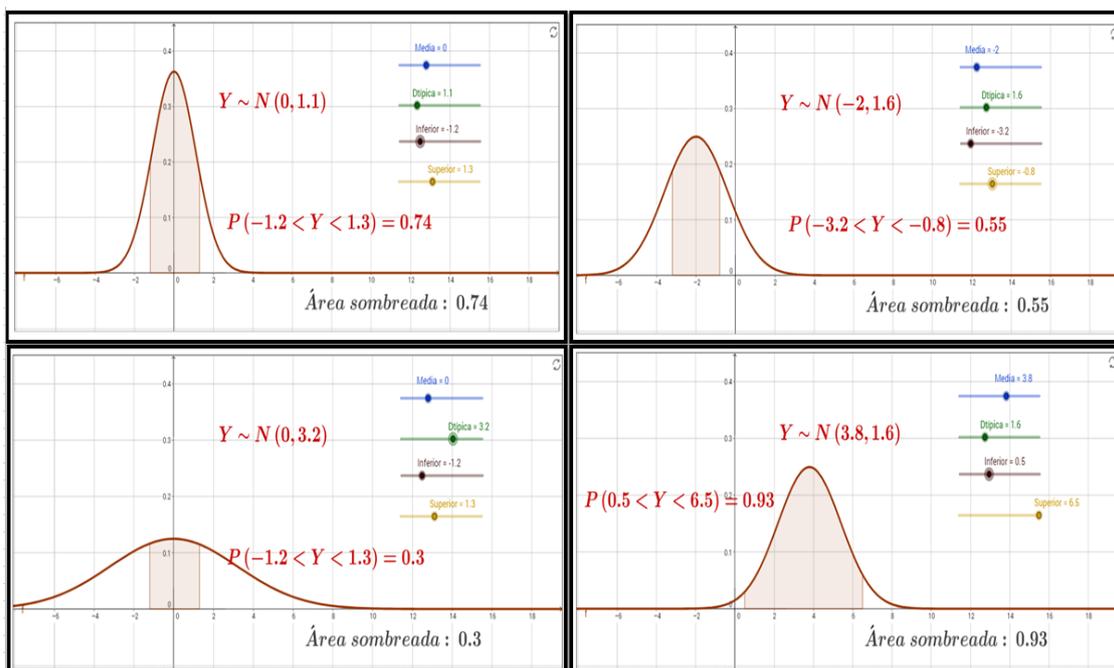


Figura 32: Ejemplos de gráficas y distribuciones para probabilidad normal
Fuente: Elaboración propia en Software Geogebra.

Sobre la distribución normal, indica (Morales Vallejo, 2009, pág. 66) que es un modelo matemático teórico al que de hecho tienden a aproximarse las distribuciones que encontramos en la práctica: estadísticas biológicas, datos antropométricos, sociales y económicos, errores de observación, etc.; y que es un modelo muy útil por su relación con el cálculo de probabilidades que nos va

a permitir hacer inferencias y predicciones. En su fundamento matemático, se requieren realizar los cálculos mediante la fórmula:

$$Z = \frac{X - \mu}{\theta}$$

Figura 33: Formular de probabilidad normal
Fuente: Elaboración propia con referencia a lecturas de estadística

Donde:

- Z representa el número de desviaciones estándar de x respecto a la media.
- X es el valor de la variable aleatoria buscada
- μ es la media de la distribución de la variable aleatoria X
- θ es la desviación estándar de la distribución

Para calcular la probabilidad de un evento, se sustituyen los datos en la fórmula, se realiza el cálculo, y el valor que se obtiene se busca en las tablas de distribución; el valor obtenido se conoce como “z” y ese es el valor que se debe buscar en las tablas de probabilidad, y para ello se debe direccionar la ubicación referenciando los dos primeros dígitos del valor de Z corresponden al direccionamiento en vertical, y el tercer dígito en el valor de Z corresponde al direccionamiento en horizontal. A partir de ambos direccionamientos, la intersección de ambos puntos en la tabla, corresponderá al valor de probabilidad obtenido.

Ejemplo con $z = 0.81$

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315
1	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8706	0.8729	0.8749	0.8770
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962

La probabilidad para un valor de $z = 0.81$ es

$$P(z=0.81) = 0.7910$$

Figura 34: Búsqueda de valores de Z para obtener valor de probabilidad
Fuente: Elaboración propia con referencia a lecturas de estadística

3.2.2.6.5 Distribución de Poisson

La distribución de Poisson es discreta debido a que los valores que puede tomar la variable aleatoria son números naturales, los números naturales son aquellos que permiten contar los elementos de un conjunto y se conocen como números enteros. La distribución de Poisson se utiliza para trabajar con ciertos procesos que se pueden describir con una variable aleatoria discreta, tales como el número de vehículos que llegan a un semáforo, o la cantidad de clientes en un supermercado.

Para realizar los cálculos de la probabilidad que tienen los datos, se debe utilizar las fórmulas, según indica (Acuña, 2012, pág. 39) dependiendo de si la función está definida en forma discreta se utilizan las formulas enumeradas del uno al tres, y en función de tiempo se utilizan las formulas enumeradas del cuatro al seis, así la probabilidad de exactamente x ocurrencias en una distribución de Poisson se calcula mediante las fórmulas:

$$(1) f(x) = \frac{\mu^x}{x!} * e^{-\mu}$$

$$(2) \mu = n * p$$

$$(3) \sigma^2 = n * p$$

$$(4) (x) = \frac{\mu t^x}{x!} * e^{-\mu t}$$

$$(5) \mu t = t * n * p$$

$$(6) t\sigma^2 = t * n * p$$

Donde

- μ = media o promedio de éxitos por unidad de tiempo, más usualmente denotada con la letra λ .
- X = número de éxitos que se esperan
- n = tamaño de muestra
- p = probabilidad de ocurrencia de un evento.

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} * \lambda^{-X}}{X!}$$

Figura 35: Formular de probabilidad normal
Fuente: Elaboración propia con referencia a lecturas de estadística

La distribución de Poisson se caracteriza por un solo parámetro lambda, su media es lambda y su varianza también es lambda.

- $P(x | \lambda)$ = la probabilidad de que ocurran X éxitos cuando el número promedio de ocurrencia de ellos es λ
- λ = media o promedio de éxitos por unidad de tiempo, área o producto
- e = es la constante Euler de valor aproximado 2.7183.
- X = valor específico que la variable pueda tomar, es el número de éxitos que se desea calcular.
- $E(X) = \lambda$ = La varianza del número de eventos de una distribución de probabilidad de Poisson también es igual a la media de la distribución λ .

- La desviación estándar es la raíz cuadrada de λ . $V(X) = \lambda \sigma = \sqrt{\lambda}$

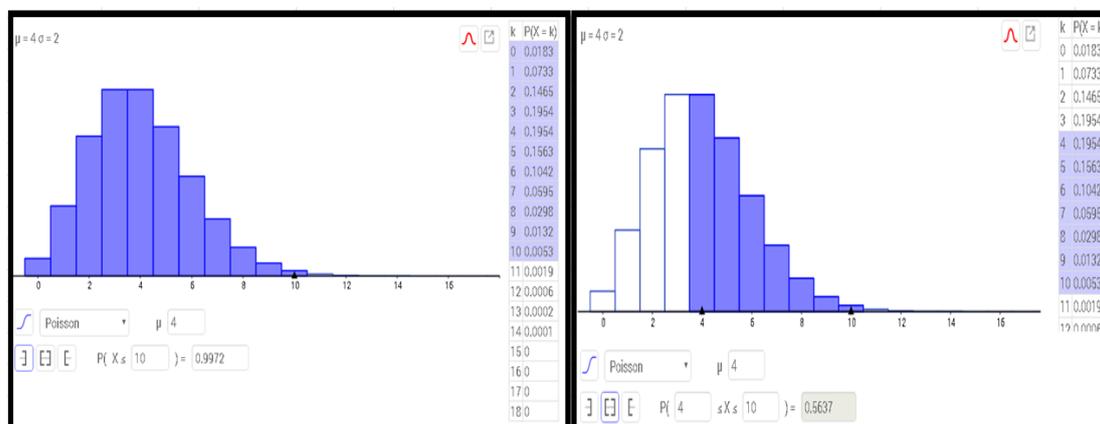


Figura 36: Ejemplos de gráficas y distribuciones para probabilidad Poisson
Fuente: Elaboración propia en Software Geogebra.

Al utilizar la probabilidad de Poisson, según (Alvarado, 2014) la distribución se fundamenta en las siguientes premisas:

- La probabilidad de que ocurra un evento por unidad de tiempo, área o volumen es pequeña.
- La probabilidad de que ocurran dos o más eventos de manera simultánea es prácticamente cero.
- El número de eventos que ocurren por unidad de tiempo, área o volumen es independiente de otras observaciones, ya que no se encuentran relacionadas; es decir, son independientes.

3.2.2.6.6 Prueba de normalidad

La prueba de normalidad, es una prueba para verificar que los datos cumplan con ciertos parámetros requeridos de la distribución normal. Para realizar la prueba existen varios test y software que permiten los cálculos, sin embargo, una sencilla prueba de normalidad (GI, 2014) se divide en tres partes, la primera parte

consiste en encontrar los momentos o valores de las series de datos, tales como media, mediana, desviación, curtosis y asimetría, la segunda prueba es realizar un gráfico Q-Q Plot, y la tercera consiste en un histograma; a partir de la información obtenida se puede descartar fácilmente cuando los datos no cumplen.

Según (Sangaku Maths App, s.f.) algunas de las definiciones acerca de los cálculos que se requieren para poder determinar si un conjunto de datos presenta una distribución normal, son:

- La varianza es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de la misma. Se simboliza como δ^2 y se calcula aplicando la fórmula.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N x_i^2}{N} - \bar{x}^2 = \frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2}{N} - \bar{x}^2$$

Figura 37: Formula de la varianza para una población
Fuente: (Sangaku Maths App, s.f.)

$$\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}$$

Figura 38: Formula de la varianza para una muestra
Fuente: MS Office Excel

- La desviación típica es la raíz cuadrada de la varianza y se representa por la letra δ . Para calcularla se calcula la varianza y se saca la raíz. Las interpretaciones que se deducen de la desviación típica son, por lo tanto, parecidas a las que se deducían de la varianza.

$$\sigma = \sqrt{\text{varianza}}$$

- La media aritmética es el valor promedio de las muestras y es independiente de las amplitudes de los intervalos. Se simboliza como \bar{x} y se encuentra sólo para variables cuantitativas.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Figura 39: Formula para el cálculo de la media o promedio
Fuente: (Sangaku Maths App, s.f.)

- La moda de un conjunto de datos es el valor que aparece con una mayor frecuencia, conocido como el elemento más repetido entre los datos.

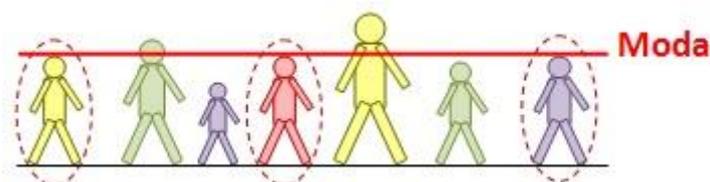


Figura 40: Clasificación de la moda en una muestra o población
Fuente: (Universoformulas, 2017)

- La mediana de un conjunto de datos es el valor que cumple que la mitad de valores están por encima y la otra mitad por debajo. Así pues, para encontrarla basta con ordenar los elementos de menor a mayor y escoger el valor central, y cuando la cantidad de valores es par y no se cumple que el 50% de los datos estén encima y abajo, entonces la mediana es el promedio de los dos valores ubicados al centro de los datos.

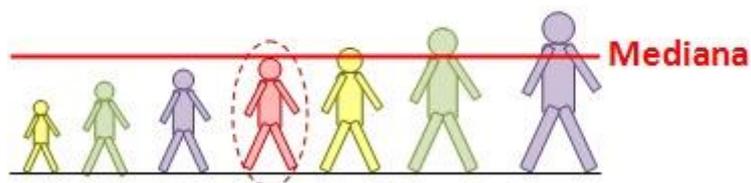


Figura 41: Clasificación de la mediana en una muestra o población

Fuente: (Universoformulas, 2017)

- El rango es la diferencia entre el valor más alto y el más bajo de un conjunto de datos.

$$\text{Rango} = \text{Máximo} - \text{Mínimo}$$

- Asimetría se refiere justamente al grado de asimetría de una distribución con respecto a su media. La asimetría positiva indica una distribución unilateral que se extiende hacia valores más positivos. La asimetría negativa indica una distribución unilateral que se extiende hacia valores más negativos.



Figura 42: Ejemplos de simetría para curvas normales
Fuente: aulafacil.com

Y para el cálculo del coeficiente de asimetría se utiliza la formula

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left(\frac{x_j - \bar{x}}{s} \right)^3$$

Figura 43: Formula para el cálculo del coeficiente de asimetría
Fuente: MS Office Excel

A partir de los resultados del coeficiente de asimetría se puede determinar la forma del gráfico, si el coeficiente de asimetría = 0 la distribución es simétrica y existe la misma concentración de valores a la derecha y a la izquierda de la media, si el coeficiente de asimetría > 0 la distribución es asimétrica positiva y existe mayor concentración de valores a la derecha de la media que a su

izquierda, y si el coeficiente de asimetría < 0 la distribución es asimétrica negativa y existe mayor concentración de valores a la izquierda de la media que a su derecha

- Curtosis indica la elevación o el achatamiento relativo de una distribución, comparada con la distribución normal. Una curtosis positiva indica una distribución relativamente elevada, mientras que una curtosis negativa indica una distribución relativamente plana.

$$\left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x_j - \bar{x}}{s} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

Figura 44: Formula para el cálculo de la curtosis
Fuente: MS Office Excel

- Coeficiente de variabilidad se refiere al cálculo de dividir la desviación entre la media.

$$\text{Coeficiente variabilidad} = \frac{\text{Desviacion}}{\text{media}}$$

- Valor mayor, son los datos máximos que se pueden esperar, considerando una distribución normal, para lo cual el valor mayor será

$$\text{Valor mayor} = \text{valor maximo} + (\text{media} * 3 \text{ desviaciones estandar})$$

- Valor menor, son los datos mínimos que se pueden esperar, considerando una distribución normal, para lo cual el valor menor será

$$\text{Valor menor} = \text{valor minimo} - (\text{media} * 3 \text{ desviaciones estandar})$$

- Gráficos estadísticos Q-Q Plot

Los gráficos permiten considerar si los datos proceden de una distribución normal, y para ello no deberían tener una fuerte asimetría. La cantidad de datos

es importante para poder inferir estas conclusiones, y con pocos datos no es fácil, de ahí la importancia de los gráficos.

Como lo establece (Vela, 2010) una gráfica cuantil-cuantil (Q-Q plot) compara los valores ordenados de una variable con los cuantiles de una distribución teórica específica, que para la investigación sería la distribución normal, y si las dos distribuciones son consistentes, los puntos sobre la gráfica asumen un patrón lineal que pasa a través del origen con una recta de pendiente unitaria. Las gráficas P-P y Q-Q se emplean para determinar visualmente que tan bien se ajustan los datos empíricos al comportamiento de una distribución teórica

Para ello, se deben ordenar todos los valores de menor a mayor, asignarle a cada dato un índice o consecutivo de muestra, realizar un gráfico de dispersión y agregarle la línea de tendencia, tal como se muestra en la figura 39 donde se muestra un gráfico que cumple y otro gráfico que no cumple con lo esperado.

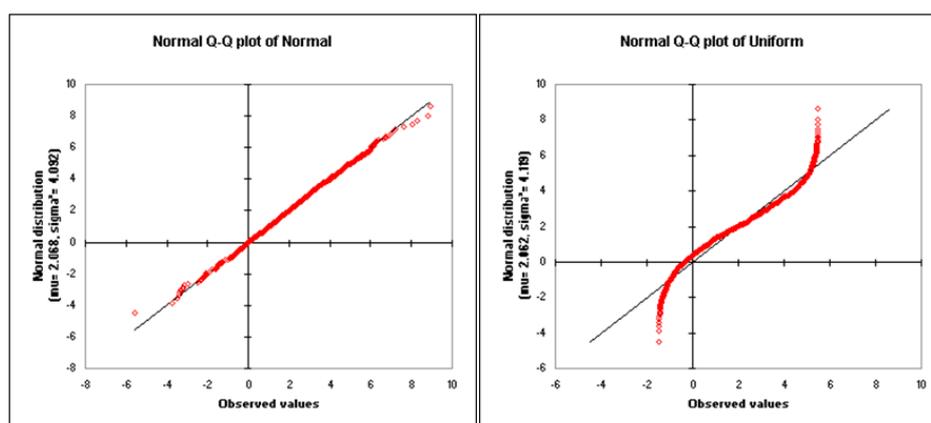


Figura 45: Gráficos para representar la normalidad si/no de una distribución normal
Fuente: (XLSTAT, 2017)

Según (GI, 2014) para que una distribución sea normal, cuando se realizan los cálculos de momentos se deben cumplir algunos criterios:

- La media, moda y mediana deben tener un valor muy similar.

- El valor de la curtosis debe estar entre un rango entre $[-3,3]$. Si el valor esta fuera del rango significa una mayor dispersión, y datos con valores entre el rango los datos están más concentrados.
- El valor de la asimetría puede ser $= 0$ para indicar una distribución totalmente normalizada, sin embargo, en caso de un valor positivo significa que tiene una cola a la derecha, y si es negativo significa que tiene una cola a la izquierda.
- En el gráfico QQ Plot, al trazar una línea recta o línea de tendencia, esta debe tener un recorrido muy similar a los datos, entre más se acerca la recta a los puntos ploteados, más normal será la distribución.

Cuando la distribución observada en las puntuaciones se ajusta a la teórica entonces los puntos se representan en línea recta en la diagonal.

Si el ajuste no es bueno entonces la distribución de las puntuaciones adopta otras formas (Frias)

Según (Frias), otra alternativa para evaluar la calidad del ajuste es el gráfico P-P (probabilidad-probabilidad). Este gráfico compara las probabilidades que se obtienen para la distribución empírica y la ajustada. Para cada observación x_k se representa [Abscisa = $S(x_k)$, ordenada = $F(x_k)$], donde $S(x_k)$ es la distribución de la muestra y $F(x_k)$ la ajustada. Cuando el modelo se ajusta bien a la muestra los puntos de la gráfica estarán situados cerca de la diagonal. Por tanto, en general para los gráficos QQ-Plot y PP-Plot, el ajuste es mejor cuanto más cerca este la gráfica de la diagonal.

3.2.2.6.7 Tipo y tamaño de la muestra

Cuando se tienen muchos datos o bien cuando se requieren hacer mediciones para hacer estimaciones, se pueden hacer muestreos de forma tal que una muestra nos permita inferir el comportamiento de la población.

Según (Sangaku Maths App, s.f.) algunas definiciones que se requieren para iniciar con el estudio de datos, son:

- Población: Es el conjunto sobre el que se realizará el estudio estadístico.
- Individuo o Unidad Estadística: Cada uno de los elementos que componen la población.
- Muestra: Conjunto representativo de la población pero más pequeño que esta.
- Muestreo: Es la reunión de los datos sobre una muestra que serán el objeto de nuestro estudio estadístico.
- Valor: Son todos los resultados que podemos obtener. En el caso de una moneda serían cara y cruz.
- Dato: Los distintos valores que obtenemos para cada individuo. Si lanzamos la moneda al aire tres veces obtendríamos 3 datos; por ejemplo: cruz, cara, cruz.

El fundamento de realizar un muestreo se basa en una simplicidad de la operación, y en la consideración de algunos otros factores como los recursos disponibles para el estudio, los cuales, al ser limitados, y por tanto se hace necesario el análisis no del total de la población.

Para realizar un muestreo de forma tal que la muestra sea representativa, se utilizara un muestreo probabilístico, y se debe garantizar que todos los

elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidas, además a el elemento seleccionado no volverá a formar parte de la población, máxime cuando se trata de medición de eventos de tiempo, tales como las cargas de un camión, o el tiempo de desplazamiento entre dos puntos, los cuales ocurren una vez y terminan el ciclo, en ambos casos corresponde a muestreo aleatorio sin reposición.

Otras mediciones que corresponden a registros históricos también se harán sin reposición, pues el interés consiste en analizar la mayor amplitud de registros posibles, y así disponer de suficiente material histórico.

3.2.2.6.7.1 Muestreo no probabilístico por conveniencia

Cuando se tienen datos para ser analizados, pero por diversas razones no es posible utilizar un muestreo probabilístico o aleatorio, entonces se puede recurrir al muestreo no probabilístico por conveniencia.

El muestreo no probabilístico es una técnica de muestreo donde las muestras se recogen en un proceso que no brinda a todos los individuos de la población iguales oportunidades de ser seleccionados. (Ochoa, 2015)

3.2.2.7 Cursograma Analítico

Es un diagrama en el que los eventos se representan mediante símbolos que ayudan a hacerse una imagen mental de un proceso con objeto de examinarlo y perfeccionarlo, y que además tiene la ventaja de poder diagramar las funciones del operario, de la máquina y del material. Es el diagrama más específico de la actividad e incluye todos los factores involucrados en el proceso.

Es, por tanto, más exhaustivo y completo que los anteriores, aunque no los descarta, ya que el diagrama de proceso es válido para las primeras fases del estudio y el de recorrido es un complemento gráfico necesario para este tipo de diagrama. (González, 2013, pág. 212)

Justamente como lo refiere González, para la formulación se realiza un listado con las descripciones de cada uno de los pasos que conforman la actividad, registrando para cada actividad el símbolo que corresponde, incluye los símbolos para operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenajes, y mediante un hilo se van enlazando con la anotación de los tiempos de duración de cada elemento, las distancias, y al final se realiza un resumen que muestre el número total de operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenajes, así como las distancias y los tiempos totales del proceso. Además, visualmente si el proceso posee muchas actividades que no añaden valor, como demoras, inspecciones y almacenajes

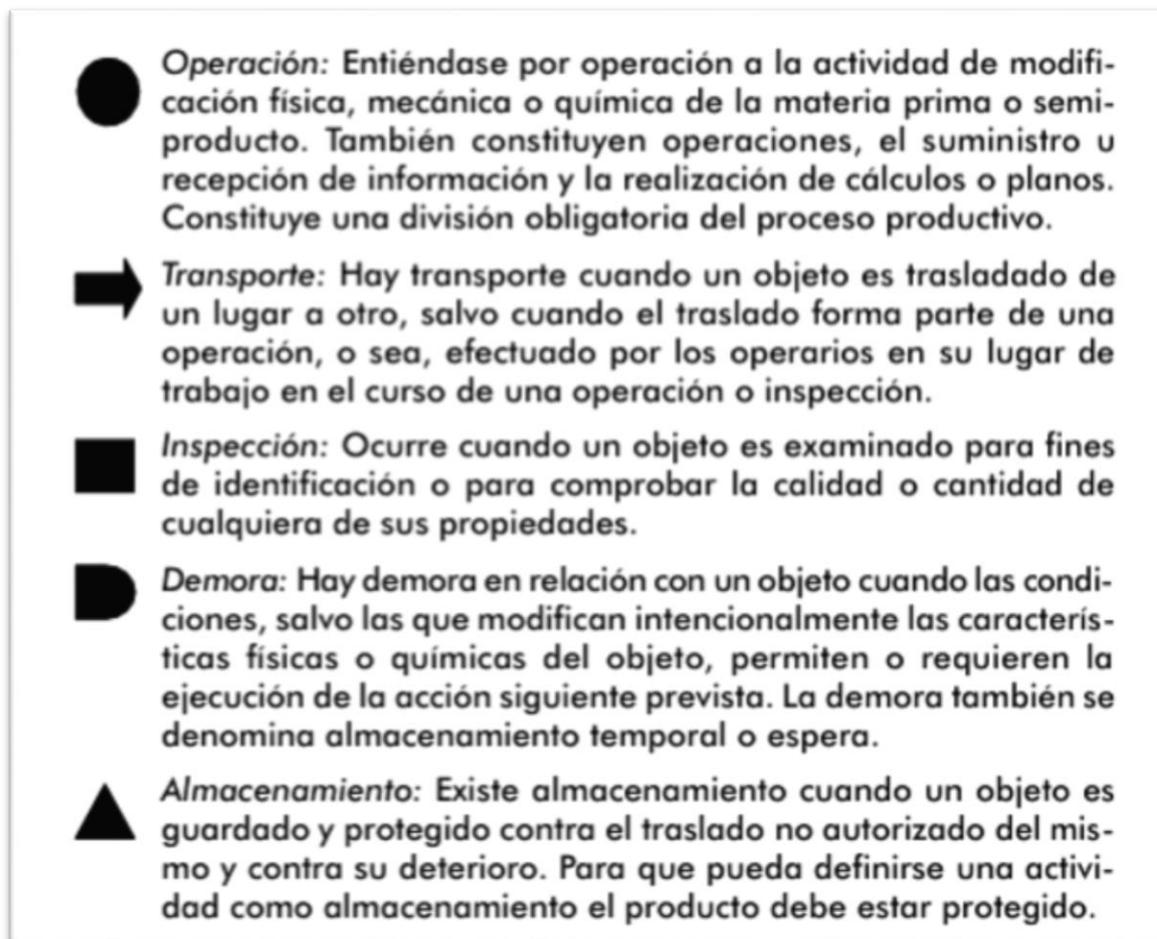


Figura 46: Simbología de un cursograma.

Fuente: El ingeniero industrial en la concepción de los sistemas informativos empresariales 2007

3.2.2.8 Control Estadístico de Procesos (SPC):

El Control Estadístico de Procesos consiste en la aplicación de herramientas de la estadística para analizar datos obtenidos en la medición de un proceso, y determinar el comportamiento de dicho proceso en condiciones normales. En éste caso específico se analizan los tiempos que requieren cada una de las actividades involucradas en el proceso de distribución de producto terminado desde la planta a las granjas, y se considera además todas las otras actividades asociadas a dicho proceso.

Para realizar los cálculos se requieren varias mediciones y poder así realizar los cálculos para determinar los respectivos tiempos. El control

estadístico del proceso se basa en los datos históricos, mostrados a través de un diagrama o tabla que muestra los valores o mediciones en los resultados del proceso. Para obtener el diagrama histórico se toman muchas mediciones y luego se representan mediante una gráfica, y conforme se vayan alimentando más y más mediciones a lo largo del tiempo, la distribución de estas medidas generalmente tomará la forma de una curva de campana.

El primer paso consiste en conocer el tiempo medio, y los límites superiores e inferiores para una determinada actividad o proceso, ello es realizar una fragmentación de las diferentes partes del proceso y realizar las mediciones correspondientes.

Luego, se definen las desviaciones de esos tiempos y se consideran algunas actividades especiales que provoquen variaciones en las mediciones, ello debe ser objeto primeramente de análisis

3.2.2.9 Grafo

Para realizar un análisis de la propuesta, se desarrollará un grafo que comunique el total de clientes, para ello existirá una conexión entre los diferentes nodos de forma tal de que desde cualquier nodo se pueda llegar a cada uno de los restantes.

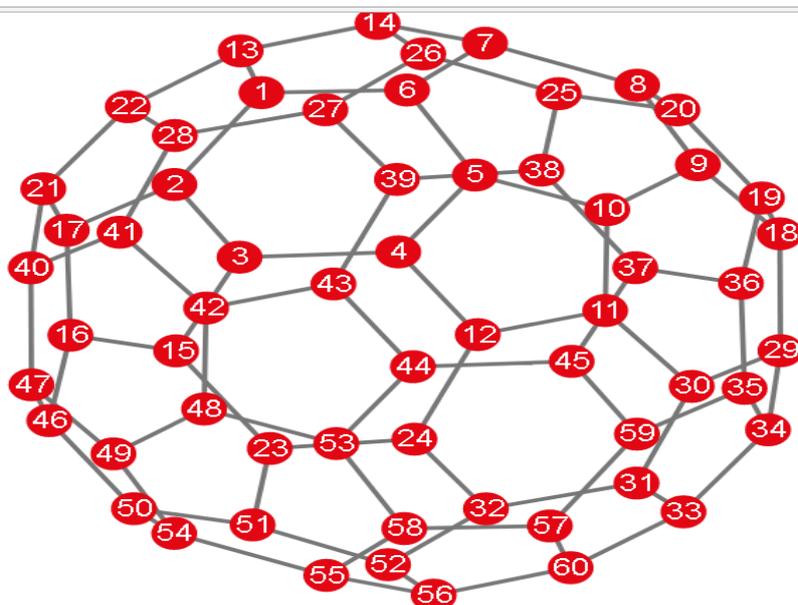


Figura 47: Visualización de un grafo con 60 clientes interconectados entre sí.
Fuente: Elaboración propia en Graph Drawer

La visualización del grafo corresponde a la diagramación de los clientes de la compañía, en este caso, cada nodo representa una granja, y los tiempos de tránsito entre cada uno de los clientes requiere ser medida, para después realizar los cálculos correspondientes en los algoritmos de PERT.

3.2.2.10 PERT

Para realizar los cálculos de los tiempos de tránsito y descarga entre un cliente y otro se utilizará un grafo que alimentara de información a la herramienta PERT, haciendo una similitud entre la diagramación de grafos con PERT, y el diseño físico del camión y la operación que estos realizan.

Para ello, se requiere diagramar la estructura del camión y la distribución de sus tolvas, de forma tal que a través de los registros que se generan con los despachos en el vehículo de transporte, se puedan representar mediante un grafo y tablas, luego, cada despacho realizado será considerado como un proyecto con inicio y fin, los tiempos entre actividades, las ejecuciones de dichas

actividades, posibles retrasos, y otros más detalles deberán considerarse para calcular el tiempo de realización.

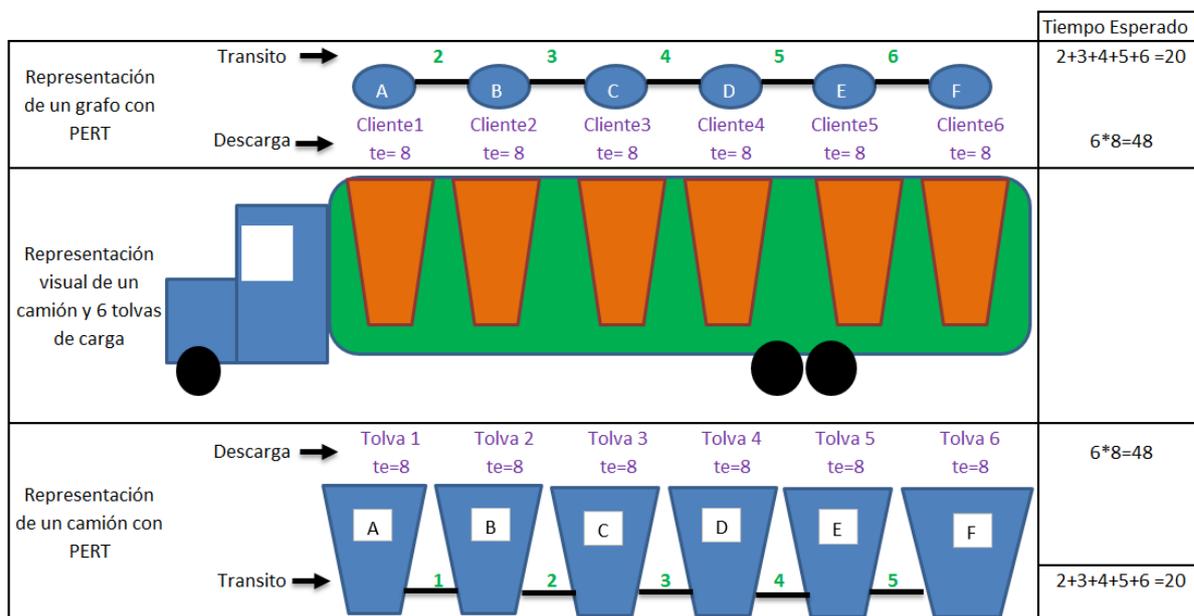


Figura 48: Similitud entre un grafo PERT y el esquema de tolvas de un camión:
Fuente: Elaboración propia.

Al descomponer el grafo en nodos y aristas, y referenciarlo respectivamente a las tolvas y tiempos de tránsito que tiene el camión entre cliente y cliente, se crea una homologación de la estructura del PERT con la estructura del camión. Cada tolva se representa por un nodo, y cada tránsito entre clientes o galera se representa por una arista, y los tiempos se determinan conforme las mediciones que requiera. Esto es, convertir cada despacho de camión en un PERT, y contabilizar cuanto sería el tiempo para ejecutar todas las actividades que corresponden al despacho, lo cual resultaría en el tiempo productivo que debería ocupar el chofer y camión para cumplir con las tareas.

Las aristas que constituyen los tiempos entre una actividad y otra, representan el tiempo de tránsito que requiere el camión para trasladarse entre un cliente y otro, para descargar la siguiente tolva. En casos donde un mismo

cliente lleve más de una tolva, el tiempo de tránsito entre actividades sería = 0. Además, habrá que calcular los tiempos medios de transporte, y definir cuáles serían las variaciones de ese tiempo con respecto al tiempo pesimista y optimista. Luego, realizar los cálculos de tiempo para ejecutar las actividades que fueron asignadas al camión.

Para definir un PERT se deben anotar cuales son las actividades, los cuatro tiempos (pesimista, medio, optimista, esperado), la desviación estándar de los tiempos, y la varianza.

Actividad	Predecesor	a	m	b	te	Desv. Est	Varianza
A	-	4	6	8	6	0,67	0,44
B	-	2	8	12	8	1,67	2,78
C	A,B	8	12	16	12	1,33	1,78
D	C	1	4	7	4	1,00	1,00
E	C	4	6	8	6	0,67	0,44
F	D,E	10	15	20	15	1,67	2,78
G	E	6	12	18	12	2,00	4,00
H	F,G	7	8	9	8	0,33	0,11
						Varianza RC	7,89
						Desv. Est RC	2,81

Figura 49: Tabulación de datos de un PERT
Fuente: (Investigaciondeoperaciones, 2017)

Los cálculos de los tiempos esperados y la varianza se deben realizar con las fórmulas que corresponden:

$$te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Figura 50: Fórmula para calcular el tiempo esperado de una actividad PERT
Fuente: (Investigaciondeoperaciones, 2017)

Donde:

- a= tiempo optimista
- m= tiempo medio
- b= tiempo pesimista

$$\sigma^2 = \frac{(b - a)^2}{36}$$

Figura 51: Fórmula para calcular la varianza de un PERT
Fuente: (Investigaciondeoperaciones, 2017)

Donde:

a= tiempo optimista
b= tiempo pesimista

Con la distribución de probabilidades normales, que tendrá una curva de campana de Gauss, permitirá calcular las probabilidades de completar las actividades en un determinado tiempo, utilizando los cálculos correspondientes de una distribución normal.

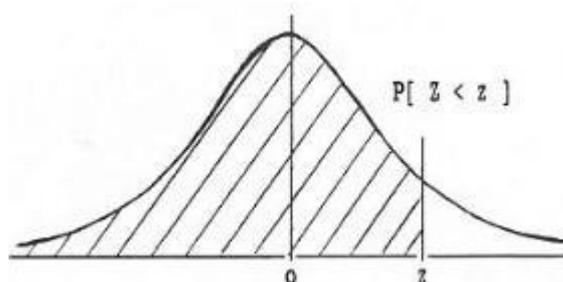


Figura 52: Curva de distribución Normal
Fuente: (Investigaciondeoperaciones, 2017)

Para ello, la probabilidad se calcula utilizando tablas de probabilidad definidas, en cuyo caso se debe calcular un valor de Z y buscar la correspondencia de dicho valor en las tablas.

Según refiere (López, 2017), la diagramación y resultados se obtienen a través de un orden de cálculos y ejecución, de los cuales se suprimen algunos por estar fuera del interés de la investigación, pero si se refiere al menos a cinco fases necesarias para cumplir con el objetivo de la herramienta.

- La primera fase corresponde a identificar todas las actividades que intervienen en el proyecto, y las sucesiones. Además, deberán relacionarse los tiempos estimados para el desarrollo de cada actividad.
- La segunda fase, deben calcularse los tiempos estimados y las varianzas de cada actividad.
- La tercera fase corresponde al diagrama de la red, el cual corresponderá a homologar el diagrama con el proceso de transporte y descarga que realizan los camiones.
- La cuarta fase, se deben calcular los tiempos de ejecución del diagrama.
- La quinta fase, corresponde a los cálculos de sumatoria para el total de actividades, de la varianza, desviación estándar, y analizar la probabilidad.

3.2.2.11 Teoría de colas

Existen dos principales objetivos para realizar los cálculos de una simulación de colas, para efectos de la investigación únicamente será determinar los tiempos probables de espera en la cola por parte de los camiones a espera de ser atendidos para ser cargados. Pero también con dichos resultados, aunque están fuera del alcance de la investigación, a futuro se pueden tomar decisiones para la minimización del tiempo de espera y por el otro la minimización de los costos totales de funcionamiento del sistema.

Siempre será importante buscar la optimización del sistema, sin que exista un conflicto de interés si para reducir el tiempo de espera hay que disponer de más recursos en el sistema, o bien agregar algún costo.

Para la notación de los procesos es común utilizar la notación Kendall, que ayuda a caracterizar tres características del sistema, ocurre entonces que

los camiones van a estar llegando constantemente durante la jornada de trabajo a realizar las cargas de producto para luego ir a despacharlo a los clientes correspondientes. Las tres características que clasifica la notación Kendall corresponden a:

- Distribución de llegadas
- Distribución de los tiempos de servicio
- Numero de servidores.

Para la distribución de llegadas, así como para la distribución de tiempos de servicio existen diferentes criterios:

- M= Markoviana, tipo distribución Poisson para las llegadas, y tipo exponencial para los tiempos de servicio.
- D= Determinista, periodos constantes
- G= General

Entonces, dependiendo de los criterios y de las características del sistema, se utilizan las notaciones tales como M/M/1 cuando la distribución de llegadas es Markoviana, el tiempo de tiempos en atención es markoviano, y se tiene un único operador en atención a los clientes.

Una característica importante para realizar los cálculos, es que el sistema tiene una línea de espera finita, ya que el máximo de camiones disponibles en la cola se limita al tamaño de la flota y la cantidad de vehículos subcontratados; por lo tanto, a diferencia de cálculos donde el sistema a través de la λ denotaba la llegada de clientes al sistema, en un modelo con cola finita, la tasa de llegada se ajusta a cada una de las unidades que participan en el sistema. No

es el modelo más común, sin embargo, en la teoría desarrollada es el que mejor se adapta a la operación.

La notación de las operaciones para realizar los cálculos se simboliza con letras griegas,

- Lambda (λ) = tasa de llegadas de cada unidad o clientes.
- Miu (μ) = tasa de servicio.
- N = tamaño de la población.

Probabilidad de encontrar 0 clientes en el sistema:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^N \frac{N!}{(N-n)!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}$$

Numero promedio de clientes en la cola o línea de espera:

$$Lq = N - \frac{\lambda + \mu}{\lambda} (1 - P_0)$$

Numero promedio de clientes en el sistema:

$$L = Lq + (1 - P_0)$$

Tiempo de espera promedio en la cola:

$$Wq = \frac{Lq}{(N-L)\lambda}$$

Tiempo promedio que un camion pasa en el sistema:

$$W = Wq + \frac{1}{\mu}$$

Probabilidad que un cliente llegue a la cola y espere para ser atendido:

$$P_w = 1 - P_0$$

Probabilidad de que haya "N" camiones o clientes en el sistema

$$P_n = \frac{N!}{(N-n)!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n$$

Figura 53: Formulas para cálculos de teoría de colas
Fuente: (ROJAS, 2015)

3.2.2.12 Modelo SCOR

Cita Fontalvo, que (Poluha, 2017) indica tres principales utilidades que se obtienen al aplicar el modelo:

- Evaluar y comparar el desempeño y rendimiento de la cadena de suministro.
- Analizar y si es necesario, optimizar la integración de la cadena de suministro con los procesos de los socios participantes al interior de la cadena.
- Identificar en qué procesos o lugares es necesario la aplicación de algún software especializado y su funcionalidad dentro de la cadena.

Por ello, es fundamental tener mediciones de productividad en los procesos de la cadena de abastecimiento, y la implementación de dichas mediciones en el proceso de distribución, surge como la primera iniciativa a desarrollar, a partir de la cual, se podrá desarrollar y extender al resto de procesos.

De la forma que el modelo SCOR define algunas de las actividades de medición y control para los diferentes procesos de la cadena de suministro, un primer paso requiere implementar algunas métricas para evaluar algunos de los procesos, tales como la planificación y los envíos. Así, a futuro se puede continuar la estandarización a todos los demás procesos que componen la cadena de abastecimiento; y en una primera etapa se pueden considerar el proceso de planeamiento y el proceso de distribución, para cuyos casos las actividades son:

Para el proceso de Planeamiento:

- Aplicación de la estrategia con la capacidad y recursos
- Outsourcing de actividades logísticas

- Utilización de benchmarking logístico
- Planeación de la demanda

Para el proceso de distribución:

- Medición de indicadores de desempeño logístico

Tal como lo implementaron en la adaptación de un modelo (Tovar, Bermeo, & Torres, 2011), a través de la medición de productividad se crean métricas para determinar el desempeño logístico, y además a partir de ello se puede empezar a construir el modelo SCOR.

Subsistema logístico	Factor de decisión	Variables de decisión
Planeación de la cadena de abastecimiento	Planeación	Alineación de la estrategia con la capacidad y los recursos Aplicación de procesos colaborativos <i>Outsourcing</i> de actividades logísticas Utilización de procesos de <i>benchmarking</i> logístico Creación de planes de contingencia logísticos Planeación de la demanda Sincronización de las áreas de la empresa para la planeación
	Información y comunicación	Sistema de información empresarial ERP Trazabilidad del producto Sistema de información de los clientes Medición de indicadores de desempeño logístico Medición de servicio al cliente

Figura 54: Variables a considerar de un subsistema logístico.
 Fuente: El potencial logístico en las agrocadenas del Tolima. 2011

El desarrollo de un modelo SCOR es realmente extraordinario, y requiere de muchos esfuerzos, pero se debe iniciar con un primer paso, así que, como parte de la misma filosofía, cualquier esfuerzo realizado debe ser aprovechado en la contribución del mismo modelo, en cada una de las 4 categorías.

Categoría 1- Performance:

La plataforma debe incluir la definición de los atributos de rendimiento y las métricas. Los atributos de rendimiento, no representan valores medibles en sí, sino que son agrupaciones de métricas, que en conjunto permiten definir una estrategia, y las métricas son las estandarizaciones para medir el rendimiento de los procesos, donde cada una pertenece a un atributo.

Atributo	ASSETS - Eficiencia en la utilización de camiones
Metricas nivel 1	% Pedidos que se han despachado en flota propia
Metricas nivel 2	% tiempo uso de camiones
	% tiempo uso de camiones en transito
Metricas nivel 3	% tiempo uso de camiones en descarga
	% tiempo uso de camiones en carga
	% tiempo de camiones ocioso

Figura 55: Ejemplo de Atributos de rendimiento y métricas de un modelo SCOR para ADN
Fuente: Elaboración Propia

Según el interés de esta investigación, basada en mediciones de productividad, pondrá un piso para el desarrollo y construcción de un segmento del modelo SCOR que podrá construirse a partir de las métricas obtenidas para dos de los atributos que define el sistema, el atributo de Costos y el atributo de Eficiencia de la gestión de recursos. Según lo estima (ATOX, 2017) el modelo SCOR define cinco atributos de rendimiento:

- Reliability (confiabilidad) se refiere a la previsibilidad. Por ejemplo, que cuando se hace un pedido a un proveedor, éste nos llegue a tiempo, en la cantidad adecuada y con la calidad adecuada.
- Responsiveness (capacidad de reacción) se refiere a la velocidad con que las tareas son realizadas. Por ejemplo, el tiempo requerido para preparar un pedido.

- Agility (agilidad) se refiere a la capacidad para responder a cambios por factores externos. Por ejemplo, la capacidad para adaptarse a las variaciones inesperadas en la demanda, a desastres naturales, ante cierre de proveedores, etc.
- Cost (coste) se refiere a los costes operativos de la cadena de suministro. Por ejemplo, costes de personal, costes de transporte, coste de materias primas, etc.
- Assets, abreviación de Asset Management Efficiency (eficiencia en la gestión de recursos), se refiere a la eficiencia con la que se utilizan los recursos y activos. Por ejemplo, aplicando metodologías de reducción de inventario como just-in-time, externalizando procesos con operadores 3PL y 4PL, etc.

Categoría 2- Processes:

Al definir los procesos, son muchos los que abarcan la cadena, sin embargo, para abarcar el proceso de Deliver (distribuir) se deben contemplar las actividades de preparación y entrega de pedidos de clientes, entendiendo la preparación lo referente a la planificación y no la producción.

Procesos	DELIVER
Nivel 1	Distribución de pedidos
Nivel 2	Despachos en flota propia
Nivel 3	Planificación de pedidos
	Carga de pedidos
	Entrega de pedidos
	Liquidación de pedidos

Figura 56: Ejemplo de Atributos de rendimiento y métricas de un modelo SCOR para ADN
Fuente: Elaboración Propia

Los niveles 1, 2 y 3 están definidos con un catálogo de procesos identificados por un código y descritos en la especificación del estándar.

Todos estos procesos son independientes del sector de negocio. Es decir, son aplicables a cualquier industria, producto o servicio. Esto permite que el modelo SCOR se use como un lenguaje estandarizado de la gestión de las cadenas de suministro. (ATOX, 2017)

Por lo tanto, se requiere acceder al listado de los procesos, o bien equiparar los requerimientos para adecuarlos al sistema.

Categoría 3- Practicas:

Con la definición de los parámetros, métricas, y la evaluación de procesos, se determina cuáles son las buenas prácticas, a través de la medición de resultados, donde se determina un aumento de la productividad en los procesos.

Tomando de referencia el modelo de implementación de buenas prácticas (Tovar, Bermeo, & Torres, 2011), para dicha la implementación definieron 28 buenas prácticas considerando las indicaciones de SCOR, mismas de las cuales se pueden considerar debido a que el modelo no varía entre diferentes casos, para así replicar dichas prácticas en una posible implementación y validar cuales son las actividades se están dejando de hacer en el resto de la cadena de suministro, y de la misma forma se pueden asignar métricas para evaluar las actividades que si se están realizando, para tenerlas bajo control.

Listado de buenas prácticas SCOR	
1	La estrategia de la empresa está alineada con la capacidad a largo plazo y la planeación de recursos
2	Los departamentos de la empresa entienden su impacto en la cadena de abastecimiento
3	En la formulación de la estrategia se utiliza un proceso colaborativo con integrantes de la cadena
4	Realiza un proceso actualizado de planeación de la demanda (consumos reales o pronosticados)
5	Posee un sistema de costeo basado en actividades

6	Realiza un proceso de benchmarking (comparación con los mejores) de las actividades logísticas
7	Utiliza servicios de outsourcing (subcontratación) para las actividades logísticas
8	Maneja un sistema automatizado de información en tiempo real (erp)
9	Posee un sistema para medir la trazabilidad del producto
10	Utiliza modelos matemáticos para la optimización de sus procesos logísticos
11	Posee un sistema para la medición de indicadores de desempeño logístico
12	Realiza medición del servicio al cliente
13	Tiene zonificada el área de almacenamiento
14	Utiliza el crossdocking (cambio de modo de transporte sin almacenamiento ni transformación)
15	Emplea la clasificación ABC para los inventarios
16	Posee un sistema de control de devoluciones
17	Realiza un proceso para la planeación de compras
18	Posee criterios definidos para la selección de sus proveedores
19	Posee un sistema de información de proveedores
20	Posee planes de contingencia para adecuarse a los cambios en la demanda
21	Realiza un proceso para la planeación de despachos
22	Maneja inventarios en consignación
23	Utiliza un sistema de inventario administrado por el proveedor (vmi)
24	Cuenta con un sistema de información de sus clientes (crm)
25	Realiza transacciones electrónicas para la compra- venta de sus productos
26	Utiliza la técnica Justo a tiempo (jit)
27	Utiliza la técnica de planeación de requerimiento de materiales (mrp)
28	Utiliza la técnica de planeación de requerimientos de distribución (drp)

Tabla 5: Listado de buenas prácticas del modelo SCOR
Fuente: El potencial logístico en las agrocadenas del Tolima. 2011

Por lo tanto, al realizar un análisis de la productividad en la flota de distribución, se puede enfocar esfuerzos y desarrollar algunas de las buenas prácticas del modelo SCOR, que basado en una herramienta de medición de la productividad le daría una robustez al proceso en al menos seis buenas prácticas, tales como:

Listado de buenas prácticas SCOR posibles a implementar en Aliansa	
5	Posee un sistema de costeo basado en actividades
7	Utiliza servicios de outsourcing (subcontratación) para las actividades logísticas
10	Utiliza modelos matemáticos para la optimización de sus procesos logísticos
11	Posee un sistema para la medición de indicadores de desempeño logístico

21	Realiza un proceso para la planeación de despachos
28	Utiliza la técnica de planeación de requerimientos de distribución (drp)

Tabla 6: Listado de posibles buenas prácticas a implementar en Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia, en base a información de tabla 1

Categoría 4- People:

Esta categoría queda fuera del análisis y propuestas, ya que se considera el desarrollo en absoluto de todo el modelo y la puesta en marcha, para poder definir la alineación con la gestión y requerimientos del talento.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO

La propuesta del proyecto es calcular la productividad basada en la estimación probabilística de los tiempos productivos de todas las actividades que realizan los choferes y los camiones de la compañía, pudiendo también incluir dentro de los cálculos los servicios que brindan los camiones de la flota tercerizada. Ello permitiría tener una medición absoluta de la operación, y basado en los rendimientos de la flota de camiones propia, así tener un comparativo del trabajo realizado por los servicios de transporte tercerizados, lo cual funcionaría como un benchmarking de la operación, o bien, aseguraría que los recursos propios se utilicen a máxima capacidad, reduciendo así la subcontratación de servicios de transporte.

Así entonces, teniendo los datos de trabajo, se llega a una ventaja, y es la amplitud de aristas que se brindarían con dichos datos, a partir del análisis correspondiente, ya que en el fondo la investigación no se limita a la productividad de las máquinas, en este caso los camiones, ni tampoco

únicamente a los tiempos de salida y llegada a planta, sino a la determinación del tiempo en todos los procesos que intervienen la distribución física de gráneles y de otros de los factores que afectan a dicho proceso, tales como tiempos de espera en cola para cargar, medición de los factores de recurso humano, distancias recorridas desde la planta a los clientes, y los tiempos entre cualesquiera de los clientes, tiempos para carga de combustible, revisión del estado mecánico, carga y descarga de granel, limpieza, y cualquier otros factor que se identifique como determinante en la intervención del proceso.

3.3.1 Etapa de definición

Se define el problema, cuales son las métricas para determinarlo, y cuál es la afectación al proceso. Para ello se utilizan algunas técnicas como:

- Observación y análisis del proceso: para obtener las diferentes etapas que existen en el proceso, y los comunes eventos que se dan en la operación a diario.
- Entrevistas y Encuestas: Se eligen los sujetos que se desean entrevistar y encuestar. Las entrevistas se realizan de forma oral, pudiendo ser conversatorios o discusiones abiertas sobre los temas de interés, de ahí se recolecta información para redactar las encuestas o cuestionarios, estos se realizaran con formularios electrónicos, y se seleccionan las preguntas por realizar y se eligen los sujetos por encuestar para recolectar información específica y de interés, lo que permitirá conocer los datos de fuente primaria, brindando datos relevantes y significativos para detectar los problemas que tienen y posibles soluciones.

Se considera realizar entrevistas al gerente del departamento, a los encargados de las áreas involucradas y demás miembros del personal para determinar todas

las causas, factores, y mediciones de tiempo que estén involucrados en las diferentes actividades.

- Diagramas SIPOC: estos diagramas son una importante herramienta para visualizar el proceso en forma de diagrama y de manera sencilla, ya que permite ver la separación de las diferentes áreas involucradas, para primeramente apreciar la complejidad del proceso y definir los alcances que se pretende.

SIPOC puede ser de gran ayuda para que el personal vea la empresa desde una perspectiva de procesos (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2002, pág. 144). Entre sus ventajas están:

- Muestra un conjunto interfuncional de actividades en un solo diagrama sencillo.
- Utiliza un marco de trabajo aplicable a procesos de todos los tamaños, incluso a una organización completa.
- Ayuda a mantener una perspectiva de «imagen global», a la que se pueden añadir detalles.

Aun cuando estos diagramas tienen la ventaja de poder aplicarse fácilmente a cualquier tipo de proceso y nivel, solamente se realizarán diagramas SIPOC del macro proceso de la compañía, así como también del proceso de distribución.

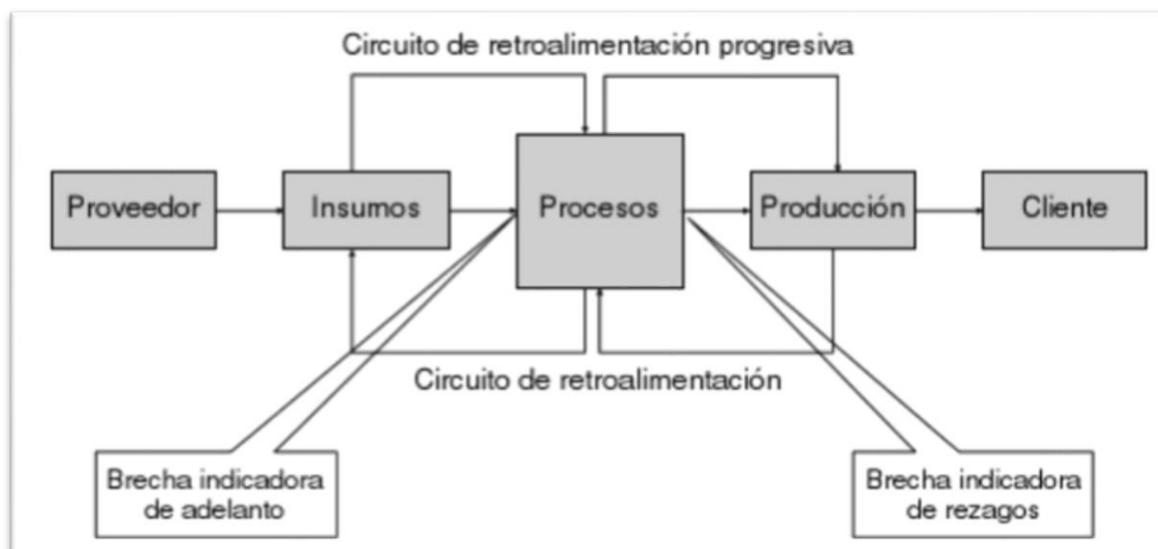


Figura 57: Diagrama del modelo SIPOC.
Fuente: Administración de operaciones con enfoque en el cliente 2010

Este tipo de diagrama, consiste en la definición de 5 áreas, y el significado de SIPOC viene dado por las iniciales en inglés de cada una de las áreas evaluadas.

- Suppliers = Proveedores
- Inputs = Insumos
- Process = Procesos
- Output = Salidas
- Customers = Clientes

- Mapeo del proceso: para realizar los análisis a detalle, se revisarán los procesos con los que cuenta la compañía, y en caso de no estar definidos se realizara el montaje para definir y comprender lo que se hace, en caso de que existan se debe realizar un cotejo para validar la aplicación real de lo indicado con lo ejecutado, y si requiere elaboración se estudiaran las actividades y se detallaran en una herramienta de diseño especializada como lo es el software Microsoft Visio.

Tal como lo establece (Ahoy, 2010, pág. 9), el mapa es la imagen de un proceso, y tiene un responsable, para cumplirlo se deben realizar ciertos pasos que van aplicados desde las diferentes etapas como el diseño, ejecución, control y seguimiento.

- Crear el diseño del proceso
- Especificar los pasos e interacción
- Observar que el diseño evolucione y no sea estático
- Asegurarse que el diseño se actualice de forma constante para estar a la altura de los clientes y requerimientos.
- Establecer un sistema de medición.
- Ofrecer guía a las personas que lo realicen.
- Es defensor del proceso cuando requiere recursos y se apoya en el para la toma de decisiones.

Los mapeos permiten mostrar la representación gráfica del proceso actual y real, ilustrando el flujo secuencial y la relación de pasos en un proceso, es decir, las condiciones existentes, con el objetivo de conocer mejor y más profundamente el funcionamiento y el desempeño de los procesos y las actividades en los que se halla involucrado cada parte que la compone, prestando una atención especial a aquellos aspectos clave de los mismos. Los mapas permitirán conocer los procesos o actividades que se interrelacionan, y su rol estratégico, los procesos anexos que intervienen previamente y los procesos que son necesarios para el control y la mejora, así como los puntos débiles. De esta manera se permitirá revelar fallas e irregularidades o bien, para indicar las funciones en donde es posible realizar mejoras, y se contempla la diagramación de procesos que establece seis sigma, a través de la herramienta

DMAIC y que nos permitirá, según (Gutierrez & Vara, 2013) tener el correcto análisis de los procesos.

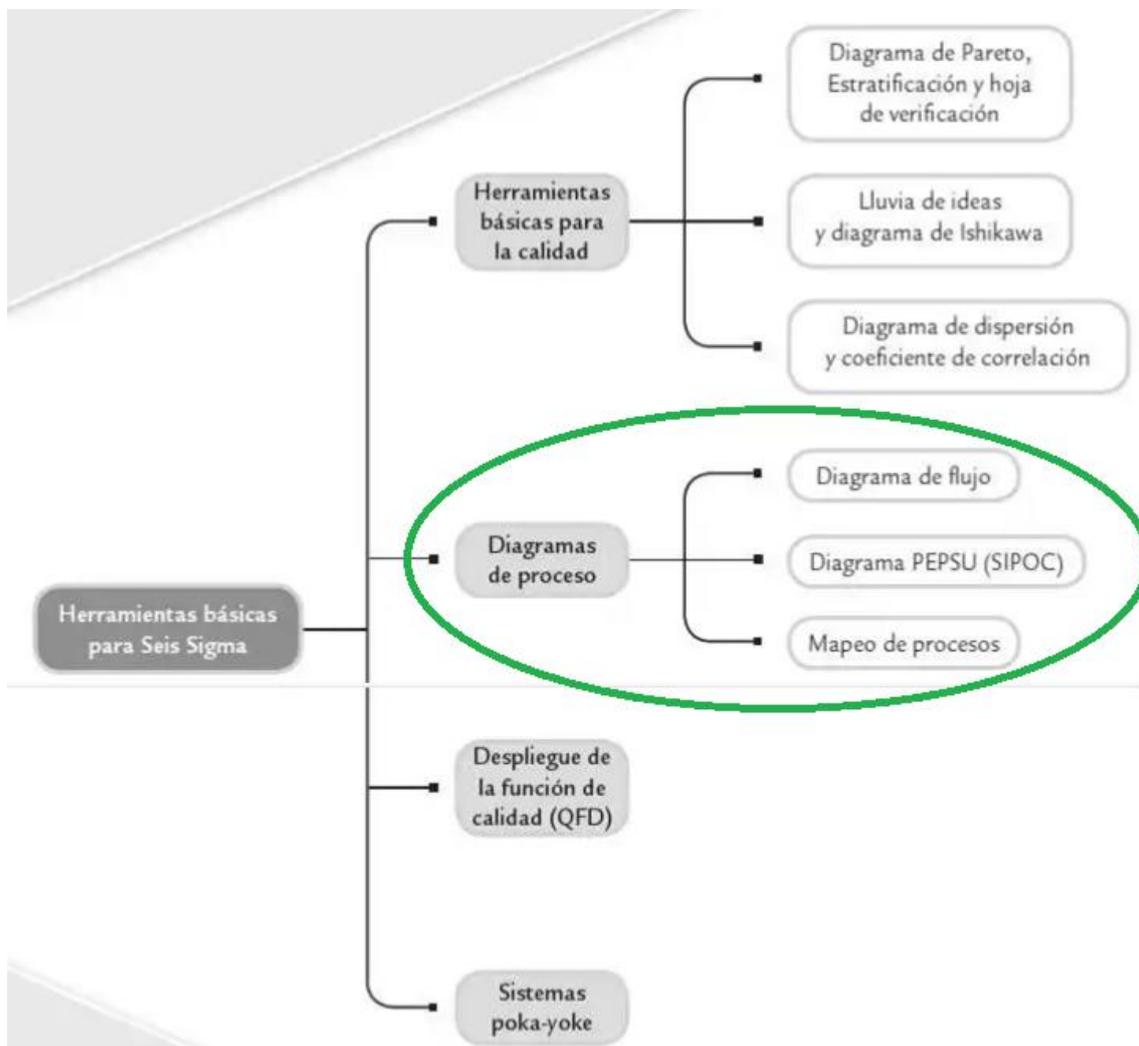


Figura 58: Herramientas de seis sigma.
Fuente: Control estadístico de la calidad y Seis Sigma 2013

3.3.2 Etapa de medición

Una vez definidas las etapas se debe elaborar un diagrama del proceso que se pretende atender, con las especificaciones de actividades y tiempos que se involucran en cada etapa. Se validan los cálculos y se determina cual es la situación actual del proceso, se utilizan herramientas como:

- Cursograma analítico: para cada actividad que sea de interés o representativa de la operación, se realiza el cursograma que abarca cada una de los pasos del proceso, para documentar el detalle menor de cada una de las actividades contenidas en el proceso. Así se determina la trayectoria y avance del procedimiento señalando todos los parámetros que se deben valorar mediante el símbolo correspondiente, el cursograma analítico también conocido como diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo del proceso, que muestra todas sus actividades, puntos de decisión, bucles de reproceso y entregas, además considera múltiples factores como distancias, tiempos, tipos de actividades.

Cursograma Analítico		Diagrama		Hoja #:		Resumen					
Material		Actual & Propuesto		1 de 1		Actividad		Actual	Propuesta	Economía	
Objeto:						Operación		87			
						Transporte		5			
						Espera		3			
Actividad:						Inspección		1			
						Almacenamiento		1			
Lugar:						Distancia (m)					
						Tiempo (horas-hombre)		389.10			
Operarios:						Costo por Retrabajo					
						Mano de Obra					
Compuesto por:				Fecha:		Material					
Aprobado por:				Fecha:		Total					
Descripción			Cantidad kg	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo				Observaciones	
ACTIVIDAD 1					0.30						
ACTIVIDAD 2					0.30						
ACTIVIDAD 3					1.00						
ACTIVIDAD 4					0.15						
ACTIVIDAD 5					0.45						
ACTIVIDAD 6					0.30						

Figura 59: Cursograma Analítico o Flujo de proceso.
Fuente: Elaboración propia.

- Entrevistas y cuestionarios: para obtener los datos cuantificables de cada una de las etapas y variables que se determine intervenir en el análisis del proceso.
- Mediciones de variables: principalmente el énfasis será correlacionado con la medición de la variable tiempo, y no así con el consumo de otros recursos,

pudiendo validarse estas mediciones con visitas a sitio, o bien con herramientas estadísticas que generen un valor aceptable de la información obtenida en las entrevistas y cuestionarios de población.

3.3.3 Etapa de Análisis.

Se determina cuáles son los factores que se deben corregir para corregir la situación que afecta el proceso, se utilizan herramientas como:

- Análisis de los registros: debido a que la empresa cuenta con registros, de los cuales se obtiene información de los principales indicadores que actualmente dispone la compañía, se analizará dicha información para generar los componentes de los análisis estadísticos. Se utilizará dicha información para hacer una composición o reconstrucción del transporte efectuado.
- Diagramas de Ishikawa: en sesiones de trabajo, con el personal involucrado directamente en el proceso se harán sesiones de análisis de causa y efecto, de diferentes factores que puedan intervenir y afectar el proceso.
- Diagramación Pert: Los transportes efectuados se diagramarán en grafos de Pert, y cada nodo representara un cliente, y los vértices representarán el traslado físico que realizo el camión para ir de cliente a cliente, creando así una representación gráfica de la operación en evaluación.
- Medición de colas de espera: La carga de los camiones en la romana se representará con herramientas para cálculos de espera, de acuerdo a los datos recolectados, utilizando la teoría de colas y formulas asociadas a dicha teoría.

3.3.4 Etapa de Mejora

Se evalúan las soluciones o controles planteado para la corrección en el proceso, se utilizan herramientas como:

- **Análisis Probabilístico:** para cada etapa del proceso se definirán tiempos estándar, y se definirán los factores que la afectan y las probabilidades de ocurrencia de dichos factores, los cuales se aplicaran al tiempo acumulado en el diagrama Pert y se obtendrá así la base para definir el tiempo productivo que tuvo cada camión.
- **Modelos Cuantitativos y Estadísticos Descriptivos:** se hará uso de fórmulas matemáticas y técnicas estadísticas para el agrupamiento y análisis de datos, para su posterior presentación en términos de indicadores que mejor permitan el seguimiento y control, sean monetarios, porcentuales, de tiempo o calificativos, en lo referente a la cuantificación de resultados de las entrevistas o cualquier otra fuente de registros.

Estas son las principales herramientas utilizadas en la investigación.

Además, se utilizan herramientas estadísticas básicas tales como Paretos, y otras herramientas estadísticas más avanzadas como GeoGebra que contienen muchísima facilidad para la parte de probabilidades, mientras que cualquier simulación que se considere necesaria realizar o cálculos se utilizara la herramienta WinQSB, o cualquier herramienta que existente que permita analizar correctamente los datos.

Aplicando las técnicas antes descritas, permitirá obtener resultados ajustados y certeros para realizar los diagnósticos, recomendaciones y conclusiones importantes para la investigación.

Los datos se presentan utilizando como instrumento paquetes de cómputo tales como hojas de cálculo para datos.

3.3.5 Etapa de Control

Se define o implementa un sistema que permita mantener los controles o mejoras al proceso, para ello existen dos variables de control. La primera corresponde a la fiabilidad de los datos probabilísticos, la cual será determinante en los cálculos.

Para mantener los controles de dichos parámetros, se tendrán que confrontar constantemente con las mediciones reales de los tiempos de ejecución, y mantener actualizados dichos valores.

Una segunda variable de control, serán los tiempos de producción de los equipos, para lo cual se tendrán que definir mínimas horas de trabajo acumuladas en determinado periodo de tiempo, el cual podría ser semanal o bisemanal, y que se genere un reporte de los logros. Además, sobre este mismo control podría reposar el control de tiempo productivo de los choferes, el cual sería un factor valioso para considerar incentivos salariales y fomentar paralelamente la productividad.

CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Se utilizan diferentes herramientas para dar pie al análisis y a la obtención de información fiable y real de la situación, como lo son el diagrama de Ishikawa para esbozar algunas ideas, y otras técnicas establecidas para esta investigación como los mapeos de procesos, para así comprender la problemática, y que ello permita franjar la guía para cumplir el objetivo principal, además de las técnicas de entrevista y la guía del gerente y director de la compañía, los análisis de los registros existentes, y la técnica de observación de campo.

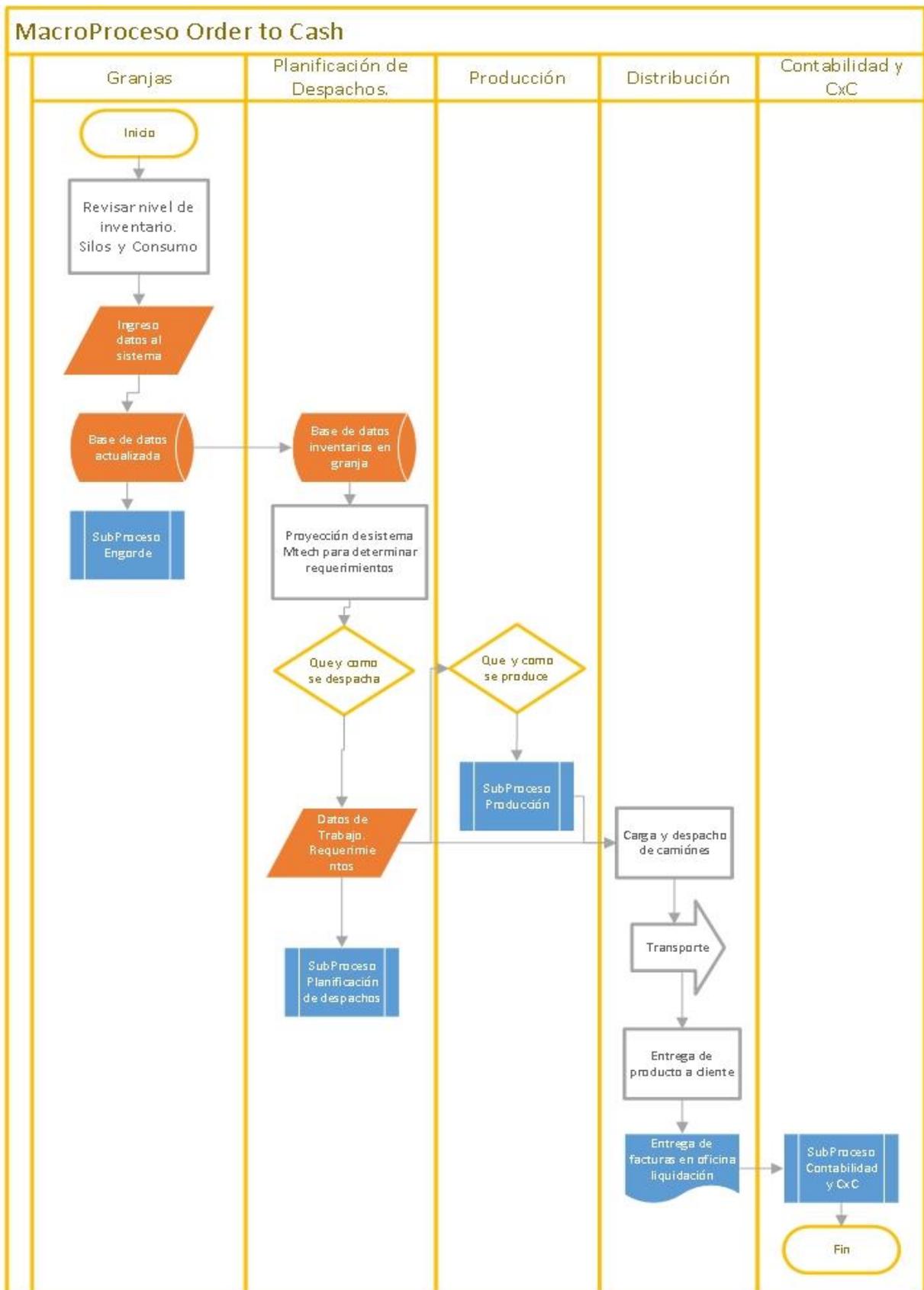


Figura 60: Mapeo de proceso Orden to Cash en Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia

Se realizó un mapeo del proceso conocido como Order to Cash, el cual referencia las principales intervenciones que existen en la compañía desde el momento que se genera la orden de compra por parte del cliente, hasta que la compañía realiza el cobro de dicha venta, por lo cual se conoce como el cierre de venta, siendo este el análisis que abarca el proceso para la totalidad de la empresa.

En dicho proceso intervienen las granjas que para efectos del análisis siempre serán los clientes externos o entes que requieren del producto que vende la empresa, la planificación de despachos la cual será una de las áreas de intervención durante esta investigación, la fabricación relativa a la elaboración de los productos, la distribución que junto con la planificación también será una de las áreas de intervención en la presente investigación y refiere al tema de transporte, y por último el proceso administrativo de contabilidad y cuentas por cobrar.

El subproceso de planificación de despacho, y el macroproceso de distribución serán las áreas de intervención para realizar el análisis que permita identificar y desarrollar un modelo de análisis de productividad.

Mediante un análisis SIPOC, se puede comprender de mejor manera como es el funcionamiento de la compañía, considerando los diferentes actores y procesos que componen el proceso desde la entrada de materias primas hasta la salida del producto terminado, según se detalla en la especificación del SIPOC, desde los proveedores hasta el cliente final.

Autor : César F Víquez Ávila

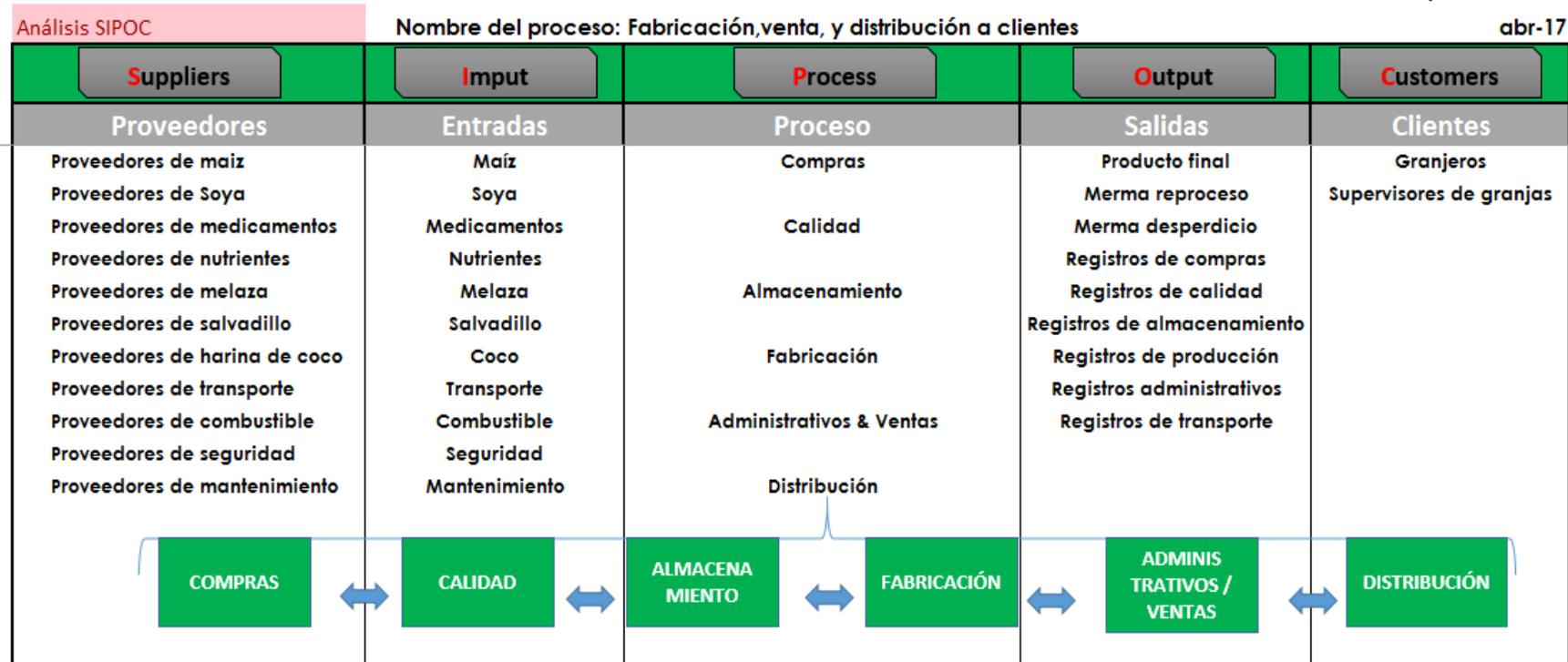


Figura 61: Análisis SIPOC, proceso de Fabricación, venta, y distribución de producto a clientes.
 Fuente: Elaboración propia

Autor : César F Viquez Ávila

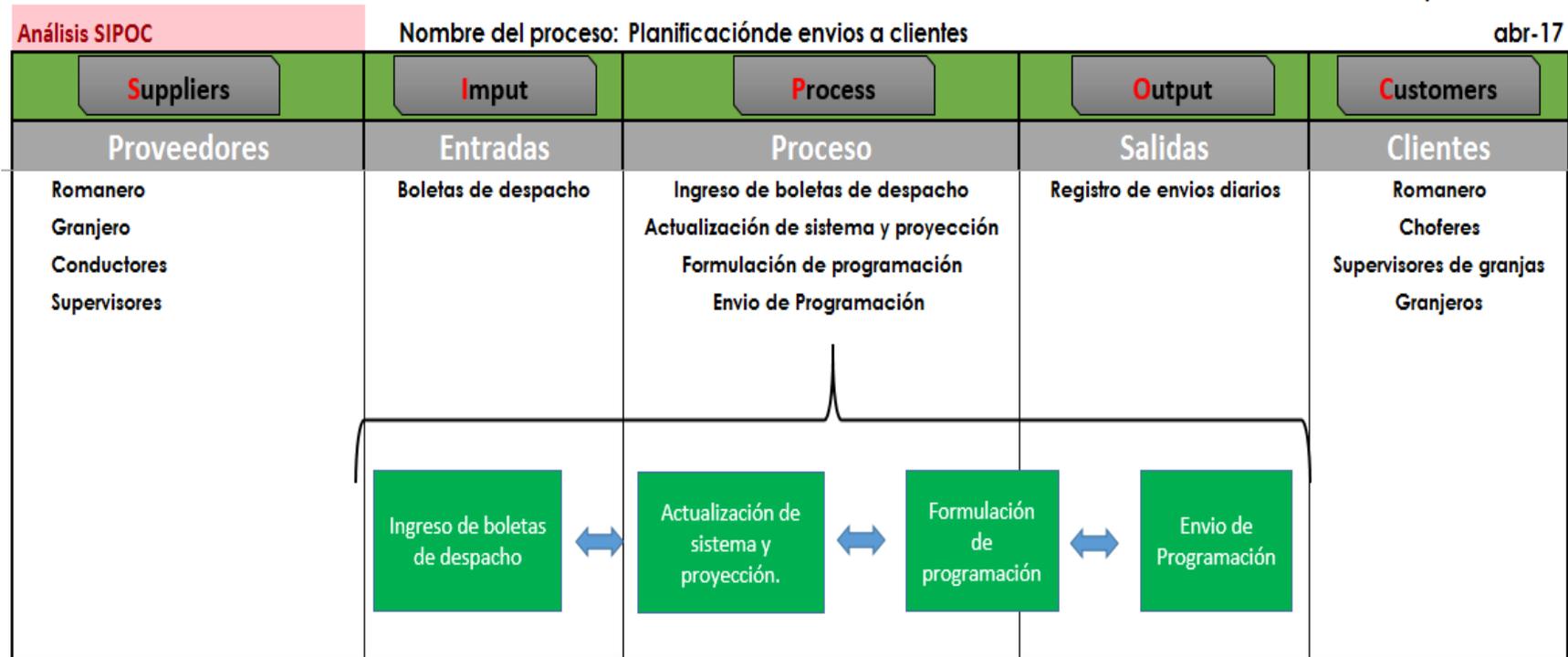


Figura 62: Análisis SIPOC, proceso de Planificación de envío a clientes
Fuente: Elaboración propia

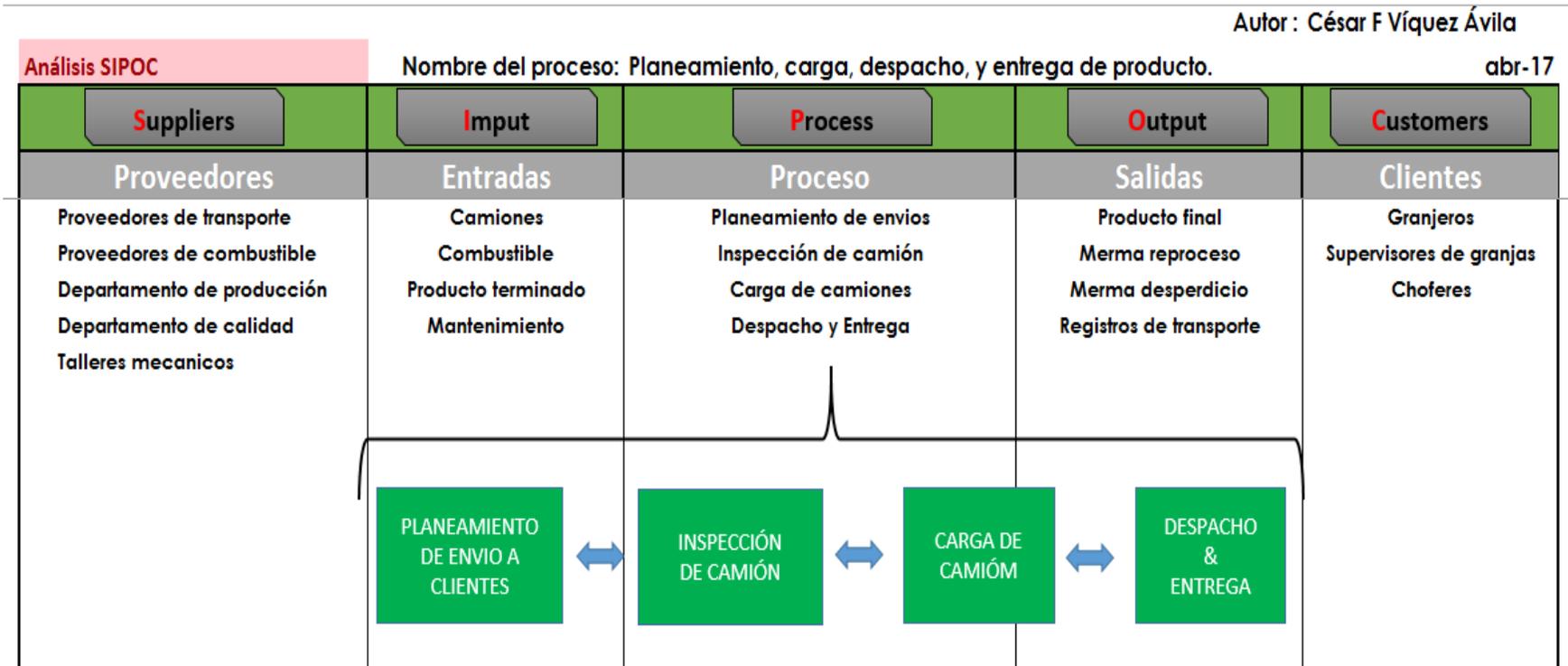


Figura 63: Análisis SIPOC, proceso de Carga, despacho y entrega de producto a clientes
Fuente: Elaboración propia

Dentro del análisis del macroproceso de la compañía, al involucrarnos en el proceso de distribución, aunque está definido internamente por “COD. PI-IN-DT-001” como un único proceso, para el análisis se propone dividirlo en 2 etapas, ya que una primera etapa de planificación, genera las directrices y el insumo estratégico para ejecutar el resto del proceso, el cual consiste en la ejecución de actividades. La primera etapa del proceso está compuesta por la planificación de envíos a clientes, y la segunda etapa la compone la carga, despacho y entrega de producto a clientes.

La primera parte, se denota en el análisis SIPOC de “Planificación de envío a clientes”, y contempla las actividades de estrategia y análisis para desarrollar el planeamiento de las actividades diarias, se trata de actividades meramente administrativas.

La segunda parte, se denota en el análisis SIPOC de “Planificación, carga, despacho y entrega de producto a clientes”, y por lo tanto son actividades más operativas.

Al integrar las actividades de planificación del proceso anterior, junto con las actividades de ejecución, se logra ejecutar a satisfacción el abastecimiento de producto a los clientes, por tanto, es el proceso en un todo.

4.1.1 Departamento de transporte

El departamento de transporte está conformado por:

- 1 jefe de logística.
- 1 encargada de sistema M-tech.
- 1 encargada de transporte.
- 2 romaneros de despacho.
- 7 choferes de camión.

Las relaciones de jerarquía se muestran en el siguiente organigrama del departamento.

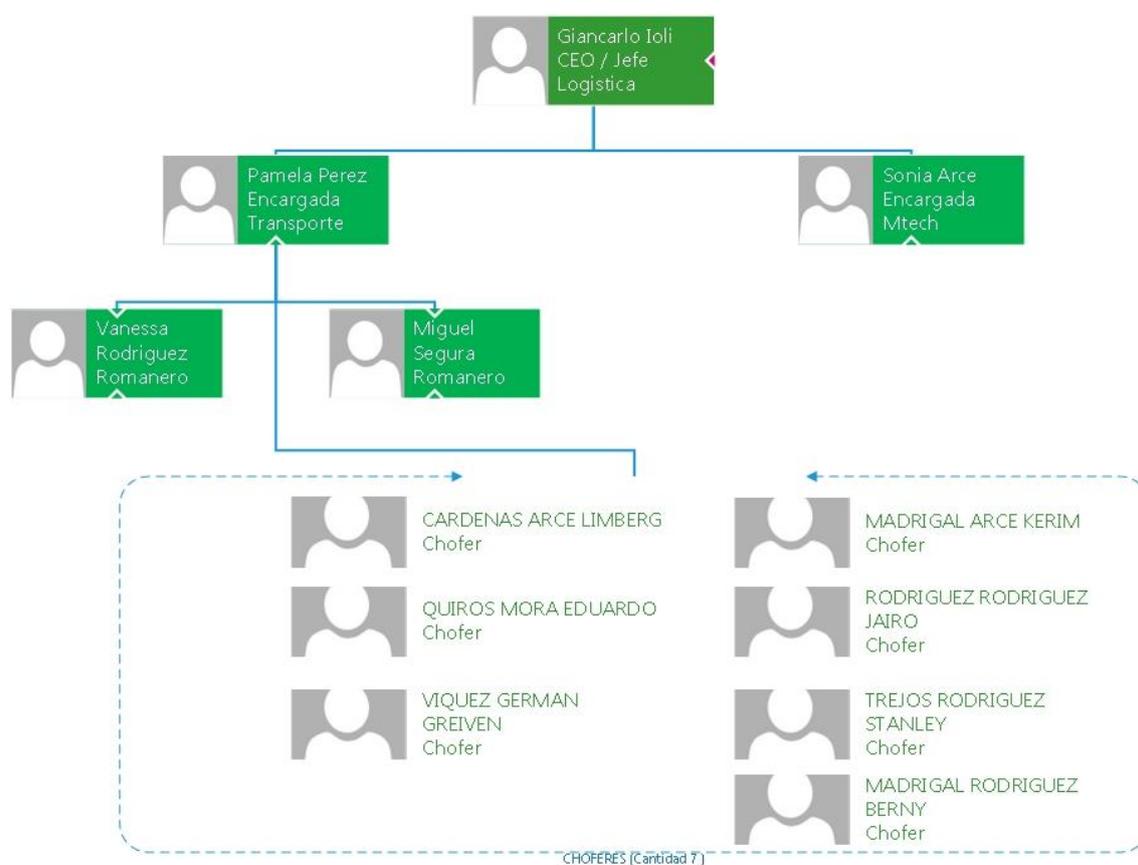


Figura 64: Organigrama del área de transporte en Alimentos del Norte
Fuente: Alimentos del Norte

Las funciones de la operación están separadas conforme a la siguiente tabla:

PUESTO	PRINCIPALES FUNCIONES
Choferes	<ul style="list-style-type: none"> *Realizar la carga y descarga de camiones. *Trasladar el producto desde planta hasta los clientes. *Velar por el adecuado funcionamiento del vehículo y accesorios del sistema de descarga
Romaneros	<ul style="list-style-type: none"> *Realizar los despachos de producto terminado. *Coordinar con producción y choferes las tolvas de carga
Coordinadora de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> *Supervisar el trabajo de los choferes. *Gestionar los mantenimientos requeridos por los vehículos. *Coordinar con producción los requerimientos de producto a tiempo. *Atender cualquier inconveniente en el proceso de distribución.
Coordinadora de Mtech	<ul style="list-style-type: none"> *Mantener actualizada información del sistema. *Realizar la programación de despachos.

Tabla 7: Funciones del personal

Fuente: Elaboración propia, recopilada de entrevistas a personal

4.1.2 Operatividad del departamento de transporte

La carga y descarga del concentrado se realiza con camiones cisternas, camiones, conocidos como chompipas, los cuales cuentan con sistemas mecánicos de descarga, y con orificios en la parte superior de la cisterna para recibir la carga por gravedad, la almacenan en su cisterna, y luego la transportan al cliente, luego será descargada mediante un sistema que arrastra el producto por un canal y es elevado y vertido a un silo de almacenamiento que se encuentra en la granja del cliente.



Figura 65: Sistema de carga de tolva a camión Chompipa.
Fuente: Fotografía de flota Alimentos del Norte



Figura 66: Sistema de Descarga de Chompipa a Silo de almacenamiento.
Fuente: Fotografía de flota Alimentos del Norte

El envío de concentrado a los clientes se realiza conforme a los requerimientos emanados de un sistema de planeación denominado MTECH, el cual, es alimentado por 2 fuentes primarias, a saber, los supervisores de granja y la encargada del sistema Mtech.

La principal información la recibe directamente de la encargada de Mtech, la cual se encarga de registrar la información contenida en las boletas de despacho a clientes, una vez que ya fueron entregadas a satisfacción en la granja correspondiente; dicha boleta contiene información como la cantidad de kilogramos entregado en cada uno de los diferentes silos que puede tener el cliente.

Transaccion:		165968		Imprimir		Impresion Rápida	
ALIMENTOS DEL NORTE			PESAJES		gramos		14/06/17 16:15
			ROMANA CAMIONERA				
			PIENSOS				
TRANSACCION	FECHA ENTRADA	FECHA SALIDA	PESO BRUTO	PESO NETO	QQ.	Costo QQ.	FLETE
Camion 166362	JAIRO RODRIGUEZ				Boleta: 40,689		
VACIO	14/06/2017 15:47		12,670.00	0.00	.00	.00	.00
			Marchamos 0238907 AL		0238916		
Anillos:			<input type="text"/>				
Destino:			<input type="text"/>				
Galera:			Carga Mtech		<input type="text" value="25475"/>		
<hr/>							
1011102	FASE 2 GRANEL						
165968	14/06/2017 16:04		28,360.00	15,690.00	341.09	1.00	341.09
3-101-486873 S.A.			PLANTA SANTA RITA		Marchamos 0238907 AL		0238916
Anillos:			<input type="text" value="1 2 0 4 5 6 0 0 0 0"/>				
Destino: RICARDO GAMBOA			<input type="text"/>				
Galera: G05-,G04-,G06-			Carga Mtech		<input type="text" value="25475"/>		
<hr/>							
Total camion:			28,360.00	15,690.00	341.09		341.09
<hr/>							
Firma Recibido						Firma Despacho	
						<input type="text" value="Salir"/>	
Pagina 1 de 1							

Figura 67 Boleta de despacho a cliente
Fuente: Alimentos del Norte

La segunda fuente de información primaria que recibe el sistema Mtech, es realizada directamente por el cliente, o bien por un supervisor de la granja, el cual registra la cantidad de aves u animales que tiene en la granja, el peso

promedio de los animales, y el consumo en kilogramos del día anterior, además de algunos otros factores o datos técnicos propios del sistema de engorde en granja, tales como clasificación de machos, hembras, temperatura, humedad, horas de luz, y otros los cuales quedan ajenos a este análisis.

Ambas actividades se realizan a primera hora del día y toma un tiempo máximo de 3 horas, dependiendo la cantidad de despachos y granjas que se encuentren activas para ese momento.

Cuando se carga la totalidad de información al sistema, se realiza la consulta en Mtech para determinar los requerimientos de abastecimiento de todos los clientes, pues a partir de ese momento, el sistema conoce de cuanto inventario tienen en existencia los clientes, y realiza los cálculos de los posibles envíos, basados en los parámetros iniciales donde se determinó para cada silo o cliente, la capacidad máxima de almacenamiento.

La cantidad obtenida para realizar el envío será la diferencia entre: el máximo almacenamiento, menos, el inventario actual y menos el consumo pronosticado para el día actual; el sistema determina la capacidad máxima que tendrá el cliente para recibir un pedido el día de mañana, la fórmula está dada por:

$$\text{Pedido} = \text{Capacidad Almacenamiento} - (\text{Inventario Actual} * \text{factor})$$

Así la coordinadora de Mtech selecciona las granjas que van a requerir enviar abastecimiento al día siguiente, priorizando que no exista afectación donde el cliente se quede sin inventario disponible, ya que ello acarrea pérdidas de producción, entre otros efectos en la salud y condiciones de los animales.

Una vez realizado los cálculos de requerimientos, la coordinadora de Mtech hace un análisis para estimar los posibles pedidos y debe tomar ciertas consideraciones, tales como:

¿Cuál es la prioridad de envío para todas las granjas, considerando las horas para que el inventario en dicha granja se agote?

¿Cuáles son los recursos con los que cuenta, tales como camiones disponibles, capacidad de la planta de producción, esquema de reparto?

¿Cuál es la factibilidad de cumplir con los requerimientos y objetivos propuestos?

Una vez aclarados todos los determinantes, realiza la programación de despachos y genera un archivo con información (ver figura 69) donde especifica cada uno de los requerimientos que se deben ejecutar el día siguiente, y se consideran además las diferentes limitantes que intervienen en el proceso, tales como:

- Capacidad de los camiones, la cual es de 350 quintales aproximadamente y a ese dato se redondean las cargas, pudiendo tener una variación de ± 10 quintales en la carga, dependiendo del tipo de producto, afectado por el volumen y consistencia.
- Tiempos de carga, tránsito y descarga para realizar un envío, a fin de no sobrecargar un camión con exceso de trabajo y que afecte las entregas. Se toma además un provisorio de tiempo para prevenir situaciones de último momento. Según lo indicado por los choferes y la encargada de Mtech, la práctica indica que se realizan entre 2 o 3 viajes si estos son en la zona norte, y dependiendo de los accesos a las granjas y distancias

que deban recorrer; cuando el despacho es a la zona de occidente, se acostumbra realizar un único despacho.

Ya con todas las variables resueltas, se formula la programación de despachos del siguiente día, cada llave de corchetes representa un despacho, con la información como se describe a continuación:

		ALIMENTOS DEL NORTE, DIPCR						COD.PI-RE-DT-001	
		ESTABLECIMIENTO 192						Versión 01	
		ENVIOS DIARIOS A GRANEL						Fecha: MAYO 2016	
		Sábado 27 Mayo 2017						Página: 1 de 1	
Carga	# Transferencia	Camion	C. Chofer	Cod Granja	Granja	Producto	Galera	QQ	Cant de Tolva
	165015	166362	Greivin	40606-0061	YOLANDA 2	GR-12		160	3
	165016			40607-0062	YOLANDA 3	GR-11 (50grs panbonis + Coliveto a 80g/ton)		80	2
									240
	165017	146457	Eduardo	40600-0060	YOLANDAS	GR-13		240	4
									240
	164995	141561	Jairo	44837	LA CORTEZA 01	F-1	G-1	204	3
	164995			44837	LA CORTEZA 04	F-1	G-4	136	2
									340
	165009	141561	Jairo	44827	ALTO PALMA 01	F-1	G-1	68	1
	165000			44827	ALTO PALMA 01	F-2	G-1	136	2
									204
	164996	146457	Eduardo	44907	EL EDEN 01	F-1	G-1	68	1
	164996			44907	EL EDEN 02	F-1	G-2	68	1
	164996			44907	EL EDEN 04	F-1	G-4	68	1
	164997			44907	EL EDEN 01	F-2	G-1	68	1
									272
	164998	166362	Greivin	44768	RICARDO GAMBOA 01	F-1	G-1	136	2
	164998			44768	RICARDO GAMBOA 02	F-1	G-2	136	2
	164998			44768	RICARDO GAMBOA 05	F-1	G-5	68	1

Figura 68: Programación de despachos realizada por encargada MTech
Fuente: Alimentos del Norte

La especificación de dicho archivo viene dada en columnas con el siguiente contenido de especificaciones:

Numero de Columna	Datos de Columna	Contenido de la Columna
Columna#1	Carga	Registro del sistema, para información de registros
Columna#2	#Transferencia	Registro del sistema, para información contable
Columna#3	Camión	Placa del camión que realizara el despacho
Columna#4	C. Chofer	Chofer que realizara el despacho en el camión indicado
Columna#5	CodGranja	Registro del sistema, para información de externos
Columna#6	Granja	Nombre comercial de la granja
Columna#7	Producto	Tipo de producto a despachar
Columna#8	Galera	Galera asignada de la granja
Columna#9	QQ	Cantidad de quintales a despachar

Columna#1 0	Cant de Tolva Tolvas del camión que se van a requerir
----------------	----------------------------------------------------------

Tabla 8: Especificaciones del archivo Programación de despachos
Fuente: Elaboración propia, recopilada de Archivos

Dicha información se traslada a la romana, la cual se encargará de ejecutar las cargas y despachos tal cual le fueron solicitadas en la programación.

Suponiendo que no existan contratiempos, el trabajo se realizara tal cual fue solicitado. La realidad de las operaciones es que pocas veces existen días sin inconvenientes, y en estos casos donde exista algún factor como un desperfecto mecánico, una retraso de la producción, una mala entrega, etc., entonces se coordina con la encargada de transporte, la cual a su vez se encarga de buscar la solución, incluso cuando los requerimientos de despacho superan la capacidad de los vehículos, entonces se procede a subcontratar el transporte, la subcontratación es un efecto que se realiza a diario y ya existe toda una consideración de los camiones tercerizados en el rol de despacho, es una práctica instalada en la cual los vehículos de la compañía realizan los viajes en la zona cercana a la planta conocida como zona norte del país y los vehículos tercerizados realizan los viajes más largos conocida como zona de occidente del país, aunque pueden haber intercambio de las asignaciones dependiendo de algunas situaciones.

Los viajes en la zona norte tienen un radio máximo aproximado de 35km desde la planta, ubicándose los clientes principalmente en la zona de Pital, Venecia, Agua Zarcas, Sarapiquí y Rio Cuarto.

Los viajes en la zona occidente tienen un radio máximo aproximado de 100km desde la planta, ubicándose los clientes principalmente en la zona de San Ramón, Esparza y Turrucares de Alajuela.

Un camión tiene capacidad de transporte para carga aproximada de 16000kg de producto, aunque por los volúmenes todo se maneja en medidas de quintal, siendo 1 quintal = 46 kilogramos, por lo que se acostumbra hablar de 1 camión = 350 quintales.

La cisterna donde se carga el producto está dividida en 5 o 6 compartimentos o gavetas, separadas cada una de las otras, razón por la cual un mismo camión podría llevar 5 o 6 diferentes productos o clientes sin que se mezclen, dependiendo de la cantidad de gavetas que cuente la tolva.

Aunque, debido a las condiciones de modernización y demanda de las granjas, es cada vez mayor la práctica de diseñar granjas con galeras más y más grandes, existiendo clientes con capacidad de recibir un camión completo con 350 quintales diarios para cada galera, y a su vez un mismo cliente/granja podría disponer de hasta 12 diferentes galeras. Para ello conviene una optimización de los transportes, ya que algunas granjas incluso tienen capacidades mayores conforme las aves se encuentran en edad adulta y el consumo de concentrado es mayor, facilitando el proceso de distribución pues se disminuye la cantidad de clientes que se deben visitar.

Los caminos de acceso a la granja son mayormente de lastre, generalmente se trata de accesos a fincas, algunos es muy mal estado por lo cual requiere de una conducción lenta y segura, ello representa algunos atrasos en tránsito hasta el cliente.

Antes de ingresar a las granjas, los choferes se deben bañar y el camión debe ser fumigado, por temas de bioseguridad para las aves que se encuentran en la granja.

Una vez dentro de la granja, proceden a activar el sistema de descarga del producto, y disponerlo en los silos que corresponda.

4.1.3 Sistema de pedidos Justo a Tiempo (JIT)

El sistema de pedidos MTech que utiliza la compañía, es una clara herramienta de la metodología Just-in-time, pues permite una planificación muy exacta de cuando es requerido el producto.

Al tener un sistema JIT se genera sobre la logística una presión que genera ventajas cuando se trabaja de la forma oportuna, pero que también podría generar desventajas si la planificación no es la adecuada, para cumplir a satisfacción, se requiere funcionar con la máxima eficacia en la utilización de los recursos, ya que en gestión de pedidos, ni es conveniente realizarlo antes ya que provocaría acumulación de inventario o incluso devoluciones, ni tampoco realizarlo después pues generaría un desabastecimiento, con los problemas adicionales que podría provocar.

Con la descripción de necesidades o requerimientos de abastecimiento a clientes, que realiza el sistema de programación Mtech, si existe un mal uso, se estará necesariamente provocando un desperdicio de los recursos, ya que el servicio 3PL de tercerización de transporte se utiliza prácticamente a diario por parte de la empresa, unos días se subcontratan más camiones y otros días se subcontratan menos camiones, pero pocas veces ocurre que no se requiera subcontratar ningún servicio, ello debido a que los camiones de la propia

compañía no son capaces de abastecer el 100% de los envíos requeridos por los clientes,

Entendiendo que actualmente el mejor escenario consiste en utilizar con la mayor eficacia la flota propia, y subcontratar únicamente los servicios que están por fuera de la capacidad instalada, entonces, realizar se justifica tener los parámetros y un análisis de productividad de la flota propia, definir las métricas necesarios que guíen y funcionen de indicadores para lograr una optimización del uso de los recursos propios, y que se subcontrate únicamente aquellos viajes que requieran entregarse al cliente en el día comprometido, y cuando no sea así, se considere la posibilidad de trasladar el despacho para el siguiente día, mientras ese mismo despacho sea realizado por la flota propia.

Cualquier viaje despachado en flota tercerizada, que pudiese haber sido despachado en ese mismo momento, si existiese una subutilización de la flota propia, o bien que pudiese despacharse en otro momento, igualmente con flota propia, representaría un costo adicional en la logística.

Por lo anterior, el sistema de pedidos JIT del software Mtech, y la optimización del uso de los camiones, son pilares fundamentales para las bases de la operación de transporte, desde muchísimas aristas, involucrando entre otros, los costos, las inversiones, y la planificación de recursos necesarios para cumplir los objetivos

4.1.4 Programación de despachos

La programación de los despachos que realiza la encargada de MTech, define de forma fundamental, si los recursos se aprovechan o se desperdician. El realizar un viaje hoy o posponerlo para mañana, queda siempre a criterio de

dicha encargada, que realiza dicha función desde hace más de 4 años, pero que a la fecha desconoce en forma práctica, los tiempos que consumen los diferentes despachos, y su análisis se basa principalmente en la ecuación de rendimiento acostumbrada desde hace muchísimos años, donde un camión realiza un único viaje a la zona central, o bien, dos o tres a la zona norte.

Sin embargo, en sesiones de trabajo y análisis con dicha encargada, cuando la cantidad de despachos aumenta, los camiones subcontratados realizan hasta dos viajes a la zona centro en un mismo día, o un viaje a la zona norte y uno a la zona centro, aunque asegura que ello equivale a una jornada superior a las 12 horas.

Así entonces, es de suma importancia que dicha encargada de planificar, tenga un criterio razonable de medición, para que le permita tomar las mejores decisiones en la asignación de viajes.

Ante la carencia en la compañía Alimentos del Norte, y de muchísimas otras compañías donde los tiempos de distribución no están establecidos, poder realizar una medición del trabajo que realiza la flota, y determinar si efectivamente se están aprovechando los recursos o se están subutilizando, en este caso, recae sobre la coordinadora de MTech dicha responsabilidad, pues se encarga de la planificación, el asegurarse que la utilización sea óptima.

Uno de los fallos detectados, es que la mayoría de decisiones se basan en criterios que se han utilizado siempre, o información de los choferes, la cual podría no ser objetiva.

4.1.5 Ejecución de las actividades

Los choferes tienen una jornada paga de hasta 12 horas por seis días a la semana, sin embargo, en la práctica no ocurre que su jornada laboral se extienda hasta dichos extremos, y más comúnmente su jornada se desarrolla por el cumplimiento de los objetivos que se plantean día con día en la programación de los despachos, así entonces, unos choferes les gusta terminar cuanto antes su trabajo y prefieren madrugar, mientras otros acostumbran a entrar a laborar en diferentes horas dependiendo de los despachos que le fueron asignados.

La encargada de MTech empieza por asignar a la flota los viajes para las granjas o lugares más cercanos a la planta, ubicados en la zona norte del país, dependiendo de las distancias y de lo que ella considera que representa una nivelación entre el trabajo de todos los choferes, asigna dos o tres viajes a cada camión. Si el camión realiza dos viajes, al terminar la jornada dejara cargado el primer viaje del siguiente día; en casos donde el chofer debe cumplir tres viajes, al finalizar la jornada dejara el camión estacionado, quedando vacío y será hasta el siguiente día reanudara sus funciones.

Generalmente, si al chofer se le asigna un viaje a la zona central del país, ingresa temprano para evitar contratiempos en los caminos de Zarcerro, Bajo Rodríguez, o Cinchona, los cuales conectan la zona norte con el valle central. Ese día, el chofer realizara un único viaje y al retorno dejara el camión cargado para el siguiente día.

Cada camión está asignado a un chofer, aunque es ampliamente discutido el tema de si conviene la rotación o asignación fija de choferes, cuando los recursos lo permiten y es posible la asignación fija, esta presenta una ventaja para controles de mantenimiento y cuidado del vehículo.

Si ocurre que el chofer asignado a un camión no está disponible, por permisos de ausencia o vacaciones, normalmente se aprovecha esos periodos para darles mantenimiento preventivo al camión. Sí por el contrario, es el camión quien se encuentra en reparaciones, al chofer que se encuentra sin camión, se le asigna un horario y tareas especiales, ingresando a las 14:00 y laborando hasta las 21:00 horas, para que así se encargue de cargar todos los camiones en horario de la tarde noche, de esta forma los otros choferes se descansan un poco y se adelanta su horario de salida, debido a que el chofer que ingreso en la tarde se encargara de dejarles el camión debidamente cargado, para el siguiente día.

4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERISTICAS, PROTOTIPO

4.2.1 Ishikawa

El primer análisis de diagnóstico consiste en un análisis multifactorial que involucra al personal de mando medio: la encargada de transporte y la encargada de Mtech. Después de analizar algunas situaciones que ocurren en el departamento, se lanza una lluvia de ideas y concretan algunos factores que podrían estar afectando la ejecución de la operación de transporte y por tanto afectando el rendimiento de productividad.

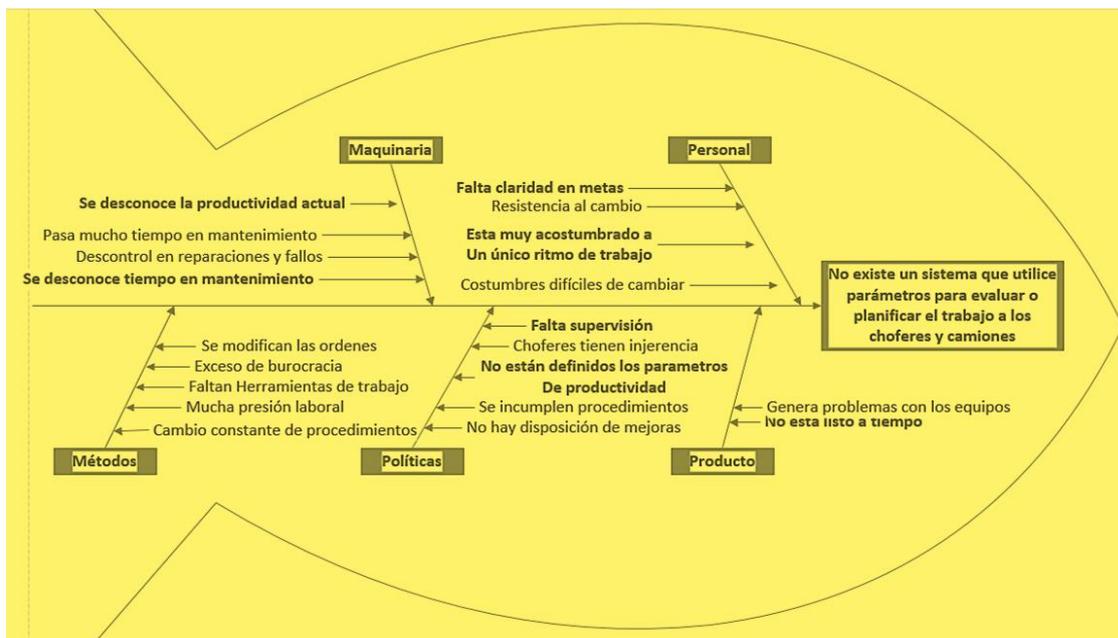


Figura 69: Diagrama Ishikawa de posibles causas
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, sobre las diferentes causas se determinan cuales crean el mayor impacto, resaltando así: falta de claridad en las metas, el desconocimiento del tiempo que pasan los vehículos en mantenimiento versus el tiempo que están laborando, la falta de supervisión en las actividades que realizan los choferes, retrasos con la producción, la falta de claridad en las metas, y que no existen precursores para acelerar algunas actividades, sino que estas se realizan en el tiempo que el chofer se disponga a realizarlas, sin saber si el esfuerzo realizado es suficiente o carente.

4.2.2 Entrevista

Se realizó una entrevista al director de la empresa, el cual actualmente y desde hace más de 2 años tiene a su cargo también gerencia de logística.

La entrevista fue estructurada, para obtener información sobre algunas particularidades de los controles y ejecuciones, formulada en siete secciones diferentes con los respectivos temas de interés, los primeros seis temas se

evaluaron mediante encuesta electrónica, y el séptimo se realizó mediante un conversatorio de entrevista, a saber:

- Sección 1: Vehículos <Camiones>
- Sección 2: Factores de afectan Productividad: Impacto y Frecuencia
- Sección 3: Operadores de los vehículos <Chóferes>
- Sección 4: Entorno
- Sección 5: Indicadores
- Sección 6: Percepción de productividad actual de la operación
- Sección 7: Conversatorio

4.2.2.1 Encuesta Sección 1

En la primera sección se determinó el estado de los camiones, las principales variables a determinar era el estado de la flota, la antigüedad y la productividad de esta. El resultado es que la flota se encuentra en una categoría media de estado, sin embargo

Antigüedad: Menor a 5 años

Estado: medio

Productividad: Regular

Cual es el promedio de antigüedad en flota de transporte

1 respuesta



Figura 70: Pregunta #1 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

La antigüedad se estima en un promedio de 0 a 5 años, por lo tanto es una flota que tiene una edad bastante aceptable, considerando que un estudio realizado por el periódico La Nación, determino que la flota de camiones de carga en Costa Rica tiene una antigüedad de 19 años. (Nacion, 2016)

Considera el estado mecánico de la flota:

1 respuesta

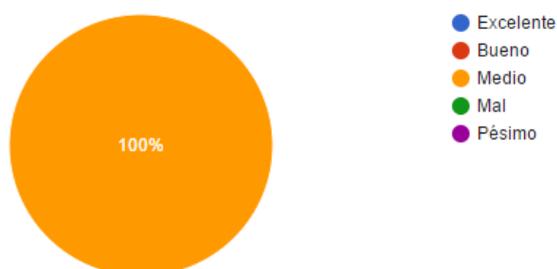


Figura 71: Pregunta #2 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

El resultado, medio, en el estado mecánico de las unidades, refleja una deficiencia que puede considerarse importante de atender, ya que el equipo siempre debería estar en una línea de bueno o excelente, para que realmente contribuya a los resultados y no se convierta en un obstáculo de ellos.

Cual es su apreciación respecto a la productividad de la flota

1 respuesta

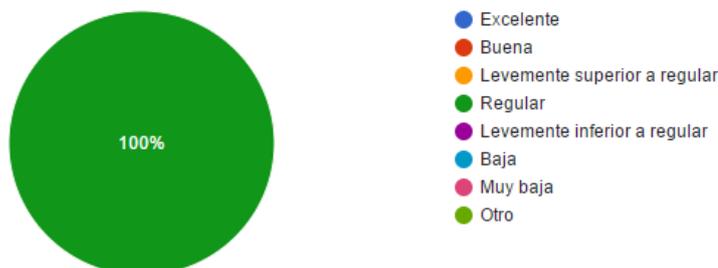


Figura 72: Pregunta #3 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Para esta pregunta de apreciación con respecto a la productividad de la flota se consideraron 7 clasificaciones entre excelente y muy baja, con la finalidad de poder obtener un grado de mayor certeza, y definitivamente el resultado de una productividad debería estar alguno de los 2 primeros niveles (excelente / bueno) para tener un resultado satisfactorio; sin embargo la apreciación es que la valoración ni siquiera se considera levemente superior a regular, sino, el resultado de valoración para la productividad se considera cualitativamente como regular, por lo que definitivamente existen factores que están afectando el desempeño y la productividad se ve impactada.

4.2.2.2 Encuesta Sección 2

En la segunda sección se determinó cuales se consideran son algunos posibles factores que impactan la productividad y con qué frecuencia ocurren algunos de esos posibles factores. Esto es una consideración, sin que necesariamente estos sean los factores que estén ocurriendo, y se trata principalmente de una recopilación.

- El mayor impacto en la productividad se considera que lo producen 3 factores: Los fallos mecánicos del sistema de descarga, cuando el

producto no está listo a tiempo, y desperdicio de tiempo en otras actividades.

- La mayor frecuencia ocurre: Para los fallos mecánicos del sistema de descarga y el desperdicio de tiempo en otras actividades.

Se enumeran algunas situaciones generales que ocurren para flotas de transporte en la mayoría de compañías_____ Indique el IMPACTO de los siguientes factores que afectan la productividad de la flotas en su operación de distribución.

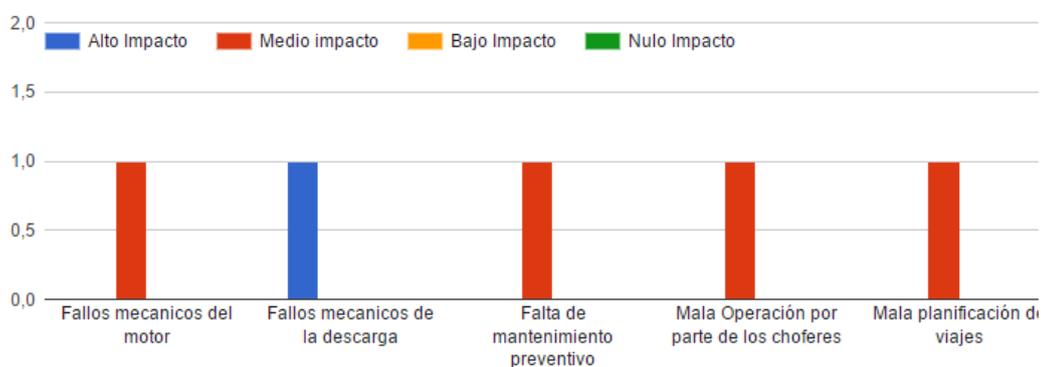


Figura 73: (primera parte) Pregunta #4 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Se enumeran algunas situaciones generales que ocurren para flotas de transporte en la mayoría de compañías_____ Indique el IMPACTO de los siguientes factores que afectan la productividad de la flotas en su operación de distribución.



Figura 74: (segunda parte) Pregunta #4 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Existen 3 factores que se consideran repercuten altamente en la productividad de la flota, por lo tanto, dichos factores deberían ser focos primarios de control para evitar que se den.

- El primer factor son los fallos mecánicos de la descarga, para lo cual debería contemplarse tener un sistema de mantenimiento adecuado a estos equipos, y en caso de tenerlo, asegurarse del cumplimiento.
- El segundo factor es el desperdicio de tiempo en otras labores, razón por la cual, se debe asegurar tener un control de las actividades que se realizan y controles de cuales serían actividades no deseadas a fin de evitarlas.
- El tercer factor ocurre cuando el producto no está listo a tiempo, razón por la cual se deben tener registros en el área de carga y en el área de producción que permitan identificar faltantes de producción o incumplimientos de tiempo

Se enumeran algunas situaciones generales que ocurren para flotas de transporte en la mayoría de compañías_____ Indique la frecuencia que considera en la ocurrencia de los siguientes factores que afectan la productividad en su operación de distribución.

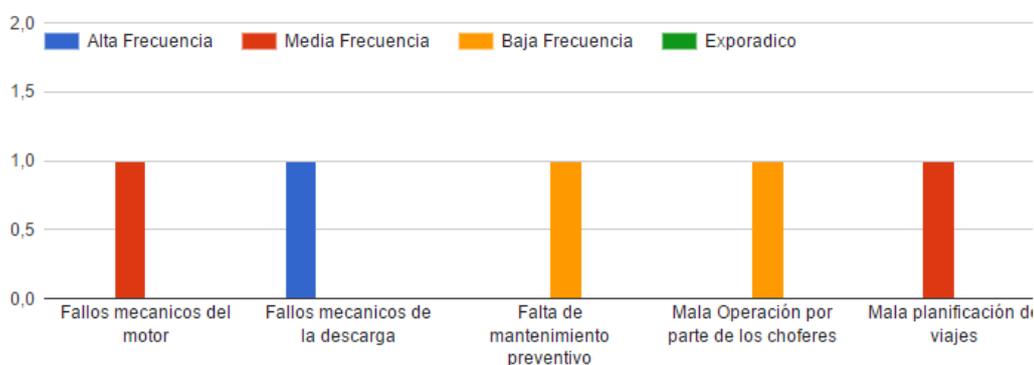


Figura 75: (primera parte) Pregunta #5 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Se enumeran algunas situaciones generales que ocurren para flotas de transporte en la mayoría de compañías. Indique la frecuencia que considera en la ocurrencia de los siguientes factores que afectan la productividad en su operación de distribución.

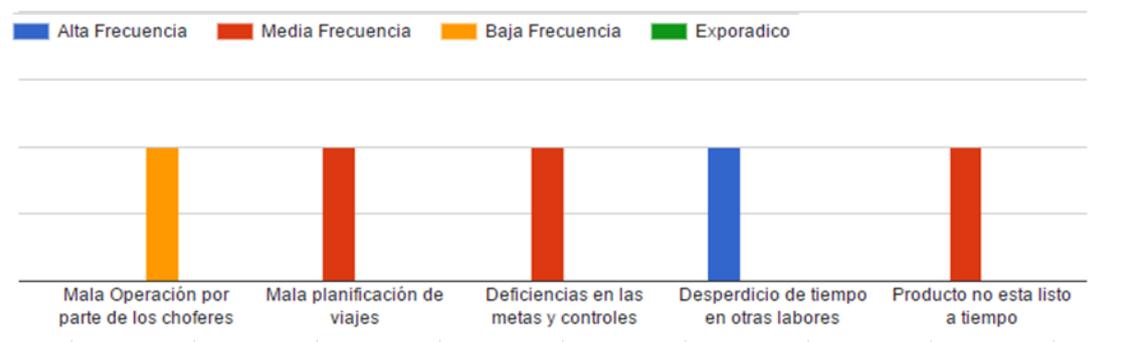


Figura 76: (segunda parte) Pregunta #5 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Como en la primera pregunta de esta sección (pregunta 4) se consultaron los factores que en caso de ocurrir iban a generar el mayor impacto, en la segunda pregunta se consultó las frecuencias con la que los mismos factores se presentaban, y coincidentemente los factores que más alta frecuencia de eventos tienen, justamente son dos de los mismos que tienen mayor impacto. Ellos son los fallos mecánicos de las descargas y el desperdicio de tiempo en otras labores.

Considerando dichas apreciaciones, es importante tener indicadores de fallos mecánicos de la descarga, indicadores de actividades productivas y otras, indicadores de retrasos en producción, pues no solo representan un alto impacto en la productividad, sino que ocurren con alta frecuencia.

4.2.2.3 Encuesta Sección 3

En la tercera sección se determinan cuáles son las condiciones de los choferes que se encargan de operar los camiones y el valor que dichas condiciones repercuten en la productividad:

- Experiencia: mucho

Factores que impactan la productividad de los choferes: Baja motivación, ausencia de capacitación continua, falta de controles, falta de instrucciones claras, falta de medición del desempeño.

Asumiendo que si se quisiera aumentar la productividad se debe trabajar con: choferes y programación de despachos.

Considera que la experiencia de los operadores es un factor determinante en los rendimientos de productividad

1 respuesta



Figura 77: Pregunta #6 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Dado que se considera la experiencia de los choferes, como un factor de alto impacto, es importante que este factor se mantenga entre los pilares del reclutamiento y del clima organizacional, para evitar salidas del personal que tenga experiencia, y cuando se realice una contratación de nuevo personal, la experiencia tenga una alta ponderación, a fin de siempre contribuir a mantener altos desempeños de productividad por esta causa.

Cuales considera que serian los factores y el grado de impacto de estos, en la productividad de los operadores de camiones.



Figura 78: Pregunta #7 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Se realizó una pregunta para determinar sobre el impacto de diversos factores en la productividad de los choferes, y tres de los factores quedaron con una calificación de mucho impacto, la baja motivación, la ausencia de capacitación, y la falta de controles.

Nuevamente, esta información es de referencia para las jefaturas y personal de talento humano. El factor de falta de controles como un factor de alto impacto, debe ser considerado por la jefatura de transporte, a fin de mantener actualizados indicadores que le permitan controlar factores de productividad de los choferes.

4.2.2.4 Encuesta Sección 4

En la cuarta sección se determinó cuáles son los factores que afectan el entorno

Basado en su experiencia, cual seria el(los) los principal(es) factor(es) a tener en consideración para mantener o aumentar la productividad de la operación de distribución.

1 respuesta



Figura 79: Pregunta #8 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Una de las preguntas fundamentales, es la consideración de cuáles serían los dos principales factores a tener en consideración para aumentar la productividad, y el criterio obtenido fueron los operadores de camiones o choferes, y la planificación de la operación.

Si bien la opción de los camiones estaba incluida en la lista, y en preguntas anteriores se había determinado que el estado mecánico de los sistemas de descarga, aunado a la alta frecuencia de dicho efecto, era un factor determinante, se debe agregar a la ecuación de análisis, que los 2 principales elementos que contribuyen a la productividad son los choferes y la planificación de las actividades.

Basado en su experiencia y en la operación actual de distribución, cuales serian los 2 principales factores a tener en consideración en el corto plazo para que no ocurra una disminución de la productividad.

1 respuesta

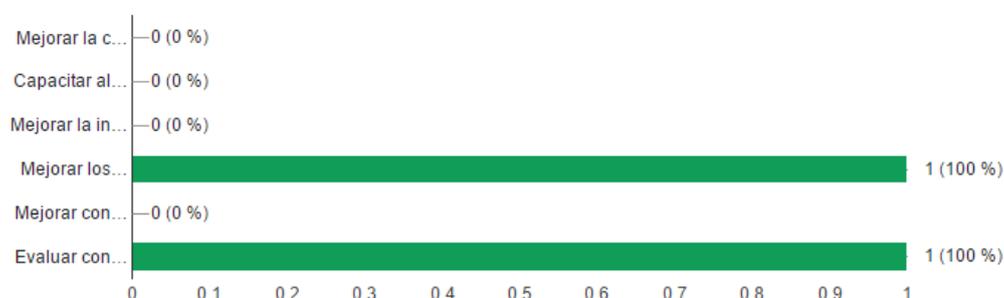


Figura 80: Pregunta #9 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

A fin de ubicar la situación en el contexto de la compañía, en el corto plazo, se consultó sobre los dos principales factores que se deberían atender para que no ocurra una disminución en la productividad, y los resultados fueron una mejora en los equipos, en cuyo caso sería los camiones y accesorios, y la segunda fue evaluar constantemente el desempeño.

Cual seria una prioridad en inversión en caso de querer aumentar la productividad de la flota de transportes.

1 respuesta

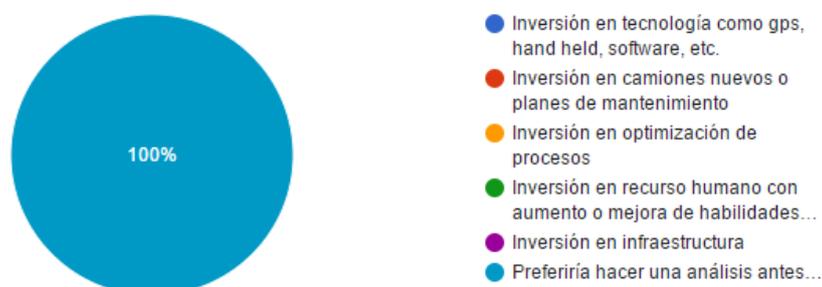


Figura 81: Pregunta #10 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Se realizó la consulta sobre posibles inversiones, que podrían considerarse. Según los registros obtenidos en las respuestas anteriores, los criterios de inversión son tales que, actualmente la productividad de la flota puede considerarse como regular, por lo cual se estima que existe un amplio espectro para mejoras; y que los sistemas de descarga y el desperdicio de tiempo en otras actividades son dos de los principales factores que afectan la productividad, además estos ocurren con alta frecuencia; y también que los choferes y su experiencia es determinante en la productividad.

Además, que los operadores y la planificación podrían contribuir con un crecimiento de la productividad, y que las mejoras de los camiones junto con las evaluaciones de desempeño serían los factores que contribuirían para que la productividad no decrezca; obteniendo como resultado ante dicha propuesta, que se preferiría hacer un análisis mayor, razón por la cual aún no existe un criterio definido para la empresa en mejoras de productividad para la flota de transporte.

4.2.2.5 Encuesta Sección 5

En la quinta sección se determinó cuáles son los análisis y controles que se llevan a través de los indicadores de productividad.

Su compañía utiliza indicadores para tener control del desempeño de la flota de transporte?

1 respuesta

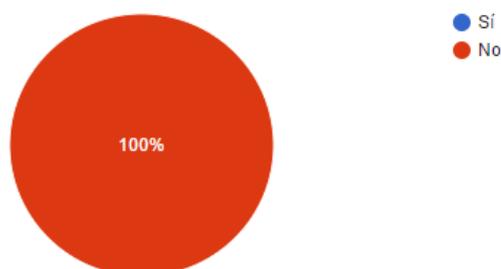


Figura 82: Pregunta #11 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Sin embargo, la compañía no tiene indicadores de la productividad de transportes, aquí yace una fuente importante para empezar a gestionar los indicadores, y a partir de ellos realizar los análisis que correspondan para realizar cualquier tipo de inversión o correcciones.

Se tenían contempladas otras preguntas para dicha sección en caso de respuesta afirmativa, pero ante la ausencia de controles por indicadores queda un vacío de información que se deberá determinar por otros medios. Ahora, como no están definidos los indicadores para controlar la productividad no es posible siquiera analizarlos, sin embargo, una vez que estén planteados como paso inicial para los análisis, convendría ejecutar y comprobar:

- Que los indicadores están correctamente diseñados para determinar la consecución de los objetivos planteados.
- Determinar cuál es el enfoque de los indicadores de transporte.
- Considerar que estén alineados con los objetivos del departamento y con la visión de la empresa, para que no puedan existir deficiencias entre el logro de los objetivos y el uso de recursos utilizados para completarlo.

- Asegurarse que sean robustos y existen datos suficientes de rendimientos para determinar la productividad de la flota de transporte.
- Fijar parámetros de las capacidades de cada uno de los miembros que intervienen en la distribución, con estudios de tiempos.
- Mapear las diferentes actividades del proceso de distribución y verificar que contemplan los tiempos de duración media.
- Realizar medición del nivel de eficiencia en los procesos de carga, descarga, tránsito, esperas de carga.
- Realizar medición de los tiempos no laborados que resultan improductivos.

4.2.2.6 Encuesta Sección 6

En la sexta sección se determinó cuál es la percepción de la productividad de la operación de distribución.

Los datos obtenidos indican que existen tiempos improductivos por errores en la planificación y supervisión del trabajo, que la falta de registros de los tiempos que se asignan a las actividades es difícil de controlar en la operación ya que estas se realizan fuera de la compañía. Que el costo del transporte puede repercutir entre un 0% hasta 20% en el costo del producto, que actualmente están las condiciones para que se pueda no solo aumentar la productividad sino además bajar los costos, y que una apreciación cuantitativa del rendimiento de la flota de transporte brindada en la sección 1, sería asegurar que el rendimiento de productividad de la flota se encuentra entre un 60% y 70%, lo que demuestra un dato relativamente bajo.

Considera que existen tiempos improductivos por errores en la planificación y supervisión del trabajo

1 respuesta

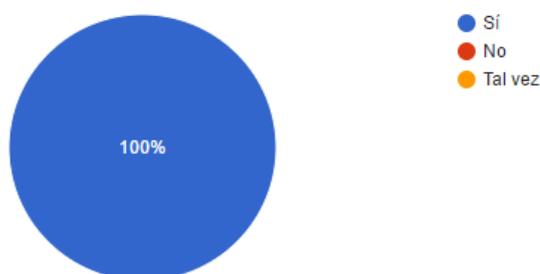


Figura 83: Pregunta #12 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

En la sección dos y tres, se comentó acerca del desperdicio de tiempo en otras actividades, y en la sección cuatro se indicó que una forma de aumentar la productividad era mejorando la planificación de la operación, y para esta sección ya se determinó que existen tiempos improductivos por errores en la planificación, y como también se indicó en la sección cuatro la evaluación del desempeño que también es parte de los controles influirían también en que existan tiempos improductivos.

Cuales considera que podrían ser esos factores (máximo 2)

1 respuesta



Figura 84: Pregunta #13 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Se indica, que los registros de tiempos de actividades son difíciles de controlar en operaciones fuera de la compañía. Y ciertamente estas actividades están normalmente ajenas de control, pues el costo de supervisión suele ser un

factor elevado y algunas veces se opta por minimizar la atención que requiere. Algunas empresas han optado por controles con herramientas como los sistemas de localización satelital, conocidos como GPS, pero ello también representa un costo no solo la implantación, sino también el monitoreo. Son muchos los casos en los cuales los equipos de GPS terminan siendo un equipo improductivo, pues generan muchísima información y al final si el proyecto de supervisión no cuenta con las estrategias adecuadas los datos generados se pierden en archivos o informes que poco se revisan, es por ello que si una compañía decide realizar los controles vía GPS debe asegurarse de tener un monitoreo adecuado para realmente aprovechar la utilidad.

Mientras tanto, no se debe quedar en el aire los temas de control y se debe buscar la forma de adecuar y ajustarse los controles, aun cuando los vehículos pasen la mayoría del tiempo fuera de la empresa.



Figura 85: Pregunta #14 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Al existir aumentos y disminuciones constantes, los costos de la compañía se ven afectados, además que se corre el riesgo de que las buenas practicas que se van implementando para aumentar la productividad, terminen de contagiarse de las practicas incorrectas y cada vez que se desciende en

productividad la pérdida es doble, ya que no solo se debe alcanzar el punto anterior, sino que no existió avance, y hoy día en los mercados competitivos, el no avanzar se considera como un castigo o retroceso.



Figura 86: Pregunta #15 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

La contribución del costo de transporte para concentrados esta entre los rangos más bajos, y es posible que esos costos se vean encarecidos cuando se trate de otro tipo de productos como materiales peligrosos, equipo de alta tecnología, o fármacos, todos son artículos de gran valor. En el caso de los concentrados, un quintal de 46 kilogramos tiene un costo aproximado de \$24 por lo cual un camión cargado con 350 quintales, el producto tendría un valor de \$8600; posiblemente no sea tan estrepitoso el encarecimiento que se genere debido a una mala planificación pues el costo se diluye entre toda la cantidad.

Sin embargo, lo que se debe tener en consideración es que el negocio de los concentrados es un negocio de volúmenes, y por tanto en un viaje talvez no se va a sentir ninguna afectación a la economía de la empresa o del cliente, sin embargo, debido a la mucha cantidad de viajes es cuando se podría sentir la afectación o el beneficio.

Cual considera que sería una alternativa viable a implementar en el corto plazo.

1 respuesta

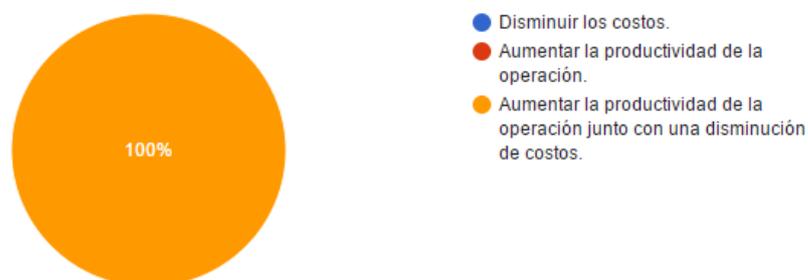


Figura 87: Pregunta #16 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Esto plantea un escenario donde existe un margen amplio para maniobrar dentro de la operación que, con mejoras significativas, permitan, aumentar la productividad, así como disminuir los costos, impactando doblemente en la economía del cliente y de la empresa.

De acuerdo a su capacidad instalada de equipos para realizar la distribución, cual considera que sería el aprovechamiento que se realiza actualmente

1 respuesta

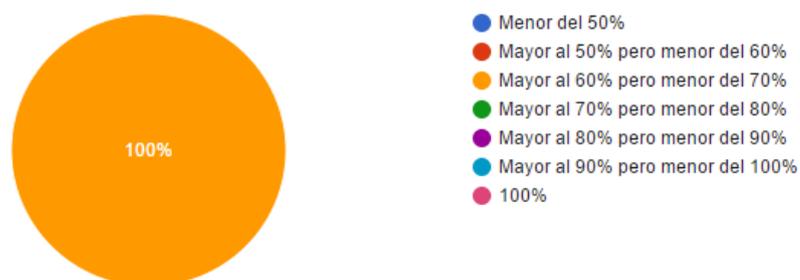


Figura 88: Pregunta #17 de encuesta al gerente de Alimentos del Norte
Fuente: Elaboración propia con datos de entrevista

Es un rendimiento indicado, superior al 60% pero inferior al 70% lo cual se considera bajo, debiera existir un rendimiento esperado por la gerencia igual o superior al 85%.

Aunque no se encontraron referencias técnicas de los parámetros de rendimiento que debe tener un vehículo de una flota, y es dificultoso obtener ese

dato de una cámara de transportistas, y realizarlo a través de un benchmark no es factible en términos de tiempo y costo del proyecto, si es posible hacer una afinidad de lo que otras operaciones productivas ya han implantado, y considerando que los vehículos son máquinas, se puede entonces referir a la teoría de la eficiencia general de los equipos (OEE: Overall Equipment Effectiveness) la cual establece una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de las maquinarias industriales, de acuerdo a los siguientes rangos:

OEE mín	OEE máx	Calificación
0	65%	Inaceptable
65%	75%	Regular
75%	85%	Aceptable
85%	95%	Buena
95%	100%	Excelente

Figura 89: Eficiencia General de los Equipos
Fuente: (AENOR, 2012)

Por ello, la consideración del aprovechamiento brindada por la gerencia puede encajarse dentro de los parámetros entre inaceptable y regular.

4.2.2.7 Encuesta Sección 7

Durante los conversatorios con el director Giancarlo Ioli, se indaga acerca de las respuestas brindadas mediante la encuesta, a fin de obtener claridad de la información.

Una de las indicaciones que brinda, es sobre el reembolso salarial que reciben los choferes, ya que estos no tienen ninguna compensación salarial por productividad, sin embargo, todos los salarios están considerados en base a cálculos de 12 horas ordinarias diarias por 6 días a la semana, ósea, el pago

semanal no es de 48 horas, sino que se pagan 72 horas ordinarias por semana, aun cuando la jornada no alcance esa cantidad de horas.

Esta metodología se realiza desde hace más 8 años, como un incentivo para que los choferes cumplan sus obligaciones sin necesidad de realizar horas extra, pues anterior a ello, los choferes habían adquirido cierta perversidad, y tardaban más de lo habitual en sus actividades, a fin de que la carga de trabajo generara un porcentaje importante de horas extra.

Sobre los tiempos de carga y descarga, cuando se trata de la carga el producto sale por una boquilla y cae por gravedad al compartimento del camión, y cuando se descarga es mediante un sistema mecánico, la velocidad de carga varia con la velocidad de descarga, pero en ambos casos es prácticamente constante para todos los productos, existiendo variaciones de milisegundos por la composición de densidad del producto.

4.2.2.8 Síntesis de la entrevista

De las respuestas obtenidas en la entrevista se puede hacer un planteamiento en forma de síntesis planteada en 4 principales ideas.

1. La compañía no tiene controles de indicadores para determinar la productividad.
2. Los camiones se encuentran en un estado mecánico nivel medio, y los factores de mayor impacto son los fallos de descarga y el desperdicio de tiempo en otras actividades, sin embargo, los camiones no están considerados como el principal factor en el rendimiento de la productividad, sino que los factores que más influyen son los choferes y la planificación de los despachos.

3. La productividad en los choferes está determinada por la experiencia, y en la planificación de despacho existen errores que afectan la productividad, y las acciones consideradas para aumentar la productividad son mejoras de los equipos y aumentar los controles, estos últimos de momento no existen a satisfacción.
4. El transporte afecta hasta en un 20% del precio del producto, y actualmente la valoración de productividad para la flota se considera regular, asignándole una valoración de productividad aproximada de 65/100.

4.2.3 Procesamiento de la información

4.2.3.1 Análisis de registros digitales

La compañía posee un registro para cada despacho realizado. Dicho registro se ingresa en el archivo nombrado “Administrador de tolvas”, está elaborado en MS Office Excel; en dicho archivo el personal encargado de romana alimenta la información para cada despacho realizado, y por filas se tiene un registro único del despacho realizado, conforme la siguiente información, al cual se agregó una columna a la derecha, en la que se detalla un posible ejemplo de los datos que contendrían las celdas.

Celda	Información contenida	Ejemplo de datos
FECHA	Fecha de carga	07-05-2017
SEM	Semana del año	19
ACCION	Despacho o Devolución	Despacho
TOLVA	Numero de tolva donde se cargo	73
DOCUMENTO	Registro consecutivo de pesaje	1458
KILOGRAMOS	Kilogramos cargados	9660
QQ	Conversión a quintales cargados	210
PRODUCTO	Tipo de producto	Fase2

DETALLE	Información del cliente	Integrado
VIAJE	Consecutivo asignado al despacho	2544
CLIENTE	Nombre del cliente	Luis A Salas
ZONA	Ubicación del cliente	Zona Norte
CAMION	Placa del camión	147635
CHOFER	Nombre del chofer	José Pérez
TRANSPORTE	Flota propia o tercerizada	Propio

Tabla 9: Información contenida en registros de despachos
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

Debido a que la información contenida en dicho archivo, corresponde a información de ventas y resulta de interés para la compañía proteger esos datos, se acordó modificar los volúmenes de ventas, y estos fueron multiplicados por una variable k , conocida por la empresa y por el autor, para distorsionar los valores pero de forma tal que no pierdan la proporcionalidad que requieren para el análisis, así entonces, se tendrá en los cuadros la información de unidades despachadas de acuerdo a la información obtenida de los registros que maneja la empresa.

El total de dos datos aportados corresponden a todos los despachos realizados por cada camión durante un periodo que abarca 16 semanas completas, y debido que la cantidad de información, y la facilidad para el manejo que permite el software MS Office Excel, se agrupa la información de los despachos por semana, considerando entonces, cada periodo de semana como una única muestra, y teniendo así 16 muestras para cada uno de los choferes, y se procede así con la valoración con del 100% de los registros.

Sobre las funciones de los choferes, a través de la revisión de registros y la corroboración con la encargada de transporte, se detecta que uno de ellos, específicamente el conductor Stanley Trejos realiza un trabajo equivalente en funciones, pero diferenciado al resto de choferes por los clientes a los cuales visita, ya que únicamente atiende despachos de pienso para un tipo de granja

específicas de reproducción de huevo, mientras que los restantes 6 choferes, todos se encargan de la distribución a granjas de engorde, y por tanto realizan exactamente el mismo trabajo con los mismos clientes, además mantienen rotación constante de visita a los clientes dependiendo de la programación de despachos.

Considerando lo anterior, se descartan los datos correspondientes al chofer Stanley Trejos y se trabajara con la información de los 6 choferes restantes.

4.2.3.2 Validación y análisis de datos

Se realiza el análisis de la información contenida en los archivos de despacho, para ello se procede a una validación y confrontación de algunos datos obtenidos a través de los registros que lleva el romanero en archivos digitales donde registra la información de los despachos, además se obtiene información de confrontación a través de consultas.

Se desarrolla el análisis sobre los registros de las 16 semanas consecutivas de trabajo, y con los seis choferes que se encargan de la operación de distribución de pienso a las granjas de engorde.

CHOFER	JAIRO	KEREN	GREIVIN	BERNY	LIMBERG	EDUARDO
Semana	Unidades Despachadas					
1	644	1376	347	1199	690	343
2	2503	2351	0	2071	3113	3251
3	2862	4008	2991	340	2816	2493
4	976	2849	3199	2659	1309	2736

5	3673	1789	2570	2294	2207	1364
6	2545	3350	1720	2900	888	3260
7	2954	2626	0	1857	1362	3311
8	2074	1703	3087	3059	685	2243
9	1256	2218	1406	507	1028	2003
10	1667	2044	1816	2084	1417	0
11	2547	1231	2453	2409	0	2457
12	2409	1875	1974	1828	345	1613
13	2830	1873	2039	1027	496	1955
14	2098	2828	2348	1224	1361	0
15	2455	1446	2043	1652	1384	1640
16	1552	1989	1385	1239	1189	2495
TOTAL	35044.1304	35556.087	29377.3913	28348.913	20290.6522	31163.4783
%	19.5%	19.8%	16.3%	15.8%	11.3%	17.3%

Tabla 10: Registros de unidades despachadas por los choferes durante 16 semanas
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

Al elaborar las tablas de la información ya consolidada, se detecta que existen periodos en los cuales los datos podrían generar inconsistencias en los análisis, debido a valores muy por debajo de la media, lo que conlleva a realizar varios cálculos de factibilidad de la información, tales como las pruebas de normalidad, y además hacer los análisis no solamente con el total de información, sino clasificarla en 3 análisis de las muestras.

Las pruebas de normalidad permitirán determinar el tipo de distribución que representan los datos obtenidos como muestras, ya que muchas pruebas requieren que los datos tengan este tipo de distribución.

El primer análisis, se toman en cuenta las 16 muestras correspondientes al total de información, sin embargo, para los choferes en los periodos de semana, en que los registros de despachos representan valores = 0, se sustituye dicho valor por el promedio de despachos realizado en las restantes semanas.

El segundo análisis, se toman en cuenta 11 muestras, correspondientes a una eliminación de registros; para los choferes en los periodos de semana, en

que los registros de despachos representan valores = 0, ya no se sustituye por un promedio, sino que se suprimen para todos los choferes las muestras correspondientes para dichas semanas.

En el tercer análisis, se toman en cuenta 9 muestras, correspondientes a la eliminación de 2 muestras para cada uno de los choferes, debido a que para algunos de los choferes existían valores de muestra con valores muy bajo, y por tanto se considera eliminar todos aquellos periodos cuyo valor sea menor a $\frac{3}{4}$ de desviación estándar, luego de la eliminación de dichos valores se iguala la cantidad de muestras para cada chofer.

4.2.3.3 Primer análisis de registros

Al realizar la revisión de datos, se detecta que para algunos choferes no existían registros en algunas semanas, por ello se marcaron en color rojo, y para esas semanas se asignó el valor promedio en despachos que realizaron durante las semanas que comprende el periodo en evaluación.

Semana	JAIRO	KEREN	GREIVIN	BERNY	LIMBERG	EDUARDO	
1	643,7	1376,1	346,7	1199,1	689,6	343,0	
2	2503,0	2351,3	2233,0	2071,1	3113,0	3250,7	
3	2862,2	4007,6	2991,1	340,2	2815,9	2492,8	
4	975,7	2849,3	3198,9	2659,1	1308,7	2736,3	
5	3672,8	1789,1	2569,8	2293,9	2207,4	1363,9	
6	2544,6	3349,8	1719,8	2899,6	887,8	3259,8	
7	2954,1	2626,3	2233,0	1856,5	1362,0	3311,3	
8	2073,7	1703,0	3087,2	3058,7	685,4	2242,6	
9	1256,3	2218,0	1405,9	507,4	1028,5	2003,0	
10	1667,4	2043,7	1815,7	2083,7	1417,4	2371,0	
11	2546,5	1231,1	2453,0	2408,9	1400,0	2456,7	
12	2408,7	1874,6	1974,3	1828,3	344,6	1612,8	
13	2830,0	1872,8	2039,3	1027,2	495,9	1955,2	
14	2098,0	2827,6	2347,8	1224,3	1361,1	2371,0	
15	2455,0	1446,3	2043,0	1652,0	1384,1	1640,4	
16	1552,4	1989,3	1384,8	1238,9	1189,3	2494,8	TOTALES
Total	35044,1	35556,1	33843,4	28348,9	21690,7	35905,5	190388,7

%	0,18	0,19	0,18	0,15	0,11	0,19	1,0
Promedio x Sem	2190,3	2222,3	2115,2	1771,8	1355,7	2244,1	1983,2
Diferencia vs Chofer con mayor productividad	861,3	349,4	2062,1	7556,6	14214,8		25044,2
Equivalente en Semanas de trabajo	0,4	0,2	1,0	3,8	7,2		12,6

Tabla 11: Cantidad de unidades despachadas por chofer – Primer análisis
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

De la tabla del primer análisis, se desprende que los choferes Eduardo y Keren tienen prácticamente la misma cantidad de entregas para el periodo en comparación de 16 semanas, y las siguientes 2 posiciones de choferes son ocupadas por Jairo y Greivin los cuales acumulan una cantidad muy similar. Es notable que existe un rendimiento muy similar en los primeros 4 lugares, siendo la diferencia entre el primer lugar y el cuarto lugar de solo 1 punto porcentual, pero, a partir de la quinta posición ya se nota una disminución con respecto a los primeros 4 lugares, y queda un marcaje mucho mayor de la sexta posición en comparación con los 4 primeros lugares.

El resultado del análisis fue el siguiente:

Posiciones de Productividad		
Posición	Chofer	Porcentaje
1-	EDUARDO	0,19
2-	KEREN	0,19
3-	JAIRO	0,18
4-	GREIVIN	0,18
5-	BERNY	0,15
6-	LIMBERG	0,11

Tabla 12 : Posiciones de productividad de los choferes para el primer análisis de despachos
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

Si se considera al primer lugar como el estándar de mayor productividad que existe en las 16 semanas evaluadas, la diferencia de trabajo que se genera

entre el chofer que ocupa el primer lugar y los restantes 5 choferes, se genera una diferencia acumulada de 12.6 semanas promedio del trabajo que podría realizar un chofer. Esto claramente correspondería a una evaluación con la única consideración de unidades despachadas, sin contabilizar ningún otro criterio de sus funciones que se considere parte de la productividad.

4.2.3.4 Segundo análisis de registros

Se realiza un segundo análisis debido a que en los registros primeramente considerados existían periodos que correspondían a semanas completas en los cuales algunos de los choferes no tenían datos registrados, por tanto, se realiza un segundo análisis en el cual se omiten las semanas que presentan datos con valores = 0, y por ello se suprime para el segundo análisis las semanas que corresponden a los números: 2,7,10,11,14, quedando así:

Semana	JAIRO	KEREN	GREIVIN	BERNY	LIMBERG	EDUARDO	
1	643,7	1376,1	346,7	1199,1	689,6	343,0	
3	2862,2	4007,6	2991,1	340,2	2815,9	2492,8	
4	975,7	2849,3	3198,9	2659,1	1308,7	2736,3	
5	3672,8	1789,1	2569,8	2293,9	2207,4	1363,9	
6	2544,6	3349,8	1719,8	2899,6	887,8	3259,8	
8	2073,7	1703,0	3087,2	3058,7	685,4	2242,6	
9	1256,3	2218,0	1405,9	507,4	1028,5	2003,0	
12	2408,7	1874,6	1974,3	1828,3	344,6	1612,8	
13	2830,0	1872,8	2039,3	1027,2	495,9	1955,2	
15	2455,0	1446,3	2043,0	1652,0	1384,1	1640,4	
16	1552,4	1989,3	1384,8	1238,9	1189,3	2494,8	TOTALES
Total	23275,0	24476,1	22760,9	18704,3	13037,2	22144,8	124398,3
%	0,19	0,20	0,18	0,15	0,10	0,18	1,0
Promedio x Sem	2115,9	2225,1	2069,2	1700,4	1185,2	2013,2	1884,8
Diferencia vs Chofer con mayor productividad	1201,1		1715,2	5771,7	11438,9	2331,3	22458,3
Equivalente en	0,6	0,0	0,9	3,1	6,1	1,2	11,9

Semanas de trabajo							
--------------------	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 13: Cantidad de unidades despachadas por chofer – Segundo análisis
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

De la tabla de análisis, se desprende que el chofer Keren, supera levemente al chofer Jairo, mientras las posiciones 3 y 4 al igual que en el primer análisis tienen una cantidad muy similar de entregas para el periodo en comparación de 11 semanas, con la diferencia que esta vez son ocupadas por Greivin y Eduardo; la diferencia entre el primer lugar y el cuarto lugar es de solo 2 puntos, pero a partir de la quinta posición se nota una disminución de 5 puntos, y queda un marcaje mayor a la sexta posición donde la diferencia es del doble comparativamente con el primero lugar.

El resultado del análisis fue el siguiente:

Posiciones de Productividad		
Posición	Chofer	Porcentaje
1-	KEREN	0,20
2-	JAIRO	0,19
3-	GREIVIN	0,18
4-	EDUARDO	0,18
5-	BERNY	0,15
6-	LIMBERG	0,10

Tabla 14 : Posiciones de productividad de los choferes para el segundo análisis de despachos
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

Si se considera al primer lugar como el estándar de mayor productividad que existe en las 11 semanas evaluadas, la diferencia de trabajo que se genera entre el chofer que ocupa el primer lugar y los restantes 5 choferes, se genera una diferencia acumulada de 11.9 semanas promedio del trabajo que podría realizar un chofer. Esto correspondería a una evaluación con la única

consideración de unidades despachadas, sin contabilizar ningún otro criterio de sus funciones que se considere parte de la productividad.

4.2.3.5 Tercer análisis de registros

Debido a que en los registros del segundo análisis existen periodos que contienen datos con valores relativamente bajos, considerando que una vez descartados las semanas con valores 0, el promedio de los 66 valores restantes tienen un promedio de 1884.8 y una desviación estándar de 888.72, por tanto es necesario definir un rango de tolerancia de los registros, de forma que los registro que estén por debajo del límite se consideren como un valor no aceptable, por ello se desestiman las semanas cuyos valores sean menores a $\frac{3}{4}$ de desviación estándar.

Por tanto, se suprimen los valores según corresponda al chofer, tales valores son: Jairo 643.7; Greivin 346.7; Berny 340.2 y 507.4; Limberg 344.6 y 495.9; Eduardo 343.3.

Luego, para equiparar en 9 la cantidad de registros de cada chofer, y debido a que al descartar los valores por debajo de la tolerancia, Berny y Limberg poseen 2 registros menos, entonces, a los choferes Jairo, Greivin y Eduardo se suprime el siguiente registro con el menor valor, y para el chofer Keren que no tenía ningún registro con valores inferiores al rango de tolerancia, entonces, se le suprimen los 2 registros con menor valor, quedando así 9 registros de trabajos semanal para cada uno de los choferes.

Semana	JAIRO	KEREN	GREIVIN	BERNY	LIMBERG	EDUARDO
1				1199,1	689,6	
3	2862,2	4007,6	2991,1		2815,9	2492,8
4		2849,3	3198,9	2659,1	1308,7	2736,3
5	3672,8	1789,1	2569,8	2293,9	2207,4	

6	2544,6	3349,8	1719,8	2899,6	887,8	3259,8	
8	2073,7	1703,0	3087,2	3058,7	685,4	2242,6	
9	1256,3	2218,0	1405,9		1028,5	2003,0	
12	2408,7	1874,6	1974,3	1828,3		1612,8	
13	2830,0	1872,8	2039,3	1027,2		1955,2	
15	2455,0		2043,0	1652,0	1384,1	1640,4	
16	1552,4	1989,3		1238,9	1189,3	2494,8	TOTALES
Total	21655,7	21653,7	21029,3	17856,7	12196,7	20437,8	114830,0
%	0,19	0,19	0,18	0,16	0,11	0,18	1,0
Promedio x Sem	2406,2	2406,0	2336,6	1984,1	1355,2	2270,9	2126,5
Diferencia vs Chofer con mayor productividad		0,2	624,3	3797,0	9457,0	1215,9	15094,3
Equivalente en Semanas de trabajo	0,0	0,0	0,3	1,8	4,4	0,6	7,1

Tabla 15: Cantidad de unidades despachadas por chofer – Tercer análisis
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

De la tabla de análisis, se desprende que los primeros 2 choferes en productividad son Jairo y Keren, y tienen prácticamente la misma cantidad de entregas para el periodo en comparación, y las siguientes 2 posiciones son ocupadas por los choferes Greivin y Eduardo los cuales también acumulan una cantidad muy similar, y la diferencia entre el primer lugar y el cuarto lugar es de solo 1 punto; nuevamente, al igual que en los análisis anteriores, a partir de la quinta posición hay una mayor disminución, y un salto también a la sexta posición.

El resultado del análisis fue el siguiente:

Posiciones de Productividad		
Posición	Chofer	Porcentaje
1-	JAIRO	0,19
2-	KEREN	0,19
3-	GREIVIN	0,18
4-	EDUARDO	0,18
5-	BERNY	0,16

6-	LIMBERG	0,11
----	---------	------

Tabla 16 : Posiciones de productividad de los choferes para el tercer análisis de despachos
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

Si se considera al primer lugar como el estándar de mayor productividad que existe en las 9 semanas evaluadas, la diferencia de trabajo que se genera entre el chofer que ocupa el primer lugar y los restantes 5 choferes, se genera una diferencia acumulada de 7.1 semanas promedio del trabajo que podría realizar un chofer. Esto corresponde a una evaluación con la única consideración de unidades despachadas, sin contabilizar ningún otro criterio de sus funciones que se considere parte de la productividad.

4.2.4 Experiencia de choferes

Uno de los factores indicados por la gerencia, sobre la afectación en la productividad de los conductores, es la experiencia.

Nombre del Conductor	Años de Experiencia en la empresa
CARDENAS ARCE LIMBERG MANRIQUE	6 años y 10 meses
MADRIGAL ARCE KERIM	12 años
QUIROS MORA EDUARDO	7 años y 6 meses
RODRIGUEZ RODRIGUEZ JAIRO ALONSO	10 años y 2 meses
TREJOS RODRIGUEZ STANLEY	7 años
VIQUEZ GERMAN GREIVEN	6 años y 7 meses

Tabla 17: Datos experiencia de los choferes del departamento de transporte
Fuente: Pamela Pérez, encargada de transporte Alimentos del Norte

Al recabar la información sobre la experiencia se logró constatar que ello actualmente no representaría ninguna falencia en la situación actual que impacte negativamente en la productividad, ya que como lo demuestran las experiencias y registros de los choferes, cada chofer cuenta en promedio con 8.3 años de experiencia de laborar para la compañía, por lo que ese factor no debería repercutir, y al contrario, con un buen control y efectivo liderazgo, esa antigüedad se convierte en bastión de apoyo a la operación y aporte de productividad.

4.2.5 Pruebas de normalidad para los datos analizados en diagnostico

Parte del proceso que se requiere para definir plantear una propuesta, consiste en definir la distribución que presentan los datos que se están analizando, y para ello antes se debe proceder con un análisis de la información para corroborar si los datos cumplen con la distribución de normalidad.

Los datos seleccionados corresponden a la cantidad de quintales despachados por semana para cada uno de los choferes, se realizan los cálculos y se determinaron los siguientes valores que establece la prueba de normalidad.

Prueba 1: se realizan los cálculos de valores requeridos para cada uno de los tres análisis realizados, según la cantidad de muestras.

CALCULO	Primer Análisis	Segundo Análisis	Tercer Análisis
Media	1983.2	1884.8	2126.5
Moda	#N/A	#N/A	#N/A
Mediana	2041.2	1873.7	2041.2
Desviación	816.637488	888.725665	771.16238
Curtosis	-0.44066339	-0.6070823	-0.47108218
Asimetría	-0.07453158	0.10718575	0.17992843
Coefficiente Variabilidad	41%	47%	36%
Máximo	4007.6	4007.6	4007.6
Mínimo	340.2	340.2	685.4
Rango	3667.4	3667.4	3322.2
Valor Mayor	4433.12759	4550.99913	4439.96862
Valor Menor	-466.697338	-781.354861	-187.005659

Tabla 18: Resultados de pruebas de normalidad para datos de los análisis.

Fuente: Elaboración propia

De los cálculos se obtiene que tanto la media como la mediana tienen un valor muy similar en cada uno de los tres análisis realizados en las secciones anteriores, la curtosis se encuentra dentro del rango de aceptabilidad para la

prueba de normalidad, el coeficiente de asimetría varía entre los diferentes análisis, pero aun así representa un valor pequeño denotando poca variabilidad de la campana de distribución. Por lo tanto, los datos presentarían una distribución normal.

Prueba 2: Se procede a ordenar todos los valores de menor a mayor, y cada dato se le asigna un identificador para realizar un gráfico de dispersión, obteniendo el resultado del gráfico

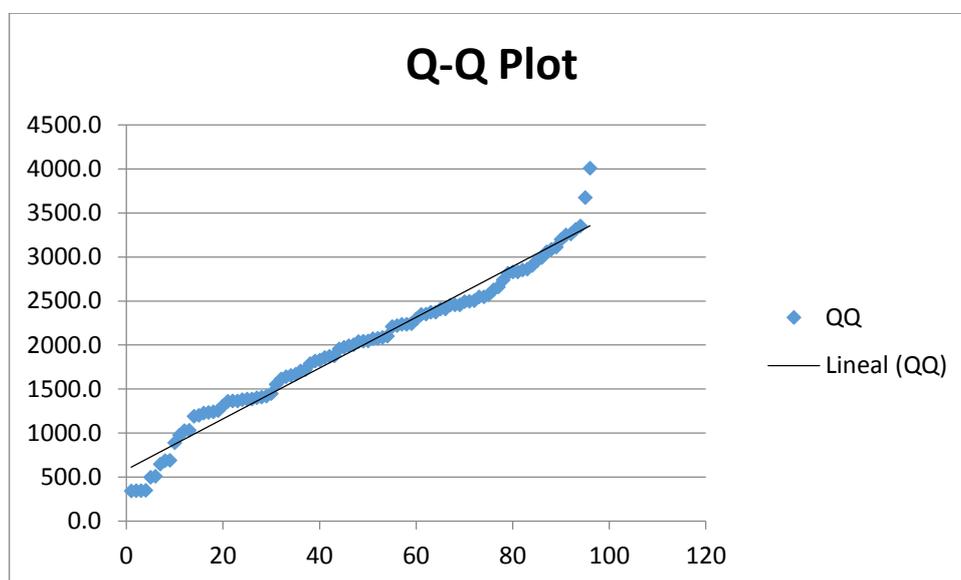


Gráfico 1: Q-Q Plot para normalidad de muestras analizadas en primer diagnóstico
Fuente: Elaboración propia

Al crear una línea de tendencia sobre el gráfico de dispersión, se aprecia que la distribución de los valores considerados como muestras del análisis, asumen un patrón bastante lineal, y que la línea de tendencia pasa a través de la mayoría de los datos, ajustándose ambos gráficos de manera acertada al requerimiento de una distribución normal.

Se consideró para el gráfico Q-Q Plot la totalidad de 16 valores semanales para cada uno de los 6 choferes, y un total de 96 valores para el análisis, y por lo tanto según la gráfica de dichos valores cumplen con una distribución normal.

Se omite el gráfico del segundo y tercer análisis realizado, debido a que el comportamiento de la distribución no varía.

Del gráfico 1 se concluye que para todos los cálculos que se desprenden del diagnóstico, los datos tienen un comportamiento de distribución normal.

Prueba 3: al realizar la representación gráfica mediante un histograma de los valores acumulados mediante frecuencias, nos brindan la idea del comportamiento y distribución de las muestras del primer análisis.

Para poder realizar el histograma, se realiza primeramente una distribución de las frecuencias de los 96 valores de los despachos realizados por los 6 choferes durante las 16 semanas, la muestra del primer análisis de registros queda distribuida así:

Cálculos	Valores	Intervalo	Xi-1	Xi	ni
Mayor	4008	1.0	338	797	9
Menor	340	2.0	797	1256	9
Rango	3668	3.0	1256	1715	18
Intervalos	7.6	4.0	1715	2174	18
Amplitud	458.5	5.0	2174	2633	22
Diferencia	3672	6.0	2633	3092	12
Xi-1	338	7.0	3092	3551	6
Ultimo Xi	4010	8.0	3551	4010	2
				TOTAL	96

Tabla 19: Distribución de frecuencias de los valores de despacho
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

Se considera la información de la tabla para el gráfico histograma, y según la gráfica de dichos valores cumplen con una distribución normal. Se omite el gráfico del segundo y tercer análisis realizado, debido a que el comportamiento de la distribución no varía.

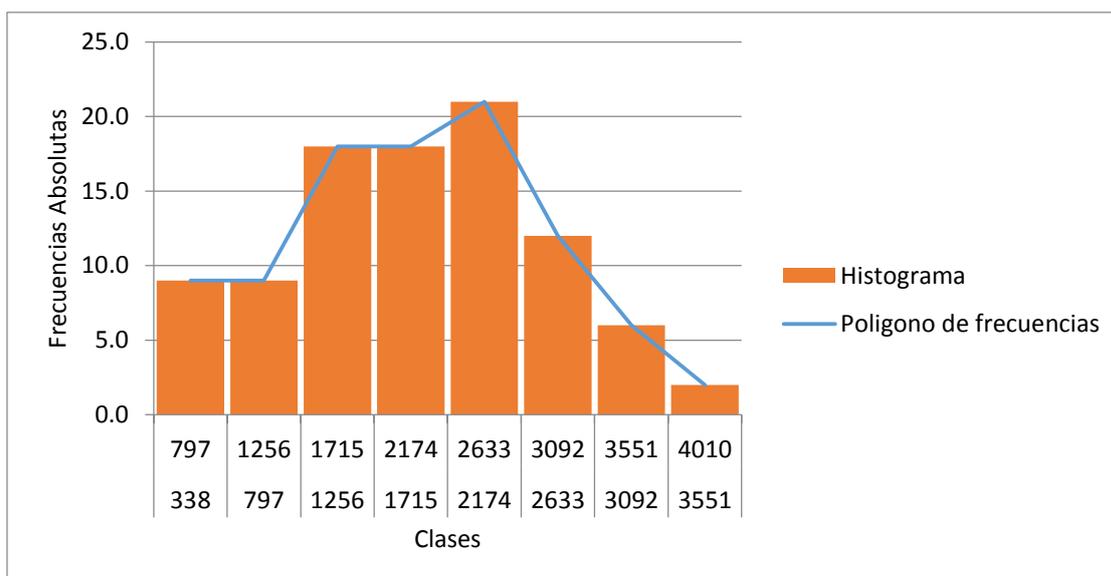


Gráfico 2: Histograma para normalidad de muestras analizadas en primer diagnostico
Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 2 se concluye que para todos los cálculos que se desprenden del diagnóstico, los datos tienen un comportamiento de distribución normal.

4.2.6 Conclusión del análisis de datos

De los escenarios brindador por los análisis, se aprecia que existe una subutilización del recurso propio, pues se identifica una brecha entre el rendimiento que experimentan los choferes entre sí, sin tener claridad de cuanto realmente se está aprovechando el transporte, pues no se tiene una medición del trabajo ni una estandarización que valide los tiempos, y por el contrario, al realizar los cálculos se marcan diferencias significativas entre ellos.

Surgen razones para considerar que algunos elementos no están brindando la productividad, al hacer un benchmarking con sus homólogos, tal como lo muestra la tabla 19 es un alto porcentaje la diferencia de trabajo que se acumula con respecto a la productividad del individuo con mejores resultados, y que ello, su posición, no necesariamente garantiza que sea el ideal de productividad.

Cantidad Semanas Evaluadas	Semanas Desperdicio Medido	Porcentaje
16	12,6	79%
11	11,9	108%
9	7,11	79%

Tabla 20 : Análisis de escenarios de productividad
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

Considerando las 3 tablas de calificación del lugar que ocuparon los choferes valorando la productividad de unidades entregadas a clientes, se obtiene que cuatro de los choferes, a saber: Keren, Jairo, Eduardo, Greivin compartieron en al menos una ocasión, podio en las tres primeras posiciones, mientras los choferes Berny y Limberg se mantuvieron en las últimas dos posiciones de los análisis, con el menor rendimiento en cualesquiera de las evaluaciones, creando una tendencia que se repitió en cada análisis realizado.

Posiciones de Productividad		
Posición	Chofer	Cant Podios
1	KEREN	3
2	JAIRO	3
3	EDUARDO	1
4	GREIVIN	2
5	BERNY	0
6	LIMBERG	0

Tabla 21 : Posiciones de productividad de los choferes según análisis de despachos
Fuente: Elaboración propia con registros de Alimentos del Norte

Al revisar los resultados de cada uno de los análisis, en el periodo evaluado de 16 semanas, se determina que existe una diferencia entre la productividad de cada chofer con respecto a los demás, y que además la diferencia acumulada representa una carga importante de hasta un 80% del trabajo que realizaría un chofer; sin embargo, al no tener métricas para evaluar el desempeño, no resulta sencillo determinar si la diferencia en productividad se

debe a una ociosidad y desperdicio de tiempos, o si existen otras tareas que se consideran productivas pero no se están evaluando.

Lo anterior justifica que se realice una determinación de cuáles son las contribuciones que realizan los choferes en cada una de las actividades que contribuyen a la productividad del departamento, evaluar cuáles son los tiempos estándar de dichas actividades, para así determinar realmente cual es el uso que se brinda de cada uno de los camiones y choferes, y el aporte de estos en la contribución de las metas de productividad.

En base a los 3 análisis anteriores, se determina mediante pruebas que el comportamiento de las muestras obtenidas por sumatorias de los despachos semanales, durante un periodo de 16 semanas, para seis choferes del departamento de transporte, tienen una distribución normal.

Con los cálculos de los análisis, se determina que desequilibrio acumulado que se da en productividad de los 6 choferes, durante el periodo evaluado de 16 semanas, corresponde a más de un 80% de la jornada que realizaría un chofer, lo cual es un dato bastante significativo.

Sin considerar que los choferes reciben un sobrepago de su jornada hasta de 72 horas, y valorando el cálculo únicamente la jornada laboral que un chofer a 48 horas semanales, el 80% de diferencia existente durante el periodo evaluado, corresponde a 614.4 horas de trabajo.

Un adelantamiento de conjetura nos podría referenciar a que prácticamente se está desperdiciando la productividad de un chofer y con el respectivo camión, aunque todavía se requieren otros análisis para sentenciar esto, aunque este dato se aproxima a los criterios de productividad brindado por

la gerencia, entonces se supondría que ese factor de no utilización seguramente es tomado por los camiones subcontratados.

CAPITULO V: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 DETERMINACION DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS PARA EL MODELO

Para determinar los cálculos de productividad, primeramente, se requiere determinar cuáles son las actividades que se pueden catalogar dentro del criterio de productividad de la jornada.

Debido a que la productividad de un camión está asociada a su uso, y que las funciones de un chofer se resumen en la utilización y conducción de un camión, tanto la medición de la jornada para los choferes, así como el trabajo que realizan los camiones, está constituido como una única medida, definido como equipo de trabajo, por tanto, el resultado del trabajo de uno será siempre el equivalente del otro, con la salvedad que estos estén asignados simultáneamente uno al otro y viceversa.

De acuerdo al mapeo de procesos realizado, específicamente de las actividades relacionadas con el área de distribución, se definen cinco tiempos que se consideran parte productiva de la jornada, a saber:

- Tiempo de espera en la fila de romana: Aun cuando esta actividad podría considerarse improductiva, para medir el trabajo realizado si requiere ser considerado como un trabajo productivo, pues el chofer debe realizar la cola para irse movilizandando hasta llegar a la posición de carga.
- Tiempo de carga del producto: Durante el tiempo de carga, el chofer debe movilizar el camión debajo de las tolvas para recibir el producto.
- Tiempo de transito hasta el o los clientes: Todo el tiempo de conducción desde la planta hasta los clientes y el regreso nuevamente a la planta es tiempo considerados como parte de la jornada productiva.

- Tiempo de descarga del producto: mientras se realiza la descarga del producto, tanto el chofer como el camión se mantienen actividad, lo cual se considera como tiempo productivo.
- Tiempo de actividades suplementarias: existen muchas actividades adicionales que se generan por la actividad propia del trabajo realizado, las cuales no necesariamente contribuyen a aumentar la productividad, pero no por ello se descartan, debido a que esas actividades ocurren dentro de la jornada de trabajo, y normalmente no hay forma de romper el enlace que existe entre el hombre (chofer) y maquina (camión). Un ejemplo sería un desperfecto mecánico, pues cuando esto ocurre en una planta de producción, se pueden recurrir a alternativas para no afectar la productividad del operario, tal como pasarlo a otra máquina desocupada, adelantarle el tiempo de alimentación mientras se realiza la reparación, o incluso brindarle una capacitación; pero cuando el fallo mecánico ocurre en un camión que esta fuera de la planta, el chofer deberá esperar en el lugar mientras la falla es reparada, y todo el tiempo de espera no puede descontarse de su jornada. Mismo caso ocurre cuando fuese el chofer el que sufra alguna situación médica que le imposibilite conducir y por tanto el camión no puede operarse hasta que el conductor se recupere o sea sustituido, similar ocurre para cuando hay un derrumbe en carretera, un pinchazo de llanta, los cuales aunque no contribuyen a la productividad, si se contabilizan dentro de la jornada de ambos; incluso es diferente el criterio que debe tenerse para una máquina que está ubicada en una posición fija como una planta de producción pues cuando el operario realiza los tiempos de alimentación la maquina podría ser utilizada por otro operario, sin embargo, en carretera eso

no es posible en los escenarios actuales de trabajo. Todos esos factores se consideran como suplementarias.

5.1.1 Cálculos de la productividad

Para el cálculo de la productividad se utilizará la sumatoria de todos los tiempos que realice el chofer/camión que correspondan a actividades productivas, o aquellas que, a conveniencia de los análisis, se consideran oportunas de incluir.

Por el contrario, no se consideran aquellos tiempos de actividades que no contribuyen, ni de actividades que podrían sustituirse por otras, o subcontratarse los servicios; un ejemplo de las actividades que no se consideran en el modelo sería el lavado de los camiones.

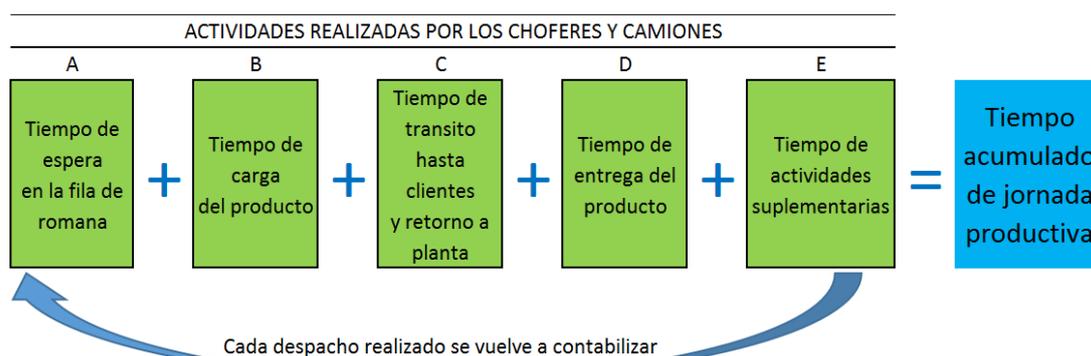


Figura 90: Fórmula para medir la productividad de los choferes
Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó en la sección 2.1.3 no se pretende medir la producción; sino que la productividad está ligada con la inversión que se hace de los recursos, y el interés es medir el tiempo de trabajo en que se ejecutan todas las actividades, sean estas realizadas por el chofer o por el camión, dentro de sus quehaceres y que forman parte de sus funciones, además que no pueden ser sustituidas por otras ya que afectarían el resultado de la operación.

Las actividades denotadas como A, B, C, D son tiempos que se consideran para cada viaje o despacho realizado, mientras los tiempos de las actividades E son considerados una única vez para cada día.

5.1.2 Herramientas para cálculos de tiempos

Actividad A → Tiempo de espera en la fila de romana: Es probabilista y está calculado como por la probabilidad de cuanta cantidad camiones hay en la cola de carga para la romana. Se utilizan las fórmulas que establece la teoría de colas detalladas en las secciones 2.19 y 3.2.2.11

Actividad B → El tiempo de carga del producto: es determinista y su valor lo determina la cantidad quintales cargados, debido a que la caída es por gravedad cada quintal tiene un tiempo establecido, y la única variación ocurre cuando la carga supera los 330 quintales, y entonces el producto requiere ser paleado para compactarse, el tiempo comúnmente oscila entre los 20 y 25 minutos. Se realizarán muestreos de los tiempos y los respectivos cálculos para determinar un valor según los criterios, según la teoría del muestreo detalladas en secciones 2.1.7 y al estudio de tiempo detallado en la sección 3.2.2.5

Actividad C → El tiempo de tránsito hasta los clientes y retorno a la planta: es probabilista, y se calcula a través del algoritmo PERT aplicado a un tiempo estándar definido previamente por los choferes con aprobación de la gerencia, según se detalla en las secciones 2.1.8 y 3.2.2.10

Actividad D → El tiempo de descarga del producto: es determinista y su valor lo determina la cantidad de quintales descargados, debido a que los sistemas de descarga tienen una capacidad y velocidad establecida para la descarga. Se realizarán muestreos de los tiempos y los respectivos cálculos para determinar

un valor según los criterios de la teoría del muestreo detalladas en secciones 2.1.7 y al estudio de tiempo detallado en la sección 3.2.2.5

Actividad E → El tiempo de las actividades suplementarias: es probabilista, y se calcula a través de probabilidades de Poisson para dichos eventos, basados en datos de frecuencia brindados por los choferes y aprobados por la gerencia, utilizando las herramientas detalladas en toda la sección 3.2.2.6

5.1.3 Actividades DMAIC

Para asegurar el desarrollo del proyecto, las actividades del modelo se encajan dentro de cada una de las etapas del modelo DMAIC, detalladas en la sección 3.2.1 y 2.3.1, y para ello se define un resumen de algunas actividades a implementar, las cuales se detallan en la tabla

ACTIVIDAD	DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	MEJORAR	CONTROLAR
Observación y análisis	A,B,C,D,E	A,B,C,D,E	A,B,C,D,E	A,B,C,D,E	A,B,C,D,E
Entrevistas	A,B,C,D,E	B,D			
SIPOC y Mapeos	A,B,C,D,E				
Cursogramas		D			
Medir variables		A,B,C,D,E			A,B,C,D,E
Registros			B,C		
PERT			C		
Teoría de colas			A		
Probabilidades			A,C,E	A,C,E	
Modelos cuantitativos			A,B,C,D,E	A,B,C,D,E	
Bitácora de control					A,B,C,D,E

5.2 MODELO PARA CALCULOS DE PRODUCTIVIDAD

5.2.1 Tiempos de espera en la fila de carga

En la operación de distribución de Alimentos del Norte, el modelo de llegadas de los camiones, por la variabilidad de la operación será probabilístico; el tiempo de carga o atención es prácticamente el mismo tiempo para la mayoría de los despachos, presentan una variabilidad relativamente baja, y por lo tanto los tiempos tienen una distribución de probabilidad exponencial, y se tiene un único romanero atendiendo las cargas de camiones, por lo tanto, la notación del sistema será M/M/1.

Para el cálculo de los valores que corresponden a la teoría de colas con tamaño de cola finita, se define una cola máxima de ocho camiones; este modelo corresponde a la realidad practica donde la flota propia de la compañía Alimentos del Norte es de 7 camiones y normalmente se subcontrata un camión diario, y cuando alguno de los camiones propios se encuentra en mantenimiento se sustituye por otro camión adicional subcontratado.

Se requiere obtener primeramente el valor de $P(0)$ a través de las formulas de la teoría; las variables requeridas para determinar el cálculo son:

Variable	Valor	Variable	Representación	Valor
Camiones Propios	6	$\lambda=$	10 cargas / 14 horas =	0,714
Camiones 3PL	2	$\mu=$	60 min hora / 25 min tiempo de carga =	2,4
Total Flota	8	$N!=$	Factorial de total de flota =	40320
		$\lambda / \mu=$		0,298

Tabla 22: Parámetros para cálculos de teoría de colas

Fuente: Elaboración propia

Los valores de la probabilidad se obtienen al calcular la probabilidad de cada valor posible de camiones en la fila, el máximo de camiones lo que sería la sumatoria para cada valor $P(x)$

Probabilidad	x	(N-n)!	$N!/(N-n)!$	$(\lambda / \mu)^n$	$(N!/(N-n)!)*(\lambda / \mu)^n$	P(x)
P(0)	0	40320	1	1	1	

P(1)	1	5040	8	0,297619048	2,380952381	3,4%
P(2)	2	720	56	0,088577098	4,96031746	7,0%
P(3)	3	120	336	0,026362231	8,857709751	12,5%
P(4)	4	24	1680	0,007845902	13,1811157	18,6%
P(5)	5	6	6720	0,00233509	15,69180441	22,1%
P(6)	6	2	20160	0,000694967	14,01053965	19,8%
P(7)	7	1	40320	0,000206835	8,339606933	11,8%
P(8)	8	1	40320	6,15582E-05	2,482025873	3,5%
				Sumatoria	70,90407215	
				P(0)=	0,014103562	

Tabla 23: Cálculos de probabilidad para teoría de cola finita
Fuente: Elaboración propia

Con el valor de P(0) identificado =0,014103562, se pueden obtener los resultados probables para los restantes cálculos de la cola de espera que enfrentan los camiones para ser cargados

Calculo	Variable	Datos	Formula
1	Lq	N	$(\lambda + \mu)/\lambda$
		8	4,36
	Lq=	3,7014915	Camiones
2	L	Lq	$(1-P_0)$
		3,7014915	0,985896438
	L=	4,687387969	Camiones
3	Wq	Lq	$(N-L)\lambda$
		3,70149150	2,36615145
	Wq=	1,564351061	Horas
4	W	Wq	$1/\mu$
		1,564351061	0,416666667
	W=	1,981017728	Horas

Tabla 24: Cálculos de ecuaciones para teoría de cola finita
Fuente: Elaboración propia

- Lq corresponde a la cantidad de camiones en cola = 3.70 camiones
- L corresponde al promedio de camiones en el sistema= 4.68 camiones
- Wq corresponde al tiempo de espera en la cola = 1.56 horas
- W corresponde al tiempo en el sistema = 1.98 horas

Al analizar la información que corresponde a los cálculos de la teoría, se generaron valores mayores a los esperados, comparados con las observaciones en campo. Al existir la duda del dato obtenido y las apreciaciones, se determina crear un segundo escenario a partir de un muestreo, para determinar los tiempos que corresponde a la fila de romana.

Para comprobar el segundo escenario, se utiliza la fórmula que corresponde para tamaño de muestra conociendo el tamaño de la población.

Para el cálculo se sustituyen los valores en la fórmula, según un tamaño de población de 170 viajes, un margen de error del 5%, una desviación estándar de 0.01, y un nivel de confianza del 99%

Al sustituir los valores en la fórmula se obtiene

Variable	Valor	Potencia 2	Numerador $N(Z^2)(\sigma^2)$	Denominador $(n-1)(E^2)+(Z^2*\sigma^2)$	Tamaño Muestra
Z	2,58	6,6564	11,515572	0,496564	23,19050918
σ	0,1	0,01			
E	0,05	0,0025			
N	173				
N-1	172				

Tabla 25: Cálculos para tamaño de muestra
Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el tamaño de muestra debe ser de 24, y correspondería a las cargas de camión, y determinar así, cuando ocurre el arribo del camión a la planta a cargar el siguiente viaje, cuantos camiones están delante en la cola.

Aunque el tamaño de muestra es de 24, existe factibilidad de aumentar la cantidad de muestras, debido a que las cargas se realizan seis días a la semana, y que la cantidad de camiones evaluados son también seis, entonces se enumera cada camión con un consecutivo del uno al seis, se realizan 3

muestreos diarios en 12 diferentes días, por tanto, se procede a realizar un muestreo de 36 arribos de camión.

Día	Camión 1	Camión 2	Camión 3	Camión 4	Camión 5	Camión 6
Lunes	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Martes	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Miercoles	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Jueves	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Viernes	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Sabado	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Lunes	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Martes	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Miercoles	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Jueves	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Viernes	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Sabado	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Total Muestras	6	6	6	6	6	6

Figura 91: Representación del muestreo para ocupación de la romana
Fuente: Elaboración propia

A través del muestreo se obtienen los resultados de la cola de romana, con los siguientes valores:

Muestra	Valor Obtenido	Muestra	Valor Obtenido	Muestra	Valor Obtenido	Muestra	Valor Obtenido
Viaje 1	1	Viaje 10	1	Viaje 19	2	Viaje 28	1
Viaje 2	3	Viaje 11	2	Viaje 20	2	Viaje 29	0
Viaje 3	2	Viaje 12	1	Viaje 21	3	Viaje 30	2
Viaje 4	2	Viaje 13	0	Viaje 22	2	Viaje 31	0
Viaje 5	2	Viaje 14	1	Viaje 23	3	Viaje 32	0
Viaje 6	2	Viaje 15	3	Viaje 24	5	Viaje 33	1
Viaje 7	1	Viaje 16	0	Viaje 25	0	Viaje 34	1
Viaje 8	4	Viaje 17	3	Viaje 26	4	Viaje 35	0
Viaje 9	1	Viaje 18	0	Viaje 27	1	Viaje 36	1

Tabla 26: Valores obtenidos del muestreo de ocupación en romana
Fuente: Elaboración propia

Debido a que, para el cálculo de la ocupación de la romana, se deben realizar muestreos, sobre la cantidad de camiones en la cola, la distribución de los datos permitirá definir las probabilidades de la ocupación. Para el cálculo de

dichas probabilidades de Poisson se utilizarán las frecuencias absolutas y frecuencias relativas.

Al tabular la información del muestreo, mediante una tabla de frecuencias se obtiene:

Camiones en Espera	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Media
0	8	8	0,22	0,22	0
1	12	20	0,33	0,56	12
2	8	28	0,22	0,78	16
3	5	33	0,14	0,92	15
4	2	35	0,06	0,97	8
5	1	36	0,03	1,00	5
6	0	36	0,00	1,00	0
TOTAL	36	36	1,00	1,00	56
Media= $60/40 =$					1,556

Tabla 27: Frecuencias del muestreo de ocupación en romana
Fuente: Elaboración propia

Con la información del muestreo, obteniendo una media de 1.556 camiones en cola, se calcula con la fórmula de Poisson la probabilidad de camiones cola en la romana

	Variable Aleatoria	Media	Calculo Numerador	Calculo Denominador	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
P(0)	0	1.5556	0.21107209	1	0.211	0.211072
P(1)	1	1.5556	0.32833436	1	0.328	0.539406
P(2)	2	1.5556	0.51074234	2	0.255	0.794778
P(3)	3	1.5556	0.79448808	6	0.132	0.927192
P(4)	4	1.5556	1.23587034	24	0.051	0.978687
P(5)	5	1.5556	1.92246498	120	0.016	0.994707
P(6)	6	1.5556	2.99050108	720	0.004	0.998861
P(7)	7	1.5556	4.65189057	5040	0.001	0.999784
p(8)	8	1.5556	7.23627421	40320	0.000	0.999963

Tabla 28: Cálculos de probabilidad de ocupación de romana con muestreo
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de probabilidad obtenidos mediante el muestreo difieren de las probabilidades obtenidas con las formulas de la teoría de colas, por lo tanto, en los cálculos se evaluarán ambos escenarios, y prevalecerá el criterio de experto para determinar el mejor resultado.

Probabilidad	Teoría Colas P(x)		Muestreo P(x)	
	Relativa	Acumulada	Relativa	Acumulada
P(0)	1,41%	1,41%	21,11%	21,11%
P(1)	3,36%	4,77%	32,83%	53,94%
P(2)	7,00%	11,76%	25,54%	79,48%
P(3)	12,49%	24,26%	13,24%	92,72%
P(4)	18,59%	42,85%	5,15%	97,87%
P(5)	22,13%	64,98%	1,60%	99,47%
P(6)	19,76%	84,74%	0,42%	99,89%
P(7)	11,76%	96,50%	0,09%	99,98%
P(8)	3,50%	100,00%	0,02%	100,00%

Tabla 29: Comparativo de probabilidades de Teoría de Colas versus Muestreo de ocupación
Fuente: Elaboración propia

El cálculo del tiempo en la fila de carga, dependerá primeramente de la estimación de cantidad de camiones en la fila (kC), y una vez obtenido la cantidad de camiones probables, dicho valor se multiplica dicha cantidad por 00:25:00 minutos, ya que ese valor de tiempo corresponde al tiempo de servicio de las cargas de camión.

Cantidad de camiones en la fila	Tiempos de espera
0	00:00:00
1 	00:25:00
2  	00:50:00
3   	01:15:00
4    	01:40:00
5     	02:05:00
6      	02:30:00
7       	02:55:00
8        	03:20:00

Figura 92: Tiempos de espera en romana según tamaño de la cola
Fuente: Elaboración propia

Con los resultados de probabilidad debidamente calculados para ambos escenarios, se procede a calcular un número aleatorio (Λ) entre 0 y 1 con una distribución uniforme. Dependiendo del valor del número aleatorio generado, se verifica en cual rango de probabilidad se encuentra; dicho rango está asociado a un valor X de cantidad de camiones, y dependiendo del valor de X se define el tiempo de espera, así lo detalla un ejemplo:

- Para un $\Lambda = 0.014$ equivale a 1.4% de probabilidad y tanto en la teoría de colas como en el muestreo, el valor estimado de X para dicha probabilidad es de 0, por tanto $kC=0$; el tiempo de espera será de 00:00:00 horas
- Para un $\Lambda = 0.43$ equivale a 43% de probabilidad, para dicho valor los resultados en la teoría de colas el valor de X equivale a 5 y por tanto $kC=5$ y el tiempo de espera será de 02:05:00 horas, mientras que para la probabilidad con el muestreo el valor estimado de X equivale a 1 y por tanto $kC=1$, con un tiempo de espera de 00:25:00 horas

La fórmula para el cálculo del tiempo de espera en la fila (TEF), valora ambos escenarios y se calcula mediante:

Para teoría de colas

$$TEF_c = kC * 00:25:00$$

Para teoría de colas

$$TEF_m = kC * 00:25:00$$

5.2.2 Tiempo de carga del producto

El tiempo de carga está determinado por la cantidad de quintales despachados en el viaje, pues la carga para cada quintal tiene un estándar de tiempo que, aunque no es exacto, tiene muy poca variación. La pequeña variación que podría darse depende del tipo de producto, y ocurre debido a que diferentes productos varían en la granulometría, y tienen una composición de densidad diferente, esta es la característica que varía en el tiempo de carga.

A criterio de la gerencia el tiempo de variación dentro de la jornada laboral de un chofer significa un porcentaje despreciable, entre un producto y otro, la variación de tiempo por quintal se mide en fracciones de segundo.

Aun así, se estima un algoritmo para realizar el cálculo, para determinar cuál es la relación de tiempo por quintal entre diferentes cargas. Un primer impacto en el tiempo ocurre cuando la carga supera 330 quintales, debido a que producto requiere ser apelmazado para forzar el acomodo dentro de la cisterna del camión, aunque el tiempo de apelmazamiento pudiera ser también despreciable, conviene medirlo.

De acuerdo a la estimación del tamaño de muestra, se realizan 24 muestreos de cargas superiores a 330 quintales, y las siguientes son mediciones de tiempo:

Muestra	QQ	Tiempo	Muestra	QQ	Tiempo	Muestra	QQ	Tiempo
Viaje 1	346,43	0:25:12	Viaje 9	347,54	0:23:49	Viaje 17	346,71	0:23:50
Viaje 2	348,17	0:24:57	Viaje 10	344,70	0:26:15	Viaje 18	349,48	0:25:30
Viaje 3	342,96	0:25:09	Viaje 11	406,87	0:29:30	Viaje 19	340,35	0:22:24
Viaje 4	341,87	0:22:51	Viaje 12	343,39	0:24_57	Viaje 20	347,80	0:23:21
Viaje 5	374,04	0:28:00	Viaje 13	342,96	0:23:15	Viaje 21	344,70	0:24:59
Viaje 6	346,00	0:26:17	Viaje 14	352,52	0:25:34	Viaje 22	341,87	0:24:47
Viaje 7	344,91	0:25:05	Viaje 15	348,39	0:25:10	Viaje 23	350,78	0:26:16
Viaje 8	344,26	0:25:38	Viaje 16	346,00	0:23:12	Viaje 24	343,13	0:22:31

Tabla 30: Valores de tiempo para el muestreo de carga
Fuente: Elaboración propia

De los tiempos obtenidos a través de las mediciones de las cargas para despacho, se obtiene la información para determinar los tiempos promedios por quintal en las cargas superiores a 330 quintales

Total Quintales	8.385,84
Total Tiempo	9:33:32
Tiempo Promedio x Quintal	0:00:04

Tabla 31: Calculo del tiempo promedio de carga para cada quintal
Fuente: Elaboración propia

El tiempo obtenido en las mediciones de cronometro refleja un tiempo por quintal de 04:17 (04 segundos y 17 milésimas de segundo), sin embargo, en las representaciones de tiempo en MS Office Excel no es frecuente utilizar los milisegundos, y al existir una diferencia tan poco significativa, se determina no considerarlos.

Por tanto, el tiempo promedio por quintal cuando la carga supera los 330 quintales será de 00:00:04 segundos, y ese mismo tiempo por unidad de quintal se asignará a los viajes con cargas inferiores a 330 quintales, que de por si son poco frecuentes.

Los viajes con cargas inferiores a 330 quintales se entienden como viajes con poca utilidad y bajo aprovechamiento, estos se realizan muy específicamente a granjas que ya van a finalizar el proceso de engorde para inmediatamente trasladar las aves a la planta de procesamiento de carnes, lo anterior son razones por las cuales es difícil realizar un muestreo de dichos viajes al existir limitaciones de la frecuencia con la que ocurren dichos despachos, sin

embargo, a conveniencia de la investigación y sin perjuicio para los choferes, se fijó en 00:00:04 segundos el tiempo de carga por quintal, tiempo basado en las mediciones y aceptado por la gerencia.

Por tanto, el algoritmo para el tiempo de carga (TC) es

$$TC = qq * tq$$

Dónde:

qq= cantidad de quintales.

tq = tiempo de quintal = 00:00:04 segundos

5.2.3 Tiempos de transito hasta clientes y retorno a planta

El tiempo de tránsito se entiende como el tiempo que tarda un camión desde que sale de la planta con el producto hasta que llega al cliente o granja destino para entregar el producto, pudiendo tener un máximo de 6 clientes diferentes que repartir; además dentro de dicho tiempo se contabiliza también el regreso nuevamente a la planta de producción, y no esta contabilizado el tiempo que se tardaría en descargar el producto en los silos de las granjas.

Entonces, el tiempo de transito se refiere propiamente a los tiempos probables en los que el camión realiza un ciclo circulando desde un punto a otro, un ciclo con origen y destino en la planta de producción desde donde se despachan los productos y donde retornan nuevamente los camiones ya vacíos.

Debido a que hay tiempos de tránsito entre granjas, que superan las cinco horas, y que el total de granjas asciende a 50, resulta completo y costoso tomar diferentes muestras de las mediciones, por tanto, se está asumiendo una

distribución normal de los tiempos de tránsito entre granjas, ya que por limitaciones solamente se estima una única medición.

5.2.3.1 Sesiones de profundidad con los choferes:

Los choferes Keren Madrigal y Jairo Rodríguez fueron designados por la gerencia para brindar información oportuna para los cálculos, a razón de la confianza que ellos representan para la compañía y sus muchos años de experiencia, además ambos choferes tienen los mejores registros de productividad, según los cálculos de los análisis realizados en el capítulo cuatro, los choferes Keren y Jairo ocupan las dos primeras posiciones de productividad.

Con dichas sesiones de profundidad, se obtienen los tiempos estándar de tránsito entre clientes, o bien, el tiempo medio esperado entre cada permutación de cualesquiera dos clientes.

Para ello se definió un grafo con 50 nodos, donde cada nodo representa un cliente, y este nodo está conectado a los restantes 49 nodos, de manera que es posible interconectarse directamente entre dos nodos cualquiera, tal como ocurriría en la realidad entre cualesquiera dos granjas, donde simplemente se tomaría un camino para trasladarse desde una granja hasta otra.

El esquema de nodos se representa mediante una matriz de 50 x 50 donde las columnas representan el origen y las filas representan el destino, y si por ejemplo se requiere conocer el tiempo de tránsito entre la granja cuatro y la granja siete, por la notación de matrices se denotaría C_4F_7 ; por tanto, el resultado de las sesiones de trabajo arrojó 2500 diferentes tiempos de desplazamiento, que abarcan cada uno de las alternativas, desde C_1F_1 hasta $C_{50}F_{50}$.

La razón de dicha cantidad de datos, y que no se pueda hacer una simplificación de valores, donde el tiempo de transido de C₄F₇ sea equivalente al tiempo de transito de C₇F₄ radica en que, en la ejecución, no necesariamente existe igualdad de tiempo entre dos destinos equidistantes, o bien el tiempo que se tarda en ir desde y hasta a granja en la posición C₄F₇ es diferente con el tiempo que se tardaría en ir desde y hasta la granja en la posición C₇F₄.



Figura 93: Representación del diferencial de tiempo entre dos puntos equidistante
Fuente: Elaboración propia

La diferencia de tiempos entre desplazamientos equidistantes, se debe a las características de la geografía de la red vial costarricense, y de las condiciones que representa esta para la conducción de vehículos pesados, pues en el contexto geográfico nacional costarricense, para un camión cargado, es diferente el tiempo que tardaría en transitar desde una granja ubicada el cantón de Zarcerro a una altitud de 1736 msnm, hasta, una granja ubicada en el cantón de San Carlos a una altitud de 656 msnm; precisamente la diferencia de altitud desde un origen a un destino es una condición que altera la velocidad de conducción, si se transita de subida o se transita de bajada, y esta característica afectara el tiempo de desplazamiento.

Así entonces, el tiempo se ira acumulando conforme el camión tenga que trasladarse entre diferentes orígenes y destinos, y se sumara también el tiempo

que tarde desde el ultimo cliente hasta regresar a la planta, ello se convierte en el tiempo medio esperado.

- El total del tiempo medio esperado se acumula conforme las granjas que el camión visita, y la sumatoria de los tránsitos se definen como transito medio.

Una muestra de la representación de los tiempos de transito medios entre granjas se detalla en la tabla.

Matriz Transito	Planta ADN	Alejandra Solís	ALONSO HIDALGO	ALTO PALMA	AMADO CASTILLO	anda lucia	...
Planta ADN	0:03:33	1:00:00	3:20:00	1:00:00	3:30:00	0:20:00	
Alejandra Solís	1:00:00	0:03:33	4:00:00	1:30:00	4:00:00	1:10:00	
ALONSO HIDALGO	3:20:00	4:00:00	0:03:33	2:30:00	1:30:00	3:00:00	
ALTO PALMA	1:00:00	1:30:00	2:30:00	0:03:33	4:00:00	1:00:00	
AMADO CASTILLO	3:30:00	4:00:00	1:30:00	4:00:00	0:03:33	3:00:00	
andalucia	0:20:00	1:10:00	3:00:00	1:00:00	3:00:00	0:03:33	
...							0:03:33

Tabla 32: Fragmento de la matriz de transito
Fuente: Elaboración propia

Con referencia a la matriz de tránsito, para obtener un tiempo se debe buscar el origen en la columna y la granja destino en la fila, si por ejemplo se desea obtener el tiempo medio esperado entre el cliente “Alejandra Solís” y el cliente “Andalucia” se representa (Alejandra Solis, Andalucia) y el resultado sería 1:10:00.

Matriz Transito	Planta ADN	alejandra solis	ALONSO HIDALGO	ALTO PALMA	AMADO CASTILLO	anda lucia
Planta ADN	0:03:33	1:00:00	3:20:00	1:00:00	3:30:00	0:20:00
alejandra solis	1:00:00	0:03:33	4:00:00	1:30:00	4:00:00	1:10:00
ALONSO HIDALGO	3:20:00	4:00:00	0:03:33	2:30:00	1:30:00	3:00:00
ALTO PALMA	1:00:00	1:30:00	2:30:00	0:03:33	4:00:00	1:00:00
AMADO CASTILLO	3:30:00	4:00:00	1:30:00	4:00:00	0:03:33	3:00:00
anda lucia	0:20:00	1:10:00	3:00:00	1:00:00	3:00:00	0:03:33
...						

Figura 94: Ejemplo de búsqueda para tiempos de tránsito en la matriz

Fuente: Elaboración propia

La diagonal de la matriz tiene definido un tiempo de 0:03:33 para así poder identificar cuando un viaje lleva 2 productos diferentes para un mismo cliente, y entonces es muy posible que el chofer deba descargar primeramente un producto en un silo y luego dirigirse a otro silo dentro de la misma granja a descargar el otro producto, así que ese tiempo se sumaría en caso de que así ocurriera, y sería una compensación por la demora que le significa al camión.

También en las sesiones de trabajo se identificaron algunas situaciones que afectan los tiempos de tránsito, provocando que dichos valores aumenten o disminuyan.

Tipo de Tiempo	Efecto	Variación
Tiempo medio esperado	Transitar con el camión vacío	Disminuye en 15%
Tiempo medio esperado	Escenario pesimista	Aumenta en 20%
Tiempo medio esperado	Escenario optimista	Disminuye en 5%

Tabla 33: Consideraciones de variación para el tiempo medio esperado

Fuente: Elaboración propia

El transitar con el camión vacío permite incrementar la velocidad de desplazamiento por carretera y hacer algunos adelantamientos, por lo tanto, conlleva una reducción del 15% respecto al tiempo cargado.

En carretera, existen diversas situaciones que entorpecen o facilitan llegar a un destino en cierto tiempo, normalmente son más los factores que entorpecen. Los facilitadores podrían ser similares a topar con los semáforos en verde, mientras que los entorpecedores podrían ser pasar por el mercado justo a la hora del almuerzo o llegar a un punto y alcanzar un autobús a cierta hora cuando las personas regresan de trabajar y el autobús realiza más detenciones de las

normales. Ello hace que el escenario pesimista aumente en 20% y el escenario optimista disminuya 5%, ambos con respecto al tiempo medio esperado.

5.2.3.2 Algoritmo para cálculo del tiempo de transito

El cálculo del tiempo de transito se obtiene a través de un algoritmo, en el cual se calculan probabilidades sobre el tiempo medio esperado, sea, sobre el dato obtenido en la matriz y basado en la experiencia de los choferes, y ese dato se ingresa en un algoritmo PERT al cual se le aplican cálculos de probabilidades, basados en números aleatorios; cuando el resultado del numero aleatorio (λ) generado se encuentra dentro de un rango que cumple las condiciones del valor esperado, se genera este tiempo como el tiempo de tránsito.

El gráfico simboliza una representación de cómo, a partir de un tiempo medio esperado se llega a un tiempo asignado.

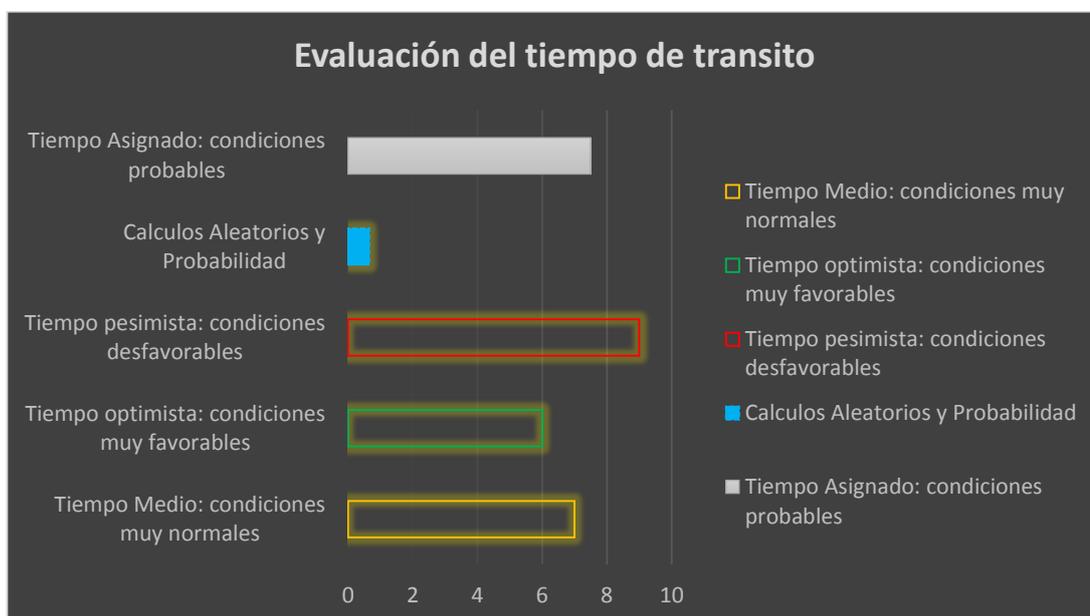


Gráfico 3: Comportamiento del tiempo de tránsito a partir del tiempo medio
Fuente: Elaboración propia

A través de la representación en el gráfico 3, se muestra un ejemplo de aplicación del cálculo del algoritmo para el tiempo de transito:

Paso 1: Sumar todos los tiempos de tránsito que corresponde al ciclo del recorrido que debe realizar el camión para realizar la entrega del concentrado, partiendo de un origen en la planta de concentrados, visitando las granjas que correspondan, y regresar nuevamente a la planta. Si el despacho contiene una única granja entonces es un ciclo de ida y vuelta, y cuando el despacho contiene más de una granja se contabilizan cada uno de los tiempos en forma de sumatoria.

Para todos los cálculos del tiempo de tránsito, en los retornos a la planta, el valor del tiempo desde el último cliente hasta el origen, es el mismo que el tiempo desde el origen hasta ese mismo cliente, con una penalización o descuento del 15%, debido a que el camión tiene un retorno vacío y su tiempo de tránsito se disminuye, pues en las sesiones de profundidad con choferes se estimó que el porcentaje de tiempo disminuía en dicho valor; el porcentaje está fijado como un parámetro aceptado por la gerencia.

Ejemplo para determinar el tiempo medio esperado de retorno a la planta desde una granja-X, entonces para (planta, Granja-X) ocurre:

$$C_{x,F1} = (\text{Granja-X, Origen}) - [(\text{Granja-X, Origen}) * 0.15]$$

Cálculo del tiempo medio esperado (TME) para viajes con 1 granja:

$$TME = [(\text{Origen, G1}) + (\text{G1, Origen})]$$

Cálculo del tiempo medio esperado para viajes con 2 granjas:

$$TME = [(\text{Origen, G1}) + (\text{G1, G2}) + (\text{G2, Origen})]$$

Cálculo del tiempo medio esperado para N granjas:

$$TME = [(\text{Origen, G1}) + (\text{G1, G2}) + \dots + (\text{G}_{n-1}, \text{G}_n) + (\text{G}_n, \text{Origen})]$$

Donde:

- (Origen, G₁): Tiempo medio esperado desde planta hasta el primer cliente.
- (G₁, G₂): Tiempo medio esperado desde granja#1 a granja#2.
- (G_{n-1}, G_n): Tiempo medio esperado desde el antepenúltimo cliente hasta el último.
- (G_n, Origen): Tiempo medio esperado desde el último cliente hasta la planta

Paso 2: Una vez realizada la sumatoria de los tiempos medio esperados, se obtiene un valor total de tiempo medio esperado (TME)

$$\text{Tiempo Medio Esperado (TME)} = \sum_{i=1}^n TME_i$$

Con el valor de TME, se procede a generar un número aleatorio (\hat{A}) con distribución uniforme y valor entre 0 y 1. Si $\hat{A} \leq 0.2$ se incrementa un 20% al TME, si $\hat{A} \geq 0.95$ se disminuye un 5% al TME, y si no ocurre que el aleatorio satisfaga ninguno de los criterios, entonces se ponderan conforme el algoritmo de PERT para obtener el tiempo esperado

$$\text{Tiempo Esperado} = \frac{\text{Tiempo Pesimista} + \text{Tiempo Optimista} + 4 * TME}{6}$$

La tabla resume los cálculos del tiempo de tránsito (TT) en una simulación con una granja ubicada a una distancia de 01:00:00 horas desde la planta.

Paso 1: sesión de trabajo con choferes	TIEMPO TRANSITO Fabrica a Cliente1	TIEMPO TRANSITO Cliente1 a Fabrica -(15%)	TIEMPO MEDIO ESPERADO
	1:00:00	0:48:00	1:48:00

	TIEMPO MEDIO ESPERADO	TIEMPO PESIMISTA (+20%)	TIEMPO OPTIMISTA (-5%)	TIEMPO ESPERADO	Número Aleatorio	TIEMPO TRANSITO
Paso 2: cálculos de probabilidad	1:48:00	2:09:36	1:42:36	1:50:42	≥ 0.95	1:42:36
					> 0.2 y < 0.95	1:50:42
					≤ 0.20	2:09:36

Tabla 34: Algoritmo de cálculo para el tiempo de tránsito

Fuente: Elaboración propia

Así entonces, dependiendo del valor aleatorio se asignará uno de las tres diferentes alternativas para tiempos de tránsito.

5.2.4 Tiempo de entrega del producto

El tiempo de entrega está determinado por tres procesos, a saber:

- El bañado de ingreso y salida.
- El proceso de revisión del producto.
- La descarga del producto.

Cada uno tiene un tiempo que al final, acumulado, se convierte en el tiempo de entrega (T.E)

- El proceso de bañado o desinfección está relacionado con las normativas y medidas de bioseguridad de las granjas, en las cuales es requisito tanto para el ingreso como para la salida, que las personas pasen a una ducha y tomen un baño de desinfección, al ingreso el visitante se cambia la ropa que trae por ropa limpia propiedad de la granja, con la intención de que no se ingresen virus a la localidad de la granja, e igualmente al salir, se realiza el proceso de forma inversa con la ropa, como caso preventivo que la granja tuviera algún virus de infección, el chofer y el camión no los trasladen a otras granjas.

- El proceso de revisión del producto, lo realiza el granjero junto con el chofer, ya que ambos deben verificar los marchamos de carga, las boletas de despacho, y el granjero se sube al camión para abrir las compuertas de forma que, al finalizar la descarga, nuevamente sube a revisar que las gavetas de la cisterna quedaron vacías y no quedo producto pendiente de descargarse.
- La descarga del producto: al igual que ocurre con el tiempo de carga por la cantidad de quintales a entregar en la granja, el sistema de descarga mecánico de los camiones funciona a una misma velocidad crucero, y aunque en la práctica, el camión podría acelerarse para aumentar la velocidad de descarga, no es común ya que esto conlleva a una exigencia del equipo que provoca fallos en el sistema, con quiebres de cuñas o tornillos de presión que al final lo que provocan es un retraso mayor, así que para el cálculo del tiempo de descarga se utilizará un tiempo estándar de la velocidad de descarga.

5.2.4.1 Calculo de tiempo para bañado de desinfección, y tiempo de revisión del producto.

Según los cálculos realizados mediante el cursograma, en la visita realizada el 12 de mayo de 2017 a la granja don José, con el chofer Jairo Rodriguez, el tiempo de las actividades fue de 00:20:20

El cursograma de medición del proceso para el cálculo se aprecia en el apéndice 1.

De la información recopilada en sesiones de profundidad con los choferes Jairo y Keren, se realizan observaciones al proceso de bañado y desinfección, el cual fue evaluado con el cursograma. Indican los choferes, que existen variaciones en el diseño y distribución física de las granjas, algunas tienen más comodidades que otras, pero que por lo general el tiempo señalado en la

medición realizada en la granja don Jose fue muy exacto al promedio por granja, así que se define ese tiempo como un tiempo estándar de 20 minutos por granja.

Por la limitación de recursos, y que las visitas a las granjas deben ser solo y estrictamente las necesarias, el dato del tiempo obtenido es consultado a la gerencia de logística y se acepta el redondeo como el tiempo estimado de 00:20:00 como la cantidad de tiempo que corresponde a realizar el proceso de bañado, desinfección y validación del producto.

Tiempo Desinfección: 00: 20: 00

5.2.4.2 Tiempo de descarga

Debido a que el muestreo de dichos tiempos presenta limitaciones, por la condición de que, para muestrear el tiempo de una descarga, también requiere trasladarse hasta las granjas e ingresar, se realiza un muestreo por conveniencia, tomando como muestra 7 despachos con 11 diferentes descargas.

Otra limitación en la medición, ocurre para determinar el tiempo de finalización de la descarga, debido a que en ocasiones la boca del sistema de descarga queda dentro del Silo de almacenamiento, o bien la geografía del lugar dificulta la observación, y entonces es difícil poder determinar con certeza el momento en que se finalizó la descarga del producto, por lo que hay que guiarse por el sonido del equipo que al ya no tener producto en el sistema suena más fuerte, posiblemente al aumentar la vibración.

Se proceden a muestrear 7 despachos que incluyen 11 descargas de producto, y se obtienen los siguientes datos:

Muestra	Viaje	Quintales	Tiempo Descarga
---------	-------	-----------	-----------------

1	Viaje1	347,605234	0:51:05
2	Viaje2	69,0949364	0:10:21
3	Viaje2	111,827312	0:14:33
4	Viaje2	130,69205	0:17:20
5	Viaje3	335,185712	0:46:31
6	Viaje4	352,805789	0:50:27
7	Viaje5	347,689103	0:49:41
8	Viaje6	346,138285	0:49:44
9	Viaje7	138,721637	0:18:37
10	Viaje7	69,7989043	0:10:12
11	Viaje7	110,878136	0:16:39
	TOTAL	2360,4371	5:35:10

Tabla 35: Muestreo de tiempos de descarga
Fuente: Elaboración propia

Según los datos de muestreo, el tiempo promedio por descarga es de 00:00:09 segundos por quintal

Promedio descarga por quintal	0:00:09 segundos
-------------------------------	------------------

Por tanto, el algoritmo para el tiempo de entrega (TE) es

$$TE = (qq * td) + tf$$

Dónde:

qq= cantidad de quintales.

td = tiempo de descarga = 00:00:09

tb = tiempo de bañado = 00:20:00

5.2.5 Tiempos Suplementario

Los tiempos suplementarios se calculan probabilísticamente, primeramente, diferentes eventos y tiempos fueron definidos mediante sesiones de profundidad con los choferes, considerando todos los comunes eventos que ocurren en sus

jornadas, y definiendo una frecuencia de ocurrencia, lo cual se transforma mediante cálculos en un valor de probabilidad.

Cada evento y su ocurrencia se asocia a diferentes tiempos de prolongación en que se podrían presentar, además cada evento podría tener valores diferentes de probabilidad conforme aumente o disminuya la prolongación, así entonces, un evento “accidente retrasa la ruta” no es igual la frecuencia que ocurre para retrasos de 10 minutos, que la frecuencia para retrasos de 60 minutos.

EVENTO	10min	20min	30min	40min	50min	60min	90min	120min	180min	210min	240min	300min
Llanta pinchada	●	●	●	●	●	●						
Granjero retrase la entrega	●	●	●	●	●	●						
Producto no esta listo y genera retraso			●			●	●	●				
Accidente retrasa la ruta	●	●	●	●	●	●						
Clima retrase la entrega	●	●	●	●	●	●						
Fallo mecanico genera retraso			●			●	●	●	●	●	●	●
Carga de combustible			●									

Figura 95: Ámbito de tiempos para los eventos suplementarios
Fuente: Elaboración propia

Se definieron siete tipos de evento, y los tiempos de prolongación varían entre lapsos que van desde los 10 minutos hasta los 300 minutos, y también se deja abierta la posibilidad de cálculos para al menos otros 45 nuevos eventos por definir a futuro, conforme la herramienta requiera ser ajustada en parámetros, o cuando cambien algunas condiciones.

También se consideran dentro de los tiempos suplementarios, aquellos que corresponden a las actividades de seguridad y alimentación, incluidos dentro de la jornada del chofer, ello corresponde a 01:35:00 diarios (una hora con 35 minutos), tiempo en las cual el chofer antes de iniciar la conducción del camión debe realizar una revisión exhaustiva de llantas, fluidos del motor, y otros elementos del camión; además incluye lo correspondiente a las actividades alimentarias.

Aunque las actividades alimentarias no son productivas, se contabilizan dentro del cálculo para una simplicidad del análisis de la jornada, debido a que se hace más fácil los análisis sabiendo que el tiempo de alimentación esta incluidos, y no tener que considerar dichos tiempos por aparte.

EVENTO	Tiempo	Frecuencia
Almuerzo	1:00:00	Diaria
Desayuno	0:15:00	Diaria
Café de la tarde	0:10:00	Diaria
Revisión diaria del estado del camión	0:10:00	Diaria

Tabla 36: Tiempos de seguridad y alimentación de consideración obligatorios
Fuente: Elaboración propia

En el apéndice se detallan todos los 41 posibles eventos considerados, los tiempos, y las frecuencias de ocurrencias, pero la herramienta adiciona otros 45 factores, cuantificados con frecuencia = 0 y tiempo = 0:00:00; en el momento que se considere oportuno agregar un nuevo factor, solamente se deberán modificar los parámetros.

Para el cálculo de tiempos suplementarios, primeramente, se generan números aleatorios de distribución uniforme entre 0 y 1, ese valor será la variable para cada evento, y todos aquellos eventos con probabilidades de poisson cuyo valor sea mayor o igual que el número aleatorio generado, se seleccionan, y para todos los eventos seleccionados se realiza la suma correspondiente de los tiempos que generan dichos eventos.

Columna	Valor Contenido
A	Evento definido
B	Tiempo generado por el evento A
C	Número de eventos de la flota, si evento tiene frecuencia mensual
D	Número de eventos de la flota, si evento tiene frecuencia semanal
E	Número de eventos de la flota, si evento tiene frecuencia diaria
F	Proporción asignado de las frecuencias (C,D,E) a cada camión
G	Tamaño de la muestra = 1 camión
H	Media = F * G
I	Varianza = Es igual a la media

J	Desviación = Raíz cuadrada de la varianza
K	Calculo de formula Poisson (numerador)
L	Calculo de formula Poisson (denominador)
M	Calculo de formula Poisson (fracción)
N	Valor de probabilidad Poisson

Tabla 37: Especificaciones del formulario para cálculo de probabilidad para eventos suplementarios
Fuente: Elaboración propia

Al especificar los parámetros para un evento cualquiera, como podría ser una pinchadura de llanta, la cual provoca un retraso de tiempo en 20 minutos mientras es reparada, una vez calculada la probabilidad del evento, y con el resultado de los números aleatorios, se procede a determinar si el evento se cumplió (si/no). Así se realiza el mismo procedimiento para 41 diferentes eventos, y además en la herramienta se calculan automáticamente los restantes 45 factores que podrían ser definidos como nuevos eventos en cualquier momento, aunque inicialmente su valor sea 0:00:00

EVENTOS		NUM FALLOS SERVICIO/EQUIPO				Media		Varianza	Desviación	Datos de Formula			Probabilidad Poisson	Probabilidad Poisson	Tiempo Acumulado Camión1
Variables aleatorias	Tiempo Generado	Mensual	Semanal	Diario	Camión X	μ	σ^2	σ	μ^x	$x!$	$e^{-\mu}$	$p(x)$	$p(x)$	$p(x)$	
PARAMETROS	-	24	1	6	X	μ	σ^2	σ	μ^x	$x!$	$e^{-\mu}$	$p(x)$	$p(x)$	0:25:00	
Llanta pinchada 10min	0:10:00	12	0,5	0,08333	1	0,08333333	0,08333333	0,288675135	0,08333	1	0,92004	0,08333	0,076670368	0:00:00	
Llanta pinchada 20min	0:20:00	2	0,083	0,01389	1	0,01388889	0,01388889	0,11785113	0,01389	1	0,98621	0,013697321	0,013697321	0:00:00	
Llanta pinchada 30min	0:30:00	2	0,083	0,01389	1	0,01388889	0,01388889	0,11785113	0,01389	1	0,98621	0,013697321	0,013697321	0:00:00	
Llanta pinchada 40min	0:40:00	1	0,042	0,00694	1	0,006944444	0,006944444	0,083333333	0,00694	1	0,99308	0,006896386	0,006896386	0:00:00	
Llanta pinchada 50min	0:50:00	3	0,125	0,02083	1	0,020833333	0,020833333	0,144337567	0,02083	1	0,97938	0,020403795	0,020403795	0:00:00	
Llanta pinchada 60min	1:00:00	4	0,167	0,02778	1	0,027777778	0,027777778	0,166666667	0,02778	1	0,9726	0,027016791	0,027016791	0:00:00	
Granjero retrasa la entrega 10min	0:10:00		3	0,5	0,08333	1	0,083333333	0,083333333	0,288675135	0,08333	1	0,92004	0,076670368	0,076670368	0:00:00
Granjero retrasa la entrega 20min	0:20:00		2	0,333	0,05556	1	0,055555556	0,055555556	0,23570226	0,05556	1	0,94596	0,052553304	0,052553304	0:00:00
Granjero retrasa la entrega 30min	0:30:00		1	0,167	0,02778	1	0,027777778	0,027777778	0,166666667	0,02778	1	0,9726	0,027016791	0,027016791	0:00:00

Figura 96: Formulario para cálculos de probabilidad de tiempos suplementarios
Fuente: Elaboración propia

- Columna A: Una llanta pinchada genera un tiempo de 00:20:00 minutos mientras es reparada
- Columna C: El evento detallado de la pinchadura con el retraso específico de tiempo en 20 minutos, tiene una ocurrencia de dos veces al mes, para toda la flota.

- Columna E: La frecuencia de ocurrencia diaria, considerando los 24 días laborales del mes, tiene un valor de $2/24 = 0.833$
- Columna F: La frecuencia de ocurrencia diaria para un solo camión, dado que la flota es de seis camiones, tiene un valor de $0.8333/6 = 0.01389$
- Columna N: El cálculo de probabilidad Poisson para el evento de pinchadura de llanta con retraso de 20 minutos, tienen un valor de 0.01369

De acuerdo a los cálculos, se define tiempo suplementario como (TS)

Para cada evento se calcula un número aleatorio (\hat{A})

Sea ε_i el evento_i

Sea ε_{t_i} el tiempo asignado al evento ε_i

$$TS = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{t_i} \text{ tal que } \hat{A}_i \geq \text{Probabilidad Poisson de } \varepsilon_i$$

5.3 DISEÑO DEL MODELO DE PRODUCTIVIDAD

El diseño del modelo para determinar los tiempos de productividad diario, está determinado por la fórmula

Tiempo productivo

$$= \text{Probabilidad (TEF)} + TC + \text{PERT(TME)} + TE \\ + \text{Probabilidad (TS)}$$

- Probabilidad (TEF) = tiempo probable que deberá esperar el camión para ser cargado.

- TC= Tiempo de carga del producto para cada viaje
- PERT (TME) = algoritmo aplicado a la probabilidad del tiempo de tránsito medio estimado entre los diferentes clientes a distribuir.
- TE= Tiempo de entrega del producto al cliente, inicia desde el arribo con la desinfección, e incluye además la revisión, la descarga, y desinfección de salida.
- Probabilidad (TS) = tiempo probable de ocupación en eventos suplementarios.

5.3.1 Desarrollo de cálculos y herramienta

Aunque en el mercado existen diferentes versiones de software para realizar la totalidad de cálculos requeridos para esta investigación, incluso algunos de versión gratuita o mediante aplicaciones de páginas web, la propuesta desarrollar los cálculos de forma propia, y desarrollar una herramienta de que permita, fácilmente, aplicar cálculos cada vez que sea requerido.

Una de las deficiencias anotadas en el diagnóstico, es la falta de criterio de la encargada de planificar, para poder asignar no solo dos, sino tres y hasta 4 viajes a la zona norte, sin que el chofer se acerque a reclamarle que no va a poder cumplir con lo solicitado para el siguiente día, lo que conlleva a que deba inmediatamente proceder a subcontratar los despachos que el chofer le indica, no podrá cumplir.

Para el modelo se define una herramienta elaborada en MS Office 2010. La selección de dicho software se debe a la simplicidad del mismo para los cálculos, es altamente portable debido a la amplia difusión que tiene a nivel de computadoras con el software instalado, es ampliamente conocido por

muchísimas personas, además en caso de requerir modificaciones o ajustes, estas pueden ser realizadas con facilidad por algunos usuarios medianamente expertos, y finalmente la escogencia de la versión 2010 se debe a que algunas computadoras presentan problemas de memoria al intentar utilizar versiones más recientes, por tanto 2010 es una versión que contempla prácticamente las mismas utilidades que las versiones modernas, y con menos consumo de recursos computacionales.

5.3.2 Diseño de plantillas

Para la encargada de MTech, quien se encarga de la planificación de despachos, se brinda una herramienta con cuatro diferentes plantillas o pasos, que le permitirán estimar de forma probabilística los tiempos de ejecución de la planificación de despachos, brindándole para su día a día, el comportamiento de los diferentes tiempos que contempla el modelo, y además un acumulado diario de la jornada para cada equipo de trabajo:

$$Tiempo = T.E.F + T.C + T.T + T.E + T.S$$

- T.E.F = tiempo espera en la fila
- T.C = tiempo de carga
- T.T = tiempo de tránsito
- T.E = tiempo de entrega
- T.S = tiempos suplementarios

Para llegar a ello, se definen cuatro plantillas donde primeramente se generan los números aleatorios, luego se ingresa la información de los despachos, posteriormente se generan los cálculos de tiempo, y finalmente se procede a realizar un análisis de la información obtenida.

Si el resultado del análisis es satisfactorio, entonces la información del análisis se registra para que posteriormente se pueda trabajar con dicha base de

datos, y con ello se puedan realizar otros análisis más robustos, aunque estos sean ajenos a la investigación, pero es claro que se podrá determinar para periodos mensuales o semanales, entre otros datos, los siguientes:

- Chofer/ camión con mayor productividad.
- Chofer/ camión con menor productividad.
- Chofer/camión con mayores tiempos de tránsito.
- Chofer/camión con mayores tiempos de descarga.
- Diferencia entre jornada cancelada por planilla respecto la laborada.

En caso de que los resultados del análisis no fueran satisfactorios, por diferentes razones, tales como que un chofer o camión se excede en tiempo de lo recomendado, o bien que la distribución de cargas de trabajo no es adecuada, entonces se deberá regresar a la segunda plantilla y realizar algunas modificaciones en la programación de despachos, y nuevamente evaluar el análisis hasta que se cumpla un resultado satisfactorio.

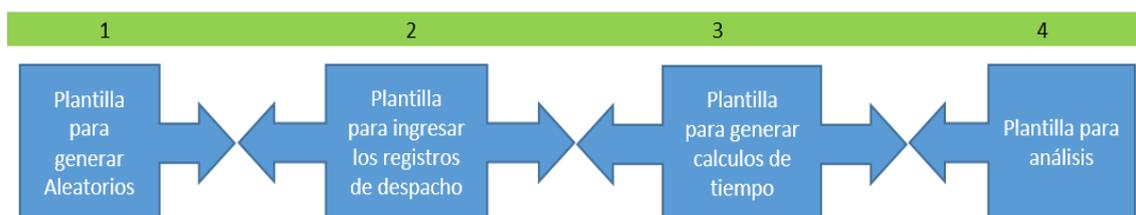


Figura 97: Esquema de herramienta diseñada a partir del modelo
Fuente: Elaboración propia

5.3.2.1 Plantilla para generar números aleatorios

Para la primera plantilla, cada vez que se quiera calcular diariamente lo análisis a través de las probabilidades, se deben generar los números aleatorios.

- El botón “Generar Aleatorios” ejecuta un macro de Excel, que realiza el cálculo de los números aleatorios de distribución uniforme con valor entre cero y uno.

En total son nueve columnas de aleatorios, donde las seis primeras se utilizan para los cálculos de tiempos suplementarios, la columna siete se utiliza para los cálculos PERT de tiempos de tránsito, y la columna nueve y diez se utilizan para los cálculos de tiempo de espera en la fila, tanto para la teoría de colas como para el modelo de muestras.

La cantidad de datos aleatorios por columna es de 150 números, aunque no todos los cálculos requieren de dicha cantidad de datos por columna.

	A	B	C	D	E	F	G	K	L	M	N	O	P	
1							GENERAR ALEATORIOS		REGISTROS					
2		Num Aleatorios TIEMPOS SUPLEMENTARIOS						Pert Tiempo Tránsito	TIEMPOS DE FILA					
3	0,4654564	0,2098456	0,3036952	0,5493059	0,5188599	0,6680418	0,725701073	0,1163701	0,0320878					
4	0,2176085	0,0473687	0,2037815	0,2357553	0,2419051	0,0435298	0,977872387	0,6514328	0,5437193					
5	0,0891946	0,2194277	0,3580351	0,6420435	0,079668	0,5529904	0,69945691	0,0180452	0,0613174					
6	0,8365936	0,9737593	0,9602173	0,0081064	0,6217131	0,8835989	0,48372354	0,7026061	0,4289564					
7	0,3204973	0,5973172	0,6471311	0,5260227	0,6511382	0,731953	0,704668058	0,2043666	0,3110602					
8	0,137004	0,0854755	0,7864221	0,7695942	0,2603978	0,4160969	0,460172512	0,0679107	0,3661528					
9	0,5990583	0,8008539	0,0046068	0,3333498	0,0161013	0,0066269	0,726211647	0,5128568	0,4539531					
10	0,4246205	0,7211093	0,9274823	0,6718341	0,9305234	0,2579115	0,393971783	0,2336096	0,8157308					
11	0,5671789	0,843206	0,8380069	0,1348023	0,5707499	0,788321	0,68749027	0,477007	0,9468979					
12	0,3206041	0,8648734	0,3171728	0,3593275	0,8712818	0,9835325	0,057102483	0,9730248	0,6158665					
13	0,2764371	0,1656495	0,5421094	0,6665823	0,4542077	0,6379566	0,968298938	0,3350447	0,8628429					
14	0,8554662	0,6695113	0,1801901	0,5721613	0,2131581	0,4635862	0,22359196	0,6140768	0,0333782					
15	0,7695334	0,2337435	0,8380632	0,3729146	0,6048637	0,2034013	0,39635526	0,9982555	0,7497888					
16	0,5835017	0,4351223	0,3444958	0,0571065	0,3709951	0,189364	0,400349142	0,6181176	0,4058121					
17	0,4913579	0,1508122	0,5056516	0,9753414	0,215892	0,6699152	0,218698406	0,3783109	0,6478319					
18	0,8861797	0,9211716	0,9437598	0,3184669	0,1306934	0,4437153	0,181490281	0,9109241	0,71749					

Figura 98: Plantilla-1 del modelo desarrollado como herramienta

Fuente: Elaboración propia

- La flecha “Registros” se avanza a la segunda plantilla.

5.3.2.2 Plantilla para registros

La segunda plantilla corresponde al ingreso de los registros de despacho que se requieren para el siguiente día, permite ingresar hasta 36 diferentes cargas, y

así se contempla el escenario máximo, que ocurriría cuando cada uno de los seis camiones, deban despachar 6 clientes cada uno.

- El botón “Limpiar Información” ejecuta un macro que borra todos los datos de la hoja y permite ingresar la información nuevamente, esto será necesario cada vez que se requiera realizar una nueva simulación.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data table:

FECHA	QQ	VIAJE	CLIENTE	CAMION	CHOFER	EQUIPO
07-jul	55	1	La Mercedes	C134342	JAIRO	C134342JAIRO
07-jul	60	1	NOEMY	C134342	JAIRO	C134342JAIRO
07-jul	65	1	LOS HERMA	C137793	JAIRO	C134342JAIRO
07-jul	70	1	Rayn	C137998	JAIRO	C134342JAIRO
07-jul	55	2	EL MANANT	C141561	JAIRO	C134342JAIRO
07-jul	60	2	LOS CIPRES	C143776	JAIRO	C134342JAIRO
07-jul	65	2	Avicola CCB	C144093	JAIRO	C134342JAIRO
07-jul	70	2	EL ALTO	C134342	JAIRO	C134342JAIRO
07-jul	55	3	EL ALTO	C137793	KEREN	C137793KEREN
07-jul	60	3	EL ALTO	C137793	KEREN	C137793KEREN
07-jul	65	3	La Mercedes	C137793	KEREN	C137793KEREN

Navigation buttons: LIMPIAR INFORMACIÓN (orange), ALEATORIOS (blue left arrow), CALCULOS (blue right arrow).

Figura 99: Plantilla-2 del modelo desarrollado como herramienta
Fuente: Elaboración propia

- La flecha “Aleatorios” devuelve a la primera plantilla para generar números aleatorios
- La flecha “Cálculos” lleva a la tercera plantilla para poder generar los cálculos que corresponderían a los tiempos de cada despacho ingresado en la plantilla actual.

5.2.2.3 Plantilla para generar cálculos de tiempo probable

La plantilla para realizar los cálculos de tiempo posee dos botones

- El botón “importar despachos” ejecuta un macro que genera un resumen de la información brindada en la segunda plantilla, y lo que realiza este

botón es definir el encabezado de cada viaje, indicando el número de viaje, el camión y el chofer.

- El botón “Generar Tiempos” ejecuta un macro que calcula los tiempos probables de cada viaje, realizando la separación de los cálculos que corresponden a la fila para carga, la carga del producto, el tránsito hasta el cliente, y el tiempo de la descarga.

El tener esta información, la cual, aunque tiene cálculos probabilísticos fueron definidos con criterios de los usuarios expertos y con mediciones del proceso, lo que representa un valor muy aproximado al tiempo real.

	VIAJE	CAMION	CHOFER	T.E.F (t.coalas)	T.E.F (muestra)	T.C	T.T	T.E	Total Tiempo (t.coalas)	Total Tiempo (muestra)
5	1	C134342	JAIRO	1:40:00	1:40:00	0:16:40	2:04:41	0:57:30	4:58:51	4:58:51
6	2	C134342	JAIRO	2:30:00	2:05:00	0:16:40	1:19:23	0:57:30	5:03:33	4:38:33
7	3	C137793	KEREN	2:05:00	0:25:00	0:16:40	5:52:50	0:57:30	9:12:00	7:32:00
8	4	C137998	GREIVIN	1:15:00	0:00:00	0:16:40	0:48:50	0:57:30	3:18:00	2:03:00
9	5	C137998	GREIVIN	2:55:00	0:50:00	0:16:40	5:52:14	0:57:30	10:01:24	7:56:24
10	6	C141561	BERNY	2:05:00	0:25:00	0:16:40	1:07:48	0:57:30	4:26:58	2:46:58
11	7	C141561	BERNY	2:30:00	0:00:00	0:07:40	1:10:00	0:37:15	4:24:55	1:54:55
12	8	C143776	EDUARDO	1:15:00	0:50:00	0:09:00	1:10:52	0:40:15	3:15:07	2:50:07
13	9	C143776	EDUARDO	2:30:00	0:50:00	0:07:40	1:10:00	0:37:15	4:24:55	2:44:55
14	10	C144093	KEREN	2:05:00	0:50:00	0:04:20	1:06:22	0:29:45	3:45:27	2:30:27

Figura 100 Plantilla-3 del modelo desarrollado como herramienta
Fuente: Elaboración propia

- La flecha “Registros” devuelve a la segunda plantilla modificar cualquier registro de uno o varios viajes.

- La flecha “Análisis” lleva a la cuarta plantilla para poder generar los análisis consolidados de la jornada.

5.2.2.4 Plantilla para realizar el análisis

Un factor de importancia cuando se realiza el análisis y se detecta que existe alguna condición que no permite aprovechar correctamente los recursos, sea porque existe una recarga de trabajo o contrariamente porque algún equipo no cumple con el mínimo deseado.

Podría considerarse en este punto, la encrucijada de decisiones, pues con la información de los requerimientos de envíos para granjas que brinda Mtech, entonces si los resultados del análisis son tiempos muy bajos con respecto a las 12 horas de jornada, se podría considerar incluir un adelanto de envíos y así optimizar el uso de la flota.

Por el contrario, los tiempos de los camiones se muestran recargados incluso sobrepasando las 12 horas, entonces habrá que sopesar si conviene y es estrictamente necesario realizar los despachos habrá que subcontratar los servicios de camiones, sino modificar las cantidades o clientes despachados para ajustar lo mejor posible a un estado óptimo.

EL proceso para reajustar consiste en retroceder nuevamente a la información de los despachos para realizar las modificaciones consideradas, y nuevamente realizar los cálculos y el análisis; esto tantas veces como sea requerido, hasta lograr obtener una programación de despachos que satisfaga las políticas definidas por la gerencia.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data table:

	CAMION	CHOFER	EQUIPO	T.E.F (t.colas)	T.E.F (muestra)	T.C	T.T	T.E	T.S	Total Tiempo (t.colas)	Total Tiempo (muestra)
5	C134342	JAIRO	C134342JAIRO	4:10:00	3:45:00	0:33:20	3:24:04	1:55:00	1:45:00	11:47:24	11:22:24
6	C137793	KEREN	C137793KEREN	2:05:00	0:25:00	0:16:40	5:52:50	0:57:30	3:25:00	12:37:00	10:57:00
7	C137998	GREIVIN	C137998GREIVIN	4:10:00	0:50:00	0:33:20	6:41:05	1:55:00	2:55:00	16:14:25	12:54:25
8	C141561	BERNY	C141561BERNY	4:35:00	0:25:00	0:24:20	2:17:49	1:34:45	1:35:00	10:26:54	6:16:54
9	C143776	EDUARDO	C143776EDUARDO	3:45:00	1:40:00	0:16:40	2:20:52	1:17:30	2:10:00	9:50:02	7:45:02
10	C144093	KEREN	C144093KEREN	2:05:00	0:50:00	0:04:20	1:06:22	0:29:45	2:55:00	6:40:27	5:25:27

Figura 101 Plantilla-1 del modelo desarrollado como herramienta

Fuente: Elaboración propia

- El botón “Generar Análisis” realiza la consolidación de los tiempos productivos probables para la jornada de trabajo definida en los registros, incluidos los tiempos suplementarios.
- El botón “Registrar Proyección” hace una copia de la información del análisis en una hoja de datos, de la cual se podrán desprender otros análisis y cálculos.

En la figura se observa el total del tiempo acumulado en un escenario simulado, donde se detallan los cálculos para cada chofer, camión y equipo de trabajo; los equipos de trabajo refieren a casos en que un mismo camión sea conducido por dos choferes distintos, o bien que un mismo chofer conduzca dos camiones diferentes.

De los cálculos, se desprenden algunas observaciones, como que el chofer Jairo tiene un total de tiempo de 11:22:24, mientras que el chofer Keren tiene un tiempo productivo de 05:25:27, así entonces, en un ambiente de equilibrio podría intentarse un replanteamiento de los viajes, a fin de nivelar las cargas de trabajo, también podría evaluarse incluir un despacho adicional a los choferes Keren, Eduardo, Berni, los cuales no superan las siete horas de jornada productiva.

5.4 ESTIMACIÓN DE ESCENARIOS

Se intentó realizar una estimación de los tiempos productivos, basados en los registros históricos, siendo evaluados en la herramienta. Debido a la amplia cantidad de información, el análisis requiere plantearse con un muestreo de los registros para así obtener los valores del trabajo realizado por los choferes en el pasado reciente, y compararlos con el resultado de los cálculos de probabilidades, sin embargo se detectaron muchos errores de los registros ingresados por los romaneros, con errores gramaticales, y difiere, aunque sea levemente, el nombre de la granja que fue ingresado en el archivo, respecto al dato brindado por la encargada de transporte, por lo que al ingresar los datos de los registros para el cálculo, muchos aparecen como (gni) que fue el acrónimo definido en la herramienta, para cuando se detecta una Granja No Identificada en la matriz de tránsito, por lo que se desconocen los tiempos.

Aparte de los errores de digitación, la matriz contempla granjas que no se encuentran dentro de los registros de despacho, y también omite algunas granjas que si constan en los registros, esta variación fue adrede por parte de la

gerencia, debido a que la compañía planea una modificación estratégica de sus granjas, por tanto, la lista brindada de granjas para la estimación del tiempo de tránsito, corresponden a las granjas del escenario futuro y no del actual.

viaje	TIEMPOS TRANSITO								
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-0	6-0 -(15%)	TOTAL
7388	2:15:00	gni	gni	gni	gni	gni	2:15:00	1:54:45	4:30:00
7389	1:30:00	0:03:33	gni	gni	gni	gni	1:30:00	1:16:30	3:03:33
7390	1:15:00	gni	gni	gni	gni	gni	1:15:00	1:03:45	2:30:00
7391	0:15:00	0:03:33	gni	gni	gni	gni	0:15:00	0:12:45	0:33:33
7392	1:15:00	gni	gni	gni	gni	gni	1:15:00	1:03:45	2:30:00
7393	3:30:00	0:03:33	gni	gni	gni	gni	3:30:00	2:58:30	7:03:33
7394	3:15:00	0:25:00	0:03:33	0:05:00	0:03:33	gni	3:15:00	2:45:45	7:07:06
7396	3:20:00	0:15:00	gni	gni	gni	gni	3:15:00	2:45:45	6:50:00
7397	1:15:00	gni	gni	gni	gni	gni	1:15:00	1:03:45	2:30:00
7398	1:30:00	0:03:33	0:30:00	gni	gni	gni	1:00:00	0:51:00	3:03:33
7399	4:10:00	gni	gni	gni	gni	gni	4:10:00	3:32:30	8:20:00
7400	4:00:00	gni	gni	gni	gni	gni	4:00:00	3:24:00	8:00:00
7401	2:30:00	gni	gni	gni	gni	gni	2:30:00	2:07:30	5:00:00

Figura 102: Identificación de granjas no identificadas
Fuente: Elaboración propia

El muestreo no probabilístico presenta limitaciones que no permiten estadísticamente inferir sobre los resultados, pero resulta conveniente una valoración de los datos, pues el objetivo es obtener una medición, para que así se pueda confrontar el resultado con las denuncias de la gerencia acerca de la productividad de la flota.

Aun así, la complejidad de la información requiere que existan varios días donde todos los choferes y camiones coincidan con datos verificables, Entonces, se procederá a realizar una simulación de despachos, con la información obtenida de algunos despachos seleccionados en conveniencia, debido a que el nombre de la granja coincide plenamente con el registrado en la herramienta.

El análisis con un muestreo a conveniencia será de un ambiente exploratorio y no se podrá utilizar para inferir, se presume que los valores obtenidos no se podrán tomar en cuenta como referencia para el resto de la población, y por ello, los resultados generados serán de referencia para una

valoración del pasado, donde dicha estimación no requiere ser inferida para tomar criterios ni tampoco de sustento o base para ningún cálculo futuro.

5.4.1 Cálculos de productividad

Para los cálculos de productividad, se deben ingresar los datos a la herramienta y hacer una corrida de simulación. Convenientemente se seleccionan algunos registros, para los cuales el nombre ingresado coincide con el nombre brindado para la matriz de tránsito. Debido a que no necesariamente los registros seleccionados coincidieron en día, se requirió igualar la fecha para poder comparar un mismo día laboral, y se asume todos fueron realizados el día 01-enero de 2017, aunque la fecha fuese un domingo y feriado, el ejemplo se ilustra solamente para así poder comparar el trabajo de 4 diferentes equipos de trabajo en un mismo día.

INGRESO DE LOS DESPACHOS REQUERIDOS PARA SIGUIENTE DÍA									
LIMPIAR INFORMACIÓN				← ALEATORIOS →				→ CALCULOS →	
FECHA	QQ	VIAJE	CLIENTE	CAMION	CHOFER	EQUIPO			
01-ene	353,70	1	Grecia	C141561	KEREN	C141561KEREN			
01-ene	338,04	2	Salas-	C143776	JAIRO	C143776JAIRO			
01-ene	209,78	3	RICARDO GAMBO	C144093	BERNY	C144093BERNY			
01-ene	134,78	3	LOS ARAGANES	C144093	BERNY	C144093BERNY			
01-ene	361,30	4	LA TERESITA	C134342	EDUARDO	C134342EDUARDO			

PLANTILLA 3											
IMPORTAR DESPACHOS			GENERAR TIEMPOS			← REGISTROS →				→ ANALISIS →	
								ESCENARIO - 1		ESCENARIO - 2	
VIAJE	CAMION	CHOFER	T.E.F	T.E.F	T.C	T.T	T.E	Total Tiempo	Total Tiempo		
1	C141561	KEREN	1:15:00	1:40:00	0:23:35	6:09:46	1:13:03	9:01:24	9:26:24		
2	C143776	JAIRO	1:40:00	0:50:00	0:22:32	6:09:46	1:10:42	9:23:01	8:33:01		
3	C144093	BERNY	2:05:00	0:25:00	0:22:58	3:37:48	1:11:41	7:17:27	5:37:27		
4	C134342	EDUARDO	2:30:00	0:50:00	0:24:05	4:16:00	1:14:12	8:24:17	6:44:17		

PLANTILLA 4											
GENERAR ANALISIS					REGISTRAR PROBABILIDADES						
								ESCENARIO - 1		ESCENARIO - 2	
FECHA	CAMION	CHOFER	EQUIPO	T.E.F	T.E.F	T.C	T.T	T.E	T.S	Total Tiempo	Total Tiempo
01-ene	C141561	KEREN	C141561KEREN	1:15:00	1:40:00	0:23:35	6:09:46	1:13:03	3:10:00	12:11:24	12:36:24
01-ene	C143776	JAIRO	C143776JAIRO	1:40:00	0:50:00	0:22:32	6:09:46	1:10:42	2:45:00	12:08:01	11:18:01
01-ene	C144093	BERNY	C144093BERNY	2:05:00	0:25:00	0:22:58	3:37:48	1:11:41	2:55:00	10:12:27	8:32:27
01-ene	C134342	EDUARDO	C134342EDUARDO	2:30:00	0:50:00	0:24:05	4:16:00	1:14:12	3:15:00	11:39:17	9:59:17

Figura 103: Corrida de simulación para registros en herramienta del modelo
Fuente: Elaboración propia

Con la simulación en la herramienta, la cual entonces debió ejecutarse el día 31 de diciembre de 2016, se obtienen los posibles tiempos que se requieren para ejecutar las labores asignadas en fecha 01-enero a los choferes y camiones.

EQUIPO	ESCENARIO	TEF	TC	TT	TE	SUB TOTAL	TS	TOTAL	PROMEDI O
C141561KEREN	Escenario-1	1:15:0 0	0:23:3 5	6:09:4 6	1:13:0 3	9:01:2 4	3:10:0 0	12:11:2 4	12:23:54
	Escenario-2	1:40:0 0	0:23:3 5	6:09:4 6	1:13:0 3	9:26:2 4	3:10:0 0	12:36:2 4	
C143776JAIRO	Escenario-1	1:40:0 0	0:22:3 2	6:09:4 6	1:10:4 2	9:23:0 0	2:45:0 0	12:08:0 0	11:43:00
	Escenario-2	0:50:0 0	0:22:3 2	6:09:4 6	1:10:4 2	8:33:0 0	2:45:0 0	11:18:0 0	
C144093BERNY	Escenario-1	2:05:0 0	0:22:5 8	3:37:4 8	1:11:4 1	7:17:2 7	2:55:0 0	10:12:2 7	9:22:27
	Escenario-2	0:25:0 0	0:22:5 8	3:37:4 8	1:11:4 1	5:37:2 7	2:55:0 0	8:32:27	
C134342EDUARDO	Escenario-1	0:50:0 0	0:24:0 5	4:16:0 0	1:14:1 2	6:44:1 7	3:15:0 0	9:59:17	9:46:19
	Escenario-2	0:24:0 5	0:24:0 5	4:16:0 0	1:14:1 2	6:18:2 2	3:15:0 0	9:33:22	

Tabla 38: Datos generados del análisis en herramienta para modelo
Fuente: Elaboración propia

De la tabla se desprende una diferencia entre los tiempos de trabajo de los 4 equipos de trabajo, de hasta dos horas. Como se indicó, los cálculos no permiten inferir que esto sea el reflejo de la situación, sin embargo, aclaran la aptitud del modelo y la utilidad de la herramienta al pronosticar, basado en probabilidades, cuáles serán los tiempos que destinarán los choferes para cumplir con las tareas asignadas.

5.4.2 Análisis para muestras forzadas

Para valorar los resultados de la herramienta, es conveniente poder evaluar algunos datos, que con el tiempo se van a ir registrando en una hoja de base de datos, y de los cuales se podrían crear informes para la toma de decisiones, por ello se muestran posibles escenarios que se obtendrían conforme avance el tiempo y se acumulen los registros.

5.4.2.1 Escenario creado: Valoración del trabajo mensual de un equipo

Se definen en el apéndice 4, un total de 24 despachos ficticios ocurridos en el mes de enero del año 2017, a una tasa de un despacho diario, todos realizados por el mismo chofer y mismo camión.

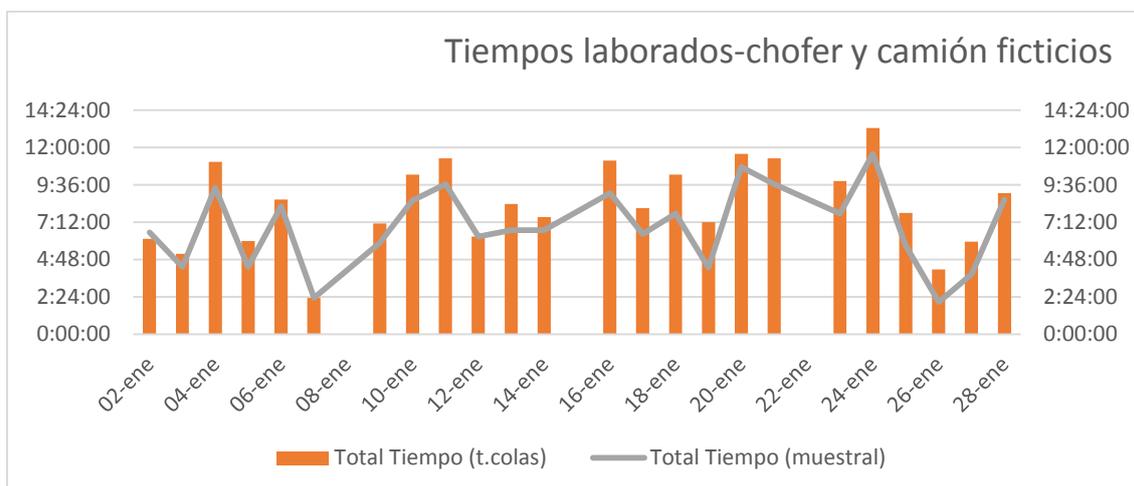


Gráfico 4: Comparativo de camión generado a partir de un escenario construido con 30 días de registros

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 4 se pueden obtener muchísimas conclusiones para tomar medidas, entre ellas:

- Se aprecia una tercera semana del mes más recargada que el resto de las semanas.
- Solo nueve muestras superan las 10 horas laborales, razón por la cual se podría asumir una pérdida de productividad con respecto al pago realizado.

5.4.2.2 Escenario creado: Valoración del trabajo anual de un equipo

Al replicar los datos del apéndice 4, y transponer algunos sobre otros, incrementando las fechas hasta completar 365 registros, lo que correspondería a los datos de un año completo, se puede crear un posible escenario del

comportamiento de la productividad de un chofer, evaluando el acumulado de cada mes.

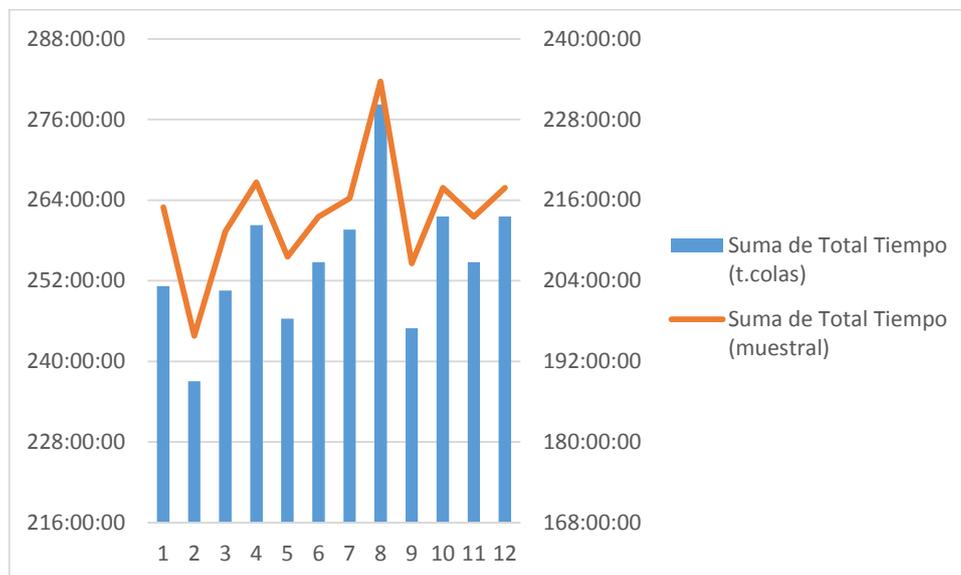


Gráfico 5: Comparativo de un camión generado a partir de un escenario construido con 12 meses de registros
Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos generados y guardados como un histórico, se puede analizar la productividad para cualquier periodo de interés, sea diario, semanal, mensual, trimestral, o anual.

5.4.2.3 Escenario creado: Valoración comparativa del trabajo anual de dos equipos

De los registros del apéndice 4, se replica ya no solo para completar los 12 meses, sino que se crea un nuevo registro para datos de equipo de trabajo, y se transponen algunos valores, a fin de crear una asimetría.

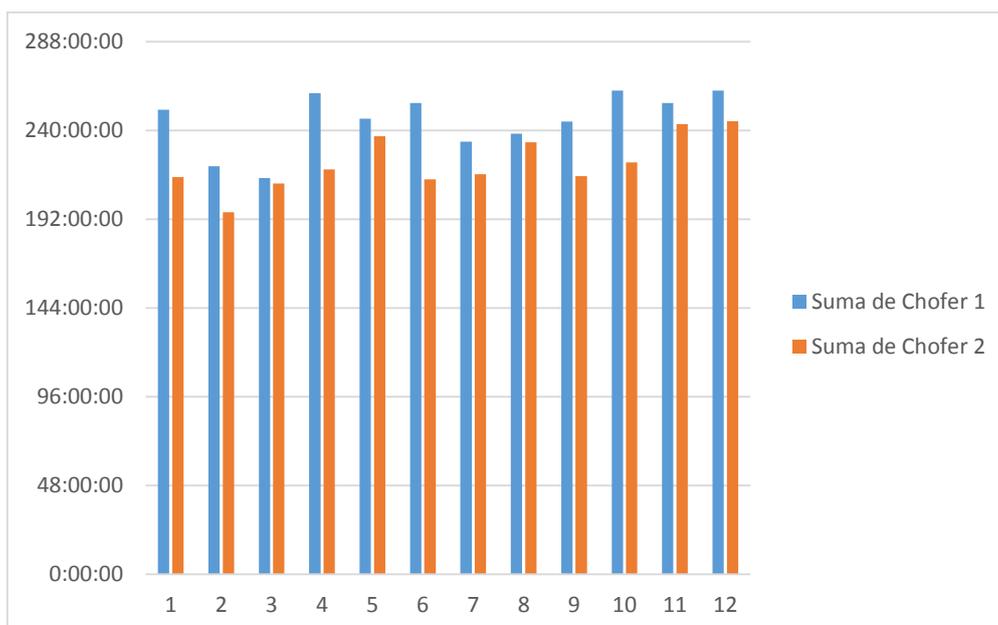


Gráfico 6: Comparativo de dos choferes generado a partir de un escenario construido con 12 meses de registros

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 6 se aprecia que todos los periodos evaluados, el dominio de horas laboradas de forma productiva recae sobre el chofer1 versus el chofer2.

5.4.2.4 Escenario Creado: Valoraciones comparativas

Cualesquiera dos valores registrados en la base de datos de registros de probabilidades, podrían ser sujetos de comparación. Anteriormente se contaba solo con el registro de quintales despachados por cada equipo de trabajo, sin embargo, la herramienta diseñada contempla la misma información de quintales despachado, pero agrega cuantiosa información respecto a los tiempos de trabajo de cada camión, chofer, y además también, la información está clasificada por el tipo de tiempo, según los diferentes componentes del modelo.

Así entonces, sería posible asociar la cantidad de tiempo manejado por los choferes, lo cual es una actividad más desgastante físicamente, comparativamente con el tiempo que se invierte en hacer la fila para cargar en

la romana, y entonces ya el análisis supera lo cuantitativo, e inserta conceptos cualitativos para también ser evaluados.

5.4.3 Estimación de posibles ahorros

Aunque es difícil determinar un ahorro con precisión, por falta de información sobre este aspecto, se plantea un posible escenario calculado.

Una vez que la compañía realice la implementación de la herramienta, y que se mejoren las prácticas de programación de despachos, a fin de optimizar el aprovechamiento, y mejorar la productividad, entonces se asume que la mejora creara un efecto positivo e incrementa la productividad de la flota desde un 65% actualmente según el dato de la gerencia, hasta un 80%, lo cual todavía es un escenario conservador.

El incremento le va a permitir a cada camión aumentar su productividad en 1 viaje semanal, de forma tal que cada semana van a poder cumplir un viaje adicional a los ya acostumbrados registros.

Con base a lo anterior se genera la siguiente estimación de ahorros:

ACCIÓN	DETALLE	CANTIDAD
Viajes adicionales por semana	Incremento 1 despachos semanal adicional por camión	1
Total de viajes adicionales por camión		52
Total de flota	Cantidad de camiones propios	6
Total de viajes adicionales al año, por flota	Incremento anual de despachos para la compañía	312
Promedio de quintales por viaje	Dato obtenido de registros de despacho	340
Total de quintales adicionales transportados por flota propia	Incremento de quintales trasladados en flota propia	106080
Costo de distribución por quintal	Dato aproximado obtenido por consultas a transportistas 3PL	\$0,90
Total de costo económico		\$95.472,00
Costos variables	Monto a deducir del costo 60%	\$57.283,20
Ahorro Anual		\$38.188,80

Tabla 39: Estimación de ahorros anuales con incremento de la productividad
Fuente: Elaboración propia

La productividad de la flota está asociada al uso de los vehículos propios para realizar los despachos, y conforme aumenten los viajes realizados en la flota propia, entonces se estará dejando de subcontratar los servicios de transporte para realizar dichos viajes que en primera instancia pudieron realizarse en la flota propia de la compañía, ya que con el modelo de transporte se podrá pactar la cantidad de trabajo a realizar día con día.

Debido a que los costos fijos no estarían aumentando con el aumento de la productividad, solamente se ejecutara el costo variable tales como combustible, llantas, mantenimiento y desgaste de las unidades, entre otros. La diferencia entre el monto de subcontratación y el costo fijo, será el ahorro proyectado para cada viaje.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

6.1.1 Sobre los objetivos del proyecto

- La compañía no tenía controles adecuados de productividad para la flota, y su labor más se basa, en resolver las necesidades del día a día ajustándose a criterios de productividad sobre la costumbre del trabajo que se ha realizado siempre, y los datos que se tienen para poder medir la productividad responden únicamente al criterio de cantidad de unidades despachadas sin que se pueda correlacionar dicha variable con un aprovechamiento de la flota.
- La encargada de Mtech realiza la planificación de despachos y de tomar todas las decisiones de aprovechamiento de la flota, ya que asigna camión/chofer/cliente para cada viaje; sin embargo, carece de criterios cuantitativos para tomarlos, y aunque con el pasar de los años ha tomado mayor experiencia, ella no podría asegurar con certeza si hay subutilización de la flota ni la precisión del tiempo de ocupación. Entre sus funciones esta asegurar el abastecimiento adecuado, pero no está evaluado el optimizar el uso de los recursos. Teniendo el poder para tomar decisiones, pero no la responsabilidad de ellas, se debe crear un enlace para que se defina su rol en ambas aristas.
- Los datos analizados reflejaron una diferencia de productividad entre diferentes choferes, aunque estos realizan las mismas funciones y conducen equipos de trabajo de idénticas características, aunque todos reciben una misma remuneración por su trabajo sin que medie castigo cuando no se

realicen despachos, ni tampoco que medie reconocimiento de premiación cuando el trabajo realizado supera las expectativas.

- Los tiempos de la jornada laboral del chofer ocurren en un ciclo que inicia cuando realiza la fila para ser cargado, mientras carga del producto, y mientras transita hasta el cliente, además cuando realiza la entrega al cliente, y el retorno hasta la planta de producción para cerrar el ciclo. Mientras se realiza el ciclo, pueden ocurrir ciertos eventos que interrumpen temporalmente el ciclo, y mientras los cuales normalmente ni el chofer ni el vehículo se pueden destinar a otras funciones y por ello deben esperar a que sea resuelta el evento presentado. Todo ello corresponde a la medición de productividad para el equipo de trabajo compuesto por el chofer y el vehículo que conduce.
- Debido a que no es posible uniformar la productividad de un proceso de distribución basado en criterios de kilómetros recorridos, ni de unidades despachadas a clientes, se definió como criterio de medición el tiempo en la ejecución de cualquiera de las actividades realizadas, así entonces, el tiempo será el parámetro de medición de productividad.
- Algunas métricas podrían tener una holgura que permita realizar varios ajustes de mejora, debido a que por los costos al efectuar la medición de algunos procesos y la cantidad de muestras necesarias no fue posible la recolección para poder definir un mejor criterio, y aun cuando algunos otros si se realizaron las mediciones necesarias, hay que tener muy presente que

los cálculos son probabilísticos y son por tanto una aproximación a la realidad.

- Los mejores criterios de medición de los datos se obtengan al acumular los registros en el tiempo, de forma tal que el espacio maestro sea ampliado a todos los valores posibles del cálculo aleatorio, y así la curva de productividad adquiera una distribución que en el mejor de los casos podría tender a normalizarse.
- La herramienta diseñada en el software MS Office Excel está diseñada para efectuar no solo los cálculos para hacer el análisis de la operación de despachos diarios, sino que también se puede hacer la recolección de información para que sea almacenada y posteriormente se puedan tomar decisiones de mayor alcance por parte de la gerencia.
- La recolección de los diferentes tiempos en forma cuantitativa, acopiados en cada uno de los diferentes procesos que conforman el ciclo del proceso de distribución, le permitirá a la encargada de planificación de despachos asignarlos de forma tal que dichos tiempos de desempeño sean maximizados y se ajusten tanto como sea posible a cumplir con el mantenimiento o mejoramiento de la productividad.

6.1.2 Generales de la investigación

- La conformación de actividades sin tiempos estandarizados en los procesos logísticos de distribución, apostadas a la excusa de estar expuestas a muchísimas variaciones externas, versus, otras actividades en ambientes más controlados, es una limitación para la puesta en práctica de mediciones objetivas al proceso; y el enfoque probabilístico es una primera gran herramienta de alto alcance, para que a partir de los análisis y ajustes de mejora de probabilidades, surja entonces la discusión y el interés de los ejecutores de las actividades, los mandos medios y la gerencia, para convergir a las mediciones más ajustadas.
- Aunque algunas valoraciones no se realicen por el muestreo estadístico, y no se brinden resultados como el margen de error y el intervalo de confianza para medir la precisión de los resultados, existen criterios formados por la experiencia y sentido propio de los investigadores, que permiten confiar en los criterios de los investigadores.
- Tal como ocurre en las ciencias computacionales, existen algoritmos exhaustivos de solución exacta, normalmente a un costo de recursos mayores, y existen también algoritmos heurísticos que sacrifican la exactitud en función del tiempo de respuesta. Así las probabilidades, aplicada como solución de medición en productividad, nos brindan un resultado del cual se pueden conseguir muchísimos resultados que aunque no son exactos, si se acercan a una solución real, homologando los algoritmos heurísticos.

- Conforme avance el número de veces que se utiliza la herramienta desarrollada en la investigación, y se comparen los resultados probables con los obtenidos determinísticamente en la realidad, así entonces, cada vez más y mejor, se podrán ajustar las aproximaciones y valores de los parámetros de probabilidad para obtener siempre el mejor cálculo. El reconocimiento de patrones por parte de los encargados de utilizar la herramienta, y de los encargados de medir el proceso ejecutado, brindaran cada vez resultados de mayor credibilidad.

- Las personas encargadas de tomar decisiones de planificación y uso de recursos no deben actuar sujetas a ambigüedad o desinformación, o falta de criterios de rendimiento, ya que podría existir una variabilidad desfavorable que al pasar del tiempo se adopte como costumbre o estándar de productividad, y que luego puede ser costoso de recuperar. Cuando los criterios son infundidos por información brindada desde los mismos evaluados hacia los responsables, ponderando altamente la experiencia y confianza, resulta un arma de doble filo. Toda medición de procesos debería ser auditado para comprobar la veracidad de la información obtenida de esta forma.

- Los mercados bursátiles y áreas financieras tienen muchos controles e indicadores, aun así, cada cierto tiempo algún banco u otra compañía cae en la bancarrota. Un indicador de logística no es menos infalible, así como el coste por envío mínimo se consigue enviando los vehículos vacíos, las

compañías podrían estar ensalzando sus operaciones sobre indicadores no adecuadamente diseñados.

- Los controles de productividad y mediciones de desempeño, se acostumbra realizar únicamente cuando se tienen supervisores sobre las actividades o indicadores donde se puede medir el resultado, sea de forma tangible o a través de registros comprobatorios, y se renuncia a dicha medición cuando dichas facilidades dejan de existir. Resulta conveniente cada cierto periodo, realizar algún tipo de control para evaluar la productividad de los procesos, en perspectiva de que dichas intervenciones resulten como evaluaciones beneficiosas, y no visto como un costo adicional al proceso.

6.1.3 Sobre el diagnóstico de la situación y desarrollo del modelo

- Al aplicar el modelo para el análisis de productividad, a los registros históricos de los despachos mensuales realizados por un chofer, se obtiene que el tiempo productivo diario fue de 07:20:00 horas diarias en promedio, por lo que dicho escenario representa un 61% de aprovechamiento del equipo de trabajo; ello constituye una pérdida de productividad para la flota propia, por el uso arbitrario de la subcontratación de camiones que degenera los costos del departamento.
- Teniendo en consideración el cálculo estimado de productividad actual sin realizar ningún ajuste, y que la remuneración de los choferes se realiza en un cálculo de 12 horas diarias, considerando el monto que perciben en salario los 6 choferes, la compañía invierte diariamente en 24 horas que no se

laboran a plenitud, y cuyo monto podría ser destinado a beneficiar como incentivo a los choferes que sobresalgan.

- Cuando se considera un aumento del 15% en la productividad de la flota propia, se perfila un escenario donde la medición de productividad no superaría el 85%, y aun se podrán generar ahorros anuales estimados en \$38188.88 por concepto de viajes realizados en flota propia y el ahorro que representa respecto al gasto cuando son realizarlos en forma subcontratada.
- Con la aplicación del modelo para cálculo de productividad se obtiene una valoración del trabajo realizado por los equipos de trabajo, y se pueden establecer parámetros para determinar de forma cuantitativa las jornadas acumuladas en un periodo delimitado, y así programar mantenimientos preventivos cuando se acumulen cierta cantidad de horas, o bien promover incentivos cuando sea conveniente brindarlo.
- El modelo de transporte permite el análisis fraccionado de las diferentes actividades, por lo que resulta posible determinar la cantidad de tiempo que representa cada una de las actividades realizadas por los choferes, pudiendo ponderar cada una diferentes criterios como el estrés o desgaste físico, y permitiendo así realizar un análisis que supera el criterio cuantitativo, e incorpora apreciaciones cualitativas para también ser consideradas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Para efectos de la presente investigación se consideraron únicamente del estudio de tiempos, quedando fuera del estudio para esta investigación, el

análisis de los métodos, pues el interés consiste en medir los tiempos y la productividad, y no realizar un análisis de eficiencia con que se ejecutan. Resulta conveniente que a futuro no solo se determinen los mejores parámetros de tiempos de procesos, sino que se realice un estudio de dichos procesos para mejorarlos y reducir el tiempo consumido, tanto como sea posible.

- De la misma forma en que es oportuno monitorear y dar seguimiento a los tiempos de los procesos productivos, resulta conveniente analizar el inverso, que correspondería a los tiempos improductivos o desperdicios que existan durante la jornada. Evaluar no solo cuanto se trabaja, sino cuanto se deja de trabajar, a fin de poder disminuir estos desperdicios al máximo posible, así podría ser factible con implementar algunas buenas prácticas de metodología Lean six sigma u otras que contribuyan a dicho objetivo.
- Debido a que existen variaciones en el rendimiento de productividad de los choferes, notado en los análisis, conviene definir con ellos los criterios mínimos de rendimiento esperado, y hasta crear un plan de incentivos para aquellos que brinden un rendimiento que supere expectativas.
- Para medir solamente una vez el tiempo de tránsito entre cada una de las granjas se requiere aproximadamente de 4863 horas de tránsito, lo que equivaldría a 203 días de trabajo continuo, o bien 607 días laborando 8 horas diarias. Así que resulta inviable embarcar el proyecto de determinar los tiempos exactos entre granjas. Para no tener que confiar exclusivamente del

dato brindado por los choferes; es conveniente realizar una medición de la exactitud de los tiempos brindados por los choferes. Una primera alternativa sería realizar un Pareto para determinar cuál es el 20% de las granjas que demandan el 80% de los envíos y proceder a medir dichos tránsitos. La otra alternativa es definir unos checkpoint en varios puntos estratégicos de las rutas nacionales o cantonales, y valorar dichos tiempos entre los checkpoint, y luego ramificar los tiempos desde esos puntos hasta diferentes granjas cercanas.

- El puesto que desempeña la encargada de Mtech resulta de suma importancia para la compañía, ya que además de ser un puesto novedoso y especializado, de su buen funcionamiento depende no solo el brindar un adecuado servicio de abastecimiento a los clientes, sino el uso adecuado de los camiones. Así entonces, conviene robustecer el puesto para que la persona que lo desempeña tenga a su cargo la responsabilidad de ejecutar a la mayor eficiencia el uso de la flota, mientras los costos y las condiciones estratégicas lo permitan. Incluso se podría modificar desde el nombre para enriquecerlo y que funja como un coordinador de despacho y que el software Mtech se vea como una herramienta del puesto, pues actualmente el puesto está enfocado en función del software y no de los vehículos.
- La herramienta desarrollada permite estimar la mayoría de tiempos de las prácticas y actividades operativas del departamento de transporte, fundando así una base de criterios hasta ahora fuera de evaluación. Así se puede iniciar la implementación de un modelo SCOR en el proceso de distribución que

luego se pueda extender a las otras áreas de logística. El permitirse lograr desarrollar el modelo de este tipo para la cadena de abastecimiento le traerá muchísimas oportunidades a la empresa, y sus colaboradores, asegurándose una madurez en el desarrollo de las actividades que a diario realizan.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Bibliografía

(2017, 04 17). Obtenido de Investigaciondeoperaciones:
<http://www.investigaciondeoperaciones.net>

Ahoy, C. (2010). *Administración de operaciones con enfoque en el cliente: cómo alinear los procesos de negocios y las herramientas de calidad para alcanzar la efectividad operativa*. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana.

Aliansa. (2017, Febrero 01). Obtenido de concentradosaliansa.com

Alvarado, V. V. (2014). *Probabilidad y estadística: Serie Universitaria Patria*. México, D.F., MX: Grupo Editorial Patria.

Amaya, A. J. (2010). *Toma de decisiones gerenciales: métodos cuantitativos para la administración*. Bogotá, CO: Ecoe Ediciones.

ATOX. (2017, 06 09). *ATOX SISTEMAS DE ALMACENAJE S.A.* Obtenido de Atoxgrupo: <http://www.atoxgrupo.com/website/noticias/scor>

Baca, G. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. México D.F, MX: Larousse - Grupo Editorial Patria.

Bain, D. (1985). *Productividad: la solución a los problemas de la empresa*. México D.F, MX: McGraw-Hill Interamericana.

Carmona, P. F. (2005). *Manual del transportista*. Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos.

- Castán, F. J., López, P. J., & Núñez, C. A. (2012). *La logística en la empresa: un área estratégica para alcanzar ventajas competitivas*. Madrid, ES: Larousse - Ediciones Pirámide.
- Castellanos, R. A. (2009). *Manual de gestión logística del transporte y distribución de mercancías*. Universidad del Norte.
- Castro, C. J. (2006). *Reparto de holguras y costes en una red Pert*. Madrid, ES: Universidad Complutense de Madrid.
- CMI. (2017, 2 Febrero). Obtenido de <https://www.cmi.co/es/quienes-somos/somos-cmi>
- Cuatrecasas, A. L. (2012). *Logística: gestión de la cadena de suministros*. Madrid, ES:: Ediciones Díaz de Santos, 2012.
- erpii. (2017, 05 09). Obtenido de <https://erpii.wikispaces.com/Log%C3%ADstica>
- Fontalvo, H. T., & Cardona, R. D. (2011). *La cadena de suministro: un enfoque práctico para el diseño e implementación del modelo SCOR*. Bogotá, CO: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000.
- Frias, N. D. (s.f.). *Universidad de Valencia*. Obtenido de Universidad de Valencia: <http://www.uv.es/~friashav/SupuestosParametrica.pdf>
- Gaido, J. E. (2008). *Plan de negocios para una distribuidora de papel*. Santiago: Universidad de Chile.
- García, J. (2017, 05 05). *Jesús García Jiménez*. Obtenido de <https://jesusgarciaj.com/>

GI, P. (2014, 13 04). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=KZEBU8gV3tY>

González, J. (2013). *Gestión y logística del mantenimiento de vehiculos*. Alicante, ES: ECU.

Guerrero, H. (2009). *Programación lineal aplicada*. Bogotá:CO: Ecoe Ediciones.

Gutierrez, H., & Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana.

Gutiérrez, M. I., & Bello, P. R. (2002). Un sistema basado en casos para la toma de decisiones en condiciones de intertidumbre. *Revista Investigación Operacional, Vol. 23*.

Herrera, R. A., Martínez, L. N., & Villalobos, O. G. (2010). *Medición de la productividad en México: aspectos metodológicos*. México D.F, MX: Instituto Politécnico Nacional.

Jiménez , J., & Castro, A. (2009). *Productividad*. Cordoba, AR: El Cid Editor.

Lefcovich, M. (2009). *Reducción de costos - análisis crítico*. Córdoba, AR: El Cid Editor.

Lefcovich, M. L. (2009). *Kaizen la mejora continua y la curva de aprendizaje*. Córdoba, AR: El Cid Editor.

López, B. S. (2017, 05 05). *ingenieriaindustrialonline*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com>

Maestro, G. (2017, 06 01). Maestro Gustavo. Perú.

- Membrado, M. J. (2013). *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora*. Ediciones Díaz de Santos.
- Mendoza, R. C. (2016). *Manual práctico para gestión logística: envase y embalaje, transporte y cadena de frío, preservación de productos del agro*. Barranquilla, COLOMBIA: Universidad del Norte.
- Monroy, S. S. (2008). *Estadística descriptiva*. México D.F, MX: Instituto Politécnico Nacional.
- Mora, G. L. (2010). *Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos*. Ecoe Ediciones.
- Mora, G. L. (2012). *Indicadores de la gestión logística*. Ecoe Ediciones.
- Mora, G. L. (2012). *Indicadores de la gestión logística*. Bogotá, CO: Ecoe Ediciones.
- Morales Vallejo, P. (2009). Estadística aplicada a las ciencias sociales. En P. Morales Vallejo, *Estadística aplicada a las ciencias sociales* (pág. 65). Madrid, ES: Universidad Pontificia Comillas.
- Moreno, E., & Ramírez, H. (2009). *Grafos: fundamentos y algoritmos*. Chile, CL: ebooks Patagonia - J.C. Sáez Editor.
- Nacion, P. L. (2016, Abril 08). *Nacion*. Recuperado el 05 20, 2017, de Nacion: http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Edad-promedio-vehiculos-circulan-calles_0_1553444651.html
- Ochoa, C. (2015, 05 29). *netquest*. Recuperado el 04 16, 2017, de <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-por-conveniencia>

- Ortega, , Y., Izquierdo, E., & Stuart, M. (2007). *El ingeniero industrial en la concepción de los sistemas informativos empresariales*. La Habana, CU: Félix Varela.
- Pande, P., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2002). *Las claves de seis sigma: la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial*. Madrid: McGraw-Hill España.
- Pardo, J. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. Madrid, ES: Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR.
- Paz, H. R. (2008). *Canales de distribución: gestión comercial y logística*. Buenos Aires, AR: Ugerman Editor.
- pdcahome. (2017, 04 12). Obtenido de <http://www.pdcahome.com/8006/que-es-la-gestion-de-la-cadena-de-suministros-las-actividades-logisticas/>
- Pilar, V. F. (2007). *Decisiones para la distribución física de los productos: un enfoque cuantitativo. Economía y Desarrollo*. La Habana, CU: Editorial Universitaria.
- Porras, H. M. (2012). *Diseño del mecanismo de control y distribución de vehiculos en el instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados*. Heredia: Universidad Hispanoamericana.
- Robussté, A. F. (2005). *Logística del transporte*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Robussté, A. F. (2005). *Logística del transporte*. Universitat Politècnica de Catalunya.

- Rodríguez, F. J., & Pierdant, R. A. (2014). *Estadística para administración*. México D.F, MX: Larousse - Grupo Editorial Patria.
- ROJAS, M. R. (2015, 06 05). <https://es.slideshare.net>. Recuperado el 05 12, 2017, de <https://es.slideshare.net>: <https://es.slideshare.net/yojanntrejuhuan/teoria-de-colas-49017496>
- Salazar, B. (2017, 05 25). *ingenieriaindustrialonline*. Obtenido de *ingenieriaindustrialonline*: www.ingenieriaindustrialonline.com
- Sangaku Maths App*. (s.f.). Recuperado el 05 01, 2017, de Sangaku Maths App: <http://www.sangakoo.com/es>
- Soler, D. (2009). *Diccionario de logística (2a. ed.)*. Barcelona, ES: Marge Books.
- Tovar, P. N., Bermeo, A. H., & Torres, D. J. (2011). *El potencial logístico en las agrocadenas del Tolima*. Bogotá, CO: Universidad de Ibagué.
- Universoformulas*. (2017, 06 06). Obtenido de <http://www.universoformulas.com/estadistica/>
- Vela, P. F. (2010, 10). *Universidad Autónoma Metropolitana*. Obtenido de <https://mregresion.files.wordpress.com/2011/10/normalidad.pdf>
- Velasco, J., & Campins, J. (2013). *Gestión de proyectos en la empresa: planificación, programación y control*. Madrid: ES: Difusora Larousse.
- Velasco, R. V. (2003). *Muestreo y tamaño de la muestra. Una guía práctica para personal de salud que realiza investigación*. Córdoba, AR: El Cid Editor.
- Walter, S. (2009). *Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa*. Córdoba: AR: El Cid Editor.

West, A. (1991). *Gestión de la distribución comercial: concepto de distribución total*. Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos.

XLSTAT, S. s. (2017, 06 20). *XLSTAT*. Recuperado el 06 25, 2017, de XLSTAT:
<https://help.xlstat.com/customer/es/portal/articles/2062038-muestreo-de-distribuciones-y-pruebas-de-normalidad-en-excel>

APENDICE

Apéndice 1: Cursograma analítico del proceso de bioseguridad en granjas

Cursograma Analítico	Diagrama	de	1	Resumen				
				Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Operacional	Medición de situación actual							
Objeto:				Operación	20	-	-	
Determinar el tiempo que tardan las actividades realizadas en las granjas que corresponden al proceso de descarga de producto				Transporte	6	-	-	
				Espera	1	-	-	
Actividad:				Inspección	2	-	-	
Desinfección				Almacenamiento	0	-	-	
Lugar:				Distancia (m)				
Granja Don Jose				Tiempo (minutos)			0:20:20	
Operario:				Costo por Retrabajo			-	
Jairo Rodriguez				Mano de Obra			-	
Compuesto por: César Viquez Ávila				Fecha:			12/05/2017	
Aprobado por: Giancarlo Ioli				Fecha:			12/05/2017	
				Material			-	
				Total				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones
Ingresar a la ducha	8,00	0:00:15						
Desvestirse		0:00:30						
Colocar la ropa en lugar apropiado		0:00:15						
• Tomar ducha		0:04:00						
Depositar paño en cesta		0:00:10						
Seleccionar ropa limpia y vestirse		0:01:30						
Salir de la ducha	2,00	0:00:20						
Dirigirse a cabina del camión	15,00	0:00:30						
Ingresar camión al arco de desinfección		0:00:45						
Entregar boletas al granjero		0:00:15						
Revisar información de la boleta		0:00:20						
Revisar marchanos		0:01:00						
Dirigir brazo de descarga a Silo		0:00:35						
Activar PTO de descarga		0:00:10						
Abrir compuerta de descarg		0:00:25						
Accionar la descarga		0:00:10						
• Descargar producto		0:00:00						
Detener sistema de descarga		0:00:15						
Esperar verificación de sistema vacío		0:00:20						
Dirigir brazo de descarga al camión		0:00:45						
Recolectar firma del granjero por entrega conforme		0:00:25						
Dirigirse a cabina del camión	8,00	0:00:10						
Trasladarse a la ducha	25,00	0:00:30						
Desvestirse		0:00:30						
Colocar la ropa en lugar apropiado		0:00:15						
Tomar ducha		0:04:00						
Depositar paño en cesta		0:00:10						
Seleccionar ropa propia y vestirse		0:01:30						
Salir de la ducha	2,00	0:00:20						

Apéndice 2: Toma de muestras para ocupación de romana

DETERMINACIÓN DE OCUPACIÓN DE LA ROMANA Y COLAS DE ESPERA QUE ENFRENTAN LOS CAMIONES			
PARA CADA VIAJE REALIZADO, INDICAR ENCERRANDO EN UN CIRCULO, EL NUMERO QUE EQUIVALE A LA CANTIDAD DE CAMIONES QUE SE ENCUENTRAN DELANTE EN LA FILA DE CARGA			
# VIAJE	Camiones Delante	# VIAJE	Camiones Delante
Viaje 1	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 21	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 2	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 22	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 3	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 23	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 4	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 24	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 5	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 25	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 6	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 26	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 7	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 27	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 8	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 28	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 29	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 10	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 30	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 11	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 31	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 12	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 32	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 13	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 33	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 14	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 34	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 15	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 35	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 16	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 36	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 17	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 37	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 18	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 38	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 19	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 39	0 1 2 3 4 5 6 7 8
Viaje 20	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Viaje 40	0 1 2 3 4 5 6 7 8

Apéndice 3: Tabla de eventos

EVENTOS		NUM FALLOS SERVICIO/EQUIPO			
Variables aleatorias	Tiempo Generado	Mensual	Semanal	Diario	Camión
PARAMETROS	-	24	6	1	6
Llanta pinchada 10min	0:10:00	12		0,5	0,08333
Llanta pinchada 20min	0:20:00	2		0,0833	0,01389
Llanta pinchada 30min	0:30:00	2		0,0833	0,01389
Llanta pinchada 40min	0:40:00	1		0,0417	0,00694
Llanta pinchada 50min	0:50:00	3		0,125	0,02083
Llanta pinchada 60min	1:00:00	4		0,1667	0,02778
Granjero retrase la entrega 10min	0:10:00		3	0,5	0,08333
Granjero retrase la entrega 20min	0:20:00		2	0,3333	0,05556
Granjero retrase la entrega 30min	0:30:00		1	0,1667	0,02778
Granjero retrase la entrega 40min	0:40:00	2		0,0833	0,01389
Granjero retrase la entrega 50min	0:50:00	1		0,0417	0,00694
Granjero retrase la entrega 60min	1:00:00	1		0,0417	0,00694
Producto no está listo y genera retraso de 30min	0:30:00		2	0,3333	0,05556
Producto no está listo y genera retraso de 60min	1:00:00		1	0,1667	0,02778
Producto no está listo y genera retraso de 90min	1:30:00	1		0,0417	0,00694
Producto no está listo y genera retraso de 120min	2:00:00	2		0,0833	0,01389
Accidente retrasa la ruta en 10min	0:10:00		1	0,1667	0,02778
Accidente retrasa la ruta en 20min	0:20:00	1		0,0417	0,00694
Accidente retrasa la ruta en 30min	0:30:00	1		0,0417	0,00694
Accidente retrasa la ruta en 40min	0:40:00	1		0,0417	0,00694
Accidente retrasa la ruta en 50min	0:50:00	1		0,0417	0,00694
Accidente retrasa la ruta en 60min	1:00:00	1		0,0417	0,00694
Clima retrase la entrega 10min	0:10:00		4	0,6667	0,11111
Clima retrase la entrega 20min	0:20:00		1	0,1667	0,02778
Clima retrase la entrega 30min	0:30:00		1	0,1667	0,02778
Clima retrase la entrega 40min	0:40:00	1		0,0417	0,00694
Clima retrase la entrega 50min	0:50:00	1		0,0417	0,00694
Clima retrase la entrega 60min	1:00:00	1		0,0417	0,00694
Fallo mecánico genera retraso de 30min	0:30:00		2	0,3333	0,05556
Fallo mecánico genera retraso de 60min	1:00:00		1	0,1667	0,02778
Fallo mecánico genera retraso de 90min	1:30:00	2		0,0833	0,01389
Fallo mecánico genera retraso de 120min	2:00:00	1		0,0417	0,00694
Fallo mecánico genera retraso de 180min	3:00:00	1		0,0417	0,00694
Fallo mecánico genera retraso de 210min	3:30:00	0,3		0,0125	0,00208
Fallo mecánico genera retraso de 240min	4:00:00	0,4		0,0167	0,00278
Fallo mecánico genera retraso de 300min	5:00:00	0,5		0,0208	0,00347
Almuerzo	1:00:00	144		6	1
Desayuno	0:15:00	144		6	1
Café de la tarde	0:10:00	120		5	0,83333

Revisión diaria del estado del camión	0:10:00	144		6	1
Carga de combustible	0:30:00		10	1,6667	0,27778

Apéndice 4: Datos creados de 28 despachos

FECHA	QQ	VIAJE	CLIENTE	CAMION	CHOFER	EQUIPO
02-ene	350	1	alejandra chacon	C134342	LIMBERG	C134342LIMBERG
03-ene	350	2	alejandra solis	C134343	LIMBERG	C134343LIMBERG
04-ene	350	3	ALONSO HIDALGO	C134344	LIMBERG	C134344LIMBERG
05-ene	350	4	ALTO PALMA	C134345	LIMBERG	C134345LIMBERG
06-ene	350	5	AMADO CASTILLO	C134346	LIMBERG	C134346LIMBERG
07-ene	350	6	anda lucia	C134347	LIMBERG	C134347LIMBERG
09-ene	350	7	Avicola Calur	C134348	LIMBERG	C134348LIMBERG
10-ene	350	8	Avimagfa	C134349	LIMBERG	C134349LIMBERG
11-ene	350	9	BRUMAS	C134350	LIMBERG	C134350LIMBERG
12-ene	350	10	CAFFAGUI	C134351	LIMBERG	C134351LIMBERG
13-ene	350	11	CALUR	C134352	LIMBERG	C134352LIMBERG
14-ene	350	12	Camusa	C134353	LIMBERG	C134353LIMBERG
16-ene	350	13	DON JOSE	C134354	LIMBERG	C134354LIMBERG
17-ene	350	14	El Alto gr	C134355	LIMBERG	C134355LIMBERG
18-ene	350	15	EL BOSQUE	C134356	LIMBERG	C134356LIMBERG
19-ene	350	16	EL EDEN	C134357	LIMBERG	C134357LIMBERG
20-ene	350	17	EL CRISTO	C134358	LIMBERG	C134358LIMBERG
21-ene	350	18	Gomez	C134359	LIMBERG	C134359LIMBERG
23-ene	350	19	Grecia	C134360	LIMBERG	C134360LIMBERG
24-ene	350	20	HIGUITO	C134361	LIMBERG	C134361LIMBERG
25-ene	350	21	JOSE CALVO	C134362	LIMBERG	C134362LIMBERG
26-ene	350	22	La Argentina	C134363	LIMBERG	C134363LIMBERG
27-ene	350	23	LA CORTEZA	C134364	LIMBERG	C134364LIMBERG
28-ene	350	24	LA PRADERA	C134365	LIMBERG	C134365LIMBERG

Apéndice 5: Matriz de tiempos de tránsito entre granjas.

TIEMPOS DE TRASLADO ENTRE GRANJAS							
HOJA#1							
	Planta ADN	alejandra chacon	alejandra solis	ALONSO HIDALGO	ALTO PALMA	AMADO CASTILLO	anda lucia
Planta ADN	0:03:33	0:01:01	1:00:00	3:20:00	1:00:00	3:30:00	0:20:00
alejandra chacon	0:01:01	0:03:33	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01
alejandra solis	1:00:00	0:01:01	0:03:33	4:00:00	1:30:00	4:00:00	1:10:00
ALONSO HIDALGO	3:20:00	0:01:01	4:00:00	0:03:33	2:30:00	1:30:00	3:00:00
ALTO PALMA	1:00:00	0:01:01	1:30:00	2:30:00	0:03:33	4:00:00	1:00:00
AMADO CASTILLO	3:30:00	0:01:01	4:00:00	1:30:00	4:00:00	0:03:33	3:00:00
anda lucia	0:20:00	0:01:01	1:10:00	3:00:00	1:00:00	3:00:00	0:03:33
Avicola Calur	2:15:00	0:01:01	3:00:00	2:30:00	1:30:00	4:00:00	2:00:00
Avimagfa	3:15:00	0:01:01	4:00:00	0:30:00	2:30:00	1:30:00	3:00:00
BRUMAS	3:15:00	0:01:01	4:00:00	0:30:00	2:00:00	4:40:00	3:00:00
CAFFAGUI	2:15:00	0:01:01	2:40:00	1:30:00	1:30:00	2:00:00	2:00:00
CALUR	2:15:00	0:01:01	3:00:00	2:30:00	1:30:00	4:00:00	2:00:00
Camusa	2:15:00	0:01:01	2:30:00	1:30:00	3:00:00	1:00:00	2:30:00
DON JOSE	3:30:00	0:01:01	4:00:00	1:00:00	4:15:00	0:20:00	3:00:00
El Alto gr	2:20:00	0:01:01	2:30:00	1:30:00	3:00:00	1:00:00	2:30:00
EL BOSQUE	3:15:00	0:01:01	4:00:00	0:30:00	2:30:00	1:30:00	3:00:00
EL EDEN	1:25:00	0:01:01	2:00:00	2:20:00	0:10:00	4:00:00	1:00:00
EL CRISTO	4:10:00	0:01:01	5:00:00	1:00:00	3:00:00	2:00:00	4:00:00
Gomez	3:15:00	0:01:01	4:00:00	1:30:00	4:00:00	1:30:00	3:00:00
Grecia	3:15:00	0:01:01	4:00:00	1:30:00	4:00:00	1:30:00	3:00:00
HIGUITO	4:30:00	0:01:01	6:00:00	2:00:00	4:00:00	2:30:00	4:00:00
JOSE CALVO	2:10:00	0:01:01	2:40:00	1:30:00	1:30:00	2:00:00	2:00:00
La Argentina	0:15:00	0:01:01	1:00:00	3:00:00	1:00:00	3:00:00	0:10:00
LA CORTEZA	0:50:00	0:01:01	1:30:00	2:40:00	0:30:00	3:30:00	0:25:00
LA PRADERA	3:30:00	0:01:01	4:30:00	1:00:00	3:20:00	1:40:00	3:00:00
LA TERESITA	2:15:00	0:01:01	3:00:00	2:30:00	1:30:00	4:00:00	2:00:00
LAS NIÑAS	4:00:00	0:01:01	5:30:00	1:40:00	3:30:00	2:00:00	3:30:00
LOS ARAGANES	1:30:00	0:01:01	2:30:00	2:30:00	0:30:00	4:00:00	1:20:00
MARIELOS MESEN	0:30:00	0:01:01	1:00:00	3:00:00	1:20:00	3:00:00	0:20:00
MARTA BARRANTES	3:20:00	0:01:01	4:00:00	0:30:00	2:20:00	1:30:00	3:00:00
Murillo	2:45:00	0:01:01	3:00:00	1:20:00	3:30:00	1:30:00	3:00:00
Nassar	3:40:00	0:01:01	4:30:00	1:40:00	4:00:00	2:20:00	3:20:00
PALMITOS	3:00:00	0:01:01	3:30:00	0:20:00	2:30:00	1:20:00	2:40:00
phillps	2:30:00	0:01:01	3:30:00	1:30:00	3:30:00	1:30:00	2:30:00
PIEDRAS GRANDES	0:30:00	0:01:01	1:00:00	3:00:00	1:00:00	3:00:00	0:20:00
NEGOCIOS POTRERILLOS	5:00:00	0:01:01	7:00:00	2:20:00	5:00:00	3:00:00	6:00:00
RICARDO GAMBOA	1:15:00	0:01:01	2:00:00	2:30:00	0:10:00	4:00:00	1:00:00
Rio Jesus	3:15:00	0:01:01	4:00:00	0:30:00	2:20:00	1:30:00	3:00:00
Salas-	3:15:00	0:01:01	4:00:00	0:30:00	2:00:00	1:40:00	3:00:00
YOLANDAS	0:35:00	0:01:01	1:00:00	3:00:00	0:40:00	3:20:00	0:15:00
AVICOLA ROJAS Y ROJAS	3:15:00	0:01:01	4:00:00	0:30:00	2:40:00	1:40:00	3:00:00
EL ALTO	3:15:00	0:01:01	4:00:00	0:30:00	2:40:00	1:40:00	3:00:00
Avicola CCB	3:00:00	0:01:01	3:30:00	0:40:00	2:20:00	2:00:00	2:45:00
LOS CIPRESES	3:00:00	0:01:01	3:30:00	0:40:00	2:20:00	2:00:00	2:45:00
EL MANANTIAL	2:10:00	0:01:01	3:00:00	2:30:00	1:40:00	2:30:00	1:45:00
Rayn	0:30:00	0:01:01	1:30:00	3:40:00	1:30:00	3:30:00	0:30:00
LOS HERMANOS	3:20:00	0:01:01	4:00:00	1:20:00	4:00:00	0:30:00	3:00:00
NOEMY	0:30:00	0:01:01	1:20:00	3:00:00	0:40:00	3:00:00	0:10:00
La Mercedes	3:00:00	0:01:01	3:40:00	0:15:00	2:20:00	1:30:00	2:50:00
VACIA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00

TIEMPOS DE TRASLADO ENTRE GRANJAS

HOJA#2

	Avicola Calur	Avimagfa	BRUMAS	CAFFAGUI	CALUR	Camusa	DON JOSE
Planta ADN	2:15:00	3:15:00	3:15:00	2:15:00	2:15:00	2:15:00	3:30:00
alejandra chacon	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01
alejandra solis	3:00:00	4:00:00	4:00:00	2:40:00	3:00:00	2:30:00	4:00:00
ALONSO HIDALGO	2:30:00	0:30:00	0:30:00	1:30:00	2:30:00	1:30:00	1:00:00
ALTO PALMA	1:30:00	2:30:00	2:00:00	1:30:00	1:30:00	3:00:00	4:00:00
AMADO CASTILLO	4:00:00	1:30:00	1:40:00	2:00:00	4:00:00	1:00:00	0:20:00
anda lucia	2:00:00	3:00:00	3:00:00	2:00:00	2:00:00	2:30:00	3:00:00
Avicola Calur	0:03:33	2:30:00	2:20:00	0:40:00	0:03:33	3:00:00	4:00:00
Avimagfa	2:30:00	0:03:33	0:25:00	1:20:00	2:30:00	1:40:00	1:30:00
BRUMAS	2:30:00	0:25:00	0:03:33	1:20:00	2:30:00	1:30:00	1:45:00
CAFFAGUI	0:40:00	1:20:00	1:20:00	0:03:33	0:40:00	2:30:00	2:40:00
CALUR	0:05:00	2:30:00	2:30:00	0:40:00	0:03:33	3:00:00	4:00:00
Camusa	3:00:00	1:40:00	1:30:00	2:30:00	3:00:00	0:03:33	1:00:00
DON JOSE	4:00:00	1:30:00	1:45:00	2:40:00	4:00:00	1:00:00	0:03:33
El Alto gr	3:00:00	1:40:00	1:30:00	2:30:00	3:00:00	0:05:00	1:00:00
EL BOSQUE	2:30:00	0:10:00	0:25:00	1:20:00	2:30:00	1:40:00	1:30:00
EL EDEN	2:00:00	2:00:00	2:10:00	1:10:00	2:00:00	3:30:00	4:00:00
EL CRISTO	3:00:00	0:40:00	1:25:00	2:30:00	3:00:00	3:00:00	2:30:00
Gomez	3:30:00	1:10:00	1:20:00	2:15:00	3:30:00	1:00:00	1:00:00
Grecia	3:30:00	1:10:00	1:20:00	2:40:00	3:30:00	1:00:00	1:00:00
HIGUITO	3:30:00	1:40:00	1:30:00	0:10:00	3:30:00	3:30:00	1:30:00
JOSE CALVO	0:40:00	1:20:00	1:30:00	0:05:00	0:40:00	2:30:00	2:40:00
La Argentina	2:00:00	3:00:00	3:00:00	2:00:00	2:00:00	2:00:00	3:20:00
LA CORTEZA	1:30:00	2:30:00	2:30:00	1:40:00	1:30:00	2:30:00	3:40:00
LA PRADERA	2:00:00	0:25:00	0:45:00	2:15:00	2:00:00	2:40:00	1:50:00
LA TERESITA	5:00:00	2:30:00	2:30:00	0:40:00	5:00:00	3:00:00	4:00:00
LAS NIÑAS	3:20:00	1:20:00	1:15:00	2:10:00	3:20:00	3:00:00	1:40:00
LOS ARAGANES	1:30:00	2:20:00	2:30:00	1:20:00	1:30:00	3:20:00	4:20:00
MARIELOS MESEN	1:40:00	3:00:00	3:00:00	2:00:00	1:40:00	1:45:00	3:00:00
MARTA BARRANTES	2:30:00	0:15:00	0:15:00	1:20:00	2:30:00	2:00:00	1:10:00
Murillo	3:00:00	1:30:00	1:20:00	2:25:00	3:00:00	0:10:00	1:00:00
Nassar	3:20:00	0:30:00	1:00:00	2:20:00	3:20:00	3:00:00	2:00:00
PALMITOS	2:20:00	0:25:00	1:00:00	1:40:00	2:20:00	1:40:00	1:10:00
phillps	3:00:00	2:00:00	1:40:00	2:40:00	3:00:00	0:15:00	1:00:00
PIEDRAS GRANDES	2:00:00	3:00:00	3:00:00	2:00:00	2:00:00	1:45:00	3:00:00
NEGOCIOS POTRERILLOS	5:00:00	2:30:00	2:30:00	3:30:00	5:00:00	4:00:00	3:00:00
RICARDO GAMBOA	1:30:00	2:30:00	2:20:00	1:10:00	1:30:00	3:00:00	3:00:00
Rio Jesus	2:30:00	0:15:00	0:10:00	1:20:00	2:30:00	1:45:00	3:00:00
Salas-	2:30:00	0:25:00	0:10:00	1:20:00	2:30:00	1:30:00	1:00:00
YOLANDAS	1:45:00	2:40:00	2:30:00	1:40:00	1:45:00	2:25:00	3:00:00
AVICOLA ROJAS Y ROJAS	2:30:00	0:25:00	0:10:00	1:20:00	2:30:00	1:45:00	1:00:00
EL ALTO	2:30:00	0:25:00	0:15:00	1:20:00	2:30:00	1:45:00	1:00:00
Avicola CCB	2:00:00	0:25:00	0:25:00	1:30:00	2:00:00	2:00:00	1:20:00
LOS CIPRESES	2:00:00	0:25:00	0:25:00	1:30:00	2:00:00	2:00:00	1:20:00
EL MANANTIAL	0:45:00	1:30:00	1:40:00	0:25:00	0:45:00	2:30:00	3:00:00
Rayn	2:30:00	3:00:00	3:30:00	2:30:00	2:30:00	2:30:00	3:30:00
LOS HERMANOS	3:30:00	1:15:00	1:30:00	2:20:00	3:30:00	0:45:00	0:20:00
NOEMY	1:45:00	3:00:00	3:00:00	1:45:00	1:45:00	2:00:00	3:00:00
La Mercedes	2:20:00	0:30:00	0:30:00	1:45:00	2:20:00	1:45:00	1:20:00
VACIA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00

TIEMPOS DE TRASLADO ENTRE GRANJAS

HOJA#3

	El Alto gr	EL BOSQUE	EL EDEN	EL CRISTO	Gomez	Grecia	HIGUITO
Planta ADN	2:20:00	3:15:00	1:25:00	4:10:00	3:15:00	3:15:00	4:30:00
alejandra chacon	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01
alejandra solis	3:00:00	4:10:00	2:00:00	5:30:00	3:30:00	3:30:00	5:30:00
ALONSO HIDALGO	1:30:00	0:45:00	2:40:00	1:30:00	1:00:00	1:00:00	2:10:00
ALTO PALMA	3:30:00	3:00:00	0:10:00	4:20:00	3:40:00	3:40:00	3:30:00
AMADO CASTILLO	1:10:00	1:20:00	4:20:00	2:30:00	4:05:00	4:05:00	1:00:00
anda lucia	2:30:00	3:00:00	1:00:00	5:20:00	2:55:00	2:55:00	5:00:00
Avicola Calur	3:40:00	2:00:00	1:00:00	3:30:00	3:30:00	3:30:00	3:00:00
Avimagfa	2:20:00	0:05:00	2:00:00	0:50:00	1:10:00	1:10:00	1:10:00
BRUMAS	2:30:00	0:25:00	2:00:00	1:10:00	1:00:00	1:00:00	1:20:00
CAFFAGUI	2:40:00	1:20:00	1:10:00	2:30:00	2:15:00	2:15:00	2:40:00
CALUR	3:40:00	2:00:00	1:00:00	3:30:00	3:30:00	3:30:00	3:00:00
Camusa	0:05:00	1:40:00	3:30:00	3:00:00	1:00:00	1:00:00	3:30:00
DON JOSE	1:00:00	1:30:00	4:00:00	2:30:00	1:00:00	1:00:00	1:30:00
El Alto gr	0:03:33	2:30:00	3:10:00	3:00:00	0:30:00	0:30:00	3:20:00
EL BOSQUE	2:20:00	0:03:33	2:15:00	1:00:00	1:25:00	1:25:00	1:40:00
EL EDEN	3:10:00	2:15:00	0:03:33	3:30:00	4:00:00	4:00:00	3:30:00
EL CRISTO	3:00:00	1:00:00	3:00:00	0:03:33	2:30:00	2:30:00	2:30:00
Gomez	0:30:00	1:25:00	4:00:00	2:30:00	0:03:33	0:05:00	2:30:00
Grecia	0:30:00	1:25:00	4:00:00	2:30:00	0:05:00	0:03:33	2:30:00
HIGUITO	3:20:00	1:40:00	3:30:00	2:30:00	2:30:00	2:30:00	0:03:33
JOSE CALVO	2:40:00	1:20:00	1:00:00	2:30:00	2:15:00	2:15:00	2:40:00
La Argentina	3:00:00	3:10:00	1:00:00	4:30:00	3:00:00	3:00:00	4:30:00
LA CORTEZA	3:10:00	2:30:00	0:30:00	4:00:00	3:30:00	3:30:00	4:00:00
LA PRADERA	2:30:00	0:35:00	2:10:00	0:40:00	2:00:00	2:00:00	2:30:00
LA TERESITA	3:40:00	2:00:00	0:40:00	3:30:00	3:30:00	3:30:00	3:00:00
LAS NIÑAS	2:55:00	1:10:00	4:00:00	2:00:00	2:00:00	2:00:00	0:25:00
LOS ARAGANES	3:30:00	2:10:00	0:25:00	3:30:00	4:00:00	4:00:00	3:30:00
MARIELOS MESEN	2:20:00	3:10:00	1:00:00	5:00:00	2:50:00	2:50:00	4:40:00
MARTA BARRANTES	1:40:00	0:15:00	2:10:00	1:20:00	1:20:00	1:20:00	1:00:00
Murillo	0:10:00	1:35:00	3:20:00	2:40:00	0:30:00	0:30:00	3:30:00
Nassar	2:30:00	0:25:00	4:00:00	0:25:00	2:20:00	2:20:00	1:40:00
PALMITOS	1:30:00	0:40:00	1:45:00	1:30:00	1:00:00	1:00:00	2:00:00
phillps	0:10:00	1:40:00	3:20:00	2:50:00	0:30:00	0:30:00	3:40:00
PIEDRAS GRANDES	2:20:00	3:10:00	1:00:00	5:00:00	2:50:00	2:50:00	4:50:00
NEGOCIOS POTRERILLOS	3:30:00	2:30:00	4:00:00	2:30:00	3:00:00	3:00:00	1:00:00
RICARDO GAMBOA	3:30:00	2:20:00	0:10:00	3:20:00	4:00:00	4:00:00	3:20:00
Río Jesus	1:40:00	0:15:00	2:10:00	1:20:00	1:10:00	1:10:00	1:30:00
Salas-	1:30:00	0:25:00	2:00:00	1:10:00	1:00:00	1:00:00	1:40:00
YOLANDAS	3:00:00	3:00:00	0:40:00	4:30:00	3:20:00	3:20:00	4:30:00
AVICOLA ROJAS Y ROJAS	1:40:00	0:15:00	2:00:00	1:20:00	1:00:00	1:00:00	1:20:00
EL ALTO	1:50:00	0:20:00	2:10:00	1:25:00	1:15:00	1:15:00	1:20:00
Avicola CCB	1:30:00	0:15:00	1:45:00	1:40:00	1:20:00	1:20:00	1:45:00
LOS CIPRESES	1:35:00	0:15:00	1:45:00	1:40:00	1:20:00	1:20:00	1:45:00
EL MANANTIAL	2:40:00	1:20:00	1:00:00	2:45:00	2:20:00	2:20:00	3:10:00
Rayn	3:20:00	3:30:00	2:00:00	5:30:00	3:30:00	3:30:00	5:30:00
LOS HERMANOS	1:00:00	1:10:00	4:00:00	2:10:00	1:00:00	1:00:00	1:00:00
NOEMY	2:25:00	3:00:00	0:50:00	5:00:00	2:55:00	2:55:00	5:00:00
La Mercedes	1:30:00	0:45:00	2:00:00	1:40:00	1:00:00	1:00:00	2:30:00
VACIA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00

TIEMPOS DE TRASLADO ENTRE GRANJAS

HOJA#4

	JOSE CALVO	La Argentina	LA CORTEZA	LA PRADERA	LA TERESITA	LAS NIÑAS	LOS ARAGANES
Planta ADN	2:10:00	0:15:00	0:50:00	3:30:00	2:15:00	4:00:00	1:30:00
alejandra chacon	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01
alejandra solis	3:00:00	1:00:00	1:30:00	4:00:00	3:00:00	5:00:00	2:00:00
ALONSO HIDALGO	1:30:00	2:40:00	2:00:00	1:30:00	2:45:00	2:00:00	2:00:00
ALTO PALMA	1:00:00	1:00:00	0:25:00	3:00:00	1:00:00	4:00:00	0:30:00
AMADO CASTILLO	2:00:00	3:00:00	3:20:00	2:30:00	3:30:00	2:30:00	0:30:00
anda lucia	2:00:00	0:10:00	0:25:00	3:40:00	2:00:00	4:50:00	0:45:00
Avicola Calur	1:00:00	2:00:00	1:30:00	3:00:00	0:05:00	5:00:00	1:00:00
Avimagfa	1:10:00	3:00:00	2:20:00	0:25:00	2:30:00	1:40:00	2:10:00
BRUMAS	1:10:00	3:00:00	2:00:00	1:10:00	2:50:00	1:40:00	2:15:00
CAFFAGUI	0:05:00	2:00:00	1:40:00	2:00:00	1:00:00	2:00:00	1:00:00
CALUR	1:00:00	2:00:00	1:30:00	3:00:00	0:05:00	5:00:00	1:00:00
Camusa	2:40:00	2:30:00	2:40:00	3:00:00	3:20:00	3:00:00	3:00:00
DON JOSE	2:00:00	3:00:00	3:50:00	3:00:00	3:30:00	2:50:00	3:00:00
El Alto gr	2:40:00	2:30:00	2:40:00	3:00:00	3:20:00	3:00:00	3:00:00
EL BOSQUE	1:10:00	3:00:00	2:20:00	0:25:00	2:20:00	1:40:00	2:10:00
EL EDEN	1:00:00	1:20:00	0:35:00	2:40:00	1:40:00	4:00:00	0:40:00
EL CRISTO	2:30:00	3:30:00	3:20:00	0:30:00	3:00:00	3:00:00	3:00:00
Gomez	2:00:00	3:00:00	3:30:00	2:40:00	3:00:00	2:10:00	2:45:00
Grecia	2:00:00	3:00:00	3:50:00	2:40:00	3:00:00	2:30:00	2:45:00
HIGUITO	2:40:00	4:00:00	3:30:00	2:40:00	3:40:00	0:25:00	3:30:00
JOSE CALVO	0:03:33	2:00:00	1:40:00	2:00:00	1:00:00	2:00:00	1:00:00
La Argentina	2:00:00	0:03:33	0:45:00	3:30:00	2:00:00	4:00:00	1:30:00
LA CORTEZA	1:40:00	0:45:00	0:03:33	2:40:00	1:30:00	3:15:00	1:00:00
LA PRADERA	2:00:00	3:50:00	2:40:00	0:03:33	3:00:00	2:20:00	2:40:00
LA TERESITA	1:00:00	2:00:00	1:30:00	3:00:00	0:03:33	3:15:00	1:00:00
LAS NIÑAS	2:00:00	4:00:00	3:15:00	2:20:00	3:15:00	0:03:33	4:00:00
LOS ARAGANES	1:00:00	1:30:00	1:00:00	2:40:00	1:00:00	4:00:00	0:03:33
MARIELOS MESEN	2:00:00	0:15:00	0:30:00	3:00:00	2:00:00	5:00:00	1:00:00
MARTA BARRANTES	1:20:00	3:10:00	2:20:00	1:20:00	2:00:00	1:10:00	2:10:00
Murillo	2:30:00	2:50:00	3:00:00	2:40:00	3:00:00	2:45:00	2:40:00
Nassar	2:00:00	3:40:00	3:00:00	0:25:00	3:20:00	2:40:00	3:00:00
PALMITOS	1:30:00	2:20:00	2:00:00	1:30:00	2:30:00	1:40:00	1:45:00
phillps	2:30:00	2:40:00	3:00:00	3:00:00	3:00:00	2:45:00	2:45:00
PIEDRAS GRANDES	2:00:00	0:10:00	0:20:00	3:00:00	2:00:00	5:00:00	1:00:00
NEGOCIOS POTRERILLOS	3:00:00	5:20:00	5:45:00	3:00:00	5:00:00	1:00:00	5:00:00
RICARDO GAMBOA	1:00:00	1:00:00	0:30:00	2:30:00	1:00:00	4:00:00	0:30:00
Rio Jesus	1:20:00	3:00:00	2:20:00	1:10:00	3:00:00	1:00:00	2:10:00
Salas-	1:10:00	3:00:00	2:00:00	1:10:00	3:45:00	1:00:00	2:10:00
YOLANDAS	1:40:00	0:30:00	0:10:00	3:00:00	1:40:00	4:20:00	1:00:00
AVICOLA ROJAS Y ROJAS	1:10:00	3:00:00	2:10:00	1:00:00	2:50:00	1:00:00	2:10:00
EL ALTO	1:20:00	3:00:00	2:25:00	1:10:00	3:00:00	1:00:00	2:15:00
Avicola CCB	1:30:00	3:00:00	2:30:00	1:25:00	2:45:00	1:10:00	2:00:00
LOS CIPRESES	1:30:00	3:00:00	2:30:00	1:25:00	02:45	1:10:00	2:00:00
EL MANANTIAL	0:20:00	2:00:00	1:30:00	2:20:00	1:00:00	2:10:00	1:00:00
Rayn	2:30:00	0:20:00	1:00:00	4:00:00	2:30:00	5:30:00	2:00:00
LOS HERMANOS	1:45:00	2:45:00	3:10:00	2:40:00	3:10:00	2:30:00	3:00:00
NOEMY	1:45:00	0:15:00	0:25:00	3:20:00	2:00:00	5:00:00	1:00:00
La Mercedes	1:20:00	2:25:00	2:00:00	1:40:00	2:30:00	1:40:00	1:50:00
VACIA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00

TIEMPOS DE TRASLADO ENTRE GRANJAS

HOJA#5

	MARIELOS MESEN	MARTA BARRANTES	Murillo	Nassar	PALMITOS	phillps	PIEDRAS GRANDES
Planta ADN	0:30:00	3:20:00	2:45:00	3:40:00	3:00:00	2:30:00	0:30:00
alejandra chacon	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01
alejandra solis	1:00:00	4:00:00	2:30:00	5:00:00	3:30:00	3:00:00	1:00:00
ALONSO HIDALGO	3:00:00	1:00:00	1:00:00	1:40:00	0:30:00	1:40:00	2:40:00
ALTO PALMA	1:00:00	2:20:00	2:30:00	3:30:00	1:45:00	4:00:00	0:45:00
AMADO CASTILLO	3:00:00	1:30:00	1:30:00	2:00:00	1:50:00	1:00:00	2:45:00
anda lucia	0:10:00	3:00:00	2:45:00	4:00:00	3:00:00	2:30:00	0:05:00
Avicola Calur	1:20:00	3:00:00	3:00:00	3:00:00	2:10:00	4:30:00	1:45:00
Avimagfa	2:50:00	0:15:00	1:00:00	0:30:00	0:45:00	1:50:00	2:45:00
BRUMAS	2:50:00	0:15:00	1:00:00	0:50:00	0:40:00	1:55:00	2:55:00
CAFFAGUI	1:50:00	1:20:00	2:00:00	1:50:00	2:00:00	4:30:00	1:45:00
CALUR	1:20:00	3:00:00	3:00:00	3:00:00	2:10:00	4:30:00	1:45:00
Camusa	1:55:00	1:40:00	0:30:00	3:00:00	1:45:00	0:15:00	2:20:00
DON JOSE	3:10:00	1:40:00	1:30:00	2:20:00	2:00:00	1:00:00	3:15:00
El Alto gr	1:55:00	1:40:00	0:30:00	3:00:00	1:45:00	0:15:00	2:20:00
EL BOSQUE	3:00:00	0:15:00	1:00:00	0:30:00	0:45:00	1:50:00	2:45:00
EL EDEN	1:00:00	2:20:00	2:30:00	3:50:00	1:45:00	3:50:00	1:00:00
EL CRISTO	4:00:00	1:30:00	2:00:00	0:30:00	2:00:00	3:00:00	3:40:00
Gomez	3:00:00	1:15:00	0:45:00	2:30:00	1:20:00	0:45:00	2:45:00
Grecia	3:00:00	1:15:00	0:45:00	2:30:00	1:20:00	0:45:00	2:45:00
HIGUITO	5:10:00	1:40:00	2:00:00	2:30:00	2:30:00	3:00:00	4:15:00
JOSE CALVO	2:00:00	1:20:00	2:00:00	1:50:00	2:00:00	4:30:00	1:45:00
La Argentina	0:15:00	3:10:00	1:45:00	4:10:00	3:00:00	2:40:00	0:15:00
LA CORTEZA	0:30:00	2:20:00	2:00:00	3:40:00	2:40:00	3:00:00	0:20:00
LA PRADERA	3:00:00	1:20:00	1:30:00	0:40:00	1:50:00	2:20:00	3:10:00
LA TERESITA	2:00:00	3:00:00	3:00:00	3:00:00	2:10:00	4:50:00	1:45:00
LAS NIÑAS	5:00:00	1:10:00	2:00:00	2:20:00	2:00:00	2:30:00	3:45:00
LOS ARAGANES	1:00:00	2:10:00	2:30:00	3:50:00	1:50:00	4:00:00	1:10:00
MARIELOS MESEN	0:03:33	3:00:00	1:30:00	4:20:00	3:10:00	2:20:00	0:05:00
MARTA BARRANTES	3:00:00	0:03:33	1:00:00	1:00:00	1:00:00	1:30:00	3:00:00
Murillo	2:45:00	1:25:00	0:03:33	2:50:00	1:50:00	0:10:00	2:30:00
Nassar	3:00:00	1:00:00	1:30:00	0:03:33	2:00:00	2:55:00	4:20:00
PALMITOS	2:40:00	1:00:00	1:00:00	2:00:00	0:03:33	1:35:00	3:10:00
phillps	2:45:00	1:35:00	0:30:00	2:55:00	1:35:00	0:03:33	2:20:00
PIEDRAS GRANDES	0:05:00	3:00:00	1:30:00	4:20:00	3:10:00	2:20:00	0:03:33
NEGOCIOS POTRERILLOS	6:00:00	2:00:00	3:30:00	3:00:00	2:30:00	3:30:00	4:45:00
RICARDO GAMBOA	0:50:00	2:20:00	2:30:00	3:40:00	1:40:00	3:40:00	0:50:00
Rio Jesus	3:10:00	0:05:00	1:30:00	1:00:00	1:00:00	1:30:00	3:00:00
Salas-	3:00:00	0:15:00	1:30:00	0:50:00	0:40:00	1:55:00	2:55:00
YOLANDAS	0:15:00	3:00:00	1:30:00	3:25:00	2:45:00	3:00:00	0:15:00
AVICOLA ROJAS Y ROJAS	3:00:00	0:05:00	1:30:00	1:00:00	0:45:00	1:30:00	2:45:00
EL ALTO	3:00:00	0:05:00	1:30:00	1:00:00	1:05:00	1:50:00	2:55:00
Avicola CCB	2:45:00	0:15:00	1:45:00	1:00:00	1:05:00	1:50:00	2:30:00
LOS CIPRESES	2:45:00	0:15:00	1:45:00	1:00:00	1:05:00	1:55:00	2:30:00
EL MANANTIAL	1:40:00	1:40:00	2:00:00	2:00:00	2:10:00	4:15:00	1:45:00
Rayn	0:30:00	3:30:00	2:00:00	4:30:00	3:20:00	3:00:00	0:45:00
LOS HERMANOS	3:00:00	1:20:00	1:30:00	2:00:00	1:45:00	1:00:00	3:00:00
NOEMY	0:05:00	3:00:00	1:30:00	4:10:00	3:00:00	2:25:00	0:05:00
La Mercedes	2:40:00	1:00:00	1:10:00	1:45:00	0:15:00	1:30:00	3:00:00
VACIA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00

TIEMPOS DE TRASLADO ENTRE GRANJAS

HOJA#6

	NEGOCIOS POTRERILLOS	RICARDO GAMBOA	Rio Jesus	Salas-	YOLANDAS	AVICOLA ROJAS Y ROJAS	EL ALTO
Planta ADN	5:00:00	1:15:00	3:15:00	3:15:00	0:35:00	3:15:00	3:15:00
alejandra chacon	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01
alejandra solis	6:00:00	2:00:00	4:00:00	4:00:00	1:15:00	4:00:00	4:15:00
ALONSO HIDALGO	2:30:00	2:30:00	0:40:00	0:35:00	2:30:00	0:40:00	0:40:00
ALTO PALMA	5:00:00	0:05:00	2:30:00	2:35:00	0:40:00	2:30:00	2:10:00
AMADO CASTILLO	3:20:00	4:30:00	1:40:00	1:45:00	3:00:00	1:40:00	1:30:00
anda lucia	5:00:00	0:50:00	3:20:00	3:20:00	0:05:00	3:00:00	3:20:00
Avicola Calur	3:30:00	1:00:00	2:00:00	2:00:00	1:40:00	2:10:00	2:20:00
Avimagfa	2:20:00	2:20:00	0:25:00	0:20:00	2:35:00	0:25:00	0:20:00
BRUMAS	2:30:00	2:20:00	0:20:00	0:05:00	2:35:00	0:25:00	0:20:00
CAFFAGUI	3:30:00	1:00:00	1:20:00	1:15:00	1:40:00	1:25:00	1:20:00
CALUR	3:30:00	1:00:00	2:00:00	2:00:00	1:40:00	2:10:00	2:20:00
Camusa	3:30:00	3:30:00	1:45:00	1:40:00	2:50:00	1:45:00	1:50:00
DON JOSE	3:10:00	4:30:00	1:30:00	1:30:00	3:15:00	1:25:00	1:45:00
El Alto gr	3:30:00	3:30:00	1:45:00	1:40:00	2:50:00	1:45:00	1:50:00
EL BOSQUE	2:20:00	2:20:00	0:25:00	0:20:00	2:35:00	0:25:00	0:20:00
EL EDEN	4:00:00	0:10:00	2:30:00	2:35:00	0:50:00	2:35:00	2:30:00
EL CRISTO	3:00:00	3:30:00	1:30:00	1:30:00	3:30:00	1:30:00	1:45:00
Gomez	3:00:00	4:20:00	1:05:00	1:00:00	3:30:00	1:05:00	1:10:00
Grecia	3:00:00	4:20:00	1:05:00	1:00:00	3:30:00	1:05:00	1:10:00
HIGUITO	1:40:00	3:20:00	1:45:00	1:45:00	4:10:00	1:40:00	1:45:00
JOSE CALVO	3:30:00	1:00:00	1:20:00	1:15:00	1:40:00	1:25:00	1:20:00
La Argentina	5:10:00	1:00:00	3:20:00	3:20:00	0:25:00	3:00:00	3:20:00
LA CORTEZA	4:30:00	0:30:00	2:50:00	2:50:00	0:10:00	2:45:00	2:40:00
LA PRADERA	2:30:00	2:40:00	0:30:00	0:25:00	3:10:00	0:30:00	1:25:00
LA TERESITA	3:30:00	1:00:00	2:00:00	2:00:00	1:40:00	2:10:00	2:20:00
LAS NIÑAS	1:20:00	2:45:00	1:15:00	1:10:00	3:40:00	1:10:00	1:15:00
LOS ARAGANES	3:40:00	0:30:00	2:50:00	2:50:00	1:10:00	2:50:00	2:30:00
MARIELOS MESEN	4:45:00	0:45:00	3:10:00	3:05:00	0:15:00	3:00:00	3:00:00
MARTA BARRANTES	2:00:00	2:20:00	0:05:00	0:10:00	2:40:00	0:05:00	0:05:00
Murillo	3:15:00	3:25:00	1:50:00	1:50:00	3:20:00	1:55:00	1:50:00
Nassar	3:00:00	3:40:00	1:00:00	0:50:00	3:25:00	1:00:00	1:10:00
PALMITOS	2:30:00	1:40:00	1:00:00	0:40:00	2:45:00	0:45:00	1:05:00
phillps	3:30:00	3:40:00	1:30:00	1:55:00	3:00:00	1:30:00	1:50:00
PIEDRAS GRANDES	4:45:00	0:50:00	3:00:00	2:55:00	0:15:00	2:45:00	2:55:00
NEGOCIOS POTRERILLOS	0:03:33	3:50:00	2:00:00	2:30:00	4:40:00	2:10:00	2:10:00
RICARDO GAMBOA	3:50:00	0:03:33	2:20:00	2:20:00	0:40:00	2:20:00	2:20:00
Rio Jesus	2:00:00	2:00:00	0:03:33	0:10:00	2:40:00	0:05:00	0:05:00
Salas-	2:30:00	2:20:00	0:10:00	0:03:33	2:45:00	0:10:00	0:15:00
YOLANDAS	4:40:00	0:40:00	2:40:00	2:45:00	0:03:33	2:45:00	2:50:00
AVICOLA ROJAS Y ROJAS	2:10:00	2:20:00	0:05:00	0:10:00	2:45:00	0:03:33	0:05:00
EL ALTO	2:10:00	2:20:00	0:05:00	0:15:00	2:50:00	0:05:00	0:03:33
Avicola CCB	2:30:00	2:00:00	0:25:00	0:25:00	2:30:00	0:15:00	0:25:00
LOS CIPRESES	2:30:00	2:00:00	0:25:00	0:25:00	2:30:00	0:15:00	0:25:00
EL MANANTIAL	3:40:00	1:00:00	1:20:00	1:15:00	1:45:00	1:20:00	1:30:00
Rayn	5:30:00	1:30:00	3:40:00	3:35:00	0:45:00	3:40:00	3:45:00
LOS HERMANOS	2:50:00	4:00:00	1:20:00	1:20:00	3:00:00	1:20:00	1:35:00
NOEMY	4:45:00	0:50:00	3:00:00	3:00:00	0:10:00	3:00:00	3:00:00
La Mercedes	2:15:00	2:30:00	0:35:00	0:35:00	2:45:00	0:35:00	0:40:00
VACIA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00

TIEMPOS DE TRASLADO ENTRE GRANJAS

HOJA#7

	Avicola CCB	LOS CIPRESES	EL MANANTIAL	Rayn	LOS HERMANOS	NOEMY	La Mercedes
Planta ADN	3:00:00	3:00:00	2:10:00	0:30:00	3:20:00	0:30:00	3:00:00
alejandra chacon	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01	0:01:01
alejandra solis	3:30:00	3:30:00	3:00:00	1:30:00	3:50:00	1:00:00	4:00:00
ALONSO HIDALGO	0:45:00	0:45:00	1:30:00	3:00:00	1:00:00	2:10:00	0:05:00
ALTO PALMA	2:00:00	2:00:00	1:00:00	1:30:00	4:00:00	0:50:00	2:10:00
AMADO CASTILLO	1:45:00	1:45:00	2:30:00	3:50:00	0:15:00	3:20:00	1:30:00
anda lucia	3:00:00	3:00:00	2:00:00	0:30:00	3:00:00	0:10:00	2:50:00
Avicola Calur	1:40:00	1:04:00	1:00:00	2:15:00	3:00:00	1:45:00	1:40:00
Avimagfa	0:25:00	0:25:00	1:15:00	3:30:00	1:20:00	2:50:00	0:30:00
BRUMAS	0:30:00	0:30:00	1:20:00	3:30:00	1:25:00	2:45:00	0:30:00
CAFFAGUI	1:00:00	1:00:00	1:30:00	2:30:00	2:10:00	1:50:00	1:30:00
CALUR	1:40:00	1:04:00	1:00:00	2:15:00	3:00:00	1:45:00	1:40:00
Camusa	2:00:00	2:00:00	3:00:00	3:00:00	1:00:00	2:20:00	1:30:00
DON JOSE	1:50:00	1:50:00	3:00:00	4:00:00	0:25:00	3:10:00	1:30:00
El Alto gr	2:00:00	2:00:00	3:00:00	3:00:00	1:00:00	2:20:00	1:30:00
EL BOSQUE	0:25:00	0:25:00	1:15:00	3:30:00	1:00:00	2:50:00	0:30:00
EL EDEN	2:00:00	2:00:00	1:10:00	1:50:00	4:00:00	1:10:00	2:15:00
EL CRISTO	1:50:00	1:50:00	2:30:00	5:30:00	2:30:00	4:50:00	1:50:00
Gomez	1:10:00	1:10:00	2:15:00	3:30:00	0:55:00	3:10:00	1:05:00
Grecia	1:10:00	1:10:00	2:15:00	3:30:00	0:55:00	3:10:00	1:05:00
HIGUITO	1:55:00	1:55:00	2:40:00	4:30:00	1:30:00	4:45:00	2:00:00
JOSE CALVO	1:00:00	1:00:00	0:30:00	2:30:00	2:20:00	1:50:00	1:30:00
La Argentina	3:10:00	3:10:00	2:00:00	0:25:00	3:00:00	0:15:00	3:05:00
LA CORTEZA	2:45:00	2:45:00	1:40:00	1:00:00	3:30:00	0:25:00	2:30:00
LA PRADERA	0:45:00	0:45:00	1:50:00	3:50:00	1:30:00	3:40:00	0:45:00
LA TERESITA	1:40:00	1:40:00	1:00:00	2:30:00	3:00:00	1:45:00	1:40:00
LAS NIÑAS	1:15:00	1:15:00	2:10:00	2:30:00	2:10:00	4:20:00	1:30:00
LOS ARAGANES	2:00:00	2:00:00	1:00:00	4:10:00	4:00:00	1:20:00	2:20:00
MARIELOS MESEN	3:00:00	3:00:00	1:45:00	2:00:00	2:50:00	0:10:00	2:55:00
MARTA BARRANTES	0:25:00	0:25:00	1:20:00	0:40:00	1:10:00	3:00:00	0:35:00
Murillo	1:50:00	1:50:00	2:45:00	3:50:00	1:00:00	2:25:00	1:35:00
Nassar	1:00:00	1:00:00	2:00:00	4:30:00	2:00:00	4:10:00	1:45:00
PALMITOS	1:05:00	1:05:00	2:10:00	3:20:00	1:45:00	3:00:00	0:15:00
phillps	1:50:00	1:55:00	4:15:00	3:00:00	1:00:00	2:25:00	1:30:00
PIEDRAS GRANDES	2:30:00	2:30:00	1:45:00	0:45:00	3:00:00	5:00:00	3:00:00
NEGOCIOS POTRERILLOS	2:30:00	2:30:00	3:40:00	5:30:00	2:50:00	4:45:00	2:15:00
RICARDO GAMBOA	2:00:00	2:00:00	1:00:00	1:30:00	4:00:00	0:50:00	2:30:00
Río Jesus	0:25:00	0:25:00	1:20:00	3:40:00	1:20:00	3:00:00	0:35:00
Salas-	0:25:00	0:25:00	1:15:00	3:35:00	1:20:00	3:00:00	0:35:00
YOLANDAS	2:30:00	2:30:00	1:45:00	0:45:00	3:00:00	0:10:00	2:45:00
AVICOLA ROJAS Y ROJAS	0:15:00	0:15:00	1:20:00	3:40:00	1:20:00	3:00:00	0:35:00
EL ALTO	0:25:00	0:25:00	1:30:00	3:45:00	1:35:00	3:00:00	0:40:00
Avicola CCB	0:03:33	0:05:00	1:15:00	3:20:00	1:20:00	2:45:00	0:35:00
LOS CIPRESES	0:05:00	0:03:33	1:15:00	3:20:00	1:20:00	2:45:00	0:35:00
EL MANANTIAL	1:15:00	1:15:00	0:03:33	2:30:00	3:30:00	0:45:00	3:30:00
Rayn	3:20:00	3:20:00	2:30:00	0:03:33	3:30:00	0:45:00	3:30:00
LOS HERMANOS	1:20:00	1:20:00	2:30:00	3:30:00	0:03:33	3:00:00	1:00:00
NOEMY	2:45:00	2:45:00	1:50:00	0:45:00	3:00:00	0:03:33	2:50:00
La Mercedes	0:35:00	0:35:00	1:30:00	3:30:00	1:00:00	2:50:00	0:03:33
VACIA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00

ANEXOS

Anexo 1: Listado granjas de engorde

Núm.	Nombre de Granja	Núm.	Nombre de Granja
1	alejandra chacon	25	LA TERESITA
2	alejandra solis	26	LAS NIÑAS
3	ALONSO HIDALGO	27	LOS ARAGANES
4	ALTO PALMA	28	MARIELOS MESEN
5	AMADO CASTILLO	29	MARTA BARRANTES
6	anda lucia	30	Murillo
7	Avicola Calur	31	Nassar
8	Avimagfa	32	PALMITOS
9	BRUMAS	33	phillps
10	CAFFAGUI	34	PIEDRAS GRANDES
11	CALUR	35	NEGOCIOS POTRERILLOS
12	Camusa	36	RICARDO GAMBOA
13	DON JOSE	37	Rio Jesus
14	El Alto gr	38	Salas-
15	EL BOSQUE	39	YOLANDAS
16	EL EDEN	40	AVICOLA ROJAS Y ROJAS
17	EL CRISTO	41	EL ALTO
18	Gomez	42	Avicola CCB
19	Grecia	43	LOS CIPRESES
20	HIGUITO	44	EL MANANTIAL
21	JOSE CALVO	45	Rayn
22	La Argentina	46	LOS HERMANOS
23	LA CORTEZA	47	NOEMY
24	LA PRADERA	48	La Mercedes

Fuente: Alimentos del Norte