

**PROPUESTA DE REDISEÑO DE MÉTODOS DE TRABAJO E INSTALACIONES INVOLUCRADAS EN EL
ABASTECIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE SUMINISTROS
HUMANITARIOS, EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE KITS ALIMENTARIOS DE LA CRUZ ROJA
COLOMBIANA – SEDE NACIONAL**

MARIA FERNANDA SÁNCHEZ ZULUAGA

NATALIA URQUIJO QUIÑONES

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2012**

**PROPUESTA DE REDISEÑO DE MÉTODOS DE TRABAJO E INSTALACIONES INVOLUCRADAS EN EL
ABASTECIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE SUMINISTROS
HUMANITARIOS, EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE KITS ALIMENTARIOS DE LA CRUZ ROJA
COLOMBIANA – SEDE NACIONAL**

MARIA FERNANDA SÁNCHEZ ZULUAGA

NATALIA URQUIJO QUIÑONES

TRABAJO DE GRADO

DIRECTOR

MARTHA PATRICIA CARO GUTIERREZ

INGENIERO INDUSTRIAL

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2012**

Bogotá, 22 de Octubre 2012

Señores
COMITÉ DE CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Señores Comité de Carrera:

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado "*PROPUESTA DE REDISEÑO DE MÉTODOS DE TRABAJO E INSTALACIONES INVOLUCRADAS EN EL ABASTECIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE SUMINISTROS HUMANITARIOS, EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE KITS ALIMENTARIOS DE LA CRUZ ROJA COLOMBIANA – SEDE NACIONAL*", elaborada por los estudiantes NATALIA URQUIJO QUIÑONES, C.C. 1020739804, MARIA FERNANDA SANCHEZ ZULUAGA, C.C. 1018430842 en mi calidad de Director.

Declaro conocer y aceptar el reglamento y disposiciones de los trabajos de grado en la Carrera de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.

Cordialmente,



Martha Patricia Caro
Director del Trabajo de Grado

ANEXO 2

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES

(Licencia de uso)

Bogotá, D.C., ____ Enero 29 de 2013_____

Señores

Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J.

Pontificia Universidad Javeriana

Cuidad

Los suscritos:

María Fernanda Sánchez Zuluaga	, con C.C. No	1018430842

Natalia Urquijo Quiñones	, con C.C. No	1020739804

_____	, con C.C. No	_____

En mi (nuestra) calidad de autor (es) exclusivo (s) de la obra titulada:

Propuesta de rediseño de métodos de trabajo e instalaciones involucradas en el ,
abastecimiento y operación de la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios,
en el proceso de elaboración de kits alimentarios de la Cruz Roja Colombiana Sede
Nacional

(por favor señale con una “x” las opciones que apliquen)

Tesis doctoral Trabajo de grado Premio o distinción: **Si** **No**
 cual:

presentado y aprobado en el año 2012, por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mi (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	x	
2. La consulta física o electrónica según corresponda	x	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	x	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	x	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	x	
6. La inclusión en la Biblioteca Digital PUJ (Sólo para la totalidad de las Tesis Doctorales y de Maestría y para aquellos trabajos de grado que hayan sido laureados o tengan mención de honor.)	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

De manera complementaria, garantizo (garantizamos) en mi (nuestra) calidad de estudiante (s) y por ende autor (es) exclusivo (s), que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: Información Confidencial:

Esta Tesis o Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos

resultados finales no se han publicado. Si No

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta, tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA
Natalia Urquijo Quiñones	1020739804	Natalia Urquijo Q.
María Fernanda Sánchez	1018430842	María Fernanda S.

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería Industrial

ANEXO 3

BIBLIOTECA ALFONSO BARRERO CABAL, S.J. DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO

FORMULARIO

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS O TRABAJO DE GRADO			
PROPUESTA DE REDISEÑO DE MÉTODOS DE TRABAJO E INSTALACIONES INVOLUCRADAS EN EL ABASTECIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE SUMINISTROS HUMANITARIOS, EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE KITS ALIMENTARIOS DE LA CRUZ ROJA COLOMBIANA – SEDE NACIONAL.			
SUBTÍTULO, SI LO TIENE			
AUTOR O AUTORES			
Apellidos Completos		Nombres Completos	
SÁNCHEZ ZULUAGA		MARÍA FERNANDA	
URQUIJO QUIÑONES		NATALIA	
DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			
Apellidos Completos		Nombres Completos	
CARO		MARTHA PATRICIA	
FACULTAD			
INGENIERÍA INDUSTRIAL			
PROGRAMA ACADÉMICO			
Tipo de programa (seleccione con "x")			
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado
X			

Nombre del programa académico						
INGENIERÍA INDUSTRIAL						
Nombres y apellidos del director del programa académico						
Carlos Muñoz						
TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:						
Ingeniero Industrial						
PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):						
N/A						
CIUDAD		AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			NÚMERO DE PÁGINAS	
BOGOTÁ		2012			148	
TIPO DE ILUSTRACIONES (seleccione con "x")						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
		X				
SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO						
<p>Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.</p>						
MATERIAL ACOMPAÑANTE						
TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO			
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?	
Vídeo						
Audio						
Multimedia	6	2	x			
Producción electrónica						

Otro Cuál?					
DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS					
<p>Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. <i>(En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo biblioteca@javeriana.edu.co, donde se les orientará).</i></p>					
ESPAÑOL			INGLÉS		
Simulación			Simulation		
Cadena Abastecimiento			Supply Chain		
Logística			Logistic		
Suministros humanitarios			Humanitarian supplies		
Métodos de trabajo			Work methods		
RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS					
(Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)					
<p>El presente trabajo busca representar un proceso de recolección de suministros humanitarios que no se lleva a cabo de forma permanente, para esto se parte de la descripción actual del proceso realizado en la Cruz Roja Colombiana Sede Nacional y pretende rediseñar tanto la distribución de la planta como los métodos de trabajo, con el fin de optimizar el proceso en su totalidad y aumentar la eficiencia de los recursos que en el intervienen. Tanto el diagnóstico como la propuesta que se llevó a cabo a lo largo del trabajo está basada en la simulación computarizada de la situación actual y de la propuesta.</p>					
<p>The current thesis pretends to represent a humanitarian supply collection process which is not permanently developed in the daily life. According to the current description of the process in The Colombian Red Cross – National headquarter this research looks for redesign the plant distribution and the working methods involved in the process for the purpose of optimize the total process and increase the resources efficiency. Both, the diagnostic and the purpose exposed in this investigation were based on the simulation of the current situation and the suggested process.</p>					

Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	10
Listado de Figuras.....	14
Listado de Ecuaciones	15
INTRODUCCION	16
1. OBJETIVO	17
1.1 Objetivo General	17
1.2 Objetivos Específicos.....	17
2. HISTORIA DE LA CRUZ ROJA COLOMBIANA.....	18
3. DESCRIPCIÓN DE LA CADENA	19
3.1 Distribución	21
3.2 Operación	21
3.3 Abastecimiento	24
4. SITUACIÓN ACTUAL.....	27
4.1 DIAGNÓSTICO BASADO EN HERRAMIENTAS.....	28
4.2 DIAGNÓSTICO BASADO EN SIMULACIÓN COMPUTARIZADA.....	41
4.2.1 Metodología de simulación.....	41
4.2.2 Análisis de los resultados de la simulación actual.....	50
4.3 CONCLUSIONES DE LOS DOS DIAGNÓSTICOS REALIZADOS.	58
5. SITUACIÓN PROPUESTA	59
5.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	60
5.1.2 Rediseño de instalaciones	63
5.2 MÉTODOS DE TRABAJO	67
5.2.1 Cadena de suministros humanitarios propuesta	68
ESLABÓN DE ABASTECIMIENTO	70
ESLABÓN DE OPERACIÓN	71
5.3 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA LA SITUACIÓN PROPUESTA.	74
5.3.1 Diagrama de operaciones.....	75
5.3.2 Diagramas de flujo y recorrido	77
5.4 Herramienta complementaria.....	81
6. SITUACIÓN PROPUESTA REPRESENTADA EN SIMULACIÓN COMPUTARIZADA	81

6.1 Metodología de simulación.....	82
6.1.1 Escenarios del modelo.....	85
6.1.2 Réplicas de los escenarios	87
6.1.3 Análisis de sensibilidad.....	88
6.2 Medición y análisis de indicadores.....	92
6.3 Comparación de resultados	97
7. MÉTODO DE CAPACITACIÓN	103
8. ANÁLISIS FINANCIERO	105
8.1 Análisis financiero basado en el precio del kit	110
8.2 Análisis financiero basado en el método del capital humano	112
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	118
BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS	121

Listado de Tablas

Tabla 1. Recursos mínimos del proceso.....	27
Tabla 2. Resumen procesos.....	31
Tabla 3. Retrasos durante los eslabones de operación y abastecimiento.....	32
Tabla 4. Distancias recorridas durante los eslabones de abastecimiento y operación.	32
Tabla 5. Relaciones Causa-Efecto.....	36
Tabla 6. Datos utilizados para la elaboración del diagrama de Pareto.....	39
Tabla 7. Colecta de donaciones. Fuente: Cruz Roja Colombiana- Sede nacional	44
Tabla 8. Porcentaje de donaciones por día. Fuente: Cruz Roja Colombiana – Sede Nacional.....	44
Tabla 9. Indicadores del proceso.....	52
Tabla 10. Indicador Tiempo Ocioso.....	53
Tabla 11. Indicador Material en espera de ser procesado.....	55
Tabla 12. Indicador Eficiencia de la actividad	56
Tabla 13. Indicador Tasa de salida producto final.....	57
Tabla 14. Datos donaciones	57
Tabla 15. Indicador 5 Linealidad del Sistema	58
Tabla 16. Resumen de los diagnósticos.....	59
Tabla 17. Convenciones Diagrama de relaciones entre actividades Figura 16.	62
Tabla 18. Variación número de actividades	75
Tabla 19. Variación tiempo de actividades	75
Tabla 20. Resumen procesos situación actual y propuesta	77
Tabla 21. Variación en los retrasos y transportes.....	77
Tabla 22. Indicador 1 - validación.....	88
Tabla 23. Indicador 1- validación	89
Tabla 24. Indicador No. 2-validación.....	90
Tabla 25. Indicador No. 5 - Validación.....	91
Tabla 26. Indicador No. 5- Validación	91
Tabla 27. Indicador No. 4 – validación	92
Tabla 28. Indicador No. 5 -Validación	92
Tabla 29. Indicador No. 1 Tiempo Ocioso	93
Tabla 30. Indicador No. 2 Material en espera de ser procesado.	94
Tabla 31. Indicador No. 3 Eficiencia de la actividad.....	96
Tabla 32. Indicador No. 4 Tasa de salida producto final.	96
Tabla 33. Indicador No. 5 Linealidad del sistema.....	97
Tabla 34. Comparación Indicador No. 1.....	97
Tabla 35. Comparación Indicador No. 2.....	98
Tabla 36. Comparación Indicador No. 3.....	99
Tabla 37. Comparación de Unidades Procesadas	100
Tabla 38. Comparación Indicador No. 4.....	100
Tabla 39. Comparación del Indicador No. 5.....	101

Tabla 40. Relación Síntomas con Componentes de la Propuesta.....	103
Tabla 41. Inversión de la propuesta.....	107
Tabla 42. Beneficios por eliminación de actividades.....	108
Tabla 43. Beneficios por inclusión de actividades o herramientas.....	108
Tabla 44 Beneficios directamente relacionados con cambios en el proceso.....	109
Tabla 45. Beneficios situación propuesta- (basada en precio del kit).....	111
Tabla 46. Beneficio/Costo.....	112
Tabla 47. Datos iniciales Capital Humano.....	113
Tabla 48. Valor promedio del kit.....	113
Tabla 49. Beneficios situación propuesta- (basada en método del capital humano).....	114
Tabla 50. Beneficio/Costo (Método capital humano).....	115

Listado de Figuras

Figura 1. Cadena de abastecimiento de suministros humanitarios. Fuente: Los Autores.....	20
Figura 2. Distribución de la Bodega. Fuente: Las autoras.....	22
Figura 3. Operaciones realizadas dentro de la Bodega (Área 2). Fuente: Elaborado por Cruz Roja Sede Nacional, adaptado por los autores.	23
Figura 4. Recorrido de donantes y camión en la distribución de planta actual.	25
Figura 5. Ubicación geográfica Cruz Roja Sede Nacional. Fuente: Google Maps.....	26
Figura 6. Diagrama de Operaciones. Fuente: Las autoras.....	29
Figura 7. Diagrama de Recorrido del proceso de recepción, clasificación y armado de kits por lotes de 5 Toneladas.	30
Figura 8. Diagrama de Muther	34
Figura 9. Diagrama de cuadrilla.....	35
Figura 10. Diagrama de Pareto de la Frecuencia de aparición de los factores asociados a las causas de los síntomas.....	40
Figura 11. Diagrama de relaciones de Muther.....	61
Figura 12. Valores de Relación (Niebel & Freivalds, 2009)	62
Figura 13. Diagrama de relaciones entre actividades	62
Figura 14. Diagrama de relaciones espaciales	63
Figura 15. Propuesta de redistribución Planta superior de la bodega y área de recepción.	64
Figura 16. Propuesta de redistribución sótano de la bodega.	67
Figura 17. Diagrama de operaciones situación propuesta.....	68
Figura 18. Diagrama de recorrido situación propuesta	69
Figura 19. Representación eslabón de operación.....	72
Figura 20. Diagrama de Muther Situación propuesta.....	78
Figura 21. Diagrama de cuadrilla situación propuesta.....	80

Listado de Ecuaciones

Ecuación 1. Función de densidad	46
Ecuación 2. Función acumulada	46
Ecuación 3. Función generadora de variables aleatorias	47

INTRODUCCION

A pesar de los grandes avances tecnológicos que ha logrado la humanidad a través del tiempo, existen aún necesidades no cubiertas, como es el caso de la predicción oportuna y exacta del momento, lugar y magnitud de un desastre natural. Es por esto que en el mundo se han creado instituciones como la Cruz Roja, encargadas de enfrentar este tipo de situaciones que evidencian la importancia de contar con una logística adecuada para este fin.

En el caso colombiano la Cruz Roja como institución, entre muchas otras labores, lleva a cabo jornadas de respuesta ante eventualidades ocurridas a partir del desarrollo de la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios; para que esta cadena exista es necesario contar con la solidaridad de los ciudadanos de cada uno de los departamentos del país, pues es a partir de su aporte que se da inicio al eslabón de abastecimiento de la cadena mencionada.

El gran impacto que dicha cadena genera en el bienestar de la sociedad, crea la necesidad de analizar a fondo su funcionamiento y diseñar propuestas de mejora que permitan enfrentar de manera cada vez más eficiente y oportuna las eventualidades presentadas. La ingeniería industrial, en la constante búsqueda de la optimización de procesos, es una rama de la ciencia que brinda las herramientas necesarias para lograr este propósito. Es por esto, que bajo dicho enfoque, el presente trabajo pretende realizar un diagnóstico de la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios desde sus eslabones de abastecimiento y operación, con el fin de generar propuestas que agreguen valor al proceso desarrollado actualmente y que beneficien así a todas aquellas personas a quienes va dirigida esta cadena, los damnificados por los desastres.

1. OBJETIVO

1.1 Objetivo General

Crear una propuesta de rediseño de los métodos de trabajo y de las instalaciones involucrados en los procesos logísticos de los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios, en el proceso de elaboración del kit alimentario de la Cruz Roja Colombiana Sede Nacional, haciendo uso de indicadores que permitan medir y aumentar la eficiencia actual en el uso de los recursos disponibles.

1.2 Objetivos Específicos

- 1.** Realizar un diagnóstico y analizar los problemas identificados en los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios, en el proceso de elaboración del kit alimentario de la Cruz Roja Colombiana Sede Nacional, para medir la eficiencia actual de los recursos disponibles, a partir del diseño de indicadores y mediante la simulación del proceso actual.
- 2.** Elaborar una propuesta de rediseño de los métodos de trabajo y redistribución de las instalaciones, que permita mejorar el flujo de materiales y la eficiencia de los recursos a lo largo de los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena en el proceso de elaboración del kit alimentario.
- 3.** Identificar las mejoras en los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena, en el proceso de elaboración del kit alimentario, con base en el análisis y comparación de la situación propuesta respecto a la situación actual, y mediante el uso de los indicadores de eficiencia de los recursos involucrados en estas.
- 4.** Establecer un método de capacitación para los voluntarios que intervienen en los eslabones de abastecimiento y operación de la elaboración del kit alimentario, a través del desarrollo de materiales y de la definición de procedimientos, que permitan agilizar el aprendizaje y garantizar la ejecución de los métodos de trabajo rediseñados.
- 5.** Realizar la evaluación financiera de las soluciones planteadas, con el fin de identificar y analizar la relación costo beneficio.

2. HISTORIA DE LA CRUZ ROJA COLOMBIANA

El 24 de Junio de 1859, estalló la Batalla de Solferino en Italia, entre los ejércitos del Imperio Austro-Húngaro y la alianza franco-sarda, dejando a su paso aproximadamente 40.000 muertos y heridos. El suizo Henry Dunant, impactado por la magnitud del suceso se vio motivado a proponer la creación de una organización que prestara auxilio y servicio a los heridos de guerra. Así fue, como en Febrero de 1863, el equipo de trabajo reunido por Dunant, fundó La Cruz Roja, hoy en día conocida como Comité Internacional de la Cruz Roja, cuyo único objetivo ha sido: “Prestar protección y asistencia a las víctimas de los conflictos y enfrentamientos armados” (Comité Internacional de la Cruz Roja, 2010) . A medida que la organización fue creciendo sus funciones se fueron ampliando de manera que años después fueron creándose Sociedades Nacionales en diferentes países del mundo, incluido Colombia.

Con el tiempo fue necesaria la creación de un movimiento encargado de prestar ayuda no sólo a las víctimas del conflicto armado, sino también a la población afectada por situaciones de emergencia como epidemias y desastre naturales. Consecuentemente en 1919 se crearon como componentes de la CICR el “Movimiento Internacional de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja” y la “Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja”. Este último tiene por objetivo: “Fortalecer y unir a las Sociedades de la Cruz Roja ya existentes para llevar a cabo actividades sanitarias y promover la creación de nuevas sociedades” (Federación Internacional de sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja).

Paralelamente al caso Europeo, y debido a la popularización de la participación de la CICR durante la I Guerra Mundial, en Colombia, se formalizó la Cruz Roja Colombiana el 30 de Julio de 1915 en la ciudad de Bogotá; Organización cuyo principal objetivo es: “proteger la vida, la salud de las personas y su dignidad como seres humanos en tiempo de conflicto armado y en otras situaciones de emergencia” (Cruz Roja Colombiana, 2011).

La Cruz Roja Colombiana cuenta con seccionales ubicadas en cada uno de los departamentos del país, que además de auxiliar a las poblaciones de sus respectivas zonas, reportan a la Sede Nacional ubicada en Bogotá en caso de cualquier emergencia ocurrida. Adicionalmente la Organización cuenta con 6 centros de distribución localizados en: Guajira, Bolívar, Caldas, Quindío, Valle y Huila.

Tras el Bogotazo el 9 de Abril de 1948, se fundó en Bogotá La Dirección General de Socorro Nacional, cuyo propósito fundamental es el de gestionar la Cadena de Abastecimiento de Suministros Humanitarios en caso de emergencias causados por eventos naturales y por actividad humana, y administrar programas de reducción de riesgo, de asistencia y de recuperación de poblaciones afectadas con calidad, dignidad y respeto. Todo esto en coordinación con los demás organismos de los Sistemas Nacionales (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo para la Atención y Prevención de Desastres, Sistema Nacional de Atención Integral a población Desplazada y Sistema Nacional de Salud).

Socorro Nacional desarrolla una Gestión Integral del Riesgo, teniendo en cuenta los tres momentos principales de una emergencia: antes, durante y después; cada uno de estos momentos cuenta con un respectivo plan de acción: reducción (prevención y mitigación), respuesta (atención y asistencia humanitaria inmediata) y recuperación (reconstrucción, rehabilitación, y desarrollo comunitario auto-sostenible) (Cruz Roja Colombiana, 2011). Se destaca la participación de este departamento en eventos como: El incendio de Manizales, el rescate del trapecio Amazónico, el Bogotazo, la toma del palacio de justicia, la catástrofe volcánica del Nevado del Ruíz, el terremoto de Armenia y el más reciente de los desastres naturales que ha sufrido el país: la oleada invernal 2010-2011.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CADENA

Para diagnosticar y mejorar una situación es indispensable conocerla a cabalidad; el presente capítulo es el punto de partida para el entendimiento de la dinámica del proceso llevado a cabo por la Cruz Roja Colombiana - Sede Nacional. Se pretende con este describir de forma independiente cada uno de los eslabones de la Cadena de abastecimiento de suministros humanitarios, así como también la forma en que estos se relacionan entre sí y los recursos involucrados en los mismos. La información obtenida en este capítulo es un insumo fundamental para el desarrollo del objetivo general del presente trabajo, el cual abarca los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena; dada la pretensión de elaborar una propuesta de mejora para dichos eslabones, la descripción de la cadena, constituye un primer paso de observación y documentación del modelo a analizar.

Con el fin de realizar una descripción acertada del proceso y teniendo en cuenta que dicho proceso únicamente se lleva a cabo en situaciones de emergencia, fue necesario acudir a la Cruz Roja Colombiana - Sede Nacional y recolectar información a través de informes y metodologías de la organización y mediante entrevistas a funcionarios y voluntarios del área de Socorro nacional, los cuales son en realidad los conocedores del proceso. Adicionalmente fue pertinente realizar una búsqueda de como había sido el comportamiento de esta organización frente a situaciones de emergencia en la historia de Colombia. Es claro que durante la recolección de información se visitaron y analizaron las instalaciones de la Cruz Roja Colombiana - Sede Nacional, en donde se lleva a cabo todo el proceso. Teniendo la información general, se procedió a realizar el esquema de los componentes de una cadena de abastecimiento común, para posteriormente adecuarla a lo que constituye una cadena de abastecimiento de suministros humanitarios y detallar las diferentes actividades correspondientes a cada eslabón.

En cualquiera de las emergencias que atiende la Cruz Roja Colombiana se observa la secuencia de una serie de pasos encaminados a “Entregar las provisiones apropiadas en buenas condiciones y en las cantidades solicitadas, en los lugares y en el momento en que son requeridas” (R. S. Stephenson Ph.D., 1993), formando así lo que hoy se conoce como la Cadena de abastecimiento de suministros humanitarios en caso de emergencias de la Cruz Roja Colombiana. Para dar lugar a esta cadena debe existir una población humana afectada por una emergencia o desastre, que requiera de la presencia de la Cruz Roja para su asistencia y recuperación.

Así entonces lo que para una cadena de abastecimiento de una empresa industrial común son los clientes, para la Cadena de abastecimiento de suministros humanitarios son los damnificados, cuya necesidad surge a raíz de un desastre o emergencia. En este orden de ideas, para efectos de explicar esta cadena, se partirá de los damnificados como punto final hasta llegar a los donantes (que bajo la comparación anterior hacen el papel de proveedores) como punto inicial.

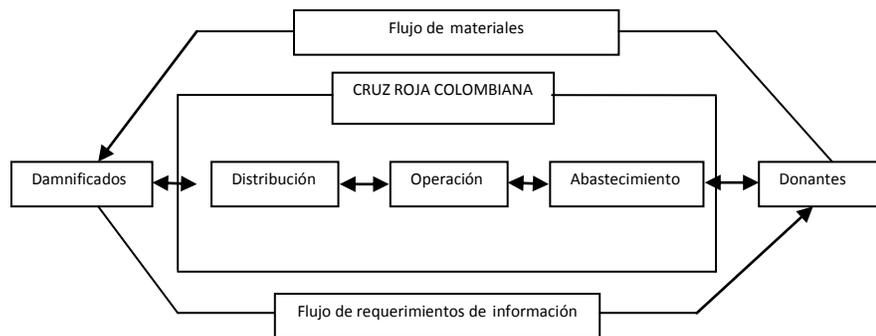


Figura 1. Cadena de abastecimiento de suministros humanitarios. Fuente: Los Autores

Según la Figura 1, como en todo proceso logístico, existen tres flujos: información, materiales y de dinero. A continuación se explican con mayor detalle:

Flujo de información: es el que da inicio al funcionamiento de la cadena, ya que a través de éste, el coordinador logístico de la seccional de la Cruz Roja del o de los lugares afectados por el desastre o emergencia, da a conocer lo más pronto posible a la Sede Nacional la situación presentada, las condiciones y las necesidades que enfrenta la población del lugar donde ocurrió la emergencia. A partir de esto, la información se involucra a lo largo de los tres eslabones de la cadena en procesos como: elaboración y difusión de la campaña de recolección a través de los medios, recepción y posterior clasificación de donaciones, armado de kits, despacho de los mismos y entrega a los damnificados en el lugar de la emergencia.

Flujo de dinero: Corresponde a todos los recursos financieros que intervienen desde que se recibe el comunicado de emergencia hasta que se provee a los damnificados de los recursos requeridos. Algunos de los costos más importantes que afectan este flujo son los de transporte de kits y los de adquisición de donaciones faltantes; sin embargo, estos costos se ven reducidos por la ayuda de voluntarios, de empresas transportadoras, de laboratorios médicos y de otras organizaciones e instituciones nacionales e internacionales. Existen también costos adicionales como el de la incineración de donaciones inservibles, ocasionado por mal manejo del flujo de información.

Flujo de materiales: es el conjunto de donaciones recolectadas en la Sede Nacional, los cuales se entregan a los damnificados tras haber armado los kits, agregando valor a las donaciones inicialmente recibidas. Este flujo se lleva a cabo a lo largo de todos los eslabones de la cadena de abastecimiento. Los cuáles serán explicados a continuación:

3.1 Distribución

De manera puntual, este eslabón consiste en la entrega final de los recursos destinados a la población afectada, para este fin la Cruz Roja Colombiana, agrupa las donaciones de cinco maneras diferentes que constituyen paquetes de ayudas humanitarias estratégicas, que para el presente ejercicio se conocerán bajo el nombre de KITS.

Los Kits se constituyen de la manera mostrada en el Anexo 1. Kits de la Cruz Roja Colombiana (CRUZ ROJA COLOMBIANA, 2011).

Este eslabón inicia, tras la salida de estos kits de la bodega de almacenamiento, transportados por el montacargas hasta el camión disponible, donde deben ser cargados los kits, según su destino final. Los montacargas empleados tienen una capacidad aproximada de 1400 kilogramos, y normalmente cargan estibas con 40 cajas de 20 kilogramos cada una.

Los kits se distribuyen por vías terrestres, aéreas y marítimas, dependiendo de la distancia al lugar de los hechos, las condiciones de las vías de acceso y por supuesto la magnitud de la necesidad. Una vez despachados los kits desde la Sede nacional, se procede a hacer un seguimiento del transporte y estado de los mismos hasta su lugar de destino que según el medio de transporte utilizado puede ser: la sede de la Cruz Roja, el aeropuerto ó puerto marítimo del departamento donde ocurrieron los hechos. Una vez la seccional del departamento recibe y tiene bajo control los suministros enviados desde Bogotá, procede a organizarlos y entregarlos en los diversos albergues temporales a las familias respectivas, de modo que equitativamente se satisfagan las necesidades básicas de los afectados.

Con el propósito de mantener un control de las existencias durante el eslabón de distribución, existen labores de registro en el sistema de información manejado por la Cruz Roja denominado “Sistema uno”, el cual brinda información actualizada sobre tipos de donaciones existentes en bodega al momento de consulta; la pantalla del Software, muestra información clasificada por tipo de ayuda en Kilogramos así:

TIPO DE AYUDA (Peso en Kilogramos)

ALIMENTARIA	NO ALIMENTARIA	
Kit alimentario	Kit aseo	Aseo
Otros alimentos	Menaje	Medicamentos
	Cobijas	Colchonetas
	Ropa	Elementos varios

3.2 Operación

A diferencia de como sucede en una cadena de abastecimiento común, para el caso de la Cruz Roja Colombiana este eslabón no constituye una transformación de propiedades físicas o químicas del producto suministrado, sino que consiste en darle una clasificación, organización y armado, y embalaje final de éste, de acuerdo a parámetros previamente establecidos.

Este eslabón se desarrolla en su totalidad en la bodega de almacenamiento (60m x 30m x 4m), localizada sobre la calle 66 # 68-14, correspondiente al Área 2 que se mostrará posteriormente en la descripción del eslabón de abastecimiento de la cadena. Cabe mencionar que ante una situación de emergencia, la primera actividad a realizar es la limpieza de la bodega, ya que normalmente se utiliza como parqueadero. Una vez realizada dicha limpieza, la primera operación que se desarrolla en esta bodega, corresponde al ARMADO DE CAJAS DE CARTÓN, elaboradas para empacar los diferentes productos correspondientes a los kits entregados por la Cruz Roja; La caja para el kit alimentario se muestra en el Anexo 2. Caja de cartón Kit alimentario (CRUZ ROJA COLOMBIANA, 2011).

Esta operación es realizada por 4 voluntarios según la asignación planeada por la Cruz Roja, sin embargo esta distribución está sujeta a cambios, según la cantidad de cajas a armar y el número de voluntarios disponibles. Esta es la primera operación realizada en las dos bandas transportadoras observadas en la Figura 3, y por tanto de ella depende el armado y el embalaje de los kits.

OPERACIONES REALIZADAS EN LA BODEGA (ÁREA 2)

La bodega de la institución de dimensiones (60m x 30m x 4m) dispone, además de la planta de operación de un sótano con dimensiones (60m x 30m x 2m) empleado como parqueadero. En la Figura 2 se observa la planta de operación y el rectángulo de color rosado representa la rampa de ingreso al sótano.

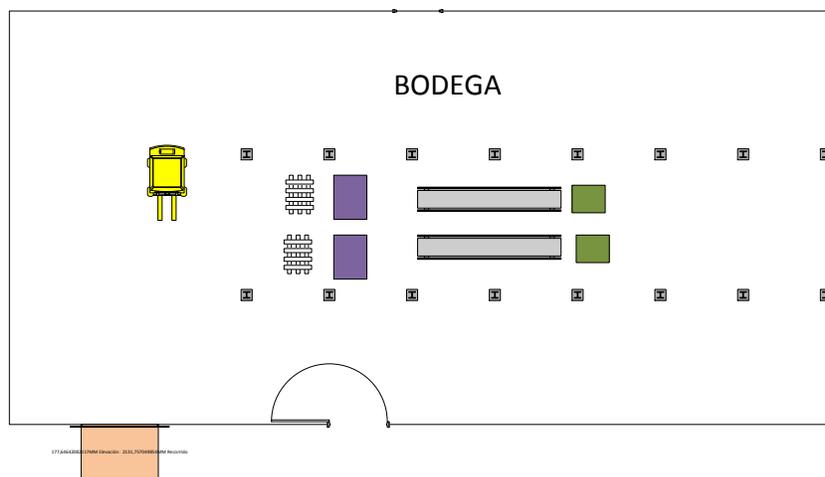


Figura 2. Distribución de la Bodega. Fuente: Las autoras

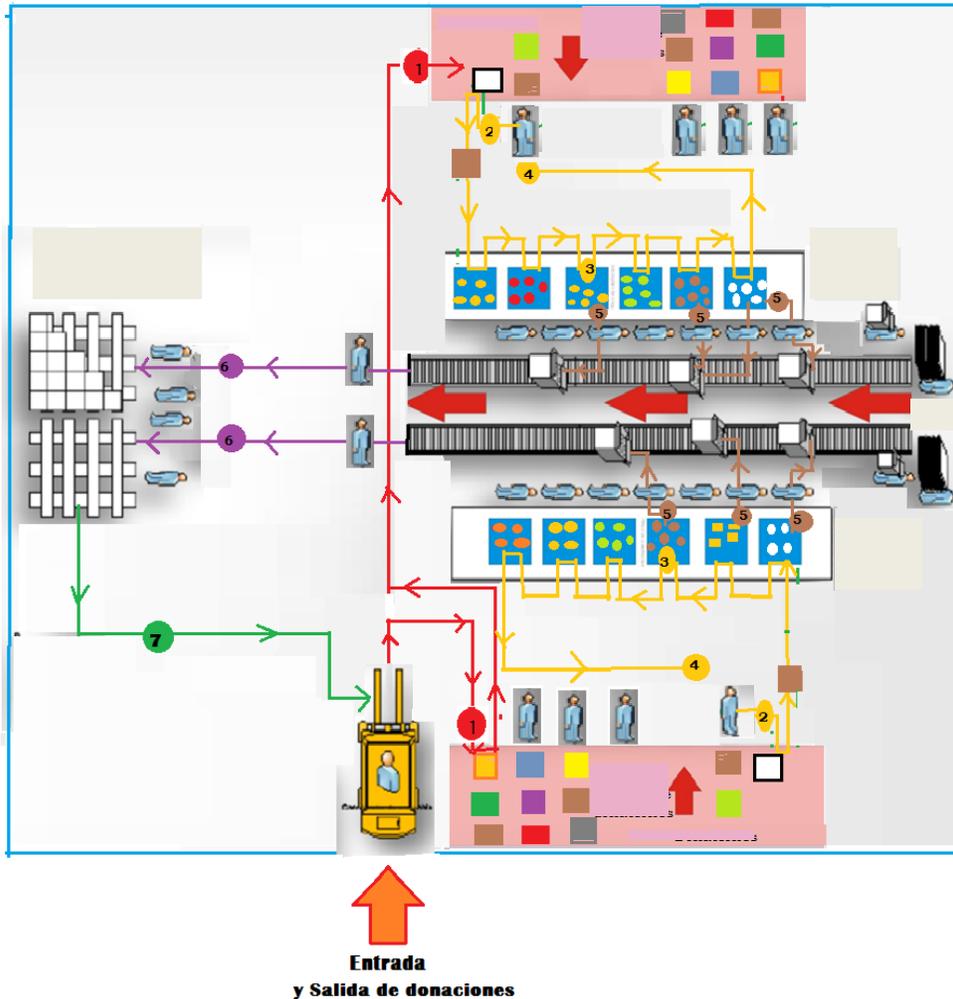


Figura 3. Operaciones realizadas dentro de la Bodega (Área 2). Fuente: Elaborado por Cruz Roja Sede Nacional, adaptado por los autores.

La siguiente operación realizada en la bodega es la de **CLASIFICACIÓN DE DONACIONES**, cuyo proceso se encuentra representado en la Figura 3 con la línea amarilla (2,3 y 4). Esta operación debe realizarse para cualquier donación, exceptuando aquellas compradas en los supermercados en convenio con la Cruz Roja Colombiana (Alkosto, Éxito, Carulla), pues éstas se encuentran previamente equipadas según disposición de la institución.

La clasificación se realiza a lado y lado de las bandas transportadoras en la bodega, e inicia en el área de depósito de donaciones como se indica en la Figura 33; para esta tarea, se dispone de canastas de plástico con dimensiones de 45cm x 40cm x 60cm (se encuentran representados a través de cuadrados azules en el mesón de productos clasificados de la Figura 33). Estas canastas se encuentran ubicadas sobre el mesón de clasificación de productos detrás de los voluntarios de la banda transportadora; cada una está destinada a contener dos tipos de producto excepto la canasta que solo contiene arroz. Se dispone de 14 voluntarios (7 en cada área de depósito de donaciones), los cuales se encargan de tomar las bolsas/cajas donadas, abrirlas, e

identificar su contenido. De acuerdo al contenido de cada donación, el voluntario inicia el recorrido a lo largo del mesón (como muestra la línea amarilla de la Figura Figura 33), depositando cada uno de los productos identificados, en su canasta respectiva. Simultáneamente, el operario verifica las fechas de vencimiento de cada uno de los productos, de modo que ninguno de estos caduque en menos de 6 meses; en caso de que no se cumpla esta condición, el producto sale del proceso para ser incinerado posteriormente. La clasificación se realiza a lo largo de toda la jornada, cuantas veces sea necesario hasta completar los kits a armar.

La tercera operación es el ARMADO DE KITS, esta se lleva a cabo tras la clasificación de los productos en las canastas destinadas para ello, está representada en la Figura Figura 33 con la línea color café; se dispone de 14 voluntarios (7 en cada banda transportadora) para desarrollar esta operación; a cada uno de estos voluntarios, se le asigna uno o dos de los productos contenidos (previamente clasificados) en las canastas del mesón de producto clasificado, de modo que cada uno de ellos se encarga de depositarlo(s) en la caja ya armada, la cual circula a través de la banda transportadora. Una vez depositado el producto, el voluntario debe impulsar la caja hacia el siguiente voluntario para continuar el armado del kit. Cabe aclarar que se cuenta con dos bandas transportadoras de rodillos (no mecánicas) de 5 metros cada una, lo cual implica que no existe un ritmo de trabajo estándar, ya que cada voluntario desarrolla la operación a su propia velocidad y con su propio método.

Dado el caso de que existan faltantes de alimentos del kit, las operaciones posteriores al armado se retrasan hasta que la institución los adquiera con recursos propios ó con las donaciones en dinero destinadas para fines diferentes a los de elaboración de los kits.

Por último, ya completada la caja con los productos correspondientes, se procede a realizar la cuarta operación: EL EMBALAJE, representada en la Figura Figura 33 con la línea color morado; esta se lleva a cabo al final de la banda transportadora en el área de embalaje, y consiste en sellar la caja con cinta, de modo que quede protegido y esté listo para ser enviado a las personas damnificadas. Esta operación es realizada por 4 voluntarios con la ayuda de máquinas selladoras, quienes al finalizar este proceso, pesan y registran cada una de las cajas embaladas para no exceder la capacidad de cargue del camión distribuidor. Finalizado el embalaje, los voluntarios depositan lotes de 40 cajas en estibas (1m x 1,20m) en espera de ser llevadas por el montacargas a la zona de cargue y descargue. Una vez las cajas salen de la bodega (Línea verde de la Figura 3), se da por finalizado el eslabón de operación.

3.3 Abastecimiento

Una vez se presenta flujo de información debido a una emergencia, se da lugar a la campaña de recolecta de donaciones y difusión de esta información al público; A partir de esto se inicia la Cadena de Abastecimiento de Suministros Humanitarios y su eslabón de abastecimiento.

Como se mencionó anteriormente, el eslabón de operación de la cadena, se desarrolla en su totalidad en la bodega de almacenamiento. Esta bodega se encuentra ubicada en el área 2 que puede observarse en la Figura 5. Por su parte el eslabón de abastecimiento, inicia con el acceso de los donantes a las instalaciones de la institución, el cual se puede hacer por vía peatonal o

vehicular y se lleva a cabo en el parqueadero del área 1, ubicado sobre la Avenida Carrera 68 # 68b-31 (Figura 4).

La primera operación del proceso de abastecimiento es el REGISTRO Y PESAJE, el cual se desarrolla en el área 1. A esta área llegan vehículos y peatones con donaciones; los vehículos tienen ingreso por la puerta A y salida por la puerta B, mientras que los peatones pueden ingresar por ambas puertas. Los peatones hacen entrega de sus donaciones a voluntarios de la Cruz Roja ubicados al fondo del área 1. Para una mayor comprensión del ingreso de donantes y de las instalaciones de trabajo, la Figura 4 es una representación gráfica de esto.

La línea roja muestra el recorrido de los donantes peatones, la línea azul punteada el recorrido de los donantes vehiculares y la línea amarilla el recorrido del camión de 5 toneladas que desplaza las donaciones recibidas en el área 1, al área 2 para dar inicio al eslabón de operación en la bodega.

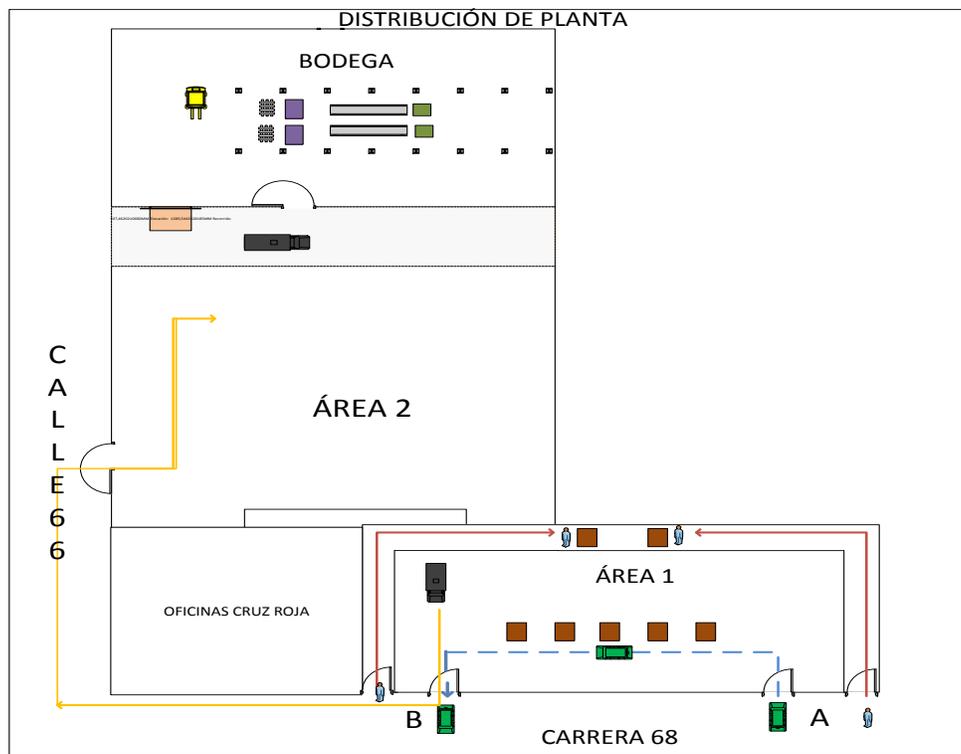


Figura 4. Recorrido de donantes y camión en la distribución de planta actual.

El área 1 cuenta con carpas temporales de almacenamiento donde se depositan las donaciones recibidas, en la que completada una cantidad aproximada de 5000 kilogramos de donaciones (capacidad del camión: 5 Toneladas), se procede a cargar el camión para el traslado de los suministros a la bodega de almacenamiento localizada en el área 2. La Organización se ve obligada a realizar este transporte, dado que el área 1 no cuenta con una bodega o bien, con una operación que permita realizar el despacho inmediato de los kits desde el área 1 a su lugar de destino final.



Figura 5. Ubicación geográfica Cruz Roja Sede Nacional. Fuente: Google Maps.

Para realizar el cargue y descargue del camión en ambas áreas se cuenta con dos montacargas propios de La Cruz Roja Colombiana, que realizan esta tarea. En el área 1 de recepción se cuenta con 2 equipos de 3 voluntarios para ingreso peatonal los cuales disponen de 1 pesa y 5 equipos de 4 voluntarios cada uno para ingreso vehicular, (cada equipo con una pesa) de los cuales dos de estos voluntarios están encargados de descargar las donaciones, uno de pesarlas y uno de registrarlas manualmente en el formato destinado, en el cual especifica los datos del donante, las características de los productos donados y el peso de éstos.

Para efectos de lograr un mejor entendimiento de esta tarea se explicará el proceso:

Una vez se registran datos del donante y características de su donación (área 1), los diferentes suministros se depositan en las estibas ubicadas dentro de la carpa temporal, en espera de ser cargadas al camión, y posteriormente trasladadas a la zona de descargue del área 2; los vehículos, los peatones y el camión evacúan el área 1 a través de la puerta B (Figura 5). Una vez los camiones llegan al área 2, las donaciones son descargadas y trasladadas por medio del montacargas a la bodega de almacenamiento para dar inicio a la elaboración de los kits.

Los formatos de registros de las donaciones realizadas se agrupan en cantidades indefinidas (hasta obtener un monto que justifique el traslado), los cuales se llevan frecuentemente del puesto de Registro y Pesaje al interior de las oficinas de la Cruz Roja, donde se encuentran 5 digitadores cada uno con un computador, encargados de diligenciar esta información en el Sistema Uno (Sistema de Información usado por la Cruz Roja), la frecuencia de esta tarea se define según el grado de afluencia de donantes al área de recepción.

Una vez las donaciones ingresan a la bodega (área 2) termina el eslabón de abastecimiento de la cadena. Es importante señalar que la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios

descrita anteriormente, aplica para todo tipo de suministros, es decir para la elaboración de cualquiera de los 4 kits mencionados previamente en el Anexo 1.

Para los eslabones de operación y abastecimiento de la cadena de suministros humanitarios de la Cruz Roja, se disponen de un mínimo de recursos para llevar a cabo el proceso, esta cantidad es variable dependiendo de la magnitud del desastre y de la cantidad de voluntarios que presten su servicio en la institución; de la misma manera en algunas ocasiones la institución se ve en la necesidad de alquilar camiones, tractomulas o montacargas. Los recursos mínimos necesarios se presentan en la Tabla 1, a continuación:

RECURSOS UTILIZADOS ACTUALMENTE EN LA CADENA	
RECURSOS	CANTIDAD MÍNIMA
Voluntarios	89
Montacargas Propios	2
Camión 5 Toneladas	1
Bandas transportadoras de rodillos (5 mts)	2
TOTAL	77
METROS CUADRADOS UTILIZADOS	
Área 1 de recepción	3900 m ²
Área 2 de recepción	9800 m ²
Bodega planta superior	1800 m ²
Bodega planta inferior	1800 m ²
TOTAL	17300 m²

Tabla 1. Recursos mínimos del proceso.

Con la descripción previa, se busca la aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial en un contexto ajeno a la común transformación de insumos en bienes o servicios. De esta manera se genera una visión interdisciplinaria de la realidad, en la que se intercambian conocimientos que permiten brindar soluciones a problemas fuera del ámbito industrial, a partir del aprendizaje del modo en que funciona la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios en la elaboración del kit alimentario. Dicho conocimiento es el motor para un diagnóstico acertado de la situación actual.

4. SITUACIÓN ACTUAL

Para mejorar un proceso es necesario tener un control sobre este, para lo cual es indispensable medirlo. La descripción de la cadena realizada anteriormente, nos da una visión cualitativa del proceso; sin embargo, en aras de hacer un análisis más profundo, se requiere hacer uso de herramientas que permitan obtener datos numéricos del sistema y posteriormente medir las diferentes variables que intervienen en este. La ingeniería Industrial ofrece numerosas herramientas de estudio que hacen posible la construcción de una visión global del proceso, de

modo que se logre analizar la cadena como un sistema único y no como la composición de sus partes.

Dado el objetivo general del presente trabajo, el análisis del proceso contempla únicamente los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena (tal como el alcance así lo define). A partir de la visión global del proceso mencionada previamente, se identifican aspectos susceptibles de mejora y sus principales causas fundamentadas de forma cualitativa y cuantitativa. Estos aspectos son hallazgos provenientes de dos tipos de diagnóstico contenidos en este capítulo: Diagnóstico basado en herramientas de la Ingeniería Industrial y diagnóstico basado en simulación computarizada.

4.1 DIAGNÓSTICO BASADO EN HERRAMIENTAS

Para llevar a cabo el diagnóstico basado en herramientas, se recolectó toda la información relacionada con las variables del sistema, así como también los datos históricos de la catástrofe de Haití, que sirven como base para el escenario pesimista en el que se basa el presente trabajo (escenario pesimista se refiere a la situación con mayor volumen de donaciones en la Cruz Roja en los últimos 5 años). A partir de la información recolectada se procedió a la elaboración de los siguientes diagramas (herramientas de la Ingeniería Industrial):

- Diagrama de operaciones
- Diagrama de recorrido
- Diagrama de flujo
- Diagrama de cuadrilla
- Diagrama de Muther
- Diagrama causa-efecto

Cada uno de estos diagramas es posteriormente analizado de forma independiente con el fin de abstraer aspectos representativos que sirvan como aporte al objetivo general del presente trabajo.

Para la elaboración de los diagramas, se tomó como base de cálculo un lote de producto (donación) de 5 Toneladas, ya que esta es la capacidad de carga del camión utilizado por la Cruz Roja a lo largo de su proceso. Para comenzar se presentarán 3 diagramas que describen el proceso en general, esto es los eslabones de abastecimiento y operación que pretenden ser analizados en el presente trabajo.

DIAGRAMA DE OPERACIONES

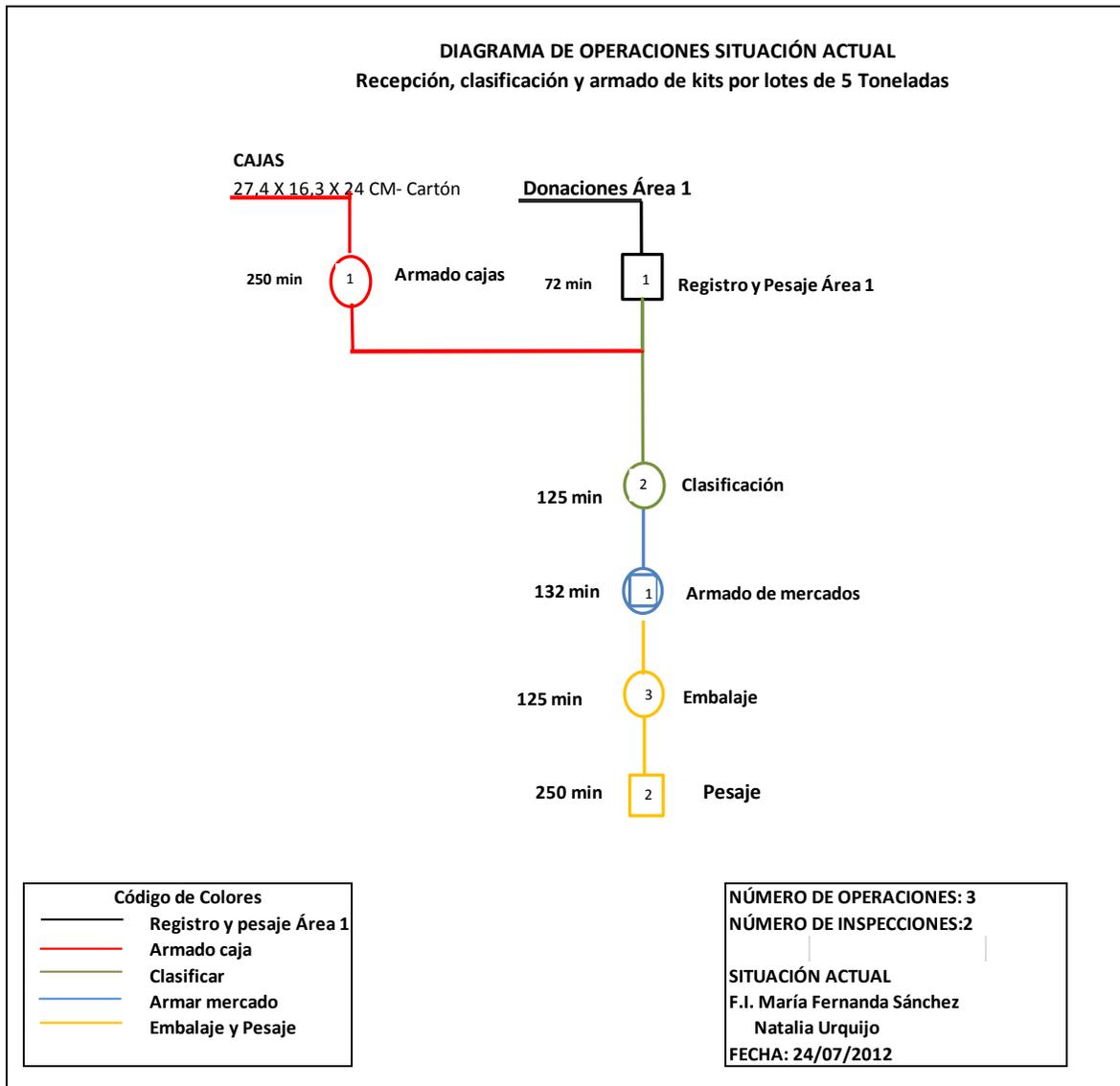


Figura 6. Diagrama de Operaciones. Fuente: Las autoras

Como puede observarse, la Figura 6 es la representación gráfica de los eslabones de operación y abastecimiento de la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios, esto basado únicamente en las operaciones e inspecciones que se llevan a cabo a lo largo del proceso. Como se observa el diagrama de operaciones está conformado por 5 colores (de acuerdo al código de colores) esto se debe a que cada uno de estos representa un proceso que se lleva a cabo de forma independiente y que busca una finalidad específica (por ejemplo la inspección "Registro y Pesaje del área 1" busca llevar a cabo una revisión de las donaciones recibidas para su posterior clasificación). Por otra parte el diagrama se compone inicialmente de dos líneas verticales que corresponden al proceso de Registro y Pesaje y al Armado de cajas, los cuales son insumos de los procesos posteriores y a través de las líneas roja y negra dan lugar a los procesos de clasificación,

armado y embalaje de los kits. Finalmente como se observa en el mismo diagrama, los eslabones de operación y abastecimiento de la cadena están constituidos por: tres operaciones, dos inspecciones y una operación inspección.

De lo anterior se destaca que el 50% de las actividades del proceso están constituidas por operaciones, es decir por tareas que transforman y agregan valor al producto final.

DIAGRAMA DE RECORRIDO

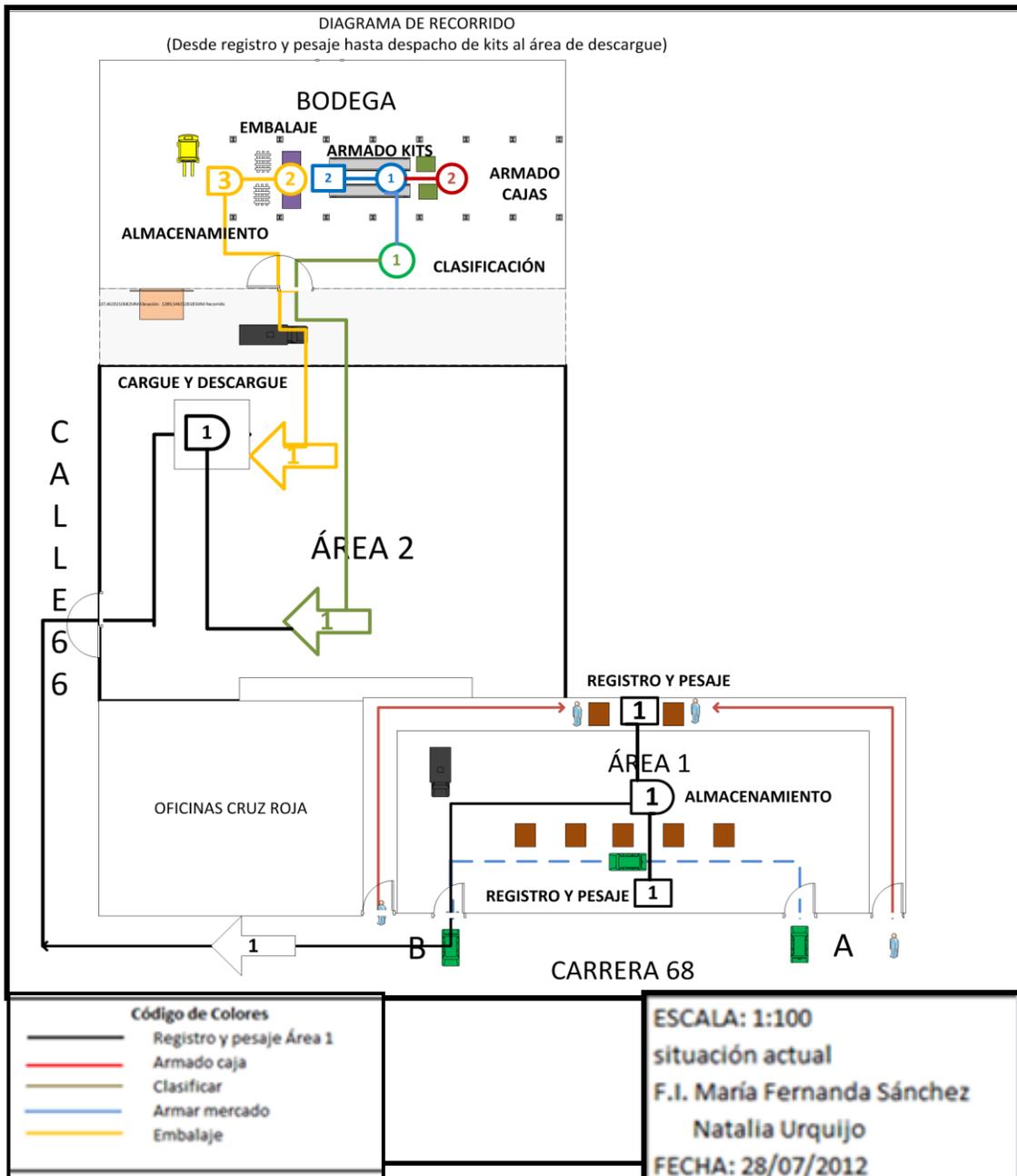


Figura 7. Diagrama de Recorrido del proceso de recepción, clasificación y armado de kits por lotes de 5 Toneladas. Fuente: Las autoras

El diagrama de recorrido de la Figura 7 es una representación gráfica de la secuencia de las actividades de los eslabones de abastecimiento y operación en el plano del lugar donde esto se lleva a cabo. Para efectos de una mayor comprensión el diagrama será explicado en conjunto con los diagramas de flujo mostrados en el Anexo 3. Diagramas de Flujo

Es pertinente aclarar tres aspectos, en cuanto a los tiempos involucrados en el proceso:

- Los tiempos de todas las actividades (excepto los retrasos) están calculados teniendo en cuenta el número de operarios por actividad y el tiempo que estos como equipo tardan en llevar a cabo su tarea para un lote completo de 5 toneladas.
- Los tiempos que se observan en los diagramas de flujo, corresponden a tiempos tomados de manera independiente, esto es a tiempos de cada actividad sin tener en cuenta los demás procesos de la operación; sin embargo, es importante resaltar que en el modelo real muchas de las actividades se realizan de forma simultánea después del momento cero, debido al material acumulado y a la cantidad de operarios por actividad (por ejemplo después de introducir el último producto en la caja del primer kit elaborado, las operaciones de embalaje y armado de kits empiezan a realizarse de forma simultánea).
- Los tiempos mostrados en los diagramas de flujo y operación se basan en el proceso llevado a cabo a partir del momento cero, es decir desde el primer instante en que se recibe una donación tras un desastre.

El Anexo 3, representa el diagrama de flujo llevado a cabo desde que se reciben las donaciones hasta que los kits se transportan a los camiones para ser cargados. Se realizaron 3 diagramas de flujo, correspondientes a las 3 líneas observadas en el diagrama de operaciones de la Figura 66 y explicadas previamente. Este diagrama permitirá analizar cada uno de los procesos de forma independiente e identificar sus respectivos problemas y costos ocultos.

A manera de resumen la Tabla 22 muestra la cantidad de eventos observados en los diagramas de flujo y de recorrido, así:

TIPO DE EVENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE SOBRE EL PROCESO
Operaciones	3	21,43%
Retrasos	3	21,43%
Transportes	4	29,57%
Inspección	2	14,29%
Inspección- registro	1	7,14%
Operación- transporte	1	7,14%
TOTAL	14	100%

Tabla 2. Resumen procesos

Las operaciones involucradas en los eslabones, corresponden a un 21,43% de las actividades llevadas a cabo, porcentaje que se repite en el número de retrasos. Las inspecciones representan un 14,29% del proceso total, esto se debe a que se requieren registros para llevar un control y seguimiento de inventarios de entrada y salida del producto, para mantener actualizada la información de las existencias y los despachos. Para la inspección y registro inicial del proceso

(Área 1), se presenta un tiempo de 72 minutos por lote, del cual 48 minutos reflejan el tiempo empleado en el registro de las donaciones en formato físico, mientras que los 24 minutos restantes reflejan tiempos empleados en pesaje y descargue de las donaciones.

Adicionalmente, el porcentaje de transportes y retrasos (51%) que representan los eventos improductivos de un proceso, es más del doble del porcentaje de operaciones existentes (21,43%). Considerados como actividades críticas, las tabla 3 y 4 presentan de manera resumida los retrasos y transportes de la cadena respectivamente.

TIPO DE RETRASO	DURACIÓN (MINUTOS)
Donaciones en área 1 en espera de ser cargadas al camión.	84
Donaciones en área 2 en espera de ser trasladadas a la bodega de almacenamiento.	73
Kits embalados en espera de ser trasladados al camión de cargue por el montacargas.	140
TOTAL	241

Tabla 3. Retrasos durante los eslabones de operación y abastecimiento.

Como puede observarse en la Tabla 3, el retraso más largo corresponde al relacionado con el traslado de kits embalados para ser cargados por el camión. Sin embargo, a nivel general, los tres retrasos se deben principalmente a que el lote a transportar tanto en montacargas como en camión requiere acumulación de producto previo al cargue, y por tanto retraso en la movilización del mismo.

Por otra parte en la Tabla 4 se indica que el total de las distancias recorridas suman 275 metros. Al realizar un análisis de Pareto, se demuestra que el 83% de los metros recorridos corresponde al 25% de los transportes; 25% que se encuentra representado en el recorrido entre el Área 2 y 1.

TIPO DE TRANSPORTE	DISTANCIA (metros)
Transporte donaciones recibidas en el área 1 a área 2	230
Transporte de donaciones en área 2 a Bodega almacenamiento.	20
Transporte de zona de armado kits a embalaje	5
Transporte de embalaje a camión de distribución	20
TOTAL	275

Tabla 4. Distancias recorridas durante los eslabones de abastecimiento y operación.

En adición a esto cabe destacar que el flujo de material que puede observarse en el diagrama de recorrido de la Figura Figura 77, no corresponde a un flujo lineal. Esto se debe a:

- Los eslabones de operación y abastecimiento se llevan a cabo en dos áreas separadas por 230 metros.
- Algunas de las operaciones requieren desplazamientos repetitivos a lo largo del plano.

- Las áreas donde se lleva a cabo el proceso no están dispuestas en una secuencia lineal.

Para finalizar, es importante indicar que:

- El mayor transporte corresponde al transporte de donaciones recibidas en el área 1 al área 2, equivalente a 230 metros.
- El retraso más largo corresponde al generado por la espera de los kits embalados en espera de ser trasladados al camión. Esto se debe no sólo a la capacidad del montacargas, sino también al tiempo que se tarda en llevar a cabo la operación, dado el pesaje final realizado para no exceder la capacidad del camión (35 Ton).

Para complementar el análisis de este diagrama y del diagrama de recorrido, se consideró pertinente, realizar el diagrama de Muther, presentado en la Figura 8. Esto debido a que en el diagrama de flujo no existe la posibilidad de representar el número de veces que los recursos y/o materiales, se desplazan de un lado a otro a lo largo de las distancias requeridas por el proceso. Puede observarse en la Figura 8, que existen 5 desplazamientos críticos entre las siguientes áreas:

- Área 1 de recepción de donaciones y Área de cargue y descargue: a pesar de que según el diagrama sólo existe un recorrido, debe tenerse en cuenta que bajo condiciones de máxima demanda, este lote se procesa numerosas veces en el día (7 veces con máxima demanda en la catástrofe de Haití). Adicionalmente debe mencionarse que para este recorrido se utiliza el camión, el cual permanece ocioso y a la espera de ser cargado, antes de que se complete el lote. Es importante resaltar que este desplazamiento, constituye la distancia más larga del proceso (230 metros).
- Área de cargue y descargue y Área de clasificación y suministros: este desplazamiento repetitivo se debe principalmente a la capacidad del montacargas (1400 kg) por lo que se presenta retraso y acumulación en el Área de cargue y descargue.
- Banda transportadora y Área de clasificación y suministros: Este desplazamiento se da al interior de la bodega de almacenamiento, en el proceso de clasificación de suministros. Este desplazamiento se considera crítico por el número de veces que debe realizarse y de acuerdo a los movimientos de los 14 voluntarios encargados (1166 veces/lote), que debido al espacio de la bodega y la cantidad de donaciones generan desorden durante el proceso. A pesar de no ser la actividad más larga en cuanto a tiempo se refiere, la operación de clasificación se considera crítica debido a la repetitividad de desplazamientos que genera desgaste e improductividad de los voluntarios.
- Área de Embalaje y Banda transportadora: A pesar del alto número de veces que se repite este desplazamiento (124 veces/lote), el proceso no se considera crítico en cuanto al número de movimientos repetidos, ya que la distancia recorrida (1 metro) es mínima respecto a las demás.
- Área de Embalaje y Área de cargue y descargue: este desplazamiento se realiza a través del montacargas, que como se mencionó anteriormente, debe esperar hasta completar los 40 Kits requeridos para ser cargado, esta demora es de 140 minutos aproximadamente y se debe a La capacidad del montacargas y al pesaje final antes de cargar el camión.

DIAGRAMA DE MUTHER

		HASTA				
		ÁREA 1 DE RECEPCIÓN DE DONACIONES	ÁREA DE CARGUE Y DESCARGUE	ÁREA DE CLASIFICACIÓN DE SUMINISTROS	BANDA TRANSPORTADORA	ÁREA DE EMBALAJE
D	ÁREA 1 DE RECEPCIÓN DE DONACIONES	0	1	0	0	0
E	ÁREA DE CARGUE Y DESCARGUE	1	0	7	0	7
S	ÁREA DE CLASIFICACIÓN DE SUMINISTROS	0	6	0	1167	0
D	BANDA TRANSPORTADORA	0	0	1166	0	125
E	ÁREA DE EMBALAJE	0	6	0	124	0

Figura 8. Diagrama de Muther

Como se ha visto en el Anexo del diagrama de flujo y en el diagrama de Muther, dos de los retrasos intervienen en la operación de recepción del área 1 y transporte a la bodega de almacenamiento, distancia que además constituye la más larga del proceso (230 metros). Es por esto que se realizó el diagrama de cuadrilla (Figura 9) para todo el proceso realizado en el área 1, de manera que puedan observarse improductividades de los recursos (voluntarios, montacargas y camión) que allí intervienen. Con el fin de analizar la posibilidad de realizar tareas simultáneas, este diagrama parte del hecho de que el camión está listo para empezar a cargarse, pues la cantidad de kits requeridos para completar su capacidad, ha sido completada. Al analizar el diagrama de la Figura 9 de forma horizontal, se observa que a nivel general, la inspección de Registro y Pesaje de donaciones, genera recursos improductivos como descargadores, pesadores y registrador. Esto se debe a que existe una secuencia de pasos para llevar a cabo el proceso, y es necesario primero, cumplir con unas tareas para pasar a otras.

Desde un punto de vista vertical de la Figura 9, se busca identificar los recursos más improductivos de la organización, el símbolo del retraso del diagrama de flujo, es el indicador de los intervalos de improductividad que presentan los diferentes recursos. Como puede observarse los siete recursos estudiados poseen tiempos ociosos entre 5 y 70 minutos por lote. Sin embargo como recursos críticos improductivos principales del área 1, se destacan el montacarguista y el conductor del camión, ya que tienen 17 minutos y 750 minutos consecutivos de retraso respectivamente. Este hecho se debe principalmente a que siempre es necesario esperar a completar la cantidad de la capacidad requerida del camión (5 Toneladas) y del montacargas (1400 Kg) para movilizar el material de un área a otra.

DIAGRAMA DE CUADRILLA

Descargador 1	Descargador 2	Pesador 1	Pesador 2	Registrador	Montacarguista	Conductor	N	Num Grupo 7
1	1	12	12	12	6	6		Fases
12	12	2	2	3	6	6		1 Descripción
1	1	12	12	12	6	6		2 Descargar donaciones
12	12	2	2	3	6	6		3 Pesaje Donaciones
1	1	12	12	12	7	9		4 Registro Donaciones
12	12	2	2	3	12	9		5 8 m Montargas cargado
1	1	12	12	12	12	8		6 Cargar camión
12	12	2	2	3	12	8		7 8 m Montargas descargado
1	1	12	12	12	12	8		8 Dejar la carga montacargas
12	12	2	2	3	12	8		9 115 m Camión cargado
1	1	12	12	12	12	8		10 Dejar carga
12	12	2	2	3	12	11		11 115 m Camión descargado
1	1	12	12	12	12	11		12 Esperar trabajo
12	12	2	2	3	12	12		
1	1	12	12	12	12	12		
12	12	2	2	3	12	12		
1	1	12	12	12	4	12		

Figura 9. Diagrama de cuadrilla

A partir de los diagramas anteriores, se detectaron los siguientes síntomas a lo largo de los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios Tabla 5.

TABLA RELACIÓN CAUSA-EFECTO					
No.	SÍNTOMA	CAUSA DEL SÍNTOMA	CLASIFICACIÓN	CAUSAS COMUNES	DIAGRAMAS
1	Recepción de donaciones no autorizadas. (15% según datos ola invernal 2010-2011)	<p>1. Información inadecuada en las campañas de recolección.</p> <p>2. Los donantes no se informan adecuadamente sobre las campañas de donación.</p> <p>3. Es probable que algunas de las donaciones actualmente no autorizadas puedan llegar a ser consideradas como autorizadas (posible restricción).</p> <p>4. La persona encargada de recibir las donaciones, no cuestiona a los donantes sobre las donaciones, permitiendo el ingreso de aquellas no autorizadas.</p>	<p>1. Métodos</p> <p>2. Sistemas de Información</p> <p>3. Materiales</p> <p>4. Métodos</p>	<p>Distribución de la planta.</p> <p>Personas.</p> <p>Métodos.</p> <p>Administrativos.</p> <p>Máquinas</p>	<p>1. Diagrama de pescado o paretto. Buscar videos sobre publicidad de campañas. 3.benchmarking. 4. Muestreo de cómo se recibe cada carro.</p>
2	Cargue, descargue y transporte innecesario de los suministros recibidos en el área 1 al área 2, por lo tanto hay utilización improductiva de los recursos (voluntarios, conductores, camiones, montacargas y estibas).	<p>1. Por insuficiencia de espacio existe un área de recepción de donaciones (Área 1) , que se encuentra ubicada a 230 metros de la bodega de operación y almacenamiento. La bodega se encuentra ubicada en la cll 66 # 68; por su parte el área 1 (cra 68 # cll 69) se localiza en donde en condiciones normales está ubicado el parqueadero de la institución.</p> <p>2. Cuando se reciben donaciones en el área 1, se requiere de un camión disponible que las traslade al área 2 para llevar a cabo las siguientes etapas de la cadena: clasificación, armado y embalaje, exclusivas de esta área. Para ello el camión con la carga, debe recorrer una distancia de 230 m, en la que debe transitar por fuera de la institución, por la carrera 68. Por lo cual, es necesario que el camión de 5 Toneladas de capacidad, realice el viaje 7 veces (bajo el supuesto de una situación de emergencia, donde se reciben 70 Toneladas al día).</p>	<p>1. Distribución de planta.</p> <p>2. Distribución de planta</p>		
3	Donaciones en espera de ser cargadas según diagrama de Muther	<p>1. Insuficiencia de montacargas (solo se cuenta con 2 montacargas propios).</p> <p>2. El área dispuesta para la recepción se encuentran ubicada aproximadamente a 230 metros de la bodega.</p>	<p>1. Máquinas</p> <p>2. Distribución de planta</p>	<p>Distribución de la planta.</p> <p>Personas.</p> <p>Métodos.</p> <p>Administrativos.</p> <p>Máquinas</p>	<p>1. diagrama de recorrido.</p> <p>2. hombre maquina</p> <p>5. diagrama de flujo</p> <p>6. distribución de planta</p>

Tabla 5. Relaciones Causa-Efecto

No.	SÍNTOMA	CAUSA DEL SÍNTOMA	CLASIFICACIÓN	CAUSAS COMUNES	DIAGRAMAS
4	El registro de donaciones recibidas, empacadas y enviadas constituye un reproceso ya que primero se diligencia en un formato de manera manual, y luego, esto se documenta en el sistema. Este hecho lleva a desplazamientos innecesarios de los voluntarios, quienes deben trasladar los formatos diligenciados manualmente, a los encargados de actualizar el sistema. Así mismo en ocasiones no existe concordancia entre la información recogida en los formatos y la actualizada en el sistema. Adicionalmente el registro final se realiza tras un pesaje riguroso de los kits embalados y listos para ser cargadas, que constituye una inspección improductiva y retrasa el despacho del camión.	<ol style="list-style-type: none"> 1. las personas encargadas de actualizar el sistema se encuentran ubicadas a aproximadamente 40 metros del área de recepción. 2.No existe un dispositivo electrónico que facilite la transmisión inmediata y directa de la información obtenida en el transcurso de la recepción de donaciones. 3. Existe la probabilidad de que el personal cometa errores al registrar la información manualmente, o bien, al pasarla del formato físico al virtual. 4. Las actualizaciones de bases de datos se realizan en intervalos de tiempo indefinidos, por tanto esta información no se encuentra 100% en tiempo real. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Distribución de planta. 2. Sistemas de información Métodos Métodos 	Distribución de la planta. Personas. Métodos. Administrativos. Máquinas	
5	Inadecuada distribución, diseño, equipamiento, y tamaño de la bodega de almacenamiento para la realización de las tareas de clasificación y almacenamiento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilización de tan solo el 30% del espacio de la capacidad instaladas de la bodega. 2. La bodega antiguamente era un parqueadero y fue adaptada al fin actual sin realizarse ningún tipo de cambio en su estructura. 3. La bodega presenta averías como goteras en el techo que son un riesgo potencial para las donaciones allí almacenadas(estos espacios constituyen zonas inservibles e improductivas para el fin actual de ésta). 4. Ausencia de estanterías que permitan la protección y control de los suministros. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Distribución de planta. Ambiente. Ambiente Ambiente 	Distribución de la planta. Personas. Métodos. Administrativos. Máquinas	<ol style="list-style-type: none"> 1.diagrama de flujo. 2. muestreo 3.diagrama de operaciones.
6	Falta de capacitación eficaz de los voluntarios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de una metodología efectiva que permita dar a conocer de forma rápida y clara a los nuevos voluntarios el proceso que se lleva a cabo en la organización. 2. Falta de distribución adecuada de tareas y el número de personal óptimo para cada tarea. 3. Rotación permanente de voluntarios por no contar con voluntarios fijos. 4. Tiempo insuficiente para realizar una capacitación efectiva(entre 15 a 30 min., dependiendo de la emergencia) 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Métodos Métodos Mano de obra Administración 	Distribución de la planta. Personas. Métodos. Administrativos. Máquinas	

Tabla 5. Relaciones Causa-Efecto

No.	SÍNTOMA	CAUSA DEL SÍNTOMA	CLASIFICACIÓN	CAUSAS COMUNES	DIAGRAMAS
7	El proceso de clasificación de suministros, tiene el mayor número de movimientos repetitivos del procesos (1167 veces/lote)	<p>1. La clasificación de las donaciones, no se realiza justo después de la recepción. Se lleva a cabo una vez éstas se encuentran en la bodega. Lo anterior implica que todas las operaciones posteriores deben esperar a la consecución de ésta.</p> <p>2. La situación actual de la operación de clasificación, demanda, un número indefinido de recorridos (dependiendo de la cantidad de donaciones por clasificar) por parte de los voluntarios encargados de la misma. Además de conllevar a un reproceso constante, la operación ocasiona desorden (varias personas desplazándose a la vez desde y hacia el mismo lugar) y riesgos del producto donado o del voluntario encargado.</p> <p>3. Cada movimiento de los voluntarios ubicados en la banda transportadora, debe esperar por los movimientos de los operarios encargados de clasificar en sí.</p>	<p>1.Métodos 2.Métodos. 3.Maquinas.</p>	Distribución de la planta. Personas. Métodos. Administrativos. Máquinas	<p>1.diagrama de flujo. 2. muestreo 3.diagrama de operaciones.</p>
8	Existencia de cuellos de botella durante el proceso de elaboración de los kits.	<p>1. El proceso de armado de kits se lleva a cabo en una banda transportadora no mecánica (de rodillos), donde, cada voluntario encargado de insertar un producto a la caja o paquete, debe esperar al inmediatamente anterior y consecuentemente a todos los anteriores a éste para realizar su tarea.</p> <p>2. No existe un estudio de movimientos para los voluntarios de la operación, que permita realizarla de manera más sencilla y eficiente.</p> <p>3.Hay acumulación de material entre la banda transportadora y el área de embalaje.</p>	<p>1.Máquinas 2.Métodos 3.Métodos</p>		
9	Ausencia de una política de inventarios FIFO. Aunque las donaciones almacenadas tienen fecha mínima de vencimiento de seis meses, pueden ocurrir daños en los productos al ser almacenados por mucho tiempo. Adicionalmente, no se maneja ningún tipo de política que impida el contacto riesgoso entre ciertos productos. (En caso de daño de los suministros por caducidad u otro motivo, la institución tendrá que incurrir en costos adicionales de incineración de éstos).	<p>1. Ausencia de estantería que permita la clasificación de productos.</p> <p>2. Las donaciones no son clasificadas previamente a su ingreso a la bodega, por tanto, no hay manera de identificar este tipo de riesgos.</p> <p>3. Las cajas elaboradas se ubican en cualquier lugar de la bodega, sin importar fecha de vencimiento, pues no existe actualmente manera de establecer un orden.</p>	<p>1.Ambiente 2.Métodos 3.Métodos.</p>		

Tabla 5. Relaciones Causa-Efecto

En la Tabla 5 se presentan nueve síntomas relacionados con la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios, identificados a partir del diagnóstico realizado. Este análisis se realizó siguiendo la metodología del Diagrama de Causa-Efecto o de Espina de pescado; de acuerdo a esto, los síntomas representan los efectos del diagrama y bajo el modelo utilizado cada uno de ellos se asocia a una serie de causas respectivas que explican la razón de su existencia; todo esto basado en datos obtenidos y observaciones realizadas. A medida que se identificaron las diversas causas de los síntomas, se prosiguió a clasificarlas en alguno de los siguientes siete factores (optando por el factor prioritario de su origen):

- Métodos
- Máquinas
- Administración
- Mano de obra
- Medio Ambiente
- Materiales
- Distribución de Planta
- Sistemas de Información

Como puede observarse en el anterior listado, los factores Distribución de Planta y Sistemas de Información se agregaron a los 6 factores comúnmente empleados para la elaboración de este diagrama, ya que se consideraron de mayor relevancia que los originales para explicar la existencia de la causa.

Tras la asociación de cada causa con el factor respectivo, se procedió a utilizar el Diagrama de Pareto con el fin de identificar los factores con mayor porcentaje de participación en el origen de los síntomas. A continuación en la Tabla 6 y en la Figura 10, se muestra el procedimiento llevado a cabo para encontrar los factores comunes, así:

DATOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE PARETO			
CAUSAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
Métodos	13	13	43,33%
Distribución de planta	5	18	60,00%
Ambiente	4	22	73,33%
Máquinas	3	25	83,33%
Sistemas de información	2	27	90,00%
Mano de Obra	1	28	93,33%
Administración	1	29	96,67%
Materiales	1	30	100,00%

Tabla 6. Datos utilizados para la elaboración del diagrama de Pareto.

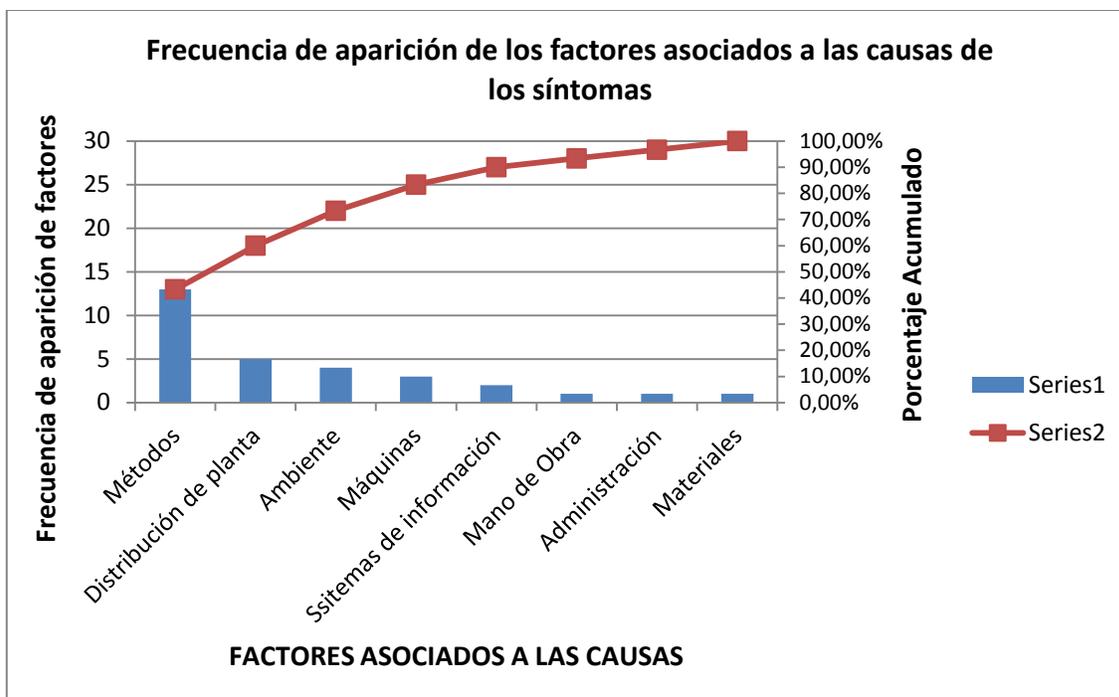


Figura 10. Diagrama de Pareto de la Frecuencia de aparición de los factores asociados a las causas de los síntomas.

A partir de la Figura 10 puede concluirse que: **“EL 37,5% DE LOS FACTORES SON LA EXPLICACIÓN DEL 73,33% DE LAS CAUSAS DE LOS SÍNTOMAS”**

Este 37,5% corresponde a los factores de: Métodos, Distribución de planta y Ambiente en el respectivo orden de participación. Para efectos de comprender el problema de manera global, a continuación se describe cada uno de estos factores:

MÉTODOS: Este factor se refiere a la forma en que se llevan a cabo todos los procesos logísticos involucrados en la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios; estos métodos no sólo se refieren a los métodos de trabajo que tiene cada voluntario, sino también a los métodos aplicados al uso de todos los recursos que intervienen en dicha cadena. De lo anterior se desprende que el hecho de no tener métodos eficientes conlleva al mal uso e incluso desaprovechamiento de los recursos (entiéndase por recurso: voluntarios, donaciones, instalaciones, maquinaria, dinero, información y tiempo).

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: Este factor hace alusión a la forma en que se disponen las instalaciones y sus elementos en el transcurso de la cadena. Aspectos como desaprovechamiento de las instalaciones, distancias significativas entre los nodos de los procesos, y todos aquellos elementos que afectan el flujo del material, dan lugar a una eficiente o ineficiente distribución de planta. Así mismo es importante mencionar que la forma como esté distribuida la planta afecta los métodos que se lleven a cabo dentro de la misma, así como también el ambiente de esta desde el punto de vista de recursos físicos disponibles para el manejo del material.

AMBIENTE: Este último factor se refiere a todos aquellos recursos físicos y facilidades de las instalaciones para la ejecución de las operaciones y la conservación del buen estado del material. Las instalaciones de la Cruz Roja Colombiana reflejan ausencia de elementos y recursos físicos que pueden entorpecer el fin último de esta: la entrega de donaciones en óptimas condiciones. Como se mencionó anteriormente la Distribución de planta está directamente relacionada con el Ambiente, ya que las condiciones que caracterizan este último influye en el modo en que se disponen las instalaciones. Así mismo los métodos que se lleven a cabo dependen también del ambiente que se maneje dentro del área de trabajo.

En conclusión, con base en la problemática planteada a lo largo de esta descripción y en los tres factores comunes previamente mencionados, se observa que el proceso está interrelacionado, por lo que cada factor se ve afectado por las debilidades propias de los demás factores; por ejemplo, la distribución de planta, aparentemente sólo refleja desplazamientos largos e innecesarios y problemas en el flujo del material; sin embargo, haciendo un análisis más profundo de la situación, la existencia de dos áreas de recepción y sólo una bodega de almacenamiento de donaciones, implica que deba existir un método de trabajo para agrupar las donaciones recibidas en ambas áreas, en una sola bodega; este método requiere de un camión que las traslade de un área a otra. El uso de este camión, de quien lo conduce, del espacio utilizado para recibir las donaciones y las repetitivas tareas de cargue y descargue que se deben realizar, son algunas de las ineficiencias reflejadas por la interrelación entre distribución de planta y método. Como se describió, la interrelación entre factores, da como resultado general, ineficiencias en el uso de los recursos involucrados en el proceso.

4.2 DIAGNÓSTICO BASADO EN SIMULACIÓN COMPUTARIZADA

El proceso de la Cruz Roja descrito y estudiado en el presente trabajo, se caracteriza por desarrollarse únicamente frente a contingencias o determinadas situaciones que dejan como resultado una población afectada que requiere de suministros humanitarios para suplir sus necesidades. Esto significa que el proceso analizado no se lleva a cabo de forma permanente sino durante temporadas que así lo requieran.

La naturaleza del proceso descrita anteriormente, refleja la necesidad de emplear el diagnóstico basado en simulación como herramienta para un mayor entendimiento y análisis del mismo. Como define Robert E. Shannon: “Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se pueda operar el sistema” (Shannon, 1988).

4.2.1 Metodología de simulación

Teniendo en cuenta el concepto definido anteriormente, es importante mencionar los pasos necesarios para llevar a cabo la simulación de un proceso, los cuales serán mencionados a continuación, en conjunto con la explicación del modo en que fueron utilizados para obtener el modelo simulado que representa el proceso estudiado (Bu, 2003).

1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA

Consiste en el pleno conocimiento del sistema y el proceso que se desarrolla en el mismo; es decir identificar las variables que intervienen y afectan el modelo, así como también sus interacciones y efectos en el mismo. Es de vital importancia definir el alcance del modelo, pues es a partir de este que se define el punto inicial y final del modelo.

En el numeral 4 del presente trabajo se presenta la descripción de las variables que intervienen en el modelo y sus interacciones dentro del sistema; de la misma forma, el alcance del modelo corresponde al mismo alcance del trabajo de grado:

Punto Inicial: Ingreso de las donaciones a la Cruz Roja por vía peatonal y vehicular.

Punto Final: Cargue del camión con los kits armados para ser despachados y distribuidos.

Con este alcance se pretende obtener la simulación del modelo real que permita además de visualizar los aspectos hallados en el diagnóstico previo, obtener información numérica del proceso que permita calcular indicadores de eficiencia y hacer un global de la situación actual.

2. FORMULACIÓN DEL MODELO

Conocido el resultado esperado de la simulación a realizar, este paso consiste en construir en detalle el esquema a modelar, junto con las variables involucradas en cada uno de los componentes del modelo.

En el Anexo 4. Esquema de la simulación actual, se observa el esquema planteado para realizar el modelo. Los colores de cada cuadro están relacionados con las variables involucradas, de la siguiente forma:

Azul: Proceso realizado por voluntarios

Naranja: Proceso realizado en conjunto con voluntarios y montacargas

Morado: Entradas al sistema

Verde: Zonas y etapas de almacenamiento.

Para llevar a cabo la simulación actual se hará uso del software FLEXSIM, el cual dispone de una librería con objetos que cumplen las funciones requeridas por las diferentes actividades del proceso y los cuales deben ser parametrizados de acuerdo a las características del sistema. A continuación se enunciarán los objetos que serán empleados en el modelo y la explicación de su funcionamiento.

FUENTE: Es el punto de entrada al sistema, es el nodo generador de los ítems, es decir de los vehículos y peatones con donaciones a entregar. Es importante aclarar en este punto que la fuente generará ítems de distintos colores, que buscan reflejar la diversidad de las donaciones aportadas por las personas.

ENTIDADES: Son objetos que se crean e ingresan al sistema. Generalmente representan insumos o productos en proceso que se mueven o se transforman a través del modelo, hasta que finalmente se retiran de éste.

ATRIBUTOS: Son características atribuidas a las entidades para lograr diferenciar unas de otras.

COLA: Como su nombre lo indica, la cola representa la acumulación de ítems o de material en espera de ser procesados y a nivel general representa retrasos del sistema.

MEZCLADOR DE ELEMENTOS: Este objeto permite agrupar ítems de diferentes categorías provenientes de diferentes fuentes, con el fin de realizar funciones como empaque ó embalaje, las cuales para el presente ejercicio representan operaciones realizadas por los voluntarios y no por máquinas.

PROCESADOR: Este objeto es empleado en las operaciones del proceso, es decir aquellas actividades en las que se transforma el material y requieren de un tiempo determinado, las cuales para el presente ejercicio representan operaciones realizadas por los voluntarios y no por máquinas.

TRANSPORTADOR: Es el recurso encargado de movilizar los ítems del proceso, estará representado por un montacargas ó por un operario principalmente. Cuenta con parámetros como capacidad, velocidad y tiempos de cargue y descargue.

SALIDA DEL SISTEMA: Es el punto final del sistema, con este se da por finalizado el modelo simulado.

3. RECOLECCIÓN DE DATOS

Esta etapa del proceso es de vital importancia para garantizar la validez del modelo, ya que consiste en la búsqueda y recolección de la información relacionada con las actividades enmarcadas dentro del alcance del modelo. Dada la naturaleza del proceso, para este paso se contó con dos fuentes principales de información: la otorgada por funcionarios de la organización que conocen el proceso y disponen de datos históricos y la obtenida a través de análisis estadísticos basados en el comportamiento de las diferentes variables y procesos dentro del sistema.

El presente modelo cuenta con objetos que fluyen alrededor del sistema a través de otros que por su configuración requieren cálculos específicos de tiempo. Para explicar la configuración de tiempo dada a cada uno de éstos, se describirá de manera independiente como se obtuvo la información y en que consiste cada uno de los parámetros ajustados.

- FUENTE
 - Fuente 1 y 2

El punto de partida del modelo son las Fuentes 1 (Vehículos) y 2 (Peatones), para calcular las tasas de llegada de los donantes se tomó como línea base el comportamiento de los donantes en la

colecta de donaciones del terremoto de Haití, el cual es considerado el escenario en el que se recibió mayor cantidad donaciones (Escenario pesimista dada la ineficiencia del proceso frente a la cantidad de donaciones recibidas).

Para configurar las Fuentes, es necesario identificar la tasa de llegada tanto de vehículos como de peatones; es claro que esta tasa se ve afectada por variables como el día de la semana y la hora del día en que se efectúa la donación. A continuación en la Tabla 7 y Tabla 8, se recopilan datos relacionados con estas variables, otorgados por funcionarios de la Cruz Roja – Bogotá.

COLECTA DONACIONES SEDE NACIONAL - TERREMOTO HAITÍ (2010)			
	Viernes - Día 4	Sábado- Día 5	Domingo - Día 6
Toneladas Acumuladas	25	82.8	147.65
Toneladas diarias	13.5625	57.8	64.85
Kg diarios	13562.5	57800	64850
Kg peatones (25%)	3390.625	14450	16212.5
Kg Vehículos (75%)	10171.875	43350	48637.5

Tabla 7. Colecta de donaciones. Fuente: Cruz Roja Colombiana- Sede nacional

Hora	VIERNES (DIA 4)		SABADO (DIA 5)		DOMINGO (DIA 6)	
	Porcentaje Vehículos	Porcentaje Peatones	Porcentaje Vehículos	Porcentaje Peatones	Porcentaje Vehículos	Porcentaje Peatones
08:00	12%	16%	4%	4%	4%	4%
09:00	10%	10%	6%	6%	6%	6%
10:00	4%	8%	9%	9%	9%	9%
11:00	3%	6%	10%	10%	10%	10%
12:00	3%	5%	8%	8%	8%	8%
13:00	10%	10%	8%	8%	8%	8%
14:00	5%	5%	10%	10%	10%	10%
15:00	5%	3%	13%	13%	13%	13%
16:00	8%	5%	14%	14%	14%	14%
17:00	17%	15%	12%	12%	12%	12%
18:00	23%	17%	6%	6%	6%	6%

Tabla 8. Porcentaje de donaciones por día. Fuente: Cruz Roja Colombiana – Sede Nacional

La Tabla 7 permite identificar las diferencias presentadas en cuanto a cantidad de donaciones dependiendo del día de la semana; como se observa se cuenta con información de 3 días diferentes: Viernes, Sábado y Domingo, esto con el fin de lograr visualizar 3 escenarios diferentes en un día de semana laboral y durante el fin de semana (Días con mayor afluencia de donantes).

Así pues, se garantiza un análisis más completo del proceso ya que su comportamiento cambia en función de esta variable.

Así mismo, en la Tabla 8 se observa que la afluencia de donantes no es constante a lo largo del día, es por esto que en conjunto con funcionarios de La Cruz Roja, se asignaron porcentajes de llegada a cada hora del día, teniendo en cuenta que en escenarios pesimistas como el de Haití, el horario de trabajo es de 8:00 am a 6:00 pm. Los porcentajes mostrados en la tabla, no solo varían de acuerdo a la hora del día y al día de la semana, sino también al tipo de donante (vehículos o peatones). Los porcentajes que se observan en la Tabla 8, serán utilizados como probabilidades para efectos del cálculo de las tasas de llegada, proceso que se explicará a continuación.

El cálculo de las tasas de llegada de los donantes, consta de los siguientes pasos:

1. Con base en la cantidad de Kg recibidos por día y por tipo de donante recopilados en la Tabla 7, se procedió a hallar el número de peatones y vehículos que ingresaron a las instalaciones de la Cruz Roja en cada uno de los 3 escenarios. Dado los siguientes supuestos (otorgados por funcionarios de la Cruz Roja):
 - “Cada peatón dona entre 3 Kg y 10 Kg de alimentos por visita”
 - “Cada vehículo dona entre 10 Kg y 20 Kg de alimentos por visita”

Se procede a generar una tabla de números aleatorios según el tipo de donante (por ejemplo: números aleatorios entre 3 y 10 para peatones) para cada uno de los 3 días. Se generan tantos números aleatorios como sea necesario para que la suma de estos coincida de manera aproximada (este dato es aproximado debido a que no se sabe con exactitud la cantidad de Kg recibidos por donante dado el rango establecido) con el dato “Kg diarios peatones o vehículos” mostrado en la Tabla 7.

2. A partir de las tablas de números aleatorias generadas para cada día y por tipo de donante, se procede a hallar el total de donantes que fueron necesarios para completar las cantidades de Kg mencionadas previamente. El hecho de utilizar tablas aleatorias garantiza que el proceso a modelarse no se asume uniforme sino con un comportamiento variable de la población.
3. Calculado el total de donantes por día, nuevamente se generan horas aleatorias de llegada teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia de estas, mostrada en la Tabla 8. Obteniéndose una tabla final con el número total de personas que arriban a las instalaciones por hora, cuya suma debe corresponder al valor hallado en el punto 2 (total de donantes). Adicionalmente este dato permite hallar una media de frecuencia de llegada de donantes en segundos, que será el insumo principal para la generación de las tasas de llegada del modelo (Flexsim). El resultado final se muestra en el Anexo 5. Frecuencia de llegada de donantes por día.
4. Con el fin de obtener datos que garanticen una representación válida y fiel del modelo real, este paso consiste en obtener un comportamiento aleatorio del modelo que se ajuste a una distribución estadística válida. Para esto se generan variables aleatorias a partir de los números aleatorios hallados previamente y de acuerdo a la distribución apropiada.

El presente modelo tiene un comportamiento similar al de la llegada de clientes a un banco o a la entrada de llamadas a un centro de consulta, por tanto sigue una distribución exponencial.

La variable exponencial se considera continua ya que puede asumir valores de uno o más intervalos de la recta de los números reales, para este caso se habla de los segundos transcurridos entre las llegadas de los donantes y como se sabe el tiempo es considerado una variable continua.

Las características del modelo a representar que se han mencionado a lo largo del documento, solo permiten la toma de datos cuando se ha presentado alguna catástrofe o desastre. Es por esto que en el presente trabajo no se cuenta con datos de llegadas basados en observaciones experimentales. Con el fin de acercar el modelo simulado a la realidad, se obtiene la función generadora de variables aleatorias para una distribución exponencial, a partir de las variables aleatorias obtenidas. Para esto se lleva a cabo el procedimiento de: “*Generación de Variables aleatorias por medio del Método de la transformada Inversa TTI*” (Riaño, 2009), el cual tiene el siguiente procedimiento para variables continuas:

- Definir la función de densidad de la distribución exponencial:

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & \text{para } x \geq 0 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases}$$

Ecuación 1. Función de densidad

- Definir la función acumulada de la distribución exponencial:

$$F(x) = P(X \leq x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x < 0 \\ 1 - e^{-\lambda x} & \text{para } x \geq 0 \end{cases}$$

Ecuación 2. Función acumulada

- Despejar la variable x igualando la función acumulada al conjunto de números aleatorios R.

$$\begin{aligned} 1 - e^{-\lambda x} &= R \\ e^{-\lambda x} &= 1 - R \end{aligned}$$

- $\lambda x = \ln(1 - R)$

$$x = \frac{-\ln(1 - R)}{\lambda}$$

Donde: $\lambda = \frac{1}{\mu}$

$\mu = \text{Cantidad de donantes por hora}$

De este modo se obtiene la *Función generadora de variables aleatorias para una distribución exponencial*.

$$x = \frac{-\ln(1 - R)}{\lambda}$$

Ecuación 3. Función generadora de variables aleatorias

Una vez encontrada dicha función, se procede a generar las variables aleatorias requeridas para simular el proceso de llegada de los donantes a la Cruz Roja. Para esto es necesario generar números aleatorios r_i los cuales son reemplazados en la fórmula anterior hasta hallar la cantidad de variables aleatorias deseadas.

Para el presente trabajo se determinaron variables aleatorias para cada hora del día desde las 8:00 hasta las 18:00, teniendo en cuenta el número de donantes por hora identificados con los datos de Haití. Estas variables aleatorias son el insumo de las fuentes del modelo a simular y representan los tiempos entre llegadas de los donantes.

OBJETOS QUE REQUIEREN CONFIGURACIÓN DE TIEMPO

Para la simulación del modelo actual, son tres los objetos que requieren de una configuración de tiempo: Procesador, Operator (clasificador) y Combiner (banda transportadora). Dadas las condiciones del modelo, fue necesario hacer una simulación en vivo de las diferentes actividades. Se obtuvieron muestras de 50 tiempos para cada una de estas con el fin de obtener los datos de entrada a la herramienta a utilizar.

Para obtener cada distribución se empleó la herramienta STAT:FIT de Promodel, en la cual se ingresaron los datos del muestreo para obtener el tipo de distribución a la cual se ajustaba cada uno. A continuación, se presentan los datos resumen arrojados por la herramienta mencionada y como soporte de esto, el Anexo 1 contiene los datos ingresados al STAT:FIT y el Anexo 2 los tipos de distribución analizados mediante pruebas de bondad y ajuste (Chi Cuadrado, Kolmogorov-Smirnov y Anderson-Darling) que dan un criterio de rechazo o no rechazo del tipo de distribución, así como sus respectivas calificaciones de acuerdo a la precisión de ajuste; adicionalmente hacen parte del Anexo 2, las estadísticas descriptivas de los conjuntos de datos ingresados.

Cabe aclarar que los datos mostrados a continuación tienen como unidad de tiempo Segundos.

- **PROCESADOR 1:** Este elemento representa el comportamiento de los procesadores (p) 1.1 y 1.2 que actúan como los dos puestos de operación de la recepción peatonal encargados del registro y pesaje de donaciones.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 64,73 Desviación estándar: 17,43

- **PROCESADOR 2:** Este elemento representa el comportamiento de los procesadores (p) 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 que actúan como los dos puestos de operación de la recepción vehicular del registro y pesaje de donaciones.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 117,64 Desviación estándar: 29,22

- **PROCESADOR 3:** Este elemento representa el comportamiento de los procesadores (p) 3.1 y 3.2 que actúan como los dos puestos de armado de cajas de cartón, insumos de la banda transportadora.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 62,78 Desviación estándar: 19,08

- **PROCESADOR 4:** Este elemento representa el comportamiento de los procesadores (p) 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 que actúan como los dos puestos de embalaje de kits.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 67,02 Desviación estándar: 19,63

- **CLASIFICADOR 1:** Este elemento representa el comportamiento de los clasificadores (cl) 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13 y 1.14 que se encargan de clasificar y transportar cada uno de los elementos que componen los kits alimentarios desde las 2 zonas de almacenamiento en bodega hasta las 14 canastas de cada uno de los voluntarios de la banda transportadora. La siguiente información estadística corresponde al tiempo empleado en búsqueda, selección, cargue y transporte de elementos, teniendo en cuenta que la capacidad de cada voluntario es de 2 unidades y la distancia que recorre de un lado a otro es de 5 metros.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 65,36 Desviación estándar: 22,33

- **COMBINER 1:** Este elemento representa el comportamiento de la banda transportadora que en el modelo se ve reflejada con los combiner 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13 y 1.14 que actúan como los puestos de armado de kits.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 37,98 Desviación estándar: 14,11

OBJETOS QUE REQUIEREN CONFIGURACIÓN DE VELOCIDAD

Para los objetos encargados de transportar o movilizar carga de un lugar a otro, se requiere determinar su máxima velocidad y distancia a recorrer, así como su capacidad de cargue. La

velocidad asumida para los voluntarios es de 0.83 m/s (Vel. Promedio personas caminando) y la velocidad para el montacargas es de 5 km/ hora. A continuación se presentan los datos correspondientes a cada objeto:

- **TRANSPORTER 1:** Este elemento representa el comportamiento de los transportadores (t) 1.1 y 1.2, que actúan como el voluntario encargado en los dos puestos de registro y pesaje peatonal de movilizar la donación desde su lugar de recepción hasta la zona de almacenamiento 1. La distancia a recorrer para los transportadores 1.1 y 1.2 es de 4.5 metros, con capacidad de 1 donación por voluntario (Debido al tiempo de la operación).
- **TRANSPORTER 2:** Este elemento representa el comportamiento de los transportadores (t) 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 que actúan como el voluntario encargado en cada uno de los 5 puestos de registro y pesaje vehicular de movilizar la donación desde su lugar de recepción hasta la zona de almacenamiento 1. La distancia a recorrer para los transportadores es de 5.8 metros cada uno, con capacidad de 1 donación por voluntario (debido al tiempo de operación).
- **TRANSPORTER 3:** Este elemento representa el comportamiento del transportador representado por el montacargas (t) 3.3 que actúa como los encargados en la zona de almacenamiento 1 de movilizar las donaciones almacenadas al camión y el respectivo cargue. La distancia a recorrer para el transportador es de 7.6 metros cada uno, con capacidad de 2 donaciones por voluntario y 40 donaciones por montacargas.
- **TRANSPORTER 4:** Este elemento representa el comportamiento del transportador (t) 4.1 que actúa como el camión encargado de desplazar las donaciones recibidas en el área 1 al área 2. La distancia a recorrer por el camión es de 230 metros cada viaje, con capacidad de 5 toneladas.
- **TRANSPORTER 5:** Este elemento representa el comportamiento de los transportadores (t) 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 que actúan como los voluntarios encargados en la zona de descargue (área 2), de descargar el camión. El tiempo de descargue es de 25 min, con capacidad de 2 donaciones por voluntario.
- **TRANSPORTER 6:** *Este elemento representa el comportamiento de los transportadores (t) 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 Y 6.8 que actúan como los voluntarios encargados de movilizar las donaciones de la zona de descargue del camión a la bodega. Esta distancia es de 20 metros para los transportadores 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 Y 6.8 con capacidad de 2 donaciones por voluntario.*
- **TRANSPORTER 7:** Este elemento representa el comportamiento de los transportadores (t) 7.1 y 7.2 que actúan como los voluntarios encargados de movilizar los kits de la banda transportadora al puesto de embalaje. Esta distancia es de 2 metros y cada voluntario tiene capacidad de llevar 1 kit.
- **TRANSPORTER 8:** Este elemento representa el comportamiento del transportador (t) 8.1 que actúa como el montacargas encargado de movilizar los kits de la zona de embalaje al camión despachador.

La distancia recorrida es de 20 metros aproximadamente (dependiendo de la ubicación exacta del camión). La capacidad del montacargas es de 40 kits.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO EN COMPUTADOR

Como su nombre lo dice, este paso consiste en el ingreso de los datos recolectados y de los objetos mencionados anteriormente, así como la programación de estos para obtener un modelo válido, que sea una representación fiel de la realidad. Para el ejercicio se empleó el Software de simulación FLEXSIM.

La simulación actual se encuentra en el archivo del Cd “Simulaciones”. Para una mejor comprensión observe las simulaciones una vez haya entendido la situación propuesta, ya que dicho archivo contiene ambas simulaciones.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El software de simulación utilizado para implementar el modelo, brinda la posibilidad de obtener una serie de datos y estadísticas del proceso simulado, fuente de interpretación, análisis y toma de decisiones, que para efectos del presente trabajo se ven reflejados en la propuesta de rediseño de los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena de suministros humanitarios de la Cruz Roja. Para mayor claridad, este paso será desarrollado en el numeral 4.2.2.

4.2.2 Análisis de los resultados de la simulación actual.

Para el análisis de los resultados de la simulación computarizada, se partió de los datos arrojados por el programa FLEXSIM para los 3 escenarios representados (Día 4, 5 y 6). Dichos datos presentan información cuantitativa acerca del comportamiento y los diferentes estados de cada uno de los objetos involucrados en el modelo. Con base en la información obtenida y en el diagnóstico basado en herramientas de Ingeniería Industrial desarrollado anteriormente, se procedió al diseño de indicadores de eficiencia de los recursos que permitan tener una medición de la situación actual que contribuya a la ejecución del objetivo general.

4.2.2.1 Resultados arrojados por el software.

Por medio del software de simulación Flexsim, es posible configurar todos aquellos datos que se desean obtener en el informe de medición del proceso; para cada escenario se analizan diferentes estados y comportamientos, de cada uno de los objetos involucrados en la simulación. Cabe mencionar que cada uno de los tres escenarios se configuró para un tiempo de 37000 Segundos, equivalente a aproximadamente 10 horas, correspondientes a la jornada laboral de la institución en temporadas de situaciones de emergencia.

Para mayor entendimiento de los resultados obtenidos, en el Anexo 6. Identificación operarios simulación, se encuentra la correspondencia entre los operarios involucrados en la cadena y el proceso que desarrollan.

4.2.2.2 Diseño y análisis de indicadores.

Como se mencionó anteriormente y como aspecto principal de los objetivos específicos del presente proyecto, fue pertinente diseñar una serie de indicadores que permitan medir la situación actual del proceso estudiado. Teniendo en cuenta que un indicador es una “herramienta utilizada para efectuar seguimientos y mediciones del desempeño de los procesos” (Giraldo, 2009) y partiendo del hecho de que se busca incrementar la eficiencia de los recursos, es necesario realizar una medición inicial con base en la información que se tiene del proceso, para posteriormente generar una propuesta que pueda ser medida de la misma forma y comparada con la situación actual, con el fin de observar el valor generado por esta.

Con base en el diagnóstico basado en herramientas de Ingeniería Industrial y en los datos arrojados por el software, se procedió a diseñar los indicadores que se muestran a continuación en la Tabla 9, para su posterior cálculo y análisis aplicado a la situación actual.

#	OBJETIVO	INDICADOR	INDICE	UNIDAD DE MEDIDA	OBSERVACIONES
1	Disminuir el tiempo ocioso de los recursos durante el tiempo total de operación.	Tiempo ocioso	$\left(\frac{\text{Tiempo promedio de ocio del recurso}}{\text{Tiempo total de operación del sistema}} \right) \times 100$	%	
2	Disminuir el tiempo de espera en cola durante el tiempo total de operación.	Material en espera de ser procesado.	$\left(\frac{\text{Tiempo promedio de espera en cola}}{\text{Tiempo total de operación del sistema}} \right) \times 100$	%	Este indicador se mide para todas las colas del proceso
3	Aumentar la eficiencia por hora (así como las horas trabajadas de actividad)	Eficiencia de la actividad	$\left(\frac{\text{Unidades procesadas en la actividad}}{\text{Horas totales de la actividad}} \right)$	$\frac{\text{Unidades Procesadas}}{\text{Hora}}$	Este indicador se mide con base en las actividades del Diagrama de Operaciones
4.	Aumentar la cantidad de kits armados y embalados en la bodega.	Tasa de salida del producto final	$\left(\frac{\text{Unidades despachadas de la bodega}}{\text{Unidades ingresadas a la bodega}} \right) \times 100$	%	
5	Incrementar la linealidad y continuidad del proceso	Linealidad del sistema	$\left(\frac{\text{Tiempo total de operación del sistema} - \text{Tiempo de primer ingreso de la donación a la bodega}}{\text{Tiempo total de operación del sistema}} \right) \times 100$	%	El tiempo del primer ingreso de donación a la bodega, se obtiene observando el reloj de la simulación

*La frecuencia de medición aplicará para temporadas de operación (situaciones de emergencia)

Tabla 9. Indicadores del proceso.

Los indicadores diseñados en la Tabla 9, fueron aplicados a cada uno de los 3 escenarios estudiados en la situación actual, los datos obtenidos y su análisis se describen a continuación resaltando aquellos objetos con datos relevantes (rojo: crítico y verde: destacable).

1. TIEMPO OCIOSO

INDICADOR No. 1 TIEMPO OCIOSO (ACTUAL)								
OBJETO	OBJETO	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	OBJETO	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
c1_1	BANDA 1	0.24%	0.26%	0.24%	Operator159	86.10%	63.69%	64.80%
c1_10	BANDA 2	90.01%	82.96%	67.22%	Operator162	86.12%	63.68%	96.55%
c1_11	BANDA 3	65.01%	66.22%	90.04%	Operator70	98.23%	96.48%	97.00%
c1_12	BANDA 4	67.07%	84.76%	74.21%	Operator71	98.19%	96.84%	94.98%
c1_13	BANDA 5	71.38%	88.60%	69.52%	Operator83	99.61%	93.70%	95.07%
c1_14	BANDA 6	72.35%	88.06%	90.10%	Operator86	99.65%	93.89%	30.77%
c1_2	BANDA 7	67.40%	57.86%	62.63%	Operator94	61.44%	12.93%	15.69%
C1_3	BANDA 8	68.10%	65.08%	46.80%	RP 1	58.02%	14.85%	18.53%
c1_4	BANDA 9	68.08%	67.37%	43.94%	RP2	67.82%	16.75%	10.69%
c1_5	BANDA 10	96.32%	88.84%	88.59%	RV 1	50.80%	9.55%	16.30%
c1_6	BANDA 11	98.06%	89.20%	87.83%	RV 2	57.46%	10.15%	29.43%
c1_7	BANDA 12	98.26%	88.59%	86.83%	RV 3	60.81%	11.30%	15.89%
c1_8	BANDA13	0.21%	0.21%	0.21%	RV 4	58.56%	20.70%	20.15%
c1_9	BANDA 14	91.28%	86.01%	66.74%	RV 5	59.47%	7.12%	0.04%
cl1_1	CLASIF. 1	91.79%	81.01%	81.66%	AC 1	0.04%	0.04%	0.02%
cl1_10	CLASIF. 2	96.27%	82.53%	82.16%	AC 2	0.02%	0.02%	89.65%
cl1_11	CLASIF. 3	93.91%	81.72%	80.60%	E 1	98.35%	90.29%	91.52%
cl1_12	CLASIF. 4	94.97%	82.71%	86.03%	E 2	98.48%	88.54%	89.18%
cl1_13	CLASIF. 5	95.41%	82.41%	82.05%	E 3	72.36%	90.54%	92.25%
cl1_14	CLASIF. 6	94.21%	82.64%	83.10%	E 4	72.70%	89.29%	12.11%
cl1_2	CLASIF. 7	94.53%	78.92%	80.64%	t1_1	52.78%	11.00%	14.56%
cl1_3	CLASIF. 8	94.48%	82.79%	82.16%	t1_2	62.48%	12.84%	9.70%
cl1_4	CLASIF. 9	95.47%	79.97%	81.67%	t2_1	45.36%	8.16%	14.60%
cl1_5	CLASIF. 10	94.07%	83.47%	84.46%	t2_2	53.63%	9.15%	27.23%
cl1_6	CLASIF. 11	95.00%	82.23%	85.71%	t2_3	56.93%	9.90%	14.01%
cl1_7	CLASIF. 12	95.83%	82.11%	86.37%	t2_4	54.83%	17.06%	18.02%
cl1_8	CLASIF. 13	92.67%	77.02%	81.73%	t2_5	55.54%	6.28%	10.29%
cl1_9	CLASIF. 14	91.60%	81.21%	85.17%	t3_2	45.19%	7.71%	0.00%

RV: Recepción Vehicular
 RP: Recepción peatonal
 CLASIF.: Clasificación donaciones
 Banda: Banda de armado de kits
 AC: Armado cajas de cartón

T1: Transportador de recepción peatonal
 T2: Transportador de recepción vehicular
 T3: Montacarguista
 E: Embalaje

Tabla 10. Indicador Tiempo Ocioso

El presente indicador se aplica en su totalidad a los voluntarios, ya que son estos los que marcan el ritmo de trabajo en el proceso y dado el diagnóstico se vio la necesidad de observar el aprovechamiento de estos a lo largo de la cadena. El Anexo 6, relaciona cada uno de los operarios con la función realizada, de manera que puedan identificarse cuellos de botella y operaciones ineficientes. En la tabla 10, se observan los diferentes porcentajes de ocio de los recursos.

A nivel general se observa que los voluntarios con porcentaje de ocio más críticos son los presentes en la operación de clasificación y armado de kits; esto se relaciona principalmente con el hecho de el arribo tardío de las donaciones a la bodega para iniciar el eslabón de operación, que a su vez tiene como principal causa la existencia de dos áreas no contiguas en el proceso. Como recursos críticos encontramos: los voluntarios de la banda 2, 5, 6 y 11 y los voluntarios de embalaje 1 y 2. El alto porcentaje de ocio de los voluntarios de la banda se debe, adicional a lo ya mencionado, al comportamiento aleatorio de los tipos de alimentos donados por el público; es claro que todos los alimentos no se reciben en igual medida, por lo tanto a lo largo del proceso existen faltantes para el armado de kits de acuerdo a las especificaciones establecidas por la institución. Por experiencia de trabajadores de la Cruz Roja, se sabe que los alimentos menos recibidos son los enlatados. La existencia de alimentos faltantes en el proceso, genera paros en el armado de kits y la clasificación, lo cual se ve reflejado en los altos porcentajes de ocio de los voluntarios relacionados.

Por su parte, los voluntarios de embalaje presentan altos porcentajes de ocio, que se deben a los mismos hechos mencionados anteriormente, ya que el embalaje requiere necesariamente del armado de kits para ser realizado, por tanto si el armado de kits presenta paros y ocio, el embalaje consecuentemente también los presentará a pesar de que disponga de voluntarios y métodos eficientes.

Al observar la tabla 10 se resaltan los voluntarios Banda 1 y 13 de color verde, dado su bajo porcentaje de ocio; la razón de este comportamiento se debe al hecho de que estos dos voluntarios son los primeros de cada una de las dos bandas de armado de kits, por lo cual desde el inicio del proceso, reciben las cajas de cartón armadas al lado de la banda y listas para ser llenadas, sin embargo este hecho no significa que estos voluntarios no estén en ocio pero dada la configuración del software el hecho de recibir la caja de cartón, los señala como voluntarios productivos y activos.

Dando un vistazo a la tabla 10 y comparando los 3 escenarios, puede observarse que los porcentajes de ocio del día 4, son en su mayoría más altos que los de los días 5 y 6; esto sucede debido a la notable diferencia de afluencia de donantes entre estos días, condición ejemplificada en las tablas 7 y 8.

2. MATERIAL EN ESPERA DE SER PROCESADO.

INDICADOR No. 2 MATERIAL EN ESPERA DE SER PROCESADO (ACTUAL)							
COLA	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	COLA	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
Queue10	5.04%	12.64%	11.82%	Queue162	74.35%	60.32%	60.64%
Queue101	0.00%	13.94%	14.14%	Queue171	23.44%	12.62%	13.17%
Queue113	0.31%	0.27%	0.28%	Queue29	0.28%	0.31%	0.29%
Queue115	3.23%	7.42%	1.57%	Queue32	12.26%	5.59%	7.59%
Queue116	0.19%	1.04%	5.32%	Queue33	0.52%	0.46%	0.08%
Queue117	0.13%	7.08%	18.39%	Queue34	13.39%	12.24%	4.48%
Queue118	1.18%	5.12%	0.80%	Queue35	15.46%	12.64%	8.10%
Queue119	3.21%	10.04%	13.11%	Queue36	14.22%	8.94%	1.60%
Queue141	0.00%	15.92%	14.66%	Queue6	0.17%	12.18%	8.31%
Queue150	0.35%	0.02%	1.38%	Queue62	0.01%	0.01%	0.01%
Queue151	3.91%	14.22%	14.68%	Queue7	0.57%	12.11%	10.63%
Queue158	1.56%	1.61%	1.67%	Queue76	10.88%	1.10%	0.56%
Queue161	66.31%	58.89%	62.35%	Queue77	11.23%	2.10%	7.29%

Tabla 11. Indicador Material en espera de ser procesado.

Al igual que el primer indicador está diseñado exclusivamente para los voluntarios, este indicador se aplica a las colas del proceso y representa el porcentaje de tiempo promedio que el material permanece en espera durante las 10 horas del día. En la tabla 11 se resaltan como críticos, aquellos resultados mayores a 10%, ya que esta cifra corresponde a una hora del material en espera, que obstaculiza la linealidad del proceso y no es deseado.

Tal y como se observa en la tabla 11, para una misma cola hay resultados críticos en 3, 2 ó 1 escenario, dependiendo de la naturaleza del proceso y la afluencia de los donantes a la institución. A partir de esto se explicarán las colas críticas.

Las colas 161, 162 y 171 son críticas en los 3 escenarios estudiados; para comenzar, las colas 161 y 162 que representan las cajas de cartón ya armadas en espera de ser llenadas son dos de los mayores porcentajes de espera en cola; estos resultados están relacionados con el hecho de que el armado de cajas de cartón no tiene ninguna tarea que sea requisito para ser iniciada y como se observa en el diagrama de operaciones (Figura 6), se realiza de forma simultánea a la recepción de donaciones. Es por esto, que a pesar de arrojar un alto porcentaje, no se considera crítico dentro del proceso ya que no afecta el proceso ni genera ocio en los recursos y por el contrario asegura la disponibilidad de las cajas para el armado de kits. Por último, la cola 171 que actúa como el camión en espera de ser cargado, es el resultado de la distribución de planta actual (dos áreas separadas).

Las colas 6, 7, 10, 101 y 141 por su parte, son críticas en los días 5 y 6 y representan las dos colas peatonales, la cola de almacenamiento área 1, la cola vehicular y la cola ocasionada tras el embalaje (estiba) respectivamente. La principal causa de los altos porcentajes en las cuatro primeras colas y bajo estos escenarios es la incapacidad de responder eficientemente con los recursos actuales y métodos actuales a las variaciones en la afluencia de donantes (por tanto el día

4 no presenta similitud en estos resultados). En cuanto a la cola 141, a pesar de ser una espera necesaria para el cargue del camión, su tiempo se ve incrementado debido a los paros de producción que anteceden a la tarea de embalaje que como se mencionó anteriormente tiene como requisito el armado de kits, la clasificación de donaciones y su recepción.

Finalmente, las colas 32, 34, 35, 36, 76, 77, 117, 119, y 151, que representan algunas de las canastas que almacenan alimentos clasificados (repartidas en las dos bandas), presentan porcentajes variados debido principalmente al hecho de que los insumos del procesos son a voluntad del donante, por lo cual existe la probabilidad de generarse faltantes de alimentos que ocasionan demoras en el armado de kits y consecuentemente mayor tiempo de espera de los alimentos ya clasificados en las canastas. Para el presente ejercicio, son estas las colas que muestran porcentajes de espera relevantes, sin embargo y debido a la naturaleza aleatoria de las donaciones recibidas, cualquiera de las 14 colas que representan las canastas de clasificación, podría presentar un comportamiento similar en cualquiera de los 3 escenarios.

Se concluye entonces, que factores como la distribución de planta, la aleatoriedad de las donaciones y la eficiencia de los métodos son causantes de estos altos porcentajes de espera.

3. EFICIENCIA DE LA ACTIVIDAD

EFICIENCIA DE LA OPERACIÓN (UNIDADES PROCESADAS POR HORA) (ACTUAL)						
ACTIVIDADES	DÍA 4		DÍA 5		DÍA 6	
	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS
Armado de cajas	88.45	10	87.86	10	87.67	10
Clasificación	81.38	3.94	112.59	6.66	112.59	6.66
Armado de kits	16.44	3.65	28.38	6.63	27.37	6.43
Embalaje	189.82	0.15	14.52	6.47	14.50	6.28

Tabla 12. Indicador Eficiencia de la actividad

Una vez estudiados los tiempos en espera y los tiempos de ocio de los recursos en los dos indicadores previos, se procede a través del tercer indicador que se observa en la Tabla 12, a determinar numéricamente la eficiencia de los recursos involucrados en cada una de las operaciones (Figura 6. Diagrama de operaciones actual). Los resultados obtenidos en este indicador, están directamente relacionados con los arrojados por los dos indicadores anteriores.

Según la columna de observaciones de la Tabla 9, el presente indicador aplica a todas las actividades incluidas en el Diagrama de Operaciones (Figura 6), sin embargo, teniendo en cuenta que su resultado se muestra en unidades por hora, se consideró no calcularlo para la inspección inicial de registro y pesaje, la cual debido a su configuración inicial de tasas de llegada exponenciales no concordaría con el resultado arrojado por este indicador.

Como se observa, la Tabla 12 consta de dos datos para cada escenario, el primero de ellos corresponde a la eficiencia como tal y el segundo al tiempo (en horas) desde que empieza la actividad hasta que se termina la simulación del proceso para cada escenario (10 horas); esto

significa, que el producto entre dichas columnas por actividad, arroja las unidades totales procesadas en el día.

Con base en esto, a continuación se explican los resultados obtenidos para cada una de las actividades analizadas:

Armado de cajas: La eficiencia de esta operación corresponde a la más alta del presente indicador para la situación actual y es similar para los tres escenarios; lo anterior se debe a que ésta inicia de forma simultánea al inicio de todo el sistema ya que no depende ni requiere de ninguna otra actividad. La mínima variación observada para los tres escenarios, se debe a que su configuración de tiempo sigue una distribución normal, con una media y desviación, explicadas previamente, que la ajustan a la realidad.

Clasificación: A simple vista, la eficiencia de esta operación parece alta, sin embargo, al observar la columna de horas trabajadas, es posible calcular que el total de unidades producidas en las 10 horas es de 321, 750 y 750 para los días 4,5 y 6 respectivamente. Resultados inferiores a la capacidad de la operación, hecho evidenciado en la columna de horas trabajadas.

Armado de kits: Esta operación no sólo presenta desaprovechamiento de la jornada laboral diaria, sino también baja eficiencia por hora, debido a la distribución de la planta actual que genera retrasos en el inicio de esta operación.

Embalaje: Teniendo como requisito de inicio, todas las actividades anteriores, esta operación presenta la menor eficiencia y el menor aprovechamiento del tiempo laboral diario.

En conclusión se identifica que la eficiencia disminuye a lo largo de la secuencia de actividades del proceso.

4. TASA DE SALIDA DEL PRODUCTO FINAL.

Indicador No. 4 TASA DE SALIDA DEL PRODUCTO FINAL (ACTUAL)			
	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
Tasa de salida	29.66%	44.14%	44.14%

Tabla 13. Indicador Tasa de salida producto final.

El presente indicador, es una muestra de la productividad del sistema dentro de la bodega, ya que relaciona donaciones ingresadas con lotes de kits listos para ser despachados. Para su cálculo, se tuvieron en cuenta los porcentajes de kg donados por tipo de donante y el promedio en Kg del peso de estas, con el fin de manejar la misma unidad de cálculo y obtener un indicador más real.

TIPO DE DONANTE	%Total de Kg donados	Peso promedio donado Kg.
Peatón	25 %	6,5
Vehículo	75 %	15

Tabla 14. Datos donaciones

Este indicador a diferencia de los tres anteriores, analiza el desempeño de la bodega de manera independiente, sin embargo tiene en cuenta el momento de llegada de la primera donación al interior de la bodega, el cual acorta el tiempo de operación de la bodega y por tanto la producción

diaria de la misma. Así como los indicadores anteriores, el día 4 presenta un resultado menos favorable y como se observa en la Tabla 13, el día 5 y 6 arrojan el mismo resultado; esto se debe a que a pesar de que en el día 6 la afluencia de donantes es un poco mayor en comparación con el día 5, el transporte de donaciones entre las dos áreas se realiza el mismo número de veces y por tanto las donaciones ingresadas a la bodega son las mismas.

5. LINEALIDAD DEL SISTEMA

Indicador No. 5 Linealidad del sistema Actual			
	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
Linealidad	38.38%	64.81%	64.81%

Tabla 15. Indicador 5 Linealidad del Sistema

En pocas palabras, este indicador muestra el porcentaje del tiempo en que la operación en la bodega se encuentra activa, dado el momento de su inicio según la realización del primer traslado de donaciones de un área a otra. Teniendo en cuenta que la jornada analizada es de 10 horas diarias, se observa que para el primer escenario, la bodega se encuentra inactiva más de la mitad del tiempo, mientras que para los días 5 y 6 se encuentra inactiva en aproximadamente un 35% del tiempo. Cabe destacar que los 3 escenarios se asumen como el primer día de recepción de donaciones, por lo que en el momento cero no hay existencias que permitan la operación.

El término linealidad hace referencia a la capacidad del sistema para llevar a cabo las operaciones de manera continua y con el mínimo número de interrupciones posibles.

4.3 CONCLUSIONES DE LOS DOS DIAGNÓSTICOS REALIZADOS.

Una vez realizados los diagnósticos y análisis cualitativos y cuantitativos de los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena de suministros humanitarios, es pertinente identificar aquellos susceptibles de mejora que contribuyen al cumplimiento de los objetivos y que representan las principales fuentes de ineficiencia del proceso. A continuación en la Tabla 16 se describen los aspectos críticos del proceso que resultan principalmente de:

- Diagrama causa-efecto (Tabla 5) presentado en el diagnóstico basado en herramientas.
- Cálculo y análisis de indicadores presentado en el diagnóstico basado en simulación computarizada.

Estos aspectos constituyen el punto de partida para el diseño de la propuesta de mejora.

NO.	ASPECTOS CRÍTICOS	RECURSOS INEFICIENTES	HERRAMIENTA QUE LO SUSTENTA
1	El sistema de Información empleado en la comunicación de las necesidades a la población y a lo largo de todo el proceso es inadecuado.	Voluntarios digitadores de la información en computadores (Reproceso). Voluntarios encargados del registro y pesaje de donaciones al inicio del proceso. Voluntarios encargados de inspección, registro y pesaje a la salida del proceso.	Diagrama Causa efecto. Experiencia de la institución.
2	La distribución de planta está dividida en dos áreas no contiguas, esto implica transportes y actividades ineficientes, así como cuellos de botella.	Montacargas área 1. Camión 5 Toneladas. Voluntarios de descargue Cola 10 y 141 Ocio de las operaciones y recursos del área 2 en general.	Indicadores Diagrama de recorrido Diagrama de flujo
3	La bodega está ubicada en un parqueadero que cuenta con un sótano (instalaciones inadecuadas para su fin)	Bodega y las operaciones que se llevan a cabo dentro de ella.	Diagrama causa y efecto Testimonio de los voluntarios de la institución.
4	El método de capacitación de los voluntarios que acuden por un día no es efectivo.	Todos los voluntarios y por ende el proceso en general	Diagrama causa efecto Testimonio y sugerencia de los funcionarios de la institución.
5	El método para realizar la operación de clasificación es ineficiente y repetitivo.	Voluntarios clasificación Operación banda transportadora.	Diagrama causa efecto Diagrama de Muther Diagrama de cuadrilla
6	Cuellos de botella en el armado de kits, por faltantes de alimentos y ausencia de método estándar en este proceso.	Voluntarios bandas transportadoras Bandas transportadoras.	Indicador 1, 2 y 3
7	Existen recursos con altos porcentajes de tiempo ocioso.	Voluntarios bandas	Indicador 1 Diagrama de cuadrilla
8	La tarea de pesaje final de los kits constituye una tarea lenta y que genera retrasos en el proceso.	Voluntarios encargados del embalaje	Diagrama de operaciones y de flujo.

Tabla 16. Resumen de los diagnósticos.

5. SITUACIÓN PROPUESTA

Una vez identificados los aspectos susceptibles de mejora del proceso actual a través de diagnósticos y análisis cualitativos y cuantitativos, se facilita la generación de “Una propuesta de rediseño de los métodos de trabajo y de las instalaciones involucrados en los procesos logísticos de los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena de abastecimiento de suministros

humanitarios, en el proceso de elaboración del kit alimentario de la Cruz Roja Colombiana Sede nacional”, objetivo general del presente trabajo. Así mismo, a través del cálculo de los indicadores diseñados en el capítulo anterior, se hace posible realizar una medición cuantitativa de la situación propuesta que permite observar las características del modelo tras las modificaciones elaboradas.

Tal y como se especifica en el objetivo general, la presente propuesta consta de dos componentes fundamentales: la redistribución de la planta y el rediseño de los métodos de trabajo. Dichos componentes se concibieron de manera simultánea, sin embargo dada la necesidad de establecer un orden para la descripción de lo planteado, se decidió partir con la explicación de la distribución de planta sugerida, de manera que al momento de dar a conocer los nuevos métodos de trabajo, se facilitara la explicación de estos, una vez conocida su respectiva ubicación y área de trabajo.

5.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Así como lo indica el objetivo general, el rediseño de la distribución de planta es uno de los dos aspectos fundamentales del presente trabajo. En el diagnóstico realizado en el capítulo anterior, pudo observarse que gran parte de los retrasos e ineficiencias de los recursos se deben al hecho de que el proceso se lleva a cabo en dos áreas separadas, no contiguas. Dicho hallazgo llevo a la decisión de proponer una modificación en la distribución de planta, de modo que todo el proceso se desarrolle en lo que para la situación actual es el área 2. A pesar de que este cambio genera una reducción del espacio de trabajo, se ve compensado con la modificación de los métodos de trabajo, cuya interrelación, no solo permitirá que en la situación propuesta se dé continuidad a las funciones actuales, sino también dar lugar a la optimización de los recursos involucrados en el proceso.

5.1.1 Distribución de áreas según Muther

La propuesta de redistribución de planta se basó en la planeación sistemática de la distribución de Muther, la cual tiene como objetivo: “Ubicar las áreas con grandes relaciones lógicas y de frecuencias cercanas entre sí mediante el uso de un procedimiento directo” (Niebel & Freivalds, 2009). Dicho procedimiento será explicado a continuación aplicado a la propuesta:

1. **Diagrama de las relaciones:** para el presente diagrama, una relación es: “El grado relativo de acercamiento, que se desea o que se requiere entre diferentes actividades, áreas, departamentos, habitaciones etc., según lo determine la información cuantitativa del flujo (Volumen, tiempo, costo, enrutamiento) de un diagrama desde-hacia, o más cualitativamente de las interacciones funcionales o información subjetiva” (Niebel & Freivalds, 2009).
2. **Establezca las necesidades de espacio:** Como se observa en la Figura 11, este paso consiste en asignar los m² destinados para cada una de las actividades del proceso; basados tanto en las áreas existentes como en las que se consideran necesarias para su óptimo desarrollo.

Con base en los dos pasos anteriores, el diagrama de la Figura 11 representa en primer lugar el área que cada actividad del proceso requiere para llevarse a cabo, obtenida con base en las instalaciones actuales de la institución. A su vez, el triángulo de la derecha de la figura

contiene las relaciones de los espacios involucrados en el proceso estudiado en el presente trabajo. Para establecer estas relaciones se emplearon las letras mostradas en la segunda columna de la Figura 12 (Niebel & Freivalds, 2009), donde cada una de ellas (A,E,I,O,U,X) define el posible tipo de relación existente entre las actividades. Por ejemplo, a la relación entre las actividades “Recepción y registro de donaciones vehicular” y “Recepción y registro de donaciones peatonal”, se le asigna la letra X: relación no deseable; esto con el fin de evitar accidentes de tránsito entre peatones y vehículos. Igualmente a la relación entre las actividades “Clasificación de suministros” y “Armado de kits”, se le asigna la letra A: relación absolutamente necesaria, bajo el precepto de la búsqueda de linealidad y continuidad en el sistema.

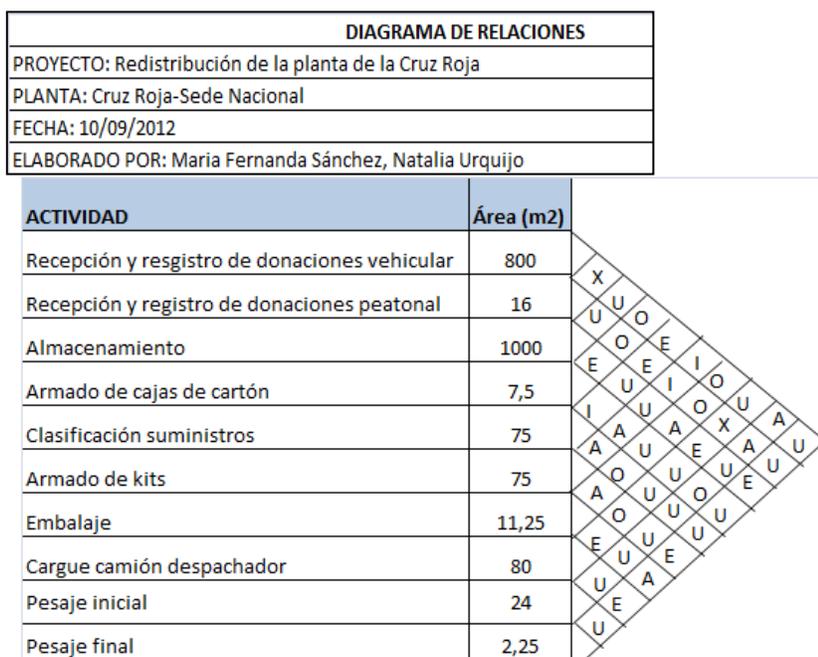


Figura 11. Diagrama de relaciones de Muther.

Adicionalmente, la tercera, cuarta y quinta columna de la Figura 12 muestran los valores numéricos, el tipo de línea y el color asignados a cada tipo de relación y que serán utilizados al graficarlas.

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

Figura 12. Valores de Relación (Niebel & Freivalds, 2009) .

3. **Diagramas de relaciones entre actividades:** De acuerdo a la relación de importancia, asignada en la Figura 14 mediante las letras A,E,I,O,U,X, y a las convenciones destinadas a cada una de ellas, se grafica la representación visual de las diferentes actividades, la cual se observa en la Figura 13.

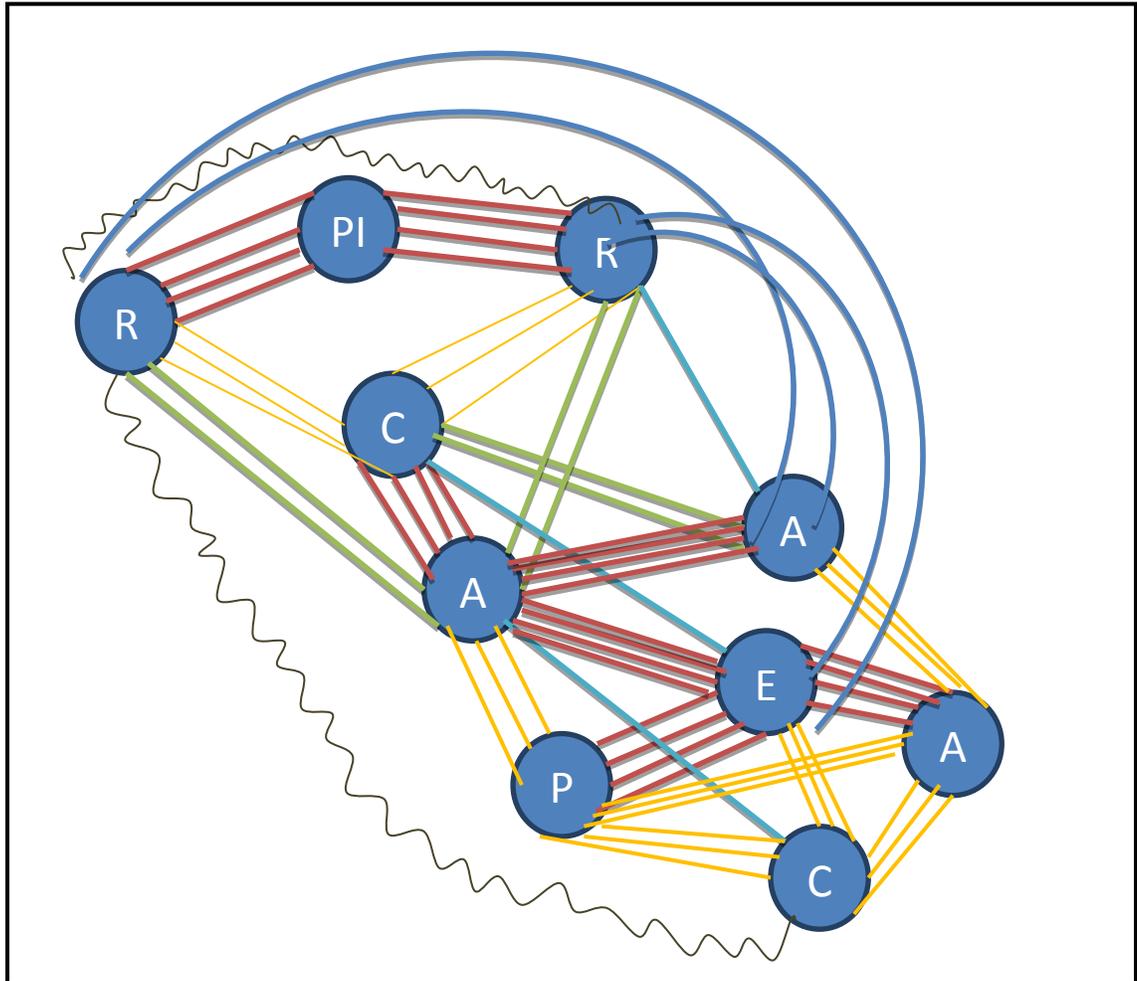


Figura 13. Diagrama de relaciones entre actividades

CONVENCIONES SIGLAS DIAGRAMA DE RELACIONES ENTRE ACTIVIDADES			
PI	Pesaje Inicial	AC	Armado cajas cartón
RP	Recepción Peatonal	E	Embalaje
RV	Recepción Vehicular	PF	Pesaje Final
CS	Clasificación Suministros	CC	Cargue Camión
AK	Armado de Kits	AI	Almacenamiento

Tabla 17. Convenciones Diagrama de relaciones entre actividades Figura 16.

4. **Elabore relaciones de espacio en la distribución:** A partir de la Figura 13, junto con las necesidades de espacio planteadas en la Figura 12, este paso consiste en crear una representación espacial de las áreas y compactarlas en un plano a escala. Esto con el fin de integrar las relaciones de importancia y los espacios existentes. A continuación en la Figura 14 se observa la distribución propuesta de acuerdo al espacio.



Figura 14. Diagrama de relaciones espaciales

Una vez desarrollados estos pasos, en el numeral 6.1.2 se procede a graficar detalladamente el plano de la distribución propuesta.

5.1.2 Rediseño de instalaciones

A partir de la distribución de áreas realizada anteriormente y con base en las necesidades y aspectos susceptibles de mejora derivados del diagnóstico del presente trabajo, se tuvo como objetivo reorganizar el área de trabajo, de acuerdo a las diversas operaciones involucradas en los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena estudiada. Esta reorganización se planteó en pro de alcanzar los siguientes aspectos primordiales:

- Respecto a la recepción peatonal, se propone *CONSTRUIR UNA PUERTA F* para acceso de personas sobre la calle 66, contigua a la puerta vehicular de 1,5 metros de ancho y 2 metros de alto (misma altura de la puerta vehicular ya existente). Adicionalmente se propone ubicar dos puestos de recepción peatonal, al frente de la entrada a la planta inferior de la bodega y se encuentra a 50 metros de distancia de la Puerta F. Por motivos de seguridad de los donantes, el área de tránsito peatonal estará delimitada con conos a lo largo del recorrido, con el fin de evitar accidentes por contacto entre vehículos y personas. Estos conos se representan con una línea punteada amarilla.
- En cuanto a la recepción vehicular, el ingreso y la salida se realizarán a través de la puerta E, localizada sobre la calle 66 (puerta habilitada para el ingreso de un vehículo y la salida de un vehículo a la vez). Una vez el vehículo ingresa al área, se dirige a la zona destinada a la recepción, tras realizar una “U” en el parqueadero observado en la Figura 15. Mientras que la situación actual cuenta con 5 puestos encargados de esta operación, la presente propuesta dispone únicamente de 3 puestos para la recepción vehicular, ubicados de modo que se facilite el acceso de los vehículos a estos en cualquier orden y de acuerdo a su disponibilidad. Este aspecto junto con el propósito de procurar la linealidad del proceso (y a su vez agilizar las actividades posteriores a la recepción), son argumentos para la reducción en el número de puestos de recepción vehicular.
- Se continuarán utilizando las carpas para cada uno de los puestos de recepción, esto con el fin de proteger a los voluntarios y donaciones en caso de lluvias.

Para mayor entendimiento de los recorridos realizados por los peatones y vehículos donantes, se presentan gráficamente por medio de una línea azul que señala el recorrido vehicular y una línea roja que señala el peatonal. Una vez los voluntarios ingresan a la bodega con las donaciones recibidas, se da inicio al eslabón de operación, que se realiza en su totalidad en la bodega.

Área de armado de cajas de cartón, clasificación, armado de kits y embalaje (operación): Al igual que en la situación actual, en la situación propuesta las 4 operaciones mencionadas se llevan a cabo en el mismo lugar (bodega). Sin embargo se proponen una serie de cambios para esta área los cuales se mencionan a continuación y también se pueden observar en la Figura 15:

- *Construcción de una nueva puerta para el acceso a la bodega:* para la situación actual, existe un único acceso a la bodega compuesto por una puerta con dos compartimientos (Puerta C), sus medidas son: 6 mts de ancho por 4 mts de altura y se encuentra ubicada a 20 mts del costado sur de la bodega. Dado el propósito mencionado anteriormente de procurar la linealidad del proceso, el primer cambio propuesto consiste en la apertura de una puerta con las mismas características dimensionales de la ya existente (Puerta D), ubicada a 35 mts del costado sur y a 15 mts de la puerta ya existente. Esta ubicación se definió de acuerdo a la localización de las columnas al interior de la bodega (que pueden observarse en la Figura 18) y al método estándar de trabajo a explicar posteriormente. El área dispuesta para la apertura de esta puerta, es actualmente una oficina que puede ser reubicada en la zona cubierta de la institución.
- *Bandas transportadoras:* En la actualidad la institución emplea dos bandas transportadoras de rodillos de 5 mts de largo por 1 mt de ancho cada una, para el armado de kits las cuales se ubican de forma horizontal y paralelas entre sí en medio de las columnas como se

muestra en la Figura 2 (Distribución de la bodega actual). La presente propuesta, pretende aprovechar mejor el espacio de la bodega mediante la utilización de 4 bandas transportadoras de rodillos, de 5 mts de largo por 1 mt de ancho cada una, dos de las cuales serán destinadas para el proceso de clasificación y las otras dos para el proceso de armado de kits (el método propuesto se explicará en el próximo capítulo). Las bandas destinadas a la clasificación se ubicarán de forma horizontal a 7 mts de distancia de la entrada a la bodega. Paralelamente, las bandas destinadas al armado de kits, se ubicarán a 18 mts de distancia de la entrada de la bodega y a 10 mts de las bandas de clasificación. Con estas cuatro bandas *SE PRETENDE CREAR DOS SISTEMAS ESPEJO DE OPERACIÓN*, cada uno compuesto por una banda de clasificación y una de armado, ubicadas de forma paralela (En total debido al sistema espejo, se proponen dos bandas de armado y dos bandas de clasificación).

- **Mesas de trabajo:** Siguiendo el sistema espejo mencionado en el punto anterior, cada componente de este contará con 6 mesas de trabajo en total: una mesa para la operación de armado de cajas de cartón- color verde (1mt x 1 mt), una mesa para la operación de embalaje- color morado (1mt x 1.5 mts) y cuatro mesas- color café (3 mts x 1 mt) para la operación de registro de donaciones recibidas, que utilizará una de las herramientas de la presente propuesta, explicada más adelante. Para la ubicación de las mesas, fue necesario tener en cuenta las 14 columnas de la bodega que ocupan el espacio destinado a la operación, de modo que el flujo no se viera obstruido. En total se propone disponer de 12 mesas.
- **Canastas de reciclaje:** para la situación propuesta, se pretende disponer de 2 canastas (una para cada sistema, donde se depositarán los envoltorios en los que fueron recibidas las donaciones; esto con el fin de mantener el orden y la limpieza del área de trabajo).

Área de almacenamiento (sótano de la bodega): Actualmente, el sótano de la bodega (60 mts x 30 mts x 2 mts) se utiliza como parqueadero y tiene acceso mediante la rampa localizada a 10 mts del costado sur de la bodega, como se observa en la Figura 16. Esta bodega cuenta con aproximadamente 21 lugares de parqueo, dada la posición de las columnas, no posee orden ni limpieza y sirve como parqueadero de 5 camionetas y 2 montacargas propiedad de la institución, además de elementos empleados en la atención de emergencia y kits ya armados que conforman las reservas de donaciones (100 cajas mínimo de reserva), localizados aleatoriamente en los espacios disponibles.

Actualmente no se cuenta con ningún parámetro de almacenamiento para producto terminado y producto en proceso; a pesar de que lo que se busca a través de la propuesta es evitar almacenamientos temporales a lo largo del proceso, se sabe de antemano que es importante e imprescindible contar con una reserva de kits, así como también dispone de un lugar para almacenar el producto terminado que no alcanza a ser despachado diariamente a la zona del desastre y debe ser cargado al día siguiente. Con el fin de estandarizar este proceso y mantener las condiciones óptimas de los kits elaborados y embalados, se propone disponer de un espacio en el sótano de la bodega para esto. El almacenamiento se realizará utilizando estibas, ya que este es el objeto de operación del montacargas; para esto se dispondrá de los 7 parqueaderos centrales de la planta como se muestra en la Figura 16.

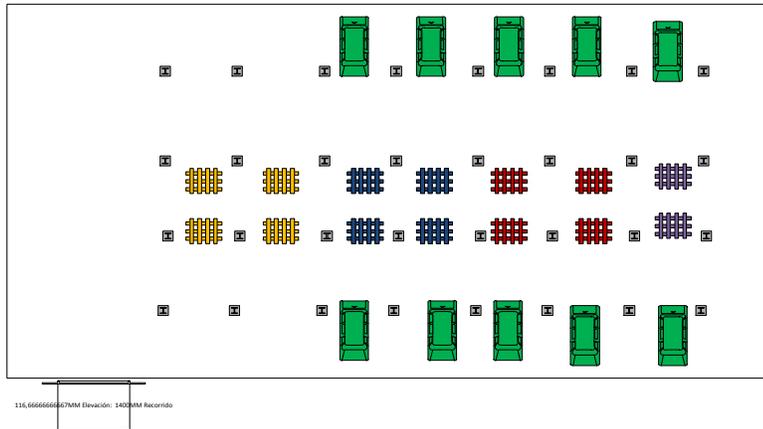


Figura 16. Propuesta de redistribución sótano de la bodega.

Adicionalmente el sótano de la bodega destinada al almacenamiento, debe contar con los siguientes aspectos para un óptimo cuidado de los kits almacenados (Organización Panamericana de la Salud, 2000):

- Limpieza del lugar y fumigación previa a su uso.
- Apilamiento de las donaciones de acuerdo a su naturaleza
- Limpieza del piso y ausencia de humedad en el área.
- Evitar el contacto directo de los productos con el piso o paredes (Estibas, plásticos, estantes)
- Resistencia de peso del piso de la bodega.
- El almacenamiento sobre estibas se debe hacer de manera equilibrada teniendo en cuenta la resistencia de la estiba y la ubicación de los productos en esta.
- Prestar atención a la altura en que se apilan las estibas para no obstruir la iluminación y para evitar daño del material por caídas.
- Tener en cuenta el espacio entre estibas para facilitar movimiento y descargue del material.

5.2 MÉTODOS DE TRABAJO

El segundo componente de la presente propuesta, consiste en modificar y estandarizar los métodos de trabajo actuales con el fin de definir claramente el modo en que se desarrollan todas y cada una de las actividades involucradas en el proceso.

Con el fin de explicar con mayor claridad la propuesta sugerida, se realiza la descripción de la cadena de suministros humanitarios para los eslabones de abastecimiento y operación incluyendo los cambios propuestos en los métodos de trabajo y en la distribución de planta.

Esta descripción se llevará a cabo de manera que se especifique con detalle cada uno de los métodos a desarrollar.

5.2.1 Cadena de suministros humanitarios propuesta

Con base en la Figura 1 “Cadena de abastecimiento de suministros humanitarios”, mostrada al inicio del trabajo, se procederá a explicar cada uno de los elementos que la componen y que se encuentran dentro del alcance del presente trabajo; esta explicación se apoyará en los diagramas de operaciones, flujo y recorrido, elaborados para la situación propuesta y presentados a continuación y en el Anexo 7. Diagrama de flujo situación propuesta.

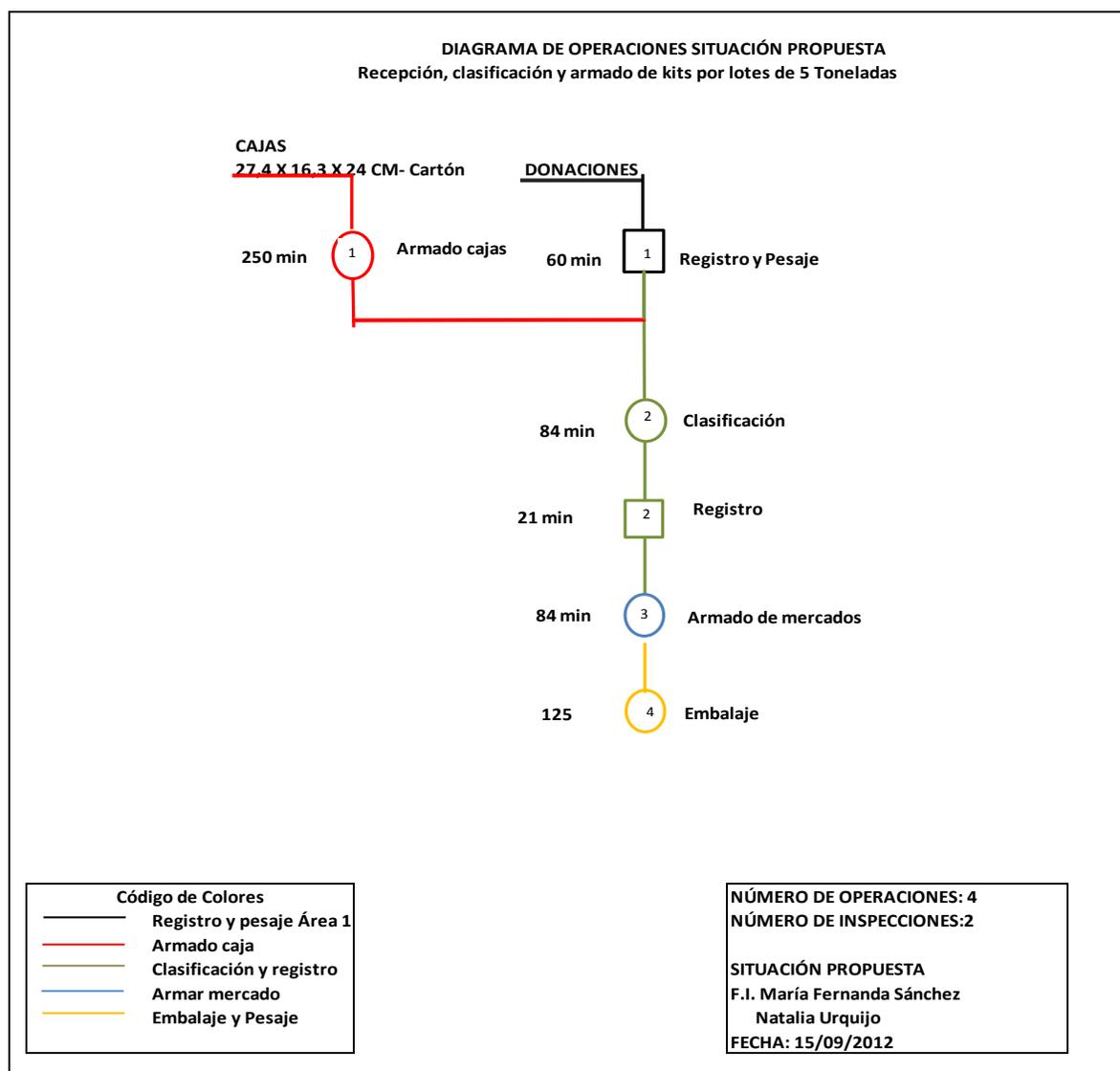


Figura 17. Diagrama de operaciones situación propuesta. Fuente: Las autoras

ESLABÓN DE ABASTECIMIENTO

El eslabón de abastecimiento inicia con el ingreso de los donantes vehiculares y peatonales a la zona de recepción; cada uno de estos cuenta con una puerta de acceso y un recorrido establecido para la entrega de las donaciones y se explica detalladamente a continuación:

INGRESO VEHICULAR: Como ya se mencionó, el ingreso vehicular se realiza a través de la puerta E ubicada sobre la calle 66, en la que un voluntario encargado indicará a los donantes el momento para ingresar y hacia donde hacerlo; una vez el vehículo se encuentra dentro de la zona de recepción de la institución debe tomar el carril delimitado por los conos que marcan la “U” necesaria para acceder a cada uno de los puestos de recepción vehicular. Para facilitar este tránsito, se dispondrá de un voluntario ubicado al fondo del parqueadero quién además de controlar la normalidad del flujo vehicular, le indicará al donante a cuál de los tres puestos de recepción debe dirigirse para entregar su donación (la asignación del puesto no se basa en el orden de ubicación de los puestos, sino en su disponibilidad) y posteriormente evacuar el lugar en la misma dirección que lleva y por la misma puerta por la que ingresó.

INGRESO PEATONAL: El ingreso y salida peatonal se realiza a través de la nueva puerta (puerta F). Una vez explicado cómo ingresan los donantes a la institución, se explica cada una de las tareas realizadas en el presente eslabón.

Registro y pesaje: Como se observa en la Figura 17 Diagrama de operaciones de la situación propuesta, la tarea de registro y pesaje constituye la primera inspección del proceso con un método de trabajo estándar para peatones y vehículos. Para esta tarea, se dispone de tres puestos de recepción vehiculares (tres voluntarios) y dos puestos peatonales (dos voluntarios), que desarrollan las siguientes tareas:

1. Descargue de donaciones: dos de los voluntarios (uno en el caso peatonal) junto con el donante (si así lo desea), descargan la donación del vehículo y la trasladan a la balanza ubicada dentro del puesto.
2. Pesaje y registro simultáneos: Para eliminar el reproceso generado por la digitalización del registro manual de la información del donante, se propone adquirir 10 radio-teléfonos (5 para cada uno de los puestos de recepción y 5 para los voluntarios localizados al interior de las oficinas). Una vez descargadas las donaciones, el voluntario que tiene el radio –teléfono, pregunta al donante nombre y cédula e inmediatamente lo transmite al voluntario al interior de las oficinas, el cual se encarga de digitalizar dicha información. Durante este tiempo sus compañeros (su compañero para la recepción peatonal), se encargan del pesaje, dato que también es transmitido para ser digitalizado en el sistema.
3. Salida del vehículo: una vez registrados los datos del donante y de su donación, el vehículo puede marcharse y el puesto queda disponible para recibir al siguiente vehículo.

Recolección de donaciones: Una vez registrada y pesada la donación, es necesario trasladarla al interior de la bodega. Para evitar los almacenamientos masivos de donaciones en la zona de recepción en espera de ser trasladadas a la bodega, se propone disponer de dos voluntarios

con dos carros de mercado cada uno; uno de estos voluntarios está encargado de los dos puestos de recepción peatonal y del puesto # 1 de recepción vehicular, el otro voluntario está encargado de los puestos #2 y #3 de recepción vehicular (Figura 18). La función de los dos voluntarios consiste en desplazar el carro de mercado por los puestos asignados, recolectando **dos donaciones** en cada uno (bolsas de mercado, cajas, redes, etc.) y depositándolas dentro del carro de mercado, para posteriormente dirigirse (aproximadamente 15 metros) al interior de la bodega donde está la banda de clasificación, entregar el carro al voluntario encargado de recibirlo e inmediatamente devolverse a su tarea de recolección utilizando el otro carro de mercado disponible; este procedimiento varía después de la primera vez, ya que para una segunda vez y posteriores, un carro de mercado estará ubicado en la zona de recepción (en espera de ser llenado) y otro estará en la banda de clasificación (en espera de ser desocupado); por tanto el voluntario llevará el carro cargado de donaciones al interior de la bodega y tomará el carro ya desocupado y lo utilizará para su labor de recolección y así sucesivamente a lo largo del día. Esta labor representa para las donaciones un retraso y un desplazamiento, que se puede observar en la Figura 18, como retraso 1 y desplazamiento 1.

Con el fin de organizar estos desplazamientos y hacer el proceso más lineal, se asignará cada una de las dos puertas de la bodega a cada uno de los dos voluntarios encargados del proceso de recolección, así: el voluntario encargado del puesto #1 de recepción vehicular y los dos puestos peatonales ingresará y saldrá de la bodega por la puerta C, mientras que el otro voluntario lo hará por la puerta D.

La justificación de la asignación a estos voluntarios transportadores de dos donaciones por puesto de recepción, se debe al hecho de agilizar el transporte de las donaciones a la bodega, de manera que se entreguen a tiempo al inicio de cada banda buscando evitar el ocio de los operarios al interior de la bodega. Lo que se propone con esto, es que desde el momento en que el voluntario de la banda reciba el carro con las donaciones dispuestas a ser clasificadas, hasta que finalice la clasificación de dicho lote, el voluntario recolector tenga el tiempo justo para recoger las nuevas donaciones en los puestos asignados, de modo que no se interrumpa ni se ocasione ocio en ninguna de las dos actividades. Es pertinente mencionar que el voluntario encargado de los dos puestos vehiculares, recogerá dos donaciones menos que el otro voluntario; sin embargo bajo el dato histórico según el cual, los vehículos donan mayor cantidad de kilogramos, el peso recogido por ambos voluntarios será similar.

Una vez ingresado el carro de mercado al interior de la bodega, se da por finalizado el eslabón de abastecimiento y se da inicio al eslabón de operación.

ESLABÓN DE OPERACIÓN

De la misma forma que en la situación actual, éste eslabón se desarrolla en su totalidad en la bodega de almacenamiento (60m x 30m x 4m). Cabe mencionar que ante una situación de emergencia, la primera actividad a realizar previo al inicio del proceso, es la limpieza de la bodega, ya que normalmente se utiliza como parqueadero y debe estar en condiciones adecuadas para llevar a cabo el eslabón de operación. A partir de esto, del mismo modo en que se describió el

eslabón de abastecimiento, el eslabón de operación será desarrollado paso a paso, de acuerdo a las operaciones y actividades involucradas en el mismo, usando como referencia la Figura 19 (Diagrama de recorrido propuesto), la cual representa el recorrido de sólo uno de los dos sistemas de trabajo al interior de la bodega (tener en cuenta que los dos sistemas funcionan exactamente de la misma manera).

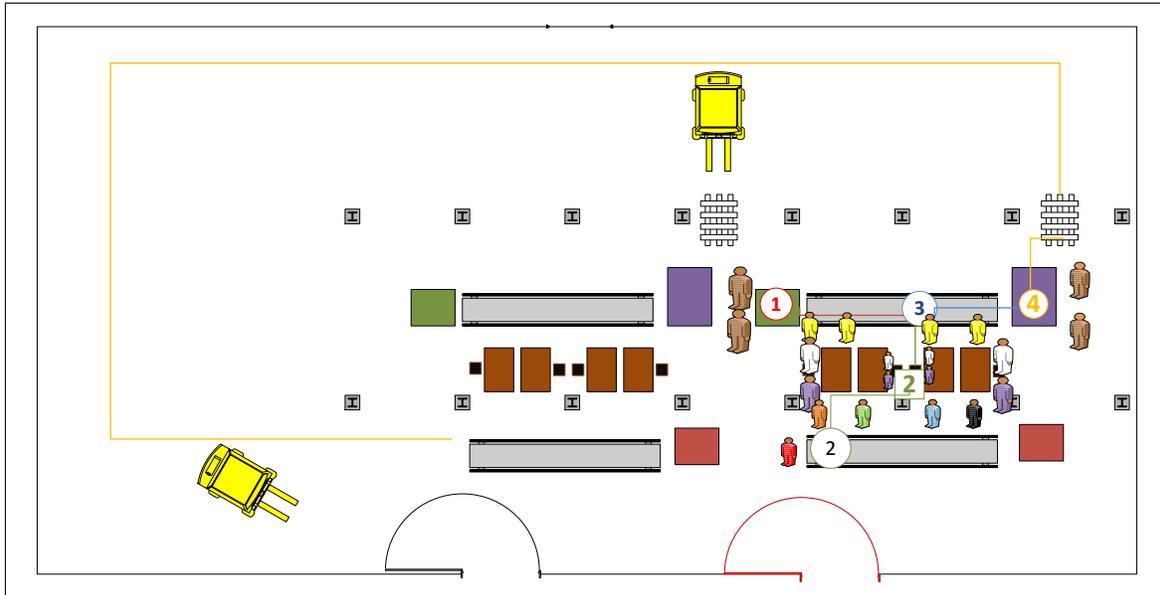


Figura 19. Representación eslabón de operación

Para la explicación del eslabón de operación se tomará como base la Figura 19. Como se observa en el diagrama de operaciones de la situación propuesta, la operación **ARMADO DE CAJAS DE CARTÓN** se realiza de manera simultánea con el registro y pesaje de donaciones. Esta simultaneidad se debe a que la operación número 2 de clasificación, requiere la recepción y traslado de donaciones a la bodega, tiempo durante el cual los voluntarios asignados a las actividades del eslabón de operación pueden avanzar en la operación número 1, el armado de cajas. Sin embargo, al iniciar el eslabón de operación en su totalidad, se destinan únicamente dos voluntarios para este fin, cuyo puesto de trabajo se representa en la Figura como un cuadrado verde para cada sistema y los dos voluntarios de color café ubicados a su lado. Una vez se inicia el proceso al interior de la bodega, uno de los dos voluntarios traslada la caja a la banda de armado de kits a medida que vaya siendo requerida, de acuerdo al recorrido del material señalado en la Figura.

A pesar de que el armado de cajas de cartón es la operación número 1 del eslabón de operación, la **CLASIFICACIÓN DE DONACIONES** es la que da inicio al proceso en la bodega. Esta operación se desarrolla en la banda transportadora ubicada en la parte inferior, referenciada

con el símbolo de operación número dos en la Figura. A lo largo de la banda se encuentran 4 voluntarios encargados de clasificar un grupo de alimentos cada uno:

1. Granos: Lentejas, frijoles y arroz según lo estipulado por la Cruz Roja, ó cualquier alimento de valor similar a estos.
2. Alimentos en polvo: sal, azúcar, leche en polvo y harina.
3. Básicos: panela sólida, café y chocolate en pastillas según lo estipulado por la Cruz Roja, ó cualquier alimento de valor similar a estos.
4. Otros: Aceite, enlatados, bocadillos, ó cualquier alimento de valor similar a estos ó no contemplado en el kit estándar y que cumpla con los requisitos de ser no perecedero en menos de 6 meses y no ser sustancia líquida.

Cada uno de estos 4 voluntarios y sus respectivos grupos alimenticios, tienen a su vez una línea y un equipo de trabajo asignados, conformados por una mesa con los voluntarios blanco y morado y un voluntario amarillo ubicado en la banda de armado de kits ubicada al fondo de la bodega; de manera que el proceso además de ser lineal, es idéntico para los dos sistemas (8 líneas de trabajo), siendo la única diferencia el grupo alimenticio asignado a cada uno de los voluntarios de la banda de clasificación:

- Voluntario naranja: granos.
- Voluntario verde: alimentos en polvo.
- Voluntario azul: básicos.
- Voluntario negro: otros.

Dadas estas condiciones, la descripción detallada del proceso lineal es la siguiente:

En el momento en que el voluntario de color rojo de la Figura 19, recibe el carro de mercado con las cuatro donaciones depositadas en el mismo; una vez recibido el carro, el voluntario abre el material que contiene la primera donación y la traslada al voluntario color naranja (primer voluntario localizado en la banda transportadora de clasificación). A continuación dicho voluntario busca los alimentos pertenecientes al grupo asignado, desliza la bolsa o caja (recipiente contenedor) al voluntario de color verde ubicado a su izquierda y se dirige a la mesa café, donde el voluntario de color blanco, una vez recibe lo clasificado, verifica su fecha de vencimiento y junto con el voluntario de color morado, que dispone de un computador portátil, realizan el **REGISTRO** de los alimentos recibidos por unidades ó número de bolsas (símbolo de inspección número dos). Una vez registrados los alimentos, el voluntario de color blanco (conocedor de los requerimientos de armado de kits) los entrega al voluntario de color amarillo más cercano, ubicado al frente de la segunda banda transportadora, quién los deposita en la caja de cartón de manera ordenada y según el alimento e inicia la operación de **ARMADO DE KITS** (símbolo de operación número 3). Esta última operación se propone del mismo modo en que se realiza en la situación actual, exceptuando por el número de operarios dispuestos para la misma (actualmente 14 voluntarios, propuestos: 8 voluntarios en total), el cual varía por los grupos de alimentos asignados a cada voluntario.

Es importante aclarar que tan pronto como el voluntario de color rojo deposita la bolsa ó caja sobre la banda de clasificación, inicia inmediatamente la apertura de la siguiente donación para pasarla de nuevo al voluntario de color naranja, y así sucesivamente hasta finalizar con las 4 donaciones del carro de mercado. Simultáneamente, los voluntarios ubicados en la banda de clasificación, de colores naranja, verde, azul y negro repiten el mismo procedimiento descrito anteriormente para su respectiva línea y grupo alimenticio asignado. Adicionalmente el voluntario de color negro (último voluntario de la banda de clasificación), deposita el material o recipiente contenedor de las donaciones en una canasta (cuadrado de color rojo) de modo que este material se almacene, no genere basura ó desorden, y pueda destinarse para otro uso.

Finalizado el desplazamiento del kit a través de los 4 puestos de la banda transportadora de armado, el último voluntario de esta banda, deposita el kit completo en la mesa de embalaje, representada por un cuadrado morado y dos voluntarios de color café (símbolo de operación número 4, Figura 19), los cuales desarrollan la operación de **EMBALAJE**. Justo al lado de la mesa de embalaje, se localiza un pallet- pesa, donde se deposita la estiba y los kits embalados; la función de este pallet-pesa, consiste en indicar el peso de la estiba con los 40 kits - capacidad de cargue del montacargas, de manera que se controle el peso total de los kits terminados y no se exceda la capacidad del camión una vez se realice el cargue; este pallet-pesa a su vez, elimina la inspección y pesaje realizada al final de la situación actual, la cual para la situación actual no se hace de forma simultánea con la acumulación del lote.

Uno de los dos voluntarios de embalaje (de cada sistema) debe informar al voluntario de registro más cercano, que corresponde al ubicado en la mesa del grupo alimenticio "Otros", el peso de la estiba una vez contenga los 40 kits, para que al momento en que el registro de peso alcance la capacidad del camión despachador, se informe al conductor del camión para detener su cargue e iniciar el cargue del siguiente camión.

Tan pronto como se carga el camión, se da por finalizado el eslabón de operación de la cadena y por tanto se concluye con el alcance del presente trabajo.

5.3 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA LA SITUACIÓN PROPUESTA.

Teniendo en cuenta que para realizar el diagnóstico de la situación actual, uno de los factores decisivos fue el uso de las herramientas de la ingeniería industrial, se considera importante analizar la contribución de la situación propuesta a partir de estas herramientas. Análisis que no solo busca identificar disminuciones en los tiempos del proceso, sino también incrementos en la eficiencia de los recursos involucrados, aspecto fundamental del objetivo general del presente trabajo. Para una mayor claridad, se analizarán uno por uno los diagramas realizados, evidenciando los cambios generados.

5.3.1 Diagrama de operaciones

El diagrama de operaciones para la situación propuesta puede observarse en la Figura 17. Al igual que en la situación actual, está constituido por 5 colores y dos líneas verticales que representan la simultaneidad de las dos tareas iniciales; a continuación en las Tablas 18 y 19 se comparan los cambios en los datos básicos de este diagrama para la situación actual (Figura 6) y la situación propuesta.

	NO. OPERACIONES	NO. INSPECCIONES	NO. OPERACIONES-INSPECCIONES	TOTAL
Situación Actual	3	2	1	6
Porcentaje	50%	33.33%	16.66%	100%
Situación Propuesta	4	2	0	6
Porcentaje	66.66%	33.33%	0%	100%

Tabla 18. Variación número de actividades

	Situación Actual	Situación propuesta	Variación	Variación porcentual(valor absoluto)
Tiempo de operaciones	500 min	543 min	+43 min	7.91%
Tiempo de inspecciones	322 min	81 min	-241 min	74.84%
Tiempo de operaciones inspecciones	132 min	0	-132 min	100%
Total	954 min	624 min	330 min	34.59%

Tabla 19. Variación tiempo de actividades

Con base en las Tablas 18 y 19, se explican las variaciones presentadas en el proceso y las causas y consecuencias de las mismas:

- *Operaciones:* En primer lugar, se observa que para la situación propuesta hay una operación adicional respecto a la situación actual, correspondiente a la operación de Armado de kits, la cual actualmente constituye la única Operación-Inspección del proceso y para la situación propuesta se convierte únicamente en operación. Este cambio se dio debido a la inclusión de una nueva inspección (inspección No. 2 de la Figura 17) en la que se lleva a cabo el registro de los alimentos recibidos tras la clasificación y el control de las fechas de vencimiento de los mismos que actualmente se lleva a cabo durante el armado de kits. Por tanto este control pasa a ser función de la inspección No. 2 y deja de ser función del Armado de kits.

Las operaciones en su mayoría presentan disminuciones de tiempo a través de la propuesta, sin embargo, el hecho de tener en cuenta al armado de kits como operación del proceso, implica un aumento del tiempo total de operaciones de un 7.91% para la situación propuesta, el cual se ve compensado con la eliminación y reducción de los tiempos de otras actividades en el tiempo total del proceso.

- *Inspecciones:* En cuanto a esta actividad, como puede observarse en la Tabla 18, para la situación propuesta continúan siendo dos inspecciones, sin embargo las inspecciones no son las mismas. En la situación actual las dos inspecciones corresponden a Registro y pesaje área 1 (Inspección No. 1) y Pesaje (Inspección No. 2), de acuerdo a la Figura 6. Diagrama de operaciones actual. Para la situación propuesta, las dos inspecciones corresponden a Registro y Pesaje (Inspección No. 1) y Registro (Inspección No. 2), de acuerdo a la Figura 18. De acuerdo a esto puede deducirse, que la Inspección No. 1 para ambas situaciones sigue siendo la misma, aunque su tiempo se reduce para la situación propuesta, dado el método de trabajo sugerido y descrito anteriormente.

En cuanto a la inspección No. 2 de la situación actual (Pesaje), se elimina en la situación propuesta, dada la adquisición de las pesas-pallet que permiten realizar esta inspección a medida que se acumula el lote de cargue del montacargas en la estiba.

Por otra parte, la inclusión de la inspección No. 2 de la situación propuesta (Registro), se realiza con el fin de tener un control más riguroso de los alimentos ingresados a la institución y depositados en los kits, así como también contar con información acerca de alimentos faltantes que puedan generar retrasos en los procesos posteriores a la clasificación (esta actividad es fundamental para el desarrollo de una de las herramientas propuestas descritas en el siguiente capítulo “Control del abastecimiento de donaciones”). Adicionalmente, como se describió en el análisis de las operaciones, esta inclusión permite que el armado de kits, se convierta exclusivamente en operación.

Al analizar la variación de tiempos, puede observarse que la situación propuesta muestra una reducción de tiempo de un 74.84%, debido principalmente a la eliminación del pesaje final. Aunque se agregó una nueva inspección al proceso, su tiempo es despreciable en comparación con la eliminada.

- *Operaciones-Inspecciones:* Como ya se explicó el armado de kits única operación-inspección de la situación actual, se convierte en exclusiva operación del proceso en la situación propuesta, reduciendo a cero el tiempo destinado a operaciones- inspecciones y reduciendo en 48 minutos la operación de armado de kits.

Al calcular la suma de tiempos de la nueva inspección “Registro” y la ahora considerada operación “Armado de kits”, se obtiene un resultado de 105 minutos, inferior al tiempo destinado en la situación actual para la Operación-inspección en conjunto de 132 minutos. Teniendo en cuenta que la nueva inspección no solo abarca esta función sino la del registro computarizado de alimentos ingresados, que antes no se hacía y que agrega valor

a la cadena como se mostrará en el próximo numeral de la descripción de herramientas complementarias.

5.3.2 Diagramas de flujo y recorrido

Para hacer un análisis global de las contribuciones de la situación propuesta al flujo del proceso, se tendrán en cuenta los diagramas de flujo y recorrido de forma conjunta Anexo 7 y Figura 18. Para comenzar se observa que mientras para la representación de la situación actual fueron necesarias 4 gráficas, para la situación propuesta solo se requirieron dos. Esto se debe principalmente al cambio propuesto en la distribución de planta, la consecuente unificación del proceso en una sola área y la eliminación de transportes a lo largo de todo el proceso. De la misma forma que al inicio del presente trabajo se analizaron estos dos diagramas, las Tablas 20 y 21 describen los principales hallazgos y cambios obtenidos a través de la propuesta.

SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN PROPUESTA			VARIACIÓN
TIPO DE EVENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE EN EL PROCESO	TIPO DE EVENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE EN EL PROCESO	Variación porcentual
Operaciones	3	21,43%	Operaciones	3	30%	0%
Retrasos	3	21,43%	Retrasos	2	20%	-33.33%
Transportes	4	29,57%	Transportes	2	20%	-50%
Inspección	2	14,29%	Inspección	0		-100%
Inspección-registro	1	7,14%	Inspección-registro	2	20%	-50%
Operación-transporte	1	7,14%	Operación-transporte	1	10%	0%
TOTAL	14	100%	TOTAL	10		-28.57%

Tabla 20. Resumen procesos situación actual y propuesta

Tipo de evento	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN PROPUESTA		VARIACIÓN porcentual
	Duración (Minutos)	Distancia (metros)	Duración (Minutos)	Distancia (metros)	
RETRASOS	241	N.A	115	N.A.	-52.28%
TRANSPORTES	N.A	275	N.A	45	-83.63%

Tabla 21. Variación en los retrasos y transportes.

Tal como puede observarse en la Tabla 20, en la situación actual se desarrollan un total de 14 eventos, mientras que para la situación propuesta se observan un total de 10 eventos, que llevan a una reducción del total de eventos del 28.57%. Por otra parte a excepción de las operaciones y operaciones transporte, todas las demás actividades presentan reducciones considerables para la situación propuesta, debido principalmente a los cambios en la distribución de planta en la búsqueda de una linealidad y continuidad del proceso.

Mientras que para la situación actual las operaciones corresponden solo a un 21,43%, para la situación propuesta corresponden a un 30% de las actividades del proceso, mayor porcentaje encontrado, dato que para la situación actual corresponde a los transportes con un 29.57%.

Adicionalmente, al analizar la Tabla 21, se observa una disminución de la distancia recorrida en los transportes de un 83,63% y del tiempo de los retrasos en un 52.28%, que al ser actividades críticas, agregan valor a la propuesta realizada.

Por otra parte se destaca que el mayor retraso se encuentra representado por la recolección de donaciones para ser trasladadas al interior de la bodega (94 minutos) y que el transporte más largo corresponde al desplazamiento de las donaciones por el montacargas hasta el camión (30 metros). Al comparar estos dos datos con los obtenidos para la situación actual de 140 minutos para el mayor retraso por espera de kits embalados para ser cargados y transportados al camión y de 230 metros debido al transporte entre el área 1 y el área 2, se observan algunas mejoras cuantitativas en la situación propuesta.

Para finalizar, es importante indicar que:

- El mayor transporte corresponde al transporte de kits terminados hasta el camión que corresponde a 30 metros.
- El retraso más largo corresponde al generado durante la recolección del lote de donaciones para ser trasladadas a la bodega, equivalente a 94 minutos.
- Se redujeron los transportes de 4 a 2 debido a la redistribución de planta.

En adición a los 3 diagramas presentados previamente, se consideró importante la elaboración del diagrama de Muther y el diagrama de cuadrilla para la situación propuesta. Esto con el objetivo principal de identificar la productividad de los recursos y compararla con la de la situación actual.

DIAGRAMA DE MUTHER SITUACIÓN PROPUESTA						
		HASTA				
		ÁREA RECEPCIÓN DONACIONES	ÁREA REGISTRO	ÁREA CLASIFICACIÓN SUMINISTROS	ÁREA ARMADO KITS	ÁREA EMBALAJE
DESDE	ÁREA DE RECEPCIÓN DE DONACIONES	0	0	31	0	0
	ÁREA DE REGISTRO	0	0	0	0	0
	ÁREA DE CLASIFICACIÓN DE SUMINISTROS	32	0	0	0	0
	ÁREA DE ARMADO DE KITS	0	0	0	0	0
	ÁREA DE EMBALAJE	0	0	0	0	0

Figura 20. Diagrama de Muther Situación propuesta.

De la misma forma como se desarrolló el análisis del diagrama de Muther de la situación actual, se realiza el de la situación propuesta, con el fin de identificar los recorridos existentes en el proceso

y el número de veces que se realizan por lote y con base en esto determinar si constituyen aspectos críticos del proceso.

Área de recepción de donaciones y área de clasificación de suministros: como se observa en la Figura 20, para un lote de 250 cajas (5 Toneladas), el recorrido entre estas dos áreas, se repite 31 veces y corresponde al traslado de las donaciones recibidas a la bodega de operación. Como se sabe, este desplazamiento es llevado a cabo por los dos voluntarios que cuentan con dos carros de mercado cada uno para realizarlo. Este transporte se considera necesario, ya que el lugar destinado a la operación debe ser cubierto, requisito que no cumple la zona de recepción propuesta. Así mismo, se observa que este recorrido es permanente a lo largo del día, característica que busca favorecer la continuidad y linealidad del proceso, así como evitar almacenamientos temporales de material (colas), que abundan en la situación actual y causan desorden y demoras en la actividad. Con el fin de evitar el desgaste físico de los voluntarios encargados de este recorrido, se propuso el uso de carros de mercado con capacidad máxima de 6 donaciones.

Según el Diagrama de Muther de la situación actual (Figura 8), el proceso presenta tres recorridos críticos tanto por su distancia, como por las repeticiones que estos requieren. Por su parte, la situación propuesta según el diagrama de Muther, se compone únicamente de un recorrido repetitivo, que comparado con la situación actual no se considera crítico (distancia de 10 metros recorrida 31 veces). Aquellos desplazamientos que fueron considerados críticos según el análisis de la situación actual, son eliminados en su totalidad en la presente propuesta.

Para la situación actual, se elaboró el diagrama de cuadrilla de la operación realizada en el área 1 de recepción de donaciones, ya que el traslado de las mismas al área 2, representaba el recorrido más crítico del proceso. Dado que la presente propuesta sólo dispone de un área, y sólo se compone de un recorrido repetitivo, el diagrama de cuadrilla se realiza para las actividades que preceden y están vinculados con dicho desplazamiento. De esta manera en la Figura 21, se relacionan los recursos involucrados y las tareas realizadas de manera simultánea.

Para la situación actual los recursos involucrados analizados en el Diagrama de cuadrilla fueron:

- 2 Descargadores
- 1 Registrador
- 1 Conductor
- 2 Pesadores
- 1 Montacarguista

Para la situación propuesta los recursos que se consideran críticos y serán analizados son:

- 1 Descargador
- 1 Registrador
- 1 Pesador
- 1 Voluntario transportador del carro de mercado
- 1 Voluntario clasificador

Para mayor compresión de los segmentos del diagrama de cuadrilla, cada franja horizontal representa un intervalo de tiempo de 1,5 minutos.

DIAGRAMA DE CUADRILLA SITUACION PROPUESTA					
					Num Grupo
Descargador	Pesador	Operario clas	Registrador	Carro Mercado	Fases
1	1	8	8	9	N
1	1	8	3	6	1 Descargar donaciones
11	9	10	9	7	2 Pesaje Donaciones
1	1	8	8	5	3 Registro Donaciones
1	1	8	3	9	4 Registro Cédula
1	1	8	3	6	5 Carro de mercado Descargado (10 m)
11	9	10	9	7	6 Cargar Carro de Mercado
1	1	8	8	5	7 Coche Cargado (10 m)
1	1	8	3	9	8 Operario clas descargando coche
1	1	8	3	6	9 Esperar trabajo
11	9	10	9	7	10 Correr carro de mercado
1	1	8	8	5	11 Disponer donaciones para carro de mercado

Figura 21. Diagrama de cuadrilla situación propuesta.

Para explicar a fondo el modo en que se afecta la productividad del proceso, la Figura 21, se analizará vertical y horizontalmente; desde una perspectiva horizontal, se observa en primer lugar, que los recursos analizados difieren de los estudiados en la situación actual (en el mismo diagrama); esto, dadas las configuraciones de planta y de métodos propuestas. Adicionalmente, las tareas involucradas varían, así como la improductividad de las mismas. El diagrama se elaboró de modo que cada cuatro franjas horizontales, se repite el proceso a modo de ciclo, que finaliza con la entrega del carro de mercado en la bodega. Partiendo de la primera línea del diagrama, puede identificarse que ésta y la tercera (en una mayor medida), constituyen segmentos de la operación con recursos improductivos, debido principalmente a la aleatoriedad de llegada de los donantes y no a cuestiones del proceso como tal.

Como se mencionó en el análisis del presente diagrama en la situación actual, los símbolos de retraso del diagrama de flujo (D) son los que representan los intervalos de improductividad de los recursos; con base en esto un análisis vertical indica que los recursos que presentan improductividad son el registrador de donaciones ingresadas, el encargado del pesaje, y el encargado del transporte a bodega. Como se mencionó previamente, dichas improductividades se deben principalmente a la naturaleza del proceso y comparadas con las arrojadas por el mismo diagrama de la situación actual son consideradas despreciables.

En la situación actual, los recursos improductivos, presentan acumulación de tiempos improductivos en varias líneas del diagrama, mientras que para la situación propuesta no existe dicha acumulación; los tiempos improductivos máximos de los recursos involucrados son de máximo 1,5 minutos, que corresponden a 150 minutos en total (para un turno laboral de 10 horas), que para estos recursos, este dato representa el 25% del tiempo de su jornada diaria. Cabe destacar que para la situación actual, el recurso con mayor improductividad (montacarguista) tiene un 67% de improductividad de su tiempo total de trabajo diario, cifra que supera en más del doble al recurso con mayor porcentaje de improductividad en la situación propuesta.

5.4 Herramienta complementaria.

Previamente se mencionó en el diagnóstico de la situación actual, que la institución incurre en sobrecostos tanto por compras adicionales como por retrasos en el proceso, debido a los faltantes de alimentos generados por la naturaleza aleatoria de las donaciones. Adicionalmente la experiencia de la Cruz Roja ha demostrado que existen aspectos a mejorar en el sistema de información utilizado para controlar el ingreso de donaciones y el despacho de kits.

A partir de esto, se evidenció la necesidad de crear un aplicativo que permita tener un mayor control de las entradas y salidas del proceso y que adicionalmente permita identificar los tipos de alimento menos donados en las jornadas, de modo que esta información pueda ser difundida al público con el fin de equilibrar las donaciones recibidas de los diferentes tipos de alimentos.

El aplicativo como su nombre lo indica es una herramienta para el control del abastecimiento de donaciones, que permite documentar las unidades de alimentos recibidas por unidad (paquete) a través del registro realizado al interior de la bodega (8 voluntarios encargados de acuerdo al grupo alimentario).

El aplicativo creado consiste en una macro que se encuentra en el CD con el nombre "Plantilla Control de abastecimiento de donaciones". En la primera hoja del archivo se encuentran las instrucciones de uso del aplicativo, las cuales deben ser leídas antes de utilizarlo y se debe tener un conocimiento previo del proceso con el fin de darle el uso adecuado.

Cabe recordar que la propuesta generada con la creación del aplicativo, únicamente permite a los funcionarios de la institución su consulta, sin embargo en las recomendaciones del presente trabajo se observa un uso opcional propuesto para extender su uso.

6. SITUACIÓN PROPUESTA REPRESENTADA EN SIMULACIÓN COMPUTARIZADA

El presente capítulo tiene como fin, representar de una manera cercana a la realidad las propuestas descritas en el capítulo anterior, con el fin de identificar las mejoras en el modelo simulado respecto a la situación actual.

6.1 Metodología de simulación

La metodología llevada a cabo para la simulación de la situación propuesta, se desarrolla siguiendo los mismos pasos y las mismas explicaciones teóricas del numeral 5.2.1 utilizados para simular la situación actual:

1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA

Punto Inicial: Ingreso de las donaciones a la Cruz Roja por vía peatonal y vehicular.

Punto Final: Cargue del camión con los kits armados para ser despachados y distribuidos.

2. FORMULACIÓN DEL MODELO

El Anexo 8. Esquema de la simulación propuesta, muestra el esquema planteado para realizar el modelo. Los colores de cada cuadro están relacionados con las variables involucradas, de la siguiente forma:

Azul: Proceso realizado por voluntarios

Naranja: Proceso realizado en conjunto con voluntarios y montacargas

Morado: Entradas al sistema

Verde: Zonas y etapas de almacenamiento.

Para llevar a cabo la simulación propuesta se hará uso del software FLEXSIM, el cual dispone de una librería con objetos que cumplen las funciones requeridas por las diferentes actividades del proceso y los cuales deben ser parametrizados de acuerdo a las características del sistema. A continuación se enunciarán los objetos que serán empleados en el modelo y la explicación de su funcionamiento.

FUENTE, ENTIDADES, ATRIBUTOS, COLA, MEZCLADOR DE ELEMENTOS, PROCESADOR, SEPARADOR, TRANSPORTADOR, SALIDA DEL SISTEMA.

3. RECOLECCIÓN DE DATOS

Dada la naturaleza del proceso, para este paso se contó con dos fuentes principales de información: la otorgada por funcionarios de la organización que conocen el proceso y disponen de datos históricos y la obtenida a través de análisis estadísticos basados en el comportamiento de las diferentes variables y procesos dentro del sistema.

A continuación se describe la configuración de tiempo dada a cada uno de los elementos que intervienen en el proceso.

- **FUENTE 1 y 2:** Para la simulación propuesta se utilizan las mismas tasas de llegada a la Fuente 1 y 2 que fueron utilizadas en la situación actual, con el fin de mantener este dato constante y comparar el funcionamiento de ambos escenarios bajo el mismo supuesto de afluencia de donantes. Para mayor detalle ver tablas 7 y 8.

OBJETOS QUE REQUIEREN CONFIGURACIÓN DE TIEMPO

Para la simulación del modelo propuesto, son tres los objetos que requieren de una configuración de tiempo: Procesador, Operator (clasificador), Combiner (banda transportadora), separator (clasificación). Se generaron aleatoriamente 50 datos de los tiempos para cada una de los objetos, partiendo del tiempo estimado para cada tarea. Posteriormente, se empleó la herramienta STAT:FIT de Promodel, en la cual se ingresaron los datos generados para obtener el tipo de distribución a la cual se ajustaba cada uno.

A continuación, se presentan los datos resumen arrojados por la herramienta mencionada, analizados mediante pruebas de bondad y ajuste (Chi Cuadrado, Kolmogorov- Smirnov y Anderson-Darling) que dan un criterio de rechazo o no rechazo del tipo de distribución, así como sus respectivas calificaciones de acuerdo a la precisión de ajuste.

Cabe aclarar que los datos mostrados a continuación tienen como unidad de tiempo Segundos.

- **PROCESADOR 1 RECEPCIÓN PEATONAL:** Este elemento representa el comportamiento de los procesadores (p) 1.1 y 1.2 que actúan como los dos puestos de operación de la recepción peatonal encargados del registro y pesaje de donaciones.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 60.46 Desviación estándar: 16.07

- **PROCESADOR 2 RECEPCIÓN VEHICULAR:** Este elemento representa el comportamiento de los procesadores (p) 2.1, 2.2, 2.3, que actúan como los dos puestos de operación de la recepción vehicular del registro y pesaje de donaciones.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 121.82 Desviación estándar: 33.19

- **PROCESADOR 3 ARMADO CAJAS DE CARTÓN:** Este elemento representa el comportamiento de los procesadores (p) 3.1 y 3.2 que actúan como los dos puestos de armado de cajas de cartón, insumos de la banda transportadora.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 62,92 Desviación estándar: 11.80

- **PROCESADOR 4 REGISTRO:** Este elemento representa el comportamiento de los procesadores (p) 4.1, 4.2, 4.3, y 4.4 que actúan como los cuatro puestos de registro de donaciones clasificadas.

Tipo de distribución: Normal

Parámetros: Media: 9.94 Desviación estándar: 2.49

4. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO EN COMPUTADOR

Como su nombre lo dice, este paso consiste en el ingreso de los datos recolectados y de los objetos mencionados anteriormente, así como la programación de estos para obtener un modelo válido, que sea una representación fiel de la realidad. Para el ejercicio se empleó el Software de simulación FLEXSIM.

Para visualizar la simulación programada, en el Cd, se encuentra un archivo con el nombre "Simulaciones", donde podrá encontrar la comparación entre la simulación actual y la propuesta.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El software de simulación utilizado para implementar el modelo, brinda la posibilidad de obtener una serie de datos y estadísticas del proceso simulado, fuente de interpretación, análisis y toma de decisiones, que serán analizados y comparados con los resultados de la situación actual en los siguientes numerales.

6. VALIDACIÓN DEL MODELO

La validación del modelo es una etapa fundamental dentro de la simulación de un proceso, ya que permite detectar deficiencias en la formulación del modelo. Teniendo en cuenta que la simulación propuesta parte de la simulación de la propuesta actual, es necesario dar prueba de su veracidad y fiabilidad a partir de la generación de réplicas del modelo en diferentes escenarios, que se explicarán a continuación en el numeral 7.1.2, esto con el fin de observar y analizar como funciona el modelo bajo diferentes circunstancias.

6.1.1 Escenarios del modelo

Como se observó para el diagnóstico basado en simulación computarizada de la situación actual, se definieron 3 escenarios principales: DÍA 4 (Viernes), DÍA 5 (Sábado) Y DÍA 6 (Domingo), los cuales buscaban representar diferentes días de la semana con sus respectivas configuraciones de afluencia de donantes en las diferentes horas del día; esta configuración inicial se realizó en conjunto con los funcionarios de la Cruz Roja quienes brindaron información acerca de cantidad aproximada de donantes por día y por hora, a través de lo cual se crearon los intervalos de llegada para la jornada de 10 horas de cada día (VER ANEXO 9) . El hecho de que dichos intervalos de llegada constituyan datos estáticos para el funcionamiento del modelo, implica que se obtengan resultados idénticos al realizar varias réplicas de la simulación. Es por esto, que fue necesario crear 5 escenarios diferentes con tasas de llegada aleatorias que permitieran generar réplicas de cada uno, y así observar los posibles comportamientos de cada escenario. Los 5 escenarios se basaron en simular 3 días seguidos (jornada de recolección de donaciones supuesta) con un

comportamiento idéntico, 3 días que equivalen a 30 horas de jornada laboral. Adicionalmente se simularon de corrido los días 4,5 y 6 con los datos estáticos obtenidos de la Cruz Roja para poder comparar los resultados de la jornada completa propuesta, respecto a los nuevos 5 escenarios. Cada uno de los escenarios se explicará a continuación:

ESCENARIO 1: Este primer escenario representa la simulación de corrido de los datos estáticos de los intervalos de llegada de los días 4,5 y 6. Para este caso se generó solamente una réplica, dado que se toman como base datos fijos que generan resultados idénticos una y otra vez.

ESCENARIO 2: Este escenario se realizó con el fin de simular una jornada de recolección de baja afluencia de donantes. Para esto se tomó como base la información de la Cruz Roja para el día de la semana de menor afluencia (día 4, día entre semana) y se obtuvo un promedio y una desviación estándar de los tiempos entre llegadas, datos con los cuales se configuró el software.

PEATONES: Media: 142.1 segundos Desviación estándar: 188.2 Segundos

VEHÍCULOS: Media: 100 segundos Desviación estándar: 121.4 Segundos

ESCENARIO 3: Este escenario se realizó con el fin de simular una jornada de recolección de alta afluencia de donantes para los 3 días. Se tomó como base la información de la Cruz Roja para uno de los días del fin de semana, día de gran afluencia. Se obtuvo un promedio y una desviación estándar de los tiempos entre llegadas, datos con los cuales se configuró el software.

PEATONES: Media: 45.4 segundos Desviación estándar: 117.3 Segundos

VEHÍCULOS: Media: 38.5 segundos Desviación estándar: 102.1 Segundos

ESCENARIO 4: Teniendo en cuenta que los días mas representativas de las jornadas de recolección son los fines de semana, este escenario también representa un día de fin de semana (Domingo), con mayor afluencia que el escenario 3, esto basados en información histórica de la institución. Se obtuvo un promedio y una desviación estándar de los tiempos entre llegadas, datos con los cuales se configuró el software.

PEATONES: Media: 40.3 segundos Desviación estándar: 93.4 Segundos

VEHÍCULOS: Media: 32.07 segundos Desviación estándar: 90.8 Segundos

ESCENARIO 5: Con el fin de representar un escenario extremo en el cual hay una gran afluencia de donantes para los días seguidos, se propone un modelo con los siguientes datos estadísticos de intervalos de llegada:

PEATONES y VEHÍCULOS: Media: 20 segundos Desviación estándar: 30 Segundos

ESCENARIO 6: Por último se propone también un escenario extremo de poca afluencia de donantes para los tres días, con los siguientes datos de llegadas:

PEATONES y VEHÍCULOS: Media: 600 segundos Desviación estándar: 200 Segundos

Una vez definidos los 6 escenarios, se procedió a simularlos haciendo uso del software FLEXSIM, generando 5 réplicas para cada uno (a excepción del escenario 1), información explicada en el siguiente numeral.

6.1.2 Réplicas de los escenarios

Como se ha mencionado a lo largo del trabajo el software utilizado arroja una serie de resultados para cada réplica del modelo, para la validación del modelo se tuvieron en cuenta únicamente los datos relacionados con los indicadores diseñados, ya que es a través de esta información que se mide el proceso para el presente trabajo.

La metodología utilizada consistió en generar 5 réplicas de los escenarios 2-6, una vez obtenida la información se procedió a abstraer los datos necesarios para cada uno de los indicadores. Una vez clasificada esta información se obtuvo un promedio de los datos generados en las 5 réplicas, los cuales serán utilizados para el cálculo de los indicadores en el siguiente numeral. En el ANEXO 10 se presentarán cada uno de los promedios obtenidos a partir de las réplicas de cada escenario, clasificados por tipo de indicador.

6.1.3 Análisis de sensibilidad: Una vez realizadas las réplicas y obtenidos los promedios de los datos de los diferentes escenarios, se procedió a calcular los indicadores para cada uno de estos con el fin de comparar los resultados en diversas situaciones y validar el modelo. Para esto se presentan a continuación los resultados obtenidos de cada indicador, con cada uno de los 6 escenarios:

INDICADOR No. 1 TIEMPO OCIOSO						
OBJETO	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4	ESCENARIO 5	ESCENARIO 6
alistar donación 2	0.56%	0.56%	0.28%	0.28%	0.16%	2.70%
BANDA ARMADO 1	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%	0.07%
BANDA ARMADO 2	52.79%	61.76%	33.96%	35.13%	9.70%	87.82%
BANDA ARMADO 3	51.47%	61.16%	32.47%	34.32%	8.39%	87.91%
BANDA ARMADO 4	52.12%	61.15%	33.39%	33.78%	9.95%	87.95%
E 1	55.18%	61.35%	46.94%	46.37%	13.89%	91.33%
alistar donación 1	0.58%	0.59%	0.34%	0.34%	0.18%	2.88%
BANDA ARMADO 5	0.09%	0.09%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%
BANDA ARMADO 6	47.09%	58.50%	32.93%	35.90%	10.32%	88.65%
BANDA ARMADO 7	44.81%	58.59%	30.72%	35.13%	9.98%	88.67%
BANDA ARMADO 8	43.15%	58.73%	31.09%	33.92%	9.34%	88.12%
E 2	56.21%	72.13%	51.35%	49.94%	13.96%	92.67%
REGISTRO 1	37.33%	44.06%	25.94%	25.58%	7.62%	73.18%
REGISTRO 2	37.94%	40.57%	28.84%	24.51%	9.04%	73.23%
REGISTRO 3	39.53%	42.35%	27.91%	25.91%	8.73%	73.90%
REGISTRO 4	38.12%	41.92%	26.54%	25.17%	8.42%	73.92%
AC 1	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
REGISTRO 5	38.11%	43.98%	26.52%	24.75%	8.85%	73.35%
REGISTRO 6	39.21%	43.63%	25.72%	23.85%	17.24%	75.65%
REGISTRO 7	38.65%	43.73%	25.53%	24.62%	9.27%	80.87%
REGISTRO 8	39.92%	43.51%	26.51%	24.07%	9.05%	78.94%
AC 2	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%

Tabla 22. Indicador 1 - validación

INDICADOR No. 1 TIEMPO OCIOSO							
OBJETO		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4	ESCENARIO 5	ESCENARIO 6
Separator103	BANDA CLASIF. 1	44.80%	58.87%	46.73%	47.57%	7.80%	75.13%
Separator104	BANDA CLASIF. 2	43.48%	60.39%	48.10%	45.53%	9.44%	75.18%
Separator110	BANDA CLASIF. 3	42.71%	61.41%	47.14%	47.43%	8.54%	74.95%
Separator111	BANDA CLASIF. 4	41.10%	61.43%	45.37%	47.36%	8.15%	75.29%
Separator21	RV1	44.90%	53.95%	9.08%	9.84%	0.86%	66.69%
Separator23	RV2	33.27%	55.30%	10.23%	13.57%	1.96%	63.44%
Separator24	RV3	32.74%	55.84%	10.50%	13.22%	1.97%	66.03%
Separator31	RP1	34.16%	63.96%	11.27%	13.92%	1.97%	64.96%
Separator32	RP2	59.47%	54.94%	8.15%	11.32%	1.96%	66.37%
Separator64	BANDA CLASIF. 5	42.56%	56.49%	43.55%	42.50%	2.01%	75.16%
Separator65	BANDA CLASIF. 6	44.54%	63.18%	51.26%	50.74%	7.66%	77.10%
Separator72	BANDA CLASIF. 7	43.91%	64.34%	51.03%	51.71%	7.64%	77.19%
Separator73	BANDA CLASIF. 8	43.73%	64.34%	49.26%	50.81%	7.64%	77.22%
Operator 43	Transp. A bodega 1	36.62%	46.16%	39.40%	41.69%	6.73%	71.57%
Operator 44	Transp. A bodega 2	39.26%	44.20%	38.47%	43.72%	6.86%	69.08%

Tabla 23. Indicador 1- validación

Como se observa en las Tablas 22 y 23, los escenarios 2 y 6 son los más ociosos, esto debido a la poca afluencia de donantes. Es evidente que los porcentajes del escenario 6 pueden considerarse perjudiciales sin embargo debe considerarse que este es un escenario muy extremo, y en la realidad cuando la Cruz Roja realiza jornadas de recolección se encarga de difundir la información y de atraer a gran cantidad de donantes de manera que esta situación no se presente. Por otra parte el escenario 5 tiene porcentajes de ocio bastante beneficiosos dada la gran afluencia de donantes que conlleva al trabajo continuo y sin interrupción de todos los recursos de la institución. Así mismo los escenarios 3 y 4 poseen porcentajes de ocio intermedios debido a la afluencia que se presenta. En general vemos que a mayor número de donantes se presenta menor porcentaje de ocio.

INDICADOR 2. MATERIAL EN ESPERA DE SER PROCESADO						
COLA	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4	ESCENARIO 5	ESCENARIO 6
Queue127	19.98%	34.26%	17.13%	15.29%	13.44%	0.00%
Queue132	35.21%	0.00%	28.77%	28.72%	20.80%	0.00%
Queue29	0.01%	0.00%	5.11%	6.05%	14.48%	0.00%
Queue37	0.07%	0.04%	0.31%	0.69%	3.11%	0.00%
Queue44	0.11%	0.80%	0.26%	0.36%	0.59%	1.06%
Queue45	0.10%	0.20%	0.08%	0.07%	0.07%	1.01%
Queue90	11.87%	28.66%	10.11%	9.71%	5.61%	0.00%

Tabla 24. Indicador No. 2-validación

Como se observa en la tabla 24, las colas resaltadas muestran altos porcentajes de tiempos de espera para la mayoría de los escenarios, exceptuando el escenario el escenario 6 el cual tiene una afluencia mínima de donantes respecto a los demás. Las colas 127 y 90 representan las colas al final de la bodega, material en espera de ser cargado por el montacargas, este proceso se debe a que para realizar el cargue es necesario completar 40 kits embalados y pesados. Por otra parte, la cola 132 representa el camión despachador, que debido a su capacidad debe esperar a ser cargado para iniciar la distribución. Puede concluirse a través de este indicador que el proceso es estable en los diferentes escenarios, respecto al porcentaje de tiempo en espera.

INDICADOR No. 5 UNIDADES PROCESADAS POR DÍA						
ACTIVIDADES	ESCENARIO 1		ESCENARIO 2		ESCENARIO 3	
	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS
Armado de cajas	263.88	10.28	263.59	10.28	264.17	10.28
Clasificación	107.28	10.07	45.21	10.04	128.81	10.06
Armado de kits	107.82	10.02	45.16	10.01	129.19	10.03
Embalaje	27.36	9.87	11.47	9.85	32.83	9.87

Tabla 25. Indicador No. 5 - Validación

INDICADOR No. 5 UNIDADES PROCESADAS POR DÍA						
ACTIVIDADES	ESCENARIO 4		ESCENARIO 5		ESCENARIO 6	
	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS
Armado de cajas	263.88	10.28	263.72	10.28	263.88	10.28
Clasificación	135.57	10.13	182.55	10.26	10.61	8.58
Armado de kits	136.07	10.09	725.54	10.22	8.08	8.42
Embalaje	34.52	9.94	183.99	10.18	2.80	7.85

Tabla 26. Indicador No. 5- Validación

Como se observa en las tablas 25-26, de la misma que para los anteriores indicadores se presentan una menor eficiencia en los escenarios 2 y 6, y una mayor eficiencia en los escenarios 3,4 y 5. Esto se debe a que el sistema se mantiene ocupado de acuerdo a la afluencia de donantes y a la linealidad del proceso que permite iniciar todas las actividades de forma continua y rápida. Se puede observar también que las eficiencias de la clasificación y el armado de kits son bastante similares debido a que son secuenciales y existe linealidad entre estas y las unidades manejadas son las mismas (donaciones). Por su parte el embalaje aunque se realiza inmediatamente después del armado, presenta una disminución de la eficiencia debido principalmente al reajuste de la unidad procesada (kit compuesto por donaciones).

Indicador No. 4 TASA DE SALIDA DEL PRODUCTO FINAL						
	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4	ESCENARIO 5	ESCENARIO 6
Tasa de salida	67.78%	48.00%	75.86%	73.63%	78.56%	33.46%

Tabla 27. Indicador No. 4 – validación

Para el indicador No. 4, como se observa en la tabla 27, se presentan altas tasas de salida de producto final en los escenarios 3,4 y 5 ya que estos representan los días de mayor afluencia. Sin embargo se observa como la diferencia entre las tasas de los escenarios 3-4 y el escenario 5 no es tan alta a pesar de que la diferencia de la afluencia si lo es; esto significa que el sistema presenta un punto de inflexión dada la capacidad del proceso, en donde a pesar de que se reciban muchas donaciones no todas podrán ser despachadas.

Por otra parte, a pesar de que los escenarios 2 y 6 no representan afluencias significativas, la mayoría de lo que entra al sistema es despachado en la jornada.

A nivel general el sistema se considera óptimo en cualquiera de los escenarios, y se observa como presenta mejorías con respecto al sistema actual.

Indicador No. 5 Linealidad del sistema						
	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4	ESCENARIO 5	ESCENARIO 6
Linealidad	98.74%	98.75%	99.28%	99.53%	99.71%	97.12%

Tabla 28. Indicador No. 5 -Validación

Como se observa en la tabla 28, este indicador muestra que independiente de las donaciones recibidas el sistema se considera lineal y continuo para cualquier escenario que se presente, ya aún que para el escenario 6, en el cual la afluencia es extremadamente baja el sistema continua siendo lineal (97,12%).

6.2 Medición y análisis de indicadores

En aras de identificar las mejoras de la situación propuesta, se aplican los indicadores diseñados en la Tabla 9, a cada uno de los 3 escenarios estudiados del mismo modo en que se hizo para la situación actual; los datos obtenidos y su análisis se describen a continuación resaltando aquellos objetos con datos relevantes (rojo: crítico). A pesar de que la jornada laboral de la institución tiene una duración de 10 horas, la simulación se extendió hasta 10,28 horas, con el fin de mantener un rango de desviación en este tiempo total, al igual que en los demás tiempos configurados.

1. TIEMPO OCIOSO

INDICADOR No. 1 TIEMPO OCIOSO PROPUESTO							
OBJETO	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	OBJETO	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
AC 2	0.01%	0.01%	0.01%	BANDA CLASIF. 1	69.28%	32.51%	30.73%
BANDA ARMADO 1	0.19%	0.19%	0.19%	BANDA CLASIF. 2	70.04%	34.80%	31.74%
BANDA ARMADO 2	67.83%	28.47%	29.72%	BANDA CLASIF. 3	69.69%	30.31%	31.14%
BANDA ARMADO 3	67.84%	31.90%	29.51%	BANDA CLASIF. 4	68.70%	29.35%	31.46%
BANDA ARMADO 4	68.26%	30.81%	31.63%	RV1	59.35%	9.62%	12.25%
E 1	70.77%	43.56%	50.71%	RV2	55.25%	7.86%	11.48%
AC 1	0.01%	0.01%	0.01%	RV3	54.42%	9.30%	10.91%
BANDA ARMADO 5	0.15%	0.15%	0.15%	RP1	54.40%	8.63%	10.38%
BANDA ARMADO 6	71.79%	28.97%	30.90%	RP2	78.22%	12.44%	9.25%
BANDA ARMADO 7	68.58%	33.75%	31.86%	BANDA CLASIF. 5	65.28%	32.94%	32.55%
BANDA ARMADO 8	70.23%	31.12%	28.13%	BANDA CLASIF. 6	43.07%	34.06%	33.38%
E 2	70.02%	50.28%	52.25%	BANDA CLASIF. 7	67.77%	33.35%	32.77%
REGISTRO 1	33.60%	28.12%	28.58%	BANDA CLASIF. 8	68.39%	33.46%	32.44%
REGISTRO 2	35.85%	29.22%	26.97%	Transp. A bodega 1	44.71%	25.41%	24.60%
REGISTRO 3	37.21%	25.70%	27.39%	Transp. A bodega 2	40.26%	23.78%	23.24%
REGISTRO 4	37.84%	27.03%	27.66%				
REGISTRO 5	30.36%	29.75%	27.05%				
REGISTRO 6	29.66%	29.39%	29.69%				
REGISTRO 7	30.69%	26.67%	28.04%				
REGISTRO 8	35.71%	28.50%	27.31%				

Tabla 29. Indicador No. 1 Tiempo Ocioso

Como se mencionó en el análisis de los indicadores actuales, el presente indicador se aplica para todos los voluntarios del proceso. En la tabla 27, se observan los diferentes porcentajes de ocio de los recursos, resaltados de color rosado aquellos que presenten cifras superiores al 70%, que se consideraron críticos dentro de este aspecto.

A nivel general se observa que los voluntarios con porcentaje de ocio más críticos son los presentes en las operaciones de la banda de armado, de clasificación y el embalaje para el escenario del día 4; esto se debe a que como se ha mencionado anteriormente, el día 4 presenta menor afluencia de público bajo el supuesto utilizado en el presente trabajo del dato histórico de la tragedia de Haití. Es por esto que dados los prolongados intervalos de tiempos entre llegadas de donantes, se genera mayor ocio en los voluntarios de las diferentes operaciones. Al comparar el día 4 con los días 5 y 6, se observa disminución en el porcentaje de tiempo ocioso para todos los voluntarios. Estos días a su vez, presentan porcentajes de ocio, debido a la aleatoriedad del proceso.

Así mismo se observa porcentajes de ocio casi nulos para los voluntarios encargados del armado de cajas, cuya razón se explicó previamente en el análisis de este indicador para la situación actual.

2. Material en espera de ser procesado.

INDICADOR 2 MATERIAL EN PROCESO (PROPUESTO)			
COLA	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
Queue127	39.45%	15.23%	15.32%
Queue132	0.00%	30.94%	30.47%
Queue29	0.05%	4.91%	8.71%
Queue37	0.02%	0.53%	2.20%
Queue44	0.69%	0.26%	0.25%
Queue45	0.64%	0.30%	0.31%
Queue90	41.95%	11.63%	11.90%

Tabla 30. Indicador No. 2 Material en espera de ser procesado.

El presente indicador se aplica a las colas del proceso y representa el porcentaje de tiempo promedio que el material permanece en espera durante las 10 horas del día. En la Tabla 30 se resaltan aquellos resultados mayores a 10%, ya que como se definió en el análisis actual, esta cifra corresponde a una hora del material en espera, y se considera crítica.

Tal y como se observa en la tabla 30, en el modelo propuesto existen 7 colas, de las cuales 3 presentan porcentajes relevantes. Las colas 127 y 90 representan las estibas ubicadas después del embalaje, en las que los kits armados y embalados esperan hasta completar el lote de 40 cajas que posteriormente es movilizad por el montacargas hasta el camión despachador. Este alto porcentaje es necesario, pues evita desplazamientos repetitivos e innecesarios del montacargas, y además como se explicó anteriormente, a medida que se completa dicho lote se realiza simultáneamente el pesaje final de los kits embalados, el cual es necesario para el control de la capacidad de cargue del camión.

Por su parte, la cola 132, representa el camión despachador en proceso de ser cargado, que como se observa en la tabla 30, muestra un porcentaje nulo en el día 4, debido a que por la baja afluencia de donantes, no empieza a ser cargado. Para los días 5 y 6, el porcentaje es muy similar, y representa una espera necesaria para dar inicio al eslabón de distribución de la presente cadena de suministros humanitarios. A pesar de que existen métodos que agilizarían el cargue del camión, debido a la condición esporádica del proceso estudiado no amerita invertir en automatizar esta actividad.

Las colas 161, 162 y 171 son críticas en los 3 escenarios estudiados; para comenzar, las colas 161 y 162 que representan las cajas de cartón ya armadas en espera de ser llenadas son dos de los mayores porcentajes de espera en cola; estos resultados están relacionados con el hecho de que

el armado de cajas de cartón no tiene ninguna tarea que sea requisito para ser iniciada y como se observa en el diagrama de operaciones actual, se realiza de forma simultánea a la recepción de donaciones. Es por esto, que a pesar de arrojar un alto porcentaje, no se considera crítico dentro del proceso ya que no afecta el proceso ni genera ocio en los recursos y por el contrario asegura la disponibilidad de las cajas para el armado de kits. Por último, la cola 171 que actúa como el camión en espera de ser cargado, es el resultado de la distribución de planta actual (dos áreas separadas).

Las colas 6, 7, 10, 101 y 141 por su parte, son críticas en los días 5 y 6 y representan las dos colas peatonales, la cola de almacenamiento área 1, la cola vehicular y la cola ocasionada tras el embalaje (estiba) respectivamente. La principal causa de los altos porcentajes en las cuatro primeras colas y bajo estos escenarios es la incapacidad de responder eficientemente con los recursos actuales y métodos actuales a las variaciones en la afluencia de donantes (por tanto el día 4 no presenta similitud en estos resultados). En cuanto a la cola 141, a pesar de ser una espera necesaria para el cargue del camión, su tiempo se ve incrementado debido a los paros de producción que anteceden a la tarea de embalaje que como se mencionó anteriormente tiene como requisito el armado de kits, la clasificación de donaciones y su recepción.

Finalmente, las colas 32, 34, 35, 36, 76, 77, 117, 119, y 151, que representan algunas de las canastas que almacenan alimentos clasificados (repartidas en las dos bandas), presentan porcentajes variados debido principalmente al hecho de que los insumos del procesos son a voluntad del donante, por lo cual existe la probabilidad de generarse faltantes de alimentos que ocasionan demoras en el armado de kits y consecuentemente mayor tiempo de espera de los alimentos ya clasificados en las canastas. Para el presente ejercicio, son estas las colas que muestran porcentajes de espera relevantes, sin embargo y debido a la naturaleza aleatoria de las donaciones recibidas, cualquiera de las 14 colas que representan las canastas de clasificación, podría presentar un comportamiento similar en cualquiera de los 3 escenarios.

Se concluye entonces, que factores como la distribución de planta, la aleatoriedad de las donaciones y la eficiencia de los métodos son causantes de estos altos porcentajes de espera.

Una vez estudiados los tiempos en espera y los tiempos de ocio de los recursos en los dos indicadores previos, se procede a través del tercer indicador, a determinar numéricamente la eficiencia de los recursos involucrados en cada una de las operaciones. Los resultados obtenidos en este indicador, están directamente relacionados con los arrojados por los dos indicadores anteriores.

El presente indicador aplica a todas las actividades incluidas en el Diagrama de Operaciones, sin embargo, teniendo en cuenta que su resultado se muestra en unidades por hora, se consideró no calcularlo para la inspección inicial de registro y pesaje, la cual debido a su configuración inicial de tasas de llegada exponenciales no concordaría con el resultado arrojado por este indicador.

3. Eficiencia de la actividad

EFICIENCIA DE LA actividad(UNIDADES PROCESADAS POR HORA) (PROPUESTO)						
ACTIVIDADES	DÍA 4		DÍA 5		DÍA 6	
	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS
Armado de cajas	87.96	10.28	88.45	10.28	88.25	10.28
Clasificación	58.81	10.07	159.82	10.06	154.02	10.13
Registro	59.04	10.03	159.99	10.03	153.78	10.10
Armado de kits	11.68	10.02	31.02	10.03	29.53	10.09
Embalaje	11.86	9.87	31.52	9.87	29.99	9.94

Tabla 31. Indicador No. 3 Eficiencia de la actividad

Al igual que para la situación actual, en la Tabla 31, se determina numéricamente la eficiencia de los recursos involucrados en cada una de las operaciones. A nivel general, este indicador muestra un aprovechamiento de la jornada laboral casi total para todas las actividades analizadas, esto se debe a que la configuración de planta propuesta favoreció la linealidad del proceso, dándole continuidad a las actividades involucradas y permitiendo el pronto inicio de cada una de estas en el sistema.

De igual forma, puede observarse en la Tabla 31, el incremento de las cifras en los días 5 y 6 comparados con el día 4, debido a la capacidad del sistema para enfrentar las variaciones en la afluencia de donantes.

A su vez, al comparar la columna de eficiencia de las dos últimas operaciones con las previas, podría pensarse que presentan cifras negativas; sin embargo debe tenerse en cuenta que las unidades procesadas en el armado de kits y el embalaje son “kits”, mientras que en las demás representan donaciones individuales (insumo de los kits). Por tanto si la unidad procesada en todas las operaciones fuera la misma, la eficiencia mostraría cifras similares.

4. Tasa de salida del producto final.

Indicador No. 4 TASA DE SALIDA DEL PRODUCTO FINAL (PROPUESTO)			
	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
Tasa de salida	55.92%	79.73%	71.79%

Tabla 32. Indicador No. 4 Tasa de salida producto final.

Este indicador se calculó de la misma forma en que se explicó para la situación actual. Se observa una alta tasa de salida del producto con respecto a las donaciones ingresadas a la bodega, hecho que surge debido a las propuestas en los métodos de trabajo y la distribución de planta. Un

análisis más a fondo de las mejoras de la propuesta en este indicador se verá en el siguiente numeral.

5. Linealidad del sistema propuesto.

Indicador No. 5 Linealidad del sistema Propuesto			
	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
Linealidad	97.95%	97.89%	98.61%

Tabla 33. Indicador No. 5 Linealidad del sistema

A diferencia de la mayoría de indicadores, este presenta similitud para los tres días, lo cual demuestra que para el modelo propuesto, la variación de la afluencia no interfiere en la linealidad del proceso. Puede afirmarse que los tres resultados son positivos y deseables.

En el presente numeral se analizaron brevemente los resultados obtenidos en los 5 indicadores para la situación propuesta, sin embargo, es a partir de la comparación entre situación actual y propuesta, que se identifican realmente las mejorías en el proceso. Dicha comparación, es la que justifica el valor de los cambios generados. El siguiente numeral dará a conocer este aspecto.

6.3 Comparación de resultados

Con el fin de concluir el análisis de la propuesta, a continuación se llevará a cabo la comparación de los resultados que presentan cambios más relevantes para cada uno de los indicadores en las dos situaciones estudiadas.

1. TIEMPO OCIOSO

	CLASIFICACIÓN			ARMADO DE KITS			EMBALAJE		
	ELEMENTOS	DÍA 5	DÍA 6	ELEMENTO	DÍA 5	DÍA 6	ELEMENTOS	DÍA 5	DÍA 6
SITUACIÓN ACTUAL	CLASIF. 2	82.53 %	82.16 %	BANDA 6	88.06 %	90.10 %	E 3	90.54 %	92.25 %
SITUACIÓN PROPUESTA	BANDA CLASIF. 2	34.80 %	31.74 %	BANDA ARMADO 3	31.20 %	29.51 %	E 2	50.28 %	52.25 %
VARIACIÓN PORCENTUAL		58%	61%	VARIACIÓN PORCENTUAL	65%	67%	VARIACIÓN PORCENTUAL	44%	43%

Tabla 34. Comparación Indicador No. 1.

Con el fin de consolidar y analizar los aspectos relevantes, la Tabla 34 presenta las tres operaciones más críticas en cuanto al porcentaje de ocio en ambas situaciones, cada una con sus respectivos elementos representativos. Las dos situaciones están compuestas por elementos diferentes, de acuerdo a su configuración y metodología. En la situación actual se calculó el

presente indicador para 56 voluntarios, mientras que en la situación propuesta se calculó para 37, lo cual demuestra una reducción en el número mínimo de recurso humano requerido para realizar dichas operaciones. Como se observa en la Tabla 34, la comparación se hizo únicamente respecto a los resultados obtenidos en los días 5 y 6, ya que el día 4 se comporta de manera similar en ambas situaciones debido a la poca afluencia de donantes.

Al analizar las operaciones de clasificación y armado de kits, puede identificarse una reducción del porcentaje de tiempo ocioso de alrededor del 60%, debido a que a través de la propuesta, el proceso se realiza en una única área donde se acortan las distancias, permitiendo la linealidad y continuidad del material en el proceso, condiciones de las que carece la situación actual. Adicionalmente, la operación de clasificación presenta mejoras debido al rediseño de los métodos de trabajo, de modo que en la situación propuesta, la operación no requiere desplazamientos repetitivos ni genera acumulación de material al interior de la bodega, creando un espacio de trabajo más ordenado y alineado. Por otro lado, la definición de los cuatro grupos de alimentos, facilita el trabajo en equipo, mediante la conformación de 8 sistemas de trabajo que actúan de manera independiente en pro de un mismo fin, el armado de kits. Esta estrategia permite a su vez, reducir retrasos en el proceso por faltantes, una vez establecidos los posibles complementos en los cuatro grupos de alimentos.

Por último, respecto al embalaje, se obtienen reducciones alrededor del 40% en el porcentaje de tiempo ocioso. Siendo ésta la última operación del proceso, dichas reducciones se deben a las mejoras del sistema en general, ya que su método de trabajo no fue modificado.

2. MATERIAL EN ESPERA DE SER PROCESADO

	COLA	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
SITUACIÓN PROPUESTA	Queue127	39.45%	15.23%	15.32%
	Queue132	0.00%	30.94%	30.47%
	Queue90	41.95%	11.63%	11.90%
SITUACIÓN ACTUAL	Queue10	5.04%	12.64%	11.82%
	Queue119	3.21%	10.04%	13.11%
	Queue141	0.00%	15.92%	14.66%
	Queue151	3.91%	14.22%	14.68%
	Queue32	12.26%	5.59%	7.59%
	Queue34	13.39%	12.24%	4.48%
	Queue35	15.46%	12.64%	8.10%
	Queue36	14.22%	8.94%	1.60%
	Queue6	0.17%	12.18%	8.31%
	Queue7	0.57%	12.11%	10.63%
	Queue76	10.88%	1.10%	0.56%
Queue77	11.23%	2.10%	7.29%	

Tabla 35. Comparación Indicador No. 2

Como se mencionó anteriormente la situación actual y la situación propuesta cuentan con diferentes elementos, por lo tanto se dificulta comparar directamente las colas de ambas situaciones. En la situación actual existen 31 colas, de las cuales se analizaron las 14 con porcentajes más críticos en la tabla 35; así mismo la situación propuesta presenta 7 colas, de las cuales 3 fueron analizadas debido a sus porcentajes críticos.

A simple vista, puede observarse una importante disminución en el número de colas, lo cual se ve reflejado en disminución de retrasos, y de acumulación y manipulación de material. En la Tabla 35, se identifica que el mayor porcentaje de espera de la situación propuesta es superior al mayor porcentaje de espera de la situación actual; sin embargo, este hecho no se considera un aspecto negativo de la propuesta, pues dicho porcentaje corresponde a la cola que representa al camión en proceso de cargue, lo que por consiguiente significa que en la situación propuesta el camión empieza a ser cargado con mucha más anterioridad que en la situación actual.

3. EFICIENCIA DE LA ACTIVIDAD

	EFICIENCIA DE LA OPERACIÓN (UNIDADES PROCESADAS POR HORA)						
	ACTIVIDADES	DÍA 4		DÍA 5		DÍA 6	
		EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS	EFICIENCIA	HORAS TRABAJADAS
SITUACIÓN ACTUAL	Armado de cajas	88.45	10.28	87.86	10.28	87.67	10.28
	Clasificación	81.38	3.94	112.59	6.66	112.59	6.66
	Armado de kits	16.44	3.65	28.38	6.63	27.37	6.43
	Embalaje	189.82	0.15	14.52	6.47	14.50	6.28
SITUACIÓN PROPUESTA	Armado de cajas	87.96	10.28	88.45	10.28	88.25	10.28
	Clasificación	58.81	10.07	159.82	10.06	154.02	10.13
	Registro	59.04	10.03	159.99	10.03	153.78	10.10
	Armado de kits	11.68	10.02	31.02	10.03	29.53	10.09
	Embalaje	11.86	9.87	31.52	9.87	29.99	9.94

Tabla 36. Comparación Indicador No. 3

De acuerdo a la explicación detallada de este indicador para ambas situaciones, realizada anteriormente, la columna de horas trabajadas es la que realmente refleja el beneficio de la propuesta en cuanto a eficiencia de operaciones.

A excepción del armado de cajas, las actividades presentan para la situación propuesta, un incremento de cuatro horas de trabajo aproximadamente, que como se verá en el próximo indicador a analizar, representa un mayor número de unidades procesadas a lo largo de la cadena estudiada.

Cabe destacar el incremento en la eficiencia de las operaciones de clasificación y armado de kits, debido a los cambios en los métodos de trabajo propuestos. Por su parte, la operación de embalaje presenta también un importante incremento en la eficiencia, a pesar de que el método como tal no fue modificado.

Al calcular el número total de unidades procesadas en cada actividad (producto de las dos columnas para cada escenario de la Tabla 37) se obtiene la siguiente tabla:

	UNIDADES PROCESADAS POR DÍA			
	ACTIVIDADES	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
		UNIDADES PROCESADAS		
SITUACIÓN ACTUAL	Armado de cajas	909	903	901
	Clasificación	321	750	750
	Armado de kits	60	188	176
	Embalaje	29	94	91
SITUACIÓN PROPUESTA	Armado de cajas	904	909	907
	Clasificación	592	1608	1561
	Registro	592	1605	1553
	Armado de kits	117	311	298
	Embalaje	117	311	298

Tabla 37. Comparación de Unidades Procesadas

De manera global, en la Tabla 37, se resume el beneficio que la propuesta aporta a la eficiencia del proceso, en términos de unidades procesadas por día.

4. TASA DE SALIDA DEL PRODUCTO FINAL

Indicador No. 4 TASA DE SALIDA DEL PRODUCTO FINAL				
	TASA DE SALIDA	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
SITUACIÓN ACTUAL			29.66%	44.14%
SITUACIÓN PROPUESTA		55.92%	79.73%	71.79%
VARIACIÓN PORCENTUAL		88.51%	80.65%	62.64%

Tabla 38. Comparación Indicador No. 4

Como se observa en la Tabla 38, los beneficios del rediseño de la distribución de planta y métodos de trabajo se ve reflejado en los considerables aumentos de unidades producidas al interior de la bodega, como consecuencia del aumento de eficiencia de las actividades del proceso, señaladas en el indicador número 3. Las cifras obtenidas en la situación propuesta demuestran un mejor aprovechamiento de la bodega y de las actividades realizadas en su interior.

Cabe mencionar, que a pesar de que la afluencia para los días 5 y 6 es similar, en el presente indicador a diferencia de los resultados anteriores, se identifica una importante diferencia en el porcentaje de salida, esto se debe a la configuración de los tiempos de las actividades, basada en la distribución normal.

5. LINEALIDAD DEL SISTEMA

Indicador No. 5 LINEALIDAD DEL SISTEMA				
		DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
SITUACIÓN ACTUAL	LINEALIDAD	38.38%	64.81%	64.81%
SITUACIÓN PROPUESTA		97.95%	97.89%	98.61%
VARIACIÓN PORCENTUAL		155.21%	51.04%	52.15%

Tabla 39. Comparación del Indicador No. 5

Como muestra la tabla 39, con la propuesta se logra hacer el proceso mucho más lineal de lo que es actualmente para los tres escenarios, independiente de la variación en la afluencia de donantes. Como ya se ha mencionado esta condición se ve reflejada en los resultados obtenidos en todos los indicadores para la situación propuesta.

Es importante destacar el aumento superior al 100%, que se presenta para el día 4. Esto se debe a que en la situación actual, el hecho de tener poca afluencia, obstaculiza la continuidad del proceso, ya que como las donaciones no son suficientes, el desplazamiento de las mismas de un área a otra se prolonga considerablemente.

Puede concluirse que el incremento en el porcentaje de linealidad de un sistema, trae consigo incrementos en la continuidad y la eficiencia de recursos así como disminuciones en manipulación y desplazamiento de material.

Una vez comparadas la situación actual y propuesta, con base en los diagnósticos basados en herramientas de Ingeniería Industrial y en los basados en simulación computarizada, en la tabla 40, se refleja cómo cada uno de los síntomas hallados inicialmente, se soporta en los diferentes componentes de la propuesta.

No.	Aspectos Críticos	Herramienta que lo sustenta	Componente de la propuesta que lo sustenta
1	El sistema de Información empleado en la comunicación de las necesidades a la población y a lo largo de todo el proceso es inadecuado.	Diagrama Causa efecto. Experiencia de la institución.	Métodos de trabajo: 1. Registro de información en computador. 2. Aplicativo – Control del abastecimiento de donaciones
2	La distribución de planta está dividida en dos áreas no contiguas, esto implica transportes y actividades ineficientes, así como cuellos de botella.	Indicadores Diagrama de recorrido Diagrama de flujo	Distribución de planta: Toda el sistema propuesto se localiza en la misma área de trabajo.
3	La bodega está ubicada en un parqueadero de dos pisos (instalaciones inadecuadas para su fin)	Diagrama causa y efecto Testimonio de los voluntarios de la institución.	Distribución de planta: Disponibilidad del sótano de la bodega para fines de almacenamiento de kits de manera ordenada. Método de trabajo: 1. Limpieza de la bodega previa a la operación 2. Delimitación de los espacios de almacenamiento en el sótano según el tipo de kit.
4	El método de capacitación de los voluntarios que acuden por un día no es efectivo.	Diagrama causa efecto Testimonio y sugerencia de los funcionarios de la institución.	Método de trabajo: Herramienta de capacitación efectiva (objetivo 4)
5	El método para realizar la operación de clasificación es ineficiente y repetitivo.	Diagrama causa efecto Diagrama de Muther Diagrama de cuadrilla	Distribución de planta: Adquisición de banda para realizar la operación. Métodos de trabajo: 1. Definición de 4 grupos alimenticios para facilitar su clasificación. 2. Asignación de un grupo alimenticio por voluntario clasificador y establecimiento de 8 líneas independientes de trabajo.
6	Cuellos de botella en el armado de kits, por faltantes de alimentos y ausencia de método estándar en este proceso. Sobrecosto en el que incurre la institución por dichos faltantes.	Indicador 1, 2 y 3	Métodos de trabajo: 1. Identificación de alimentos que actúen como suplemento en caso de faltantes para los grupos alimenticios. 2. Aplicativo (CAD) *Aunque

			el objetivo de esta herramienta es comunicar a los donantes las existencias de donaciones, no asegura la total eliminación de faltantes durante el armado de kits.
7	Existen recursos con altos porcentajes de tiempo ocioso.	Indicador 1 Diagrama de cuadrilla	Distribución de planta: La configuración del proceso en una sola área de trabajo disminuye el ocio de los recursos en general.
8	La tarea de pesaje final de los kits constituye una tarea lenta y que genera retrasos en el proceso.	Diagrama de operaciones y de flujo.	Métodos de trabajo: Inclusión de un nuevo equipo: Pallet-pesa.

Tabla 40. Relación Síntomas con Componentes de la Propuesta.

De esta forma se concluye el capítulo 7 del presente trabajo, explicando a fondo el modo en que la propuesta genera valor a los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena de suministros humanitarios de la Cruz Roja- Sede Nacional.

Una vez descrita la propuesta, se procede a desarrollar una herramienta de capacitación eficiente, que permita a los voluntarios conocer y ejecutar de manera exitosa las diversas actividades que componen el proceso, ya que el recurso humano sin lugar a dudas es la clave del buen funcionamiento de cualquier proceso.

7. MÉTODO DE CAPACITACIÓN

La experiencia de la Cruz Roja demuestra que en las jornadas de recolección de donaciones, la presencia de voluntarios de un día es superior a la de voluntarios experimentados de la institución. Los voluntarios de un día son aquellos que durante un día prestan su servicio voluntario en cualquiera de las labores pertenecientes a la cadena de abastecimiento estudiada a lo largo del presente trabajo.

En conversaciones con funcionarios y voluntarios de la institución, se hizo evidente la necesidad de diseñar un método de capacitación ágil, efectivo y dinámico que permita la interacción entre capacitadores y voluntarios. Así mismo, se llegó al acuerdo de que la grabación de un video serviría como soporte durante la charla de capacitación para facilitar la visualización y comprensión de los diferentes procesos a realizar y sus respectivos lugares de trabajo.

La simulación de la situación propuesta, sirvió como insumo para la posterior realización del video de capacitación, el cual en un comienzo no es solo útil para voluntarios, sino también para los funcionarios de la institución involucrados en dichas labores, ya que la situación propuesta, como

se sabe cuenta con elementos y métodos de trabajo desconocidos (varían respecto a la situación actual) los cuales deben ser difundidos para su efectiva implementación y ejecución.

Para la realización del video se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Tiempo del video: no mayor a 7 minutos
- ✓ Síntesis de la explicación: esto con el fin de ser puntuales con la información brindada y dar paso a la explicación verbal del material.
- ✓ Dinamismo y creatividad: esto con el fin de mantener la atención de los voluntarios durante toda la presentación del video.
- ✓ Perspectiva motivacional: normalmente los videos acerca de capacitación en emergencias y eventualidades se limitan a describir las actividades a realizar; sin embargo, el video realizado busca dar un enfoque de motivación acerca del aporte como voluntario a la sociedad.

Para observar el video, ver archivo adjunto en el CD con el nombre: “Capacitación propuesta”

Tal y como se mencionó el video constituye un soporte durante la capacitación, mas no lo es todo; por tanto en el Anexo 11. “Guía de capacitación de voluntarios para jornada de recolección de donaciones”, da a conocer la guía diseñada para realizar la capacitación, este formato incluye: tiempos, actividades, pasos a seguir y los respectivos responsables.

Dicha guía tiene un uso diario, y se utiliza al momento de realizar la capacitación. Existen tres grupos de personas involucradas con diferentes roles, así:

- ✓ Capacitador: Es la persona encargada de dirigir y llevar a cabo con éxito la jornada de capacitación, verificando que se cumplan todas las actividades de la mejor forma posible y procurando el bienestar y la integración de los presentes. El capacitador es un funcionario de la institución con un conocimiento general del proceso y con experiencia en jornadas de recolección pasadas, esta persona puede ser un funcionario o un voluntario fijo de la institución.
- ✓ Voluntarios fijos de la institución: Son personas que participan en la capacitación, en representación de todos los voluntarios fijos y que conocen en profundidad las operaciones a las que serán asignados los voluntarios capacitados. El fin de involucrar a este grupo de personas durante la capacitación no es solo dar a conocer las diferentes tareas con detalle, sino también darle la oportunidad a los nuevos voluntarios de interactuar con los guías del proceso y tener un apoyo durante la jornada.
- ✓ Voluntarios: Personas que prestan su servicio voluntario por un día en la institución. Es importante aclarar que estas personas no necesariamente asisten por primera vez a jornadas de la institución, sin embargo las personas de este grupo tienen como característica general, no ser voluntarios fijos de la Cruz Roja.

Nota: Es necesario disponer de un espacio adecuado para realizar la capacitación donde se cuente con medios audiovisuales que permitan el libre desarrollo de la actividad. Adicionalmente, es

importante tener al alcance las principales herramientas utilizadas en los diferentes puestos de trabajo (balanza, herramienta inventarios, radioteléfonos), para hacer más gráficas las explicaciones verbales de la capacitación.

A partir de estas dos herramientas se espera no solo brindar una capacitación efectiva a los voluntarios, sino también facilitar los procedimientos internos a los funcionarios de la institución y estandarizar la actividad.

8. ANÁLISIS FINANCIERO

El proceso que se lleva a cabo al analizar una cadena de abastecimiento de un proceso cualquiera, no consiste solamente en la generación e implementación de alternativas para la solución de problemas, sino también debe considerarse la evaluación del aspecto financiero como un criterio clave para la toma de decisiones, ya que a pesar de que a simple vista los escenarios propuestos parezcan muy atractivos, no necesariamente ameritan la inversión de recursos de la organización. Es por esto que el presente capítulo pretende evaluar las propuestas planteadas desde el punto de vista financiero con el fin de determinar la viabilidad de su implementación.

Como se ha explicado a lo largo de del trabajo, tanto la razón de ser como el proceso estudiado de la institución (Cruz Roja Colombiana- Sede nacional), representan una naturaleza diferente a la observada comúnmente en las empresas del mercado. Es por esto que la evaluación financiera de las propuestas planteadas no se puede basar en la utilidad generada durante su operación.

Para comenzar cabe recordar que el objetivo de la Cruz Roja Colombiana es: " proteger la vida, la salud de las personas y su dignidad como seres humanos en tiempo de conflicto armado y en otras situaciones de emergencia" (Cruz Roja Colombiana, 2011); objetivo a través del cual, se evidencia que la operación de la institución no guarda relación directa con el lucro de la misma. Es por esto que se vio la necesidad de identificar metodologías de evaluación que permitieran de alguna forma cuantificar los beneficios que las propuestas generan en la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios, desde el punto de vista social que caracteriza su naturaleza y sin dejar de lado el aspecto económico, base de su estabilidad y permanencia.

La metodología utilizada para realizar el análisis se describe a continuación:

1. Selección del método de evaluación a utilizar

Partiendo de lo explicado previamente acerca de la naturaleza y finalidad de la institución, se consideró adecuado emplear el método Beneficio/Costo, ya que a partir de la información disponible, permite obtener un resultado que indica en qué proporción es justificable la inversión en la propuesta.

2. Definición de supuestos a tener en cuenta

- INFORMACIÓN GENERAL

Información financiera: Dada la naturaleza de la institución, los estados financieros no están disponibles para consulta al público, y dada la naturaleza del proceso, estos no se consideran relevantes para el análisis financiero.

Economía: Dada la proyección de los valores a 5 años, se toma como inflación del año 2013, 3,0% y del año 2014 en adelante, una inflación del 3,33%. (Caracol Noticias, 2012)

- TIEMPO

Duración de la jornada de recolección de donaciones: 5 días. Como se ha visto a lo largo del trabajo, los escenarios analizados día 4, 5 y 6, corresponden a viernes, sábado y domingo. En su mayoría, las jornadas de recolección duran de 5 a 10 días, por lo que se tomó como referencia para el análisis una jornada de 5 días, la cual incluye los datos de los escenarios 4, 5, y 6 y adicionalmente otros dos días que por ser días hábiles se asumen con un comportamiento igual al del día 4.

Periodos para la proyección: 5 años. Se asume la ocurrencia de sólo un desastre por año, es decir el desarrollo de una jornada de recolección de 5 días por año.

NOTA: Este es un supuesto de tiempo pesimista en cuanto al análisis económico, ya que se parte del hecho de que el proceso solamente se realiza una vez al año, lo cual retrasa el retorno de la inversión. Debe recordarse que la ocurrencia de una emergencia constituye un elemento difícil de predecir, por lo tanto se hace un supuesto que propende a la imparcialidad del ejercicio (no aumentar las emergencias anuales para obtener una mayor relación Beneficio/Costo)

- RECURSOS

Número de voluntarios: Para el cálculo se tuvo en cuenta el número mínimo de voluntarios requeridos en el proceso, según lo definido por la institución en la situación actual, y según lo establecido en la propuesta. Sin embargo, en la realidad este número puede variar, ya que depende del servicio voluntario disponible al momento de la emergencia.

Remuneración voluntarios: A pesar de que en la realidad los voluntarios ofrecen su servicio como su nombre lo dice, sin ánimo de lucro, para el ejercicio fue necesario asignarles un salario mínimo de manera que pudiera cuantificarse el valor de su trabajo.

Elementos adquiridos: A pesar de que se supone que el proceso se realiza una vez al año, dada la urgencia de dar inicio a las operaciones en cuanto ocurre una emergencia, se asume que los elementos propuestos son comprados por la institución para estar disponibles las 24 horas de todos los días del año.

- INGRESOS

Ganancia: A pesar de que la institución no recibe utilidad por la labor de entrega de donaciones, para el presente ejercicio es necesario cuantificar el kit elaborado para calcular los costos y beneficios respectivos.

- FUENTE DE INFORMACIÓN:
Datos arrojados por la simulación
Estadísticas y porcentajes otorgados por funcionarios de la institución.

3. Cálculo de costos de la propuesta

Teniendo en cuenta cada uno de los aspectos de la propuesta descrita previamente, se procedió a costear cada uno de los elementos necesarios para su implementación. Cabe resaltar que la institución ya contaba con algunos de dichos elementos los cuales no fueron costeados, permitiendo una reducción de la inversión. A continuación se observa en detalle cada uno de los costos propuestos en la Tabla 41.

INVERSIÓN SITUACIÓN PROPUESTA	
COSTOS (\$ Pesos)	
2 bandas de rodillos (Largo del transportador 5 metros(1X1 metros), rodillos metálicos acero inoxidable)	\$ 11,600,000
Puerta peatonal (1,5 mt x 2 mt)	\$ 1,800,000
10 conos de señalización (45 cm altura, 1 cinta reflexiva)	\$ 226,200
1 Paleta pare-siga (30 cm de diámetro-lado y lado)	\$ 17,400
9 Computadores portátiles (Samsung NC110-P04 Portátil NC110-P04)	\$ 4,043,250
10 Radios Motorola Talkabout Mr355r 56kms-35milla Manos Libres. Baterías Nimh, AA, duración aproximada de 27 horas	\$ 995,000
8 Butacos Rimax (32x32x32 cm)	\$ 171,680
2 carros de mercado(170 Litros de capacidad, pintura electro estática. Largo 90 cm ancho parte trasera 58 cm frente 46 cm, profundidad 37cm frente, atrás 56 cm)	\$ 417,600
Puerta bodega (6mt x 4mt)	\$ 8,150,000
8 mesas metálicas	\$ 4,640,000
6 Balanzas digitales electrónicas con capacidad de 30 kg y con batería	\$ 974,400
2 pallet pesa para uso móvil (Rango de pesado hasta 1500 Kg, Resolución 0,5 Kg, Puerto RS-232, Ruedas y asidero para transportar fácilmente. Armazón de acero sólido, lacado.	\$ 3,760,000
Mantenimiento sótano bodega	\$ 146,250
Pilas AA Nimh	\$ 309,000
Cargador	\$ 25,000
TOTAL	\$ 37,275,780

Tabla 41. Inversión de la propuesta.

4. Cálculo de los beneficios de la propuesta

En aras de facilitar la comprensión del modo en que se calculan los beneficios de la propuesta, estos se clasificaron en tres grupos según su procedencia y a continuación se explicarán de manera individual.

- **Beneficios por eliminación de actividades**

CLASIFICACIÓN	BENEFICIOS
Beneficios por eliminación de actividades	Reducción gasolina del camión (5 Ton)
	Reducción horas-hombre conductor camión (5 Ton)
	Ingresos por alquiler de camión
	Ahorro en concesión diaria parqueadero área 1
	Ahorro de papel
	Reducción en costos de dotación de voluntarios (comida, bebida, uniforme)

Tabla 42. Beneficios por eliminación de actividades

Como se observa en la Tabla 42, los dos primeros beneficios se relacionan con la redistribución de planta propuesta en donde no se hace necesario el uso del camión de 5 Toneladas; el tercer beneficio por su parte, se basa en el supuesto de que al no necesitar el camión durante la jornada de recolección, este podría ser alquilado a personas externas. De la misma manera, el cuarto beneficio se calculó teniendo en cuenta que al dejar de realizar la recepción de donaciones en el área 1, la empresa con la concesión del parqueadero, no interrumpiría el pago de la misma por el tiempo que dure la jornada de recolección. Por último el beneficio generado por el ahorro de papel, se debe a la propuesta de realizar el registro de donaciones únicamente de forma digital.

- **Beneficios por inclusión de actividades o herramientas**

CLASIFICACIÓN	BENEFICIOS
Beneficios por inclusión de actividades o herramientas	Ingresos por reciclaje
	Ahorros por capacitación

Tabla 43. Beneficios por inclusión de actividades o herramientas.

Como se observa en la Tabla 43, ésta clasificación corresponde a aquellos beneficios generados a partir de la actividad de reciclaje incluida como parte de la clasificación y de la herramienta de capacitación de voluntarios explicada en el capítulo anterior. Los ingresos generados por el reciclaje, se basan en la venta de dicho material; por su parte, los beneficios de la nueva herramienta de capacitación se ven reflejados en la disminución del tiempo pagado a la persona capacitadora, y del tiempo que los voluntarios emplean en esta (que ahora pueden emplear en el proceso).

- **Beneficios directamente relacionados con cambios en el proceso**

CLASIFICACIÓN	BENEFICIOS
Beneficios directamente relacionados con cambios en el proceso	Incremento de la ganancia por día (en términos de kits producidos y reducción del costo de la mano de obra)
	Ahorros por Linealidad del sistema (continuidad del proceso)
	Ahorro por eliminación de reproceso en el pesaje final
	Ahorro por eliminación de reproceso en el registro manual
	Reducción en alimentos faltantes por jornada (5%)
	Reducción de daños de los elementos del kit por manipulación en el descargue y cargue (3%)
	Reducción en la pérdida de donaciones (3%) por mayor control de la información

Tabla 44 Beneficios directamente relacionados con cambios en el proceso

Para obtener estos beneficios fue necesario darle un valor al kit como producto final del proceso, valor calculado desde dos puntos de vista:

- *Precio del kit en el mercado:* Se refiere al valor promedio que le cuesta a una persona adquirir el kit con las especificaciones de la institución, en una tienda de cadena.
- *Método del capital humano:* “El enfoque de capital humano se basa en el supuesto que el valor económico de la vida de un individuo corresponde a su potencial productivo, medido usualmente a través del valor presente de sus ingresos futuros, antes de impuestos” (Ministerio de planificación, 2011). Este concepto se basa en el supuesto de que la muerte de una persona genera un costo social para el país en la medida en que éste deja de producir, costo calculado a partir de las ganancias futuras del individuo.

Se recurrió a un segundo método para costear el kit, dado que se considera fundamental darle un costo al kit, no sólo en términos del precio de venta individual de cada uno de sus elementos, sino también en términos de lo que este representa para la sociedad en el momento de una emergencia, valor que refleja directamente la razón de ser de la institución y su operación.

Cada una de estas dos opciones será empleada para el análisis Beneficio/Costo, con el fin de obtener resultados basados en los dos puntos de vista mencionados. La diferencia entre los dos puntos de vista de costeo del kit, se ve reflejada en los beneficios directamente relacionados con cambios en el proceso.

8.1 Análisis financiero basado en el precio del kit

A partir de la metodología descrita en el numeral anterior y de la Tabla 41 que muestra los costos de la inversión propuesta, en la Tabla 45 se presentan los cálculos de los costos y beneficios respectivamente, tomando como base **un precio del kit de \$ 40.000**.

SITUACION PROPUESTA PARA UNA JORNADA DE 5 DIAS- KIT COSTEADO						
CLASIFICACIÓN	BENEFICIOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Beneficios por eliminación de actividades	Reducción gasolina del camión (5 Ton)	\$ 89,000	\$ 91,670	\$ 94,723	\$ 97,877	\$ 101,136
	Reducción horas-hombre conductor camión (5 Ton)	\$ 147,578	\$ 152,005	\$ 157,067	\$ 162,298	\$ 167,702
	Ingresos por alquiler de camión	\$ 3,000,000.00	\$ 3,090,000	\$ 3,192,897	\$ 3,299,220	\$ 3,409,085
	Ahorro en concesión diaria parqueadero área 1	\$ 2,500,000	\$ 2,575,000	\$ 2,660,748	\$ 2,749,350	\$ 2,840,904
	Ahorro de papel	\$ 273,900.00	\$ 282,117	\$ 291,511	\$ 301,219	\$ 311,249
	Reducción en costos de dotación de voluntarios (comida, bebida, uniforme)	\$ 1,495,000	\$ 1,539,850	\$ 1,591,127	\$ 1,644,112	\$ 1,698,860
Beneficios por inclusión de actividades o herramientas	Ingresos por reciclaje	\$ 626,000	\$ 644,780	\$ 666,251	\$ 688,437	\$ 711,362
	Ahorros por capacitación	\$ 375,253	\$ 386,511	\$ 399,382	\$ 412,681	\$ 426,424
Beneficios directamente relacionados con cambios en el proceso	Incremento de la ganancia por día (en términos de kits producidos y reducción del costo de la mano de obra)	\$ 24,564,890.63	\$ 25,301,837	\$ 26,144,389	\$ 27,014,997	\$ 27,914,596
	Ahorros por Linealidad del sistema (continuidad del proceso)	\$ 3,682,129.48	\$ 3,792,593	\$ 3,918,887	\$ 4,049,386	\$ 4,184,230
	Ahorro por eliminación de reproceso en el pesaje final	\$ 295,156.25	\$ 304,011	\$ 314,135	\$ 324,595	\$ 335,404
	Ahorro por eliminación de reproceso en el registro manual	\$ 74,748.32	\$ 76,991	\$ 79,555	\$ 82,204	\$ 84,941
	Reducción en alimentos faltantes por jornada (5%)	\$ 622,000	\$ 640,660	\$ 661,994	\$ 684,038	\$ 706,817
	Reducción de daños de los elementos del kit por manipulación en el descargue y cargue (3%)	\$ 373,200	\$ 384,396	\$ 397,196	\$ 410,423	\$ 424,090
	Reducción en la pérdida de donaciones (3%) por mayor control de la información	\$ 871,200	\$ 897,336	\$ 927,217	\$ 958,094	\$ 989,998
TOTAL		\$ 38,990,056	\$ 40,159,758	\$ 41,497,078	\$ 42,878,931	\$ 44,306,799

Tabla 45. Beneficios situación propuesta- (basada en precio del kit)

Como se observa en la Tabla 41, el mayor costo corresponde a las 2 bandas transportadoras de rodillos, empleadas para la clasificación. Este costo se ve compensado por los beneficios que trae dicho equipo en cuanto a la continuidad del proceso, la productividad de los recursos y la agilidad en el armado de los kits.

Por otra parte en la Tabla 45, puede observarse que el beneficio más representativo corresponde al obtenido en la ganancia adicional por día. Esto se debe al aumento en la producción de kits en casi una tercera parte al implementar la propuesta; la reducción en el número de voluntarios mínimos requeridos de 89 a 76 es otra de las fuentes principales para el incremento de este beneficio (adicional respecto a la situación actual). Adicionalmente, se consideran beneficios relevantes, el ahorro por la linealidad del sistema, el cual surge como resultado de la continuidad de las operaciones y de la redistribución de planta en una sola área, y el ingreso por el alquiler del camión, que en la situación actual no se recibe debido a la necesaria utilización del mismo.

Una vez calculados los costos y beneficios de la propuesta, se procede a calcular la relación Beneficio/Costo para los 5 años proyectados teniendo en cuenta la inflación estimada.

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	1.05	1.08	1.11	1.15	1.19

Tabla 46. Beneficio/Costo

Al obtener la relación Beneficio/Costo mostrada en la Tabla 46, se observa un beneficio de la inversión en la propuesta para los 5 años, que a simple vista parecería apenas justificable. Sin embargo, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos para valorar el beneficio obtenido:

La Cruz Roja Colombiana no recibe utilidades por el proceso estudiado en el presente trabajo. Es una cadena que tiene valor social, mas no económico, por lo tanto la propuesta se genera con el fin de llegar a más personas, en un menor tiempo y en las condiciones deseadas según la emergencia.

Según el supuesto de tiempo, la cadena estudiada se desarrolla *solamente* una vez al año durante 5 días (supuesto que puede variar) y aun así, para el primer año se obtiene un beneficio que supera el costo de la inversión; *bajo el supuesto de que los kits generan una utilidad, y la Cruz Roja es una empresa industrial, esta relación Beneficio/Costo para el año 1, implica que se retorne la inversión en tan sólo una semana de trabajo.*

Es pertinente recordar que la Cruz Roja Colombiana, no sólo opera ante emergencias nacionales, sino también ante cualquier eventualidad presentada a nivel internacional; hecho que justifica aún más la inversión realizada.

8.2 Análisis financiero basado en el método del capital humano

Como se mencionó previamente, la diferencia entre este análisis y el anterior, radica fundamentalmente en el costo asignado al kit, que para la presente es un costo que se calcula para reflejar el impacto social del proceso como tal, y no limitarse a un costo netamente monetario del kit. Es por esto que los costos de la inversión son los mismos a los empleados en el

numeral 9.1, por lo tanto se seguirá tomando como referencia la Tabla 41 de costos. A continuación se presentan los beneficios con sus respectivos cálculos con base a **un costo del kit de \$ 169, 311,508**. Para calcular este costo, se llevó a cabo la metodología del *Capital Humano*, basada en la cantidad de personas que murieron en la Ola Invernal a causa de falta de alimentos, porcentaje calculado entre el 10% y el 15% (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2011) , la cual se describirá a continuación (Cardona, 2009):

1. Calcular número de personas fallecidas a causa de falta de alimentos (Ola invernal 2010)

DATOS INICIALES	
Muertes ola invernal	180
Porcentaje de personas en malnutrición (IFRC)	12.50%
Personas que mueren por hambre	23

Tabla 47. Datos iniciales Capital Humano

2. Calcular edad de las personas fallecidas (de acuerdo a porcentaje poblacional de distribución de edades) (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), 2007). Ver Anexo 12.
3. Calcular la ocupación y remuneración de las personas según el nivel educativo. Ver Anexo 13.
4. Calcular el valor promedio de 1 kit para menores de 18 años fallecidos y para mayores de 18 años fallecidos por la emergencia. A partir de los cálculos de las edades de las personas fallecidas en el desastre y sus posibilidades de desempeñarse como mano de obra no calificada, tecnólogo ó profesional. El valor del kit para menores de 18 años fallecidos en la emergencia se encuentra en el Anexo 14 y el valor para mayores de 18 años fallecidos en la emergencia en el Anexo 15.
5. Calcular el valor promedio del kit, incluir la tasa de empleo del país.

VALOR PROMEDIO DEL KIT		
	Valor (\$)	Porcentaje
MENORES DE 18 AÑOS	\$ 263,061,989	34.78%
MAYORES O IGUALES A 18 AÑOS	\$ 154,043,787	65.22%
VALOR PROMEDIO KIT	\$ 191,963,161	N.A.
VALOR PROMEDIO KIT (Incluyendo Tasa de empleo)	\$ 169,311,508	N.A.

Tabla 48. Valor promedio del kit

Con los pasos anteriores se obtuvo el valor promedio de un kit siguiendo la metodología del capital humano, hasta calcular el valor de **\$169.311.508**, el cual representa el dinero en valor presente que las personas fallecidas por falta de alimento en la emergencia dejarán de producir y a su vez, dejarán de aportar al país. Este valor se utilizará como costo del kit, para calcular algunos de los beneficios (los que dependen de dicho valor) de la propuesta en la Tabla 49, mostrada a continuación.

Como se observa en la Tabla 49, el beneficio que se considera de mayor impacto es el de la ganancia adicional diaria por los kits producidos, ya que este valor por sí solo cubre los costos de la inversión; esto, dada el costo del kit bajo la metodología empleada.

SITUACION PROPUESTA PARA UNA JORNADA DE 5 DIAS- KIT MÉTODO CAPITAL HUMANO						
CLASIFICACIÓN	BENEFICIOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Beneficios por eliminación de actividades	Reducción gasolina del camión (5 Ton)	\$ 89,000	\$ 91,670	\$ 94,420	\$ 97,253	\$ 100,170
	Reducción horas-hombre conductor camión (5 Ton)	\$ 147,578.13	\$ 152,005	\$ 156,566	\$ 161,263	\$ 166,100
	Ingresos por alquiler de camión	\$ 3,000,000.00	\$ 3,090,000	\$ 3,182,700	\$ 3,278,181	\$ 3,376,526
	Ahorro en concesión diaria parqueadero área 1	\$ 2,500,000	\$ 2,575,000	\$ 2,652,250	\$ 2,731,818	\$ 2,813,772
	Ahorro de papel	\$ 622,000.00	\$ 640,660	\$ 659,880	\$ 679,676	\$ 700,066
	Reducción en costos de dotación de voluntarios (comida, bebida, uniforme)	\$ 1,495,000	\$ 1,539,850	\$ 1,586,046	\$ 1,633,627	\$ 1,682,636
Beneficios por inclusión de actividades o herramientas	Ingresos por reciclaje	\$ 626,000	\$ 644,780	\$ 664,123	\$ 684,047	\$ 704,569
	Ahorros por capacitación	\$ 375,253	\$ 386,511	\$ 398,106	\$ 410,050	\$ 422,351
Beneficios directamente relacionados con cambios en el proceso	Incremento de la ganancia por día	\$ 86,688,643,205	\$ 89,289,302,502	\$ 91,967,981,577	\$ 94,727,021,024	\$ 97,568,831,655
	Ahorros por Linealidad del sistema	\$ 3,682,129.48	\$ 3,792,593	\$ 3,906,371	\$ 4,023,562	\$ 4,144,269
	Ahorro por eliminación de reproceso en el pesaje final	\$ 295,156.25	\$ 304,011	\$ 313,131	\$ 322,525	\$ 332,201
	Ahorro por eliminación de reproceso en el registro manual	\$ 74,748.32	\$ 76,991	\$ 79,300	\$ 81,680	\$ 84,130
	Reducción en alimentos faltantes por jornada (5%)	\$ 622,000	\$ 640,660	\$ 659,880	\$ 679,676	\$ 700,066
	Reducción en defectos de calidad por manipulación del material en el descargue y cargue (3%)	\$ 373,200	\$ 384,396	\$ 395,928	\$ 407,806	\$ 420,040
	Reducción en la pérdida de donaciones (3%) por mayor control de la información	\$ 871,200	\$ 897,336	\$ 924,256	\$ 951,984	\$ 980,543
TOTAL	\$ 86,703,416,471	\$ 89,304,518,965	\$ 91,983,654,534	\$ 94,743,164,170	\$ 97,585,459,095	

Tabla 49. Beneficios situación propuesta- (basada en método del capital humano)

A continuación, se calcula la relación Beneficio/Costo bajo el enfoque social.

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	2325.998717	2395.78	2467.65	2541.68	2617.93

Tabla 50. Beneficio/Costo (Método capital humano)

Tal y como se esperaba a partir del alto costo calculado del kit, la relación Beneficio/Costo es muy deseable; sin embargo, desde ciertas perspectivas de análisis, los resultados obtenidos en la Tabla 50, pueden ser considerados sobre-estimados e irreales, a pesar de que la base del cálculo sea la vida humana y su aporte a la sociedad. Es por esto, que este tipo de organización debe basar sus decisiones en ambos puntos de vista, equilibrando así el aspecto económico, fundamental para la estabilidad y permanencia, y el aspecto social, principio de su razón de ser.

Para concluir con el presente capítulo, a partir de un análisis conjunto de ambas perspectivas, se puede afirmar que el aporte de un kit, que a partir del primer análisis tiene un valor de \$40.000, puede generar un beneficio a la sociedad de \$ 169,311,508.

Por último, a pesar de la diferencia entre los dos análisis, para ambos se obtiene una relación Beneficio/Costo mayor a uno, lo que permite afirmar que la propuesta desarrollada en el presente trabajo es viable desde el punto de vista financiero.

CONCLUSIONES

- A lo largo del estudio y análisis de los eslabones de abastecimiento y operación de la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios, se identificaron una serie de aspectos susceptibles de mejora a través del uso de herramientas de la Ingeniería Industrial, los cuales fueron validados por medio de la simulación computarizada. Hecho que permitió resaltar dos aspectos fundamentales:
 - Mayor confiabilidad en el diagnóstico realizado, debido a la obtención de resultados similares mediante el desarrollo de dos métodos diferentes e independientes entre sí.
 - El hallazgo de puntos críticos similares a partir de dos metodologías diferentes, refleja la pronta necesidad de generar propuestas de mejora con respecto a los mismos.
- A partir del diseño de indicadores y la medición de la situación actual a través de los dos diagnósticos realizados, se encontró que la eficiencia de los recursos, aspecto clave en el presente trabajo, se ve afectada en su mayoría por la improductividad resultante del ocio, la cual a su vez, se genera debido a la inadecuada distribución de planta que interrumpe la continuidad del proceso y a los métodos de trabajo repetitivos que incrementan el tiempo de operación y los movimientos innecesarios de los recursos humanos involucrados.
- Debido a la naturaleza aleatoria e impredecible del proceso estudiado en el presente trabajo, las propuestas generadas no sólo se basaron en los resultados de los diagnósticos realizados, sino también tuvieron en cuenta el bajo costo y la facilidad de implementación que éstas requerían dada la finalidad no lucrativa de la institución y la incertidumbre respecto a la frecuencia de su uso.
- Una vez comparados los resultados de los indicadores para ambas situaciones, se pudo identificar que el aspecto de la propuesta que generó mayores beneficios en la eficiencia del proceso fue la redistribución de planta debido a la reducción de las distancias, transportes, tiempo de espera del material y al incremento en la continuidad del sistema.
- El hecho de contar con voluntarios sin experiencia y que varían entre jornadas de recolección, evidenció la necesidad de considerar la herramienta de capacitación como elemento fundamental de la propuesta generada, pues es a partir de esta que se da inicio a la jornada, se facilita la adaptación del personal al proceso y se promueve la óptima ejecución de las tareas. Adicionalmente se resalta la importancia que tiene la capacitación en esta institución como medio para difundir a los voluntarios el valor social de prestar este servicio al país, aspecto que se proyecta en el video de capacitación.
- A pesar de la incertidumbre acerca de la ocurrencia de una emergencia, y por tanto de la ejecución de la cadena de abastecimiento de suministros humanitarios en el tiempo, los dos métodos empleados para la evaluación financiera bajo los supuestos planteados,

arrojaron una relación beneficiosa frente a los costos de la inversión de la propuesta descrita en el presente trabajo. Sin embargo, dado el enfoque social de la institución, más allá del beneficio económico generado, lo que predomina es el aporte realizado a la humanidad frente a una eventualidad; es por esto que un análisis financiero para la Cruz Roja colombiana debe contemplar no solo el aspecto netamente económico, sino también el aspecto social cuantificado en términos monetarios.

- A pesar de la restricción del presente trabajo con respecto a la imposibilidad de visualizar el proceso sin la ocurrencia de una eventualidad, fue posible recurrir al método de la simulación computarizada para hacer una representación cercana a la realidad que permitiera obtener un análisis tangible y con mayor exactitud de la situación. Adicionalmente el uso de esta herramienta permitió calcular los indicadores diseñados para ambas propuestas, con base en datos cercanos a la realidad y no en datos supuestos.
- El presente trabajo es una muestra de que la Ingeniería Industrial no solo se aplica a procesos industriales, sino que también es aplicable en otros campos de acción, demostrando así su característica interdisciplinaria.
- A nivel personal es satisfactorio contribuir a través de los conocimientos y herramientas adquiridas durante 5 años de carrera, a un sistema que se involucra directamente con el bienestar de la sociedad colombiana y que permite evidenciar las oportunidades que tenemos los profesionales de cualquier rama para generar cambios e ideas encaminados al beneficio de la comunidad.

RECOMENDACIONES

- A partir de la creación de la herramienta en Excel “Control de abastecimiento de donaciones”, se propone conectarla a la página web y al sistema de información de la institución, con el fin de disponer de la información en línea, de modo que el público tenga acceso a la misma y sea punto de referencia para la elección de donaciones a entregar. Así mismo el público interesado podrá consultar y hacer seguimiento del proceso de las jornadas de recolección.
- Se sugiere la creación de una herramienta que permita distribuir rápidamente a los voluntarios disponibles en cada uno de los puestos de trabajo, en caso de que estos difieran de la cantidad mínima requerida. Así mismo dada la diferencia de afluencia de donantes en los diferentes días de la semana esta herramienta puede ser útil para establecer número mínimo de voluntarios requeridos para cada día. Esto se logra a través de la recolección y análisis de datos históricos.
- Se sugiere generar bases de datos para almacenar la información relacionada con las jornadas de recolección de donaciones, que permita su posterior análisis, consulta y control.
- Se propone difundir la presente propuesta en las diferentes sedes de la Cruz Roja colombiana, para su implementación ajustada a las condiciones de cada lugar.

BIBLIOGRAFÍA

R. S. Stephenson Ph.D. (1993). *Logistics, Disaster Management Training Program*. Nueva York: United Nations Development Program.

Bu, R. C. (2003). *Simulación un Enfoque Práctico*. México D.F.: Limusa.

Caracol Noticias. (2012, Agosto 27). *Caracol*. Retrieved Octubre 13, 2012, from <http://www.caracol.com.co/noticias/economia/la-inflacion-en-2013-estaria-cerca-del-3-banrepublica/20120827/nota/1751073.aspx>

Cardona, A. E. (2009). ¿CÓMO VALORAR LA PÉRDIDA DE UNA VIDA HUMANA OCASIONADA POR UN DAÑO AMBIENTAL? *Revista Ciencias Estratégicas* , 49-56.

Comité Internacional de la Cruz Roja. (29 de 10 de 2010). *Comité Internacional de la Cruz Roja*. Recuperado el 11 de 02 de 2012, de <http://www.icrc.org/spa/who-we-are/history/overview-section-history-icrc.htm>

Cruz Roja Colombiana. (2011). *Cruz Roja Colombiana*. Recuperado el 11 de 02 de 2012, de <http://www.cruzrojacolombiana.org/quienes/quienes7.html>

Cruz Roja Colombiana. (2011). *Cruz Roja Colombiana*. Recuperado el 11 de 02 de 2012, de <http://www.cruzrojacolombiana.org/socorro/Socorro4.html>

CRUZ ROJA COLOMBIANA. (2011). *CRUZ ROJA COLOMBIANA*. Retrieved 02 28, 2012, from http://www.cruzrojacolombiana.org/pdf/instructivo_donacion.pdf

CRUZ ROJA COLOMBIANA. (2011). INFORMACIÓN CAJAS. BOGOTÁ.

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). (2007). *DANE*. Retrieved Octubre 13, 2012, from <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/eccultural/InfoResultECC.pdf>

Federación Internacional de sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (s.f.). Recuperado el 11 de 02 de 2012, de <http://www.ifrc.org/es/nuestra-vision-nuestra-mision/historia/>

Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2011). *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies*. Retrieved Octubre 13, 2012, from <http://www.ifrc.org/PageFiles/89755/capitulo%205.pdf>

Giraldo, R. M. (2009). *SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN*. Bogotá D.C.: ICONTEC.

Ministerio de planificación. (2011, Septiembre). *Ministerio de Planificación*. Retrieved Octubre 11, 2012, from http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/documentos/Metodologias/me_valorvida.pdf

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México D.F.: McGraw Hill.

Organización Panamericana de la Salud. (2000, 09). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved 09 12, 2012, from <http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/libros/manejologistico.pdf>

Riaño, M. C. (2009, Julio). PROPUESTA DE MANUAL DE PRÁCTICAS DE SIMULACIÓN DE SISTEMAS DISCRETOS CON PROMODEL®, PARA EL DESARROLLO DE EJERCICIOS APLICADOS EN DIFERENTES ASIGNATURAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Bogotá D.C., Colombia.

Shannon, R. E. (1988). *Simulación de Sistemas: Diseño, desarrollo e implementación*. México: Trillas.

ANEXOS

Anexo 1. Kits de la Cruz Roja Colombiana

KIT ALIMENTARIO	KIT DE ASEO FAMILIAR
2 Libras de lenteja 1 Libra de harina de maíz 3 Libras de arroz 2 Libras de azúcar 2 Libras de frijol 1 Libra de sal 2 Libras de panela 1 Libra de café 1 Libra de chocolate 1000 cc de aceite 400 grs. De leche en polvo 500 grs. De bocadillo 370 grs. De atún	3 Cepillos dentales 2 Cepillos dentales niño 1 Crema dental X 150 c.c. 4 Unidades Jabón de baño X 150 grs. 2 Paquetes toallas higiénicas 2 Máquinas de afeitar 1 Peinilla plástica 1 Jabón X 300 grs. (para lavar ropa) 2 Unidades toallas en algodón 2 Rollos de papel higiénico 2 en 1 1 Paquete X 6 unidades pañal en tela garza 1 Gancho nodriza para pañal
CANTIDAD X FAMILIA: 1	CANTIDAD X FAMILIA: 1
KIT DE COCINA	KIT DE VAJILLA
1 Olla # 24 1 Paila # 22 1 Olleta chocolatera # 3 1 Cuchara en madera de 26 cm. 1 Molinillo 1 Caja de fósforos	4 Platos hondos plásticos 4 Platos pandos plásticos 4 Pocillos plásticos (Chocolateros) 4 Cucharas de aluminio
CANTIDAD X FAMILIA: 1	CANTIDAD X FAMILIA: 1

Anexo 2. Caja de cartón Kit alimentario.



Anexo 3. Diagramas de Flujo

DIAGRAMA DE FLUJO ÁREA 1.

GRÁFICA DE FLUJO ÁREA 1									
RESÚMEN						PROCESO: Elaboración de paquetes de ayuda a partir de donaciones recibidas.			
		ACTUAL		PROPUESTO			DIFERENCIA		
		No.	Tiempo (min)	No.	Tiempo	No.	Tiempo		
○	OPERACIONES	0							
⇒	TRANSPORTES	2							
D	RETRASOS	2	157						
□	INSPECCIÓN	0							
▽	ALMACENAJES	0							
⊙	ALMACENAMIENTO/INSPECCIÓN	0							
⊗	AGREGAR INFO. A UN REGISTRO	1	50						
⊗	INSPECCIÓN-REGISTRO	1	72						
DISTANCIA RECORRIDA (Metros)		250							
						HOMBRE			
						MATERIAL X			
						POR LOTE DE 5 TONELADAS DE DONACIONES			
						LA GRÁFICA COMIENZA EN: Registro manual donaciones y pesaje área 1			
						LA GRÁFICA TERMINA EN: Transporte a bodega almacenamiento			
						Registrado por:			
						F.I. María Fernanda Sánchez			
						F.I. Natalia Urquijo			
						FECHA: JULIO 23 DE 2012			
Descripción de los eventos	Símbolo					Distancia (metros)	Cantidad (Kg)	Tiempo (min)	OBSERVACIONES
1	Registro manual donaciones y pesaje área 1	○	⇒	D	□	▽	⊙	⊗	72
1	Retrasos área 1	○	⇒	D	□	▽	⊙	⊗	84
1	Registro virtual donaciones y pesaje	○	⇒	D	□	▽	⊙	⊗	50
1	Transporte a área almacenamiento 2	○	⇒	D	□	▽	⊙	⊗	230
2	Retraso área 2	○	⇒	D	□	▽	⊙	⊗	73
2	Transporte a bodega almacenamiento	○	⇒	D	□	▽	⊙	⊗	20

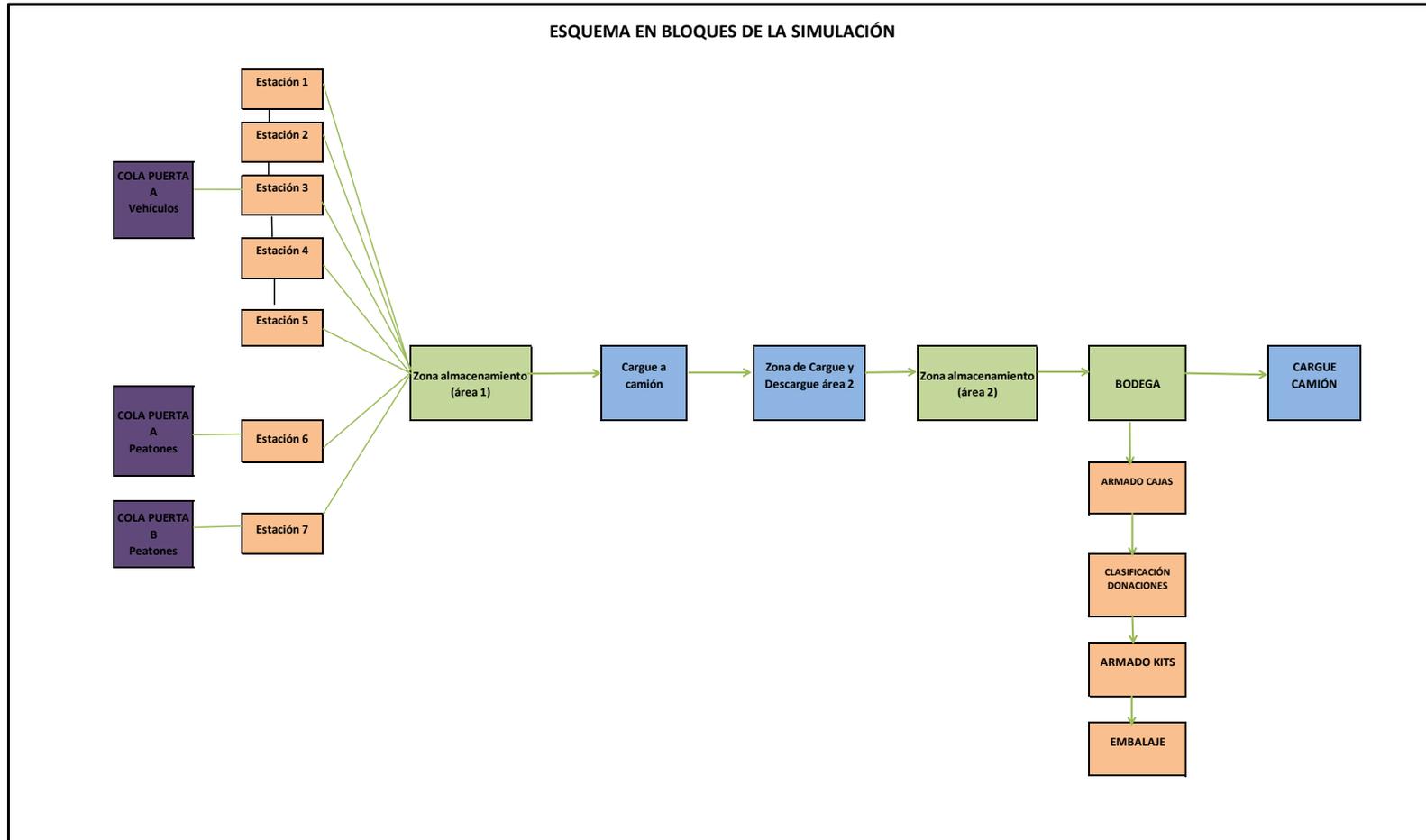
DIAGRAMA DE FLUJO CAJAS.

GRÁFICA DE FLUJO CAJAS											
		RESÚMEN									
		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA					
		No.	Tiempo (min)	No.	Tiempo	No.	Tiempo				
○	OPERACIONES	1	250								
→	TRANSPORTES	1									
D	RETRASOS										
□	INSPECCIÓN										
▽	ALMACENAJES										
⊖	ALMACENAMIENTO/INSPECCIÓN										
⊗	AGREGAR INFO. A UN REGISTRO										
DISTANCIA RECORRIDA (Metros)		5									
						PROCESO: Elaboración de paquetes de ayuda a partir de donaciones recibidas.					
						HOMBRE	MATERIAL X				
						POR LOTE DE 5 TONELADAS DE DONACIONES					
						LA GRÁFICA COMIENZA EN: Plegado cartón					
						LA GRÁFICA TERMINA EN: transporte a embalaje					
						Registrado por:					
						F.I. María Fernanda Sánchez					
						F.I. Natalia Urquijo					
						FECHA: JULIO 23 DE 2012					
Descripción de los eventos		Símbolo				Distancia (metros)	Cantidad	Tiempo (min)	OBSERVACIONES		
1	Plegar cartón	○	→	D	□	▽	⊖	⊗	1	250	
1	Transporte a banda	○	→	D	□	▽	⊖	⊗	5		

DIAGRAMA DE FLUJO ENSAMBLE.

GRÁFICA DE FLUJO ENSAMBLE											
		RESÚMEN									
		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA					
		No.	Tiempo (min)	No.	Tiempo	No.	Tiempo				
○	OPERACIONES	2	250								
→	TRANSPORTES	1									
D	RETRASOS	1	140								
□	INSPECCIÓN	2	333								
▽	ALMACENAJES										
⊖	ALMACENAMIENTO/INSPECCIÓN										
⊗	AGREGAR INFO. A UN REGISTRO										
⊗	INSPECCIÓN-REGISTRO	1	83								
⊗	TRANSPORTE-OPERACIÓN	1	132								
DISTANCIA RECORRIDA (Metros)		20									
						PROCESO: Elaboración de paquetes de ayuda a partir de donaciones recibidas.					
						HOMBRE	MATERIAL X				
						POR LOTE DE 5 TONELADAS DE DONACIONES					
						LA GRÁFICA COMIENZA EN: Clasificación de donaciones					
						LA GRÁFICA TERMINA EN: Registro suministros a despachar					
						Registrado por:					
						F.I. María Fernanda Sánchez					
						F.I. Natalia Urquijo					
						FECHA: JULIO 23 DE 2012					
Descripción de los eventos		Símbolo				Distancia (metros)	Cantidad (Kg)	Tiempo (min)	OBSERVACIONES		
1	Clasificación de donaciones	○	→	D	□	▽	⊖	⊗	20	125	
1	Armar mercado	○	→	D	□	▽	⊖	⊗		132	
1	Inspección mercado	○	→	D	□	▽	⊖	⊗		83	
1	Inspección-Registro Fecha vencimiento	○	→	D	□	▽	⊖	⊗		83	
2	Embalaje	○	→	D	□	▽	⊖	⊗	20	125	
1	Retraso	○	→	D	□	▽	⊖	⊗		140	
1	Transporte a camión	○	→	D	□	▽	⊖	⊗	20		
1	Pesaje y registro suministros para despacho	○	→	D	□	▽	⊖	⊗		250	

Anexo 4. Esquema de la simulación actual



Anexo 5. Frecuencia de Llegada de donantes por día.

FRECUENCIA DE LLEGADA DONANTES DÍA 4															
PEATONE	VEHÍCULO	PEATONE	VEHÍCULO	PEATONE	VEHÍCULO	PEATONE	VEHÍCULO	PEATONE	VEHÍCULO	PEATONE	VEHÍCULO	PEATONE	VEHÍCULO	VEHÍCULO	VEHÍCULO
20	76	4796	3447	13816	8004	21930	16065	29512	20915	32166	25117	34446	28637	30777	32381
64	203	4809	3556	14054	8080	22447	16305	29522	20926	32225	25196	34493	28726	30878	32389
182	282	4914	3575	14545	8245	22527	16385	29600	20997	32459	25387	34734	28731	30926	32448
604	286	4964	3782	14585	8499	22603	16415	29676	21107	32535	25579	34755	28742	30957	32450
629	291	5122	3841	14991	8941	22664	16555	29710	21117	32549	25787	34757	28773	30999	32513
730	302	5235	3891	15283	9138	22715	16575	29731	21249	32640	25976	34770	28823	31003	32520
822	420	5332	3925	15310	9289	22810	16705	29767	21257	32702	25996	34781	29105	31015	32687
871	492	5688	4015	15317	9706	23279	16711	29838	21259	32738	26116	34819	29133	31075	32738
995	496	5710	4022	15413	9781	23756	16774	29876	21441	32750	26160	34837	29134	31095	32752
1075	569	5947	4112	15547	9876	23989	16846	30087	21446	32776	26168	34867	29380	31125	32784
1119	572	6182	4125	15843	10065	24130	17122	30167	21650	32798	26356	34867	29381	31147	32844
1346	574	6226	4195	16191	10111	24427	17290	30209	21788	32841	26468	34892	29403	31229	32847
1490	657	6238	4198	16274	10267	24429	17372	30307	21968	32878	26477	34981	29513	31292	32851
1514	677	6481	4202	16454	10358	24513	17458	30393	22113	33050	26482	35087	29570	31312	32868
1539	908	6592	4242	16458	10480	25107	17466	30565	22274	33245	26489	35117	29574	31314	33023
1680	1043	6716	4269	16724	10536	25359	17548	30572	22578	33326	26556	35178	29635	31319	33033
1936	1093	7150	4321	16806	10693	25952	17573	30631	22814	33336	26603	35226	29643	31323	33038
2207	1242	7400	4331	16824	10864	26022	17641	30655	23121	33452	26655	35355	29805	31388	33075
2285	1312	8223	4443	16856	11258	26138	17668	30657	23236	33510	26834	35417	29831	31392	33189
2361	1493	8390	4491	16882	11537	26309	17737	30691	23598	33550	26865	35476	29868	31509	33246
2693	1597	8499	4563	17117	11690	26405	17807	30734	23733	33556	26953	35490	29878	31580	33255
2902	1622	8521	4690	17338	11941	26970	17980	30773	23828	33643	26960	35577	29940	31615	33293
3069	1874	8617	4759	17383	12227	27128	18416	30971	24070	33659	27033	35806	29960	31681	33383
3083	1910	8825	4769	17551	12334	27222	18479	31049	24132	33742	27173	35952	30027	31690	33384
3233	1963	9158	4786	18139	12799	27249	18682	31061	24161	33747	27183	35965	30080	31779	33410
3250	2093	9513	4837	18298	13361	27403	18737	31135	24197	33748	27275	35996	30083	31824	33427
3294	2141	9685	4892	18377	13922	27403	19047	31258	24323	33829	27410	36089	30134	31833	33505
3295	2212	10722	4930	18412	14520	27419	19128	31327	24448	33872	27459	36104	30189	31903	33510
3410	2357	10755	4962	18499	14695	27843	19151	31367	24559	33897	27508	36253	30208	31963	33540
3611	2537	11135	5024	18673	15135	27926	19343	31419	24625	34007	27595	36396	30257	31971	33547
3835	2558	11895	5246	18822	15231	28050	20010	31659	24716	34159	27661	36823	30306	32051	33558
3971	2864	12067	5476	18894	15246	28395	20162	31748	24812	34318	27710	36844	30478	32062	33591
4023	3081	12212	6511	18896	15282	28510	20314	31755	24825	34340	27790		30593	32091	
4309	3215	12267	6987	19242	15379	28678	20686	31823	24837	34356	27838		30636	32124	
4363	3247	12280	7362	19246	15508	28866	20738	31933	24953	34379	28402		30648	32279	
4405	3275	12383	7379	19306	15704	28908	20791	31973	24976	34381	28574		30649	32294	
4411	3291	12977	7542	19338	15844	29177	20892	31989	25005	34386	28594		30742	32371	
4742	3315	13369	7855	21126	15962	29236	20893	32140	25028	34429	28613		30776	32376	

FRECUENCIA DE LLEGADA DE DONANTES DÍA 5																	
PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS
11	4	4593	3200	7345	5186	10933	6710	12006	8115	13042	9323	14440	11141	16067	12068	17732	13131
74	85	4660	3249	7428	5224	10937	6715	12022	8127	13051	9323	14463	11157	16133	12455	17792	13131
106	390	4670	3255	7562	5285	10958	6759	12039	8128	13057	9368	14536	11264	16162	12486	17871	13185
475	426	4687	3276	7596	5307	10961	6763	12114	8133	13090	9389	14635	11288	16212	12505	17884	13244
504	434	4692	3319	7677	5312	10989	6873	12115	8150	13358	9449	14662	11308	16227	12508	17920	13283
594	498	4696	3399	7781	5320	11001	6922	12116	8421	13365	9510	14726	11312	16263	12524	17936	13298
619	533	4712	3499	7804	5363	11054	6963	12156	8422	13367	9538	14841	11348	16266	12526	17940	13307
684	570	4867	3577	7815	5418	11059	6976	12172	8429	13416	9552	14846	11361	16387	12582	17947	13330
862	582	4919	3597	7819	5448	11101	7018	12232	8471	13430	9577	14857	11363	16400	12595	17985	13364
906	641	4975	3654	7886	5456	11119	7026	12295	8616	13443	9592	14958	11385	16426	12627	18015	13380
958	1102	4994	3691	7919	5461	11171	7109	12297	8634	13469	9603	14961	11394	16436	12629	18060	13381
1048	1118	4995	3740	7966	5501	11217	7185	12413	8671	13483	9737	15002	11414	16479	12638	18111	13391
1061	1153	5022	3826	8049	5536	11313	7194	12413	8672	13501	9748	15007	11415	16571	12651	18276	13404
1255	1229	5022	3829	8119	5543	11324	7223	12440	8683	13522	9784	15032	11463	16653	12679	18296	13454
1334	1284	5057	3887	8132	5543	11352	7233	12486	8684	13549	9834	15096	11463	16657	12705	18319	13541
1374	1359	5807	3900	8203	5609	11402	7313	12530	8704	13654	9858	15120	11477	16661	12729	18383	13672
1461	1389	5876	3911	8220	5635	11402	7327	12586	8760	13669	9900	15141	11513	16729	12752	18437	13773
1544	1390	5878	3945	10074	5646	11506	7336	12601	8780	13690	9913	15148	11517	16775	12763	18469	13787
1583	1544	6104	3999	10122	5692	11518	7389	12609	8782	13696	9918	15172	11545	16842	12764	18470	13820
1647	1554	6140	4066	10126	6213	11535	7415	12634	8787	13699	9961	15337	11548	16887	12788	18480	13847
3498	1584	6242	4070	10152	6231	11563	7427	12683	8824	13716	10028	15374	11550	16953	12798	18481	13853
3638	1663	6394	4139	10170	6258	11572	7428	12709	8829	13721	10565	15406	11561	17025	12819	18520	15661
3695	1813	6453	4157	10178	6273	11587	7457	12714	8844	13737	10618	15406	11587	17056	12848	18575	15675
3754	1844	6459	4286	10212	6349	11598	7461	12727	8867	13799	10622	15427	11591	17087	12849	18588	15676
3764	1896	6477	4309	10220	6397	11607	7488	12783	8868	13823	10623	15475	11651	17106	12862	18667	15685
3779	2047	6558	4351	10274	6420	11628	7563	12822	8876	13827	10671	15660	11673	17136	12875	18755	15688
4057	2098	6592	4477	10289	6428	11674	7688	12822	8890	13891	10708	15691	11677	17180	12885	18900	15706
4172	2110	6658	4483	10322	6433	11676	7719	12827	8920	14009	10715	15725	11729	17264	12889	18907	15708
4202	2159	6969	4498	10381	6487	11676	7734	12841	8948	14036	10737	15779	11775	17370	12902	18933	15712
4203	2193	6999	4516	10399	6499	11687	7746	12848	8995	14146	10778	15792	11799	17469	12907	18944	15752
4255	2276	7046	4534	10502	6500	11836	7758	12849	9070	14166	10807	15796	11829	17514	12921	18984	15852
4277	2288	7107	4827	10515	6500	11853	7886	12858	9071	14200	10824	15799	11860	17542	12995	18991	15862
4290	2857	7142	4915	10571	6505	11864	7916	12898	9078	14217	10835	15805	11880	17586	13032	19072	15875
4302	2857	7162	4925	10820	6527	11885	7956	12911	9157	14265	10964	15919	11915	17606	13033	19106	15929
4335	2976	7264	4982	10841	6563	11913	8052	12933	9157	14322	10974	15940	11920	17619	13062	19121	15948
4429	2987	7285	5033	10858	6567	11915	8070	13000	9234	14354	11023	15951	12006	17643	13085	19125	15980
4496	2997	7289	5068	10912	6617	11926	8081	13003	9310	14359	11072	15964	12015	17679	13115	19158	16050
4554	3193	7290	5169	10919	6662	11967	8113	13017	9322	14438	11089	16054	12054	17688	13118	19223	16136

FRECUENCIA DE LLEGADA DE DONANTES DÍA 5																	
PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS
19225	16198	21435	18147	22700	19438	24254	20673	25423	21608	26378	22695	27460	24162	28890	25211	30312	26288
19260	16223	21445	18148	22705	19438	24405	20682	25437	21623	26426	22700	27463	24179	28894	25218	30332	26310
19279	16248	21469	18164	22763	19502	24415	20682	25493	21649	26433	22703	27471	24187	28905	25221	30335	26347
19367	16257	21473	18179	22873	19669	24435	20706	25503	21787	26440	22949	27472	24207	28927	25232	30435	26361
19388	16289	21500	18181	22928	19672	24464	20721	25512	21804	26446	22954	27508	24222	29010	25273	30435	26383
19637	16318	21512	18202	22929	19687	24498	20733	25518	21842	26454	22960	27538	24224	29022	25278	30443	26388
19671	16381	21550	18206	22949	19691	24535	20740	25576	21866	26483	22980	27546	24258	29760	25275	30454	26425
19672	16407	21572	18216	23005	19712	24589	20787	25614	21880	26527	23035	27585	24511	29820	25274	30461	26464
19825	16789	21586	18246	23019	19789	24614	20880	25725	21918	26575	23097	27718	24535	29821	25266	30475	26478
19865	16791	21596	18272	23045	19831	24623	20882	25770	21947	26579	23100	28117	24542	29822	25292	30502	26490
19928	16841	21714	18316	23138	19860	24649	20931	25771	22002	26650	23102	28127	24547	29836	25809	30507	26506
19932	16927	21732	18322	23195	19862	24651	20970	25788	22049	26695	23106	28224	24548	29920	25811	30510	26519
19941	17046	21776	18379	23198	19902	24706	20972	25799	22066	26709	23132	28233	24555	29925	25853	30532	26532
19990	17082	21797	18424	23204	19918	24710	20996	25806	22079	26722	23133	28240	24573	29925	25856	30567	26549
19992	17662	21852	18458	23221	19944	24726	21071	25870	22107	26733	23138	28252	24580	29931	25922	30585	26563
20018	17669	21865	18493	23556	19949	24731	21072	25898	22113	26770	23156	28266	24601	29941	25943	30588	26567
20028	17672	21898	18506	23566	19949	24753	21084	25908	22133	26819	23189	28283	24608	29954	25957	30607	26598
20070	17681	21904	18527	23608	20048	24899	21156	25913	22140	26832	23273	28283	24625	29956	25971	30623	26684
20092	17707	21908	18568	23624	20084	24900	21169	25925	22146	26849	23314	28298	24638	29965	25971	30627	26717
20156	17742	21940	18676	23722	20179	24936	21202	25981	22148	26876	23315	28328	24640	29968	25974	30636	26735
20157	17744	21956	18698	23762	20208	24945	21206	25995	22176	26904	23346	28365	24645	29983	25994	30646	26739
20205	17745	21956	18769	23777	20261	24965	21209	26003	22323	26911	23364	28381	24652	29987	26017	30653	26742
20256	17802	21997	18782	23797	20292	24979	21228	26018	22348	26985	23380	28411	24691	29990	26022	30702	26745
20281	17847	22144	18793	23833	20355	24981	21281	26040	22389	26986	23893	28447	24710	30021	26025	30709	26746
20284	17891	22248	18796	23855	20377	24987	21293	26053	22439	26995	23899	28493	24746	30083	26045	30727	26761
20381	17896	22293	18807	23904	20399	24993	21311	26083	22450	27053	23899	28512	24749	30135	26055	30735	26822
20399	17911	22299	18831	23921	20406	25003	21414	26096	22493	27056	23927	28531	24765	30151	26086	30758	26827
20410	17929	22325	18943	23930	20408	25034	21416	26119	22502	27285	23949	28556	24766	30180	26089	30795	26846
20413	17931	22366	19007	23937	20412	25035	21435	26128	22507	27299	23973	28561	24781	30208	26112	30803	26887
20528	17987	22385	19045	24001	20444	25086	21465	26220	22527	27331	23976	28769	24781	30222	26127	30831	26921
20614	18006	22387	19117	24020	20447	25111	21470	26225	22535	27372	23979	28778	24782	30228	26149	30853	26934
20623	18012	22463	19126	24020	20455	25128	21483	26229	22558	27394	23983	28814	24804	30234	26184	30950	26947
20894	18026	22516	19255	24023	20504	25151	21486	26231	22562	27395	23988	28826	24816	30238	26207	30953	26957
20910	18053	22521	19259	24034	20516	25302	21551	26246	22564	27401	24027	28839	24827	30242	26235	30954	26961
20921	18057	22530	19293	24052	20538	25317	21571	26260	22589	27402	24033	28859	24843	30245	26249	30967	26994
20947	18061	22539	19331	24093	20615	25343	21579	26302	22623	27403	24079	28876	24845	30245	26255	30973	27004
20986	18115	22589	19377	24103	20640	25384	21598	26305	22649	27417	24090	28886	24852	30281	26263	30977	27030
21416	18137	22616	19423	24117	20661	25413	21604	26318	22682	27428	24139	28886	25193	30290	26264	30989	27098

FRECUENCIA DE LLEGADA DE DONANTES DÍA 5									
PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS
31492	27103	32174	27761	33282	28445	29433	31476	33370	34389
31495	27113	32175	27766	33289	28466	29456	31486	33400	34399
31508	27121	32183	27770	33365	28487	29458	31518	33422	34401
31530	27171	32190	27784	33391	28532	29469	31545	33423	35368
31531	27174	32219	27804	33402	28542	29479	31558	33425	35394
31535	27185	32421	27857	33451	28550	29504	31624	33432	35445
31537	27189	32429	27888	33516	28583	29538	31644	33450	35473
31638	27195	32476	27890	33526	28608	29539	31711	33473	35569
31642	27198	32501	27924	33857	28613	29559	31719	33478	35592
31685	27217	32542	27951	33857	28636	29572	31777	33491	35633
31717	27224	32569	27955	33897	28640	29578	31812	33532	35716
31718	27229	32569	28005	33945	28826	29591	31851	33538	35738
31733	27249	32573	28012	33957	28835	29592	31944	33538	35759
31748	27260	32596	28015	34005	28835	29608	31960	33553	35768
31766	27315	32612	28022	34024	28837	29630	31995	33918	35800
31801	27355	32621	28037	34033	28858	29675	32000	33927	35820
31807	27387	32717	28100	34048	28867	29686	32007	33938	35828
31817	27411	32720	28106	34081	28877	29686	32007	33988	35849
31822	27429	32737	28106	34128	28912	29691	32074	34013	35850
31827	27444	32747	28127	34147	28914	29705	32078	34025	
31830	27461	32772	28134	34160	28916	31108	32082	34049	
31866	27466	32794	28136	35162	28920	31108	32089	34068	
31889	27469	32809	28142	35192	28931	31129	32396	34070	
31896	27474	32822	28149	35763	28939	31135	32418	34072	
31925	27522	32846	28162	35771	29219	31139	32447	34124	
31929	27525	32853	28175	35792	29244	31239	32449	34159	
31958	27531	32890	28220	35817	29252	31245	32464	34170	
31967	27576	32946	28251	35826	29255	31255	32479	34180	
32007	27600	32983	28262	35827	29255	31334	32509	34223	
32047	27608	33015	28278		29272	31379	32511	34226	
32049	27611	33082	28301		29298	31383	32530	34235	
32054	27619	33087	28317		29304	31392	32536	34247	
32061	27627	33089	28342		29309	31396	33267	34277	
32064	27674	33095	28349		29354	31403	33268	34307	
32117	27676	33127	28383		29356	31404	33286	34330	
32122	27725	33140	28394		29366	31418	33291	34333	
32125	27748	33240	28442		29375	31448	33338	34342	
32157	27759	33269	28444		29380	31459	33353	34354	

FRECUENCIA DE LLEGADA PEATONES DÍA 6																	
PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS
165	74	5686	1987	9113	5717	11175	8177	12875	9086	14327	10112	16604	10953	17996	12134	20310	13531
398	152	5720	2015	9114	5726	11177	8220	12888	9169	14334	10121	16650	10976	18165	12143	20358	13531
485	198	5779	2133	9136	5770	11234	8227	12924	9170	14371	10151	16700	11001	18175	12920	20413	13566
505	241	5815	2284	9182	5805	11313	8267	12950	9186	14382	10174	16767	11033	18286	12927	20417	13612
673	368	5836	2364	9833	5820	11367	8284	12978	9187	14429	10191	16786	11102	18388	12955	20422	13629
731	439	5872	2381	9855	5843	11387	8330	13002	9258	14474	10205	16822	11158	18394	12986	20434	13632
785	553	5902	2421	9862	5849	11393	8337	13020	9260	14499	10236	16855	11172	18432	12994	20449	13639
797	598	5914	2487	9898	5856	11395	8340	13048	9262	14526	10270	16866	11179	18533	13004	20497	13641
892	602	6090	2493	9937	5871	11418	8348	13065	9266	14538	10342	16886	11219	18546	13016	20508	13654
898	642	6197	2524	9940	5928	11436	8376	13130	9293	14544	10343	16903	11232	18577	13027	20510	13681
928	657	6237	2528	9979	5932	11880	8377	13154	9302	14575	10346	16916	11240	18619	13043	20522	13726
1004	670	6254	2591	10001	5945	11891	8383	13245	9306	14653	10369	16919	11277	18626	13068	20566	13727
1005	682	6469	2618	10017	5992	11945	8391	13379	9309	14680	10396	16921	11363	18663	13069	20633	13731
1037	712	6506	2642	10047	5992	11948	8395	13423	9313	14772	10425	16944	11376	18693	13069	20636	13749
1232	790	6567	2676	10083	5995	11950	8410	13483	9320	14824	10430	16970	11389	18703	13109	20695	13768
1366	808	6568	2697	10098	6053	11965	8438	13513	9341	14899	10446	16971	11403	18751	13115	20765	13787
1395	814	7378	2758	10101	6057	11986	8497	13594	9376	14904	10515	16997	11416	18759	13131	20791	14728
1440	978	7405	2784	10110	7598	12078	8551	13649	9425	14924	10515	17097	11581	18816	13163	20793	14802
1499	1011	7408	2830	10287	7913	12145	8570	13661	9440	14972	10521	17104	11584	18830	13172	20797	14812
1559	1058	7410	2866	10288	7918	12162	8678	13661	9460	15006	10533	17154	11598	18886	13180	20845	14829
1607	1098	7498	2974	10341	7927	12216	8690	13756	9498	15133	10539	17158	11695	18979	13182	20914	14847
1635	1099	7502	3059	10359	7935	12217	8712	13762	9516	15156	10585	17187	11715	19020	13219	20991	14861
1676	1119	7520	3184	10372	7941	12245	8735	13807	9544	15171	10590	17217	11730	19031	13242	21138	14888
1988	1184	7564	5118	10411	7947	12266	8738	13810	9590	15266	10600	17230	11737	19032	13252	21153	14892
2987	1204	7582	5134	10497	7963	12294	8740	13894	9619	15273	10605	17278	11800	19069	13258	21189	14912
3022	1248	7587	5139	10508	7968	12339	8746	13901	9656	15286	10696	17282	11807	19073	13320	21234	14936
3968	1366	8792	5154	10517	7975	12545	8766	13938	9656	15348	10697	17388	11873	19087	13374	21246	14946
4186	1381	8848	5168	10575	7989	12560	8772	13949	9690	15360	10750	17470	11883	19107	13387	21252	14993
4230	1389	8867	5220	10602	7997	12561	8797	13981	9724	15369	10752	17601	11885	19115	13410	21252	15012
4378	1555	8876	5270	10621	8001	12591	8808	13993	9726	15372	10830	17717	11913	19897	13421	21314	15063
4501	1578	8890	5332	10695	8005	12607	8829	14006	9747	15402	10832	17756	11954	19922	13428	21366	15078
4563	1590	8920	5380	10723	8006	12619	8847	14138	9777	15479	10834	17762	11992	19980	13441	21374	15082
4623	1595	8929	5385	10743	8014	12699	8874	14167	9803	15494	10845	17792	12015	20002	13455	21448	15117
4653	1632	8992	5389	10788	8021	12714	8895	14192	9806	15495	10847	17812	12021	20016	13462	21488	15204
4661	1673	8997	5418	10839	8041	12717	8963	14208	9806	15536	10856	17818	12023	20022	13476	21550	15205
4692	1769	9025	5490	10884	8048	12794	9009	14215	9926	15654	10893	17833	12033	20060	13495	21554	15227
4740	1835	9036	5505	11126	8103	12822	9027	14248	9946	16484	10898	17859	12103	20124	13515	21583	15243
4774	1964	9102	5659	11146	8159	12856	9072	14282	10106	16534	10904	17994	12129	20235	13520	21629	15282

FRECUENCIA DE LLEGADA PEATONES DÍA 6																	
PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS
21683	15310	23269	17051	24655	18852	25339	20075	26344	21741	27072	22585	27959	23376	28818	24366	29532	25259
21882	15316	23304	17095	24666	18884	25341	20140	26353	21761	27119	22616	27980	23406	28836	24388	29550	25273
21913	15342	23311	17133	24696	18981	25362	20225	26354	21778	27122	22623	28001	23414	28861	24443	29556	25283
21930	15768	23328	17188	24701	19010	25376	20325	26363	21800	27140	22625	28014	23433	28865	24450	29561	25311
21972	15783	23340	17190	24728	19011	25386	20374	26383	21820	27159	22639	28016	23441	28866	24518	29581	25340
22027	15787	23342	17224	24749	19066	25412	20382	26391	21840	27245	22658	28039	23448	28872	24536	29603	25355
22047	15838	23353	17227	24756	19104	25437	20386	26397	21863	27257	22672	28041	23461	28887	24563	29655	25373
22065	15863	23358	17227	24780	19123	25442	20393	26401	21954	27269	22677	28102	23461	28908	24565	29664	25375
22077	15864	23372	17336	24800	19123	25456	20426	26463	21976	27315	22680	28283	23503	28926	24566	29680	25398
22085	15868	23408	17344	24835	19147	25478	20464	26521	21979	27323	22684	28333	23521	28931	24583	29683	25420
22110	15880	23427	17364	24838	19160	25496	20511	26521	21987	27341	22689	28338	23731	28947	24608	29711	25430
22111	15910	23439	17375	24863	19221	25556	20524	26521	21993	27345	22705	28339	23741	28965	24621	29715	25431
22258	15942	23447	17426	24880	19239	25579	20528	26523	22007	27378	22740	28341	23759	28967	24621	29755	25466
22269	15951	23484	17455	24920	19333	25614	20587	26551	22010	27386	22759	28345	23770	29038	24642	29820	25503
22279	15988	23561	17475	24926	19343	25622	20673	26587	22013	27391	22800	28345	23790	29083	24665	29950	25512
22337	15996	23600	17498	24939	19345	25644	20680	26602	22035	27426	22826	28348	23808	29102	24667	29983	25523
22343	16027	23610	17507	24956	19373	25674	20717	26695	22037	27444	22871	28348	23812	29107	24691	30024	25650
22346	16033	23669	17561	24971	19384	25694	20792	26710	22073	27453	22931	28366	23862	29118	24691	30029	25663
22352	16057	23681	17570	24973	19406	25730	20796	26718	22090	27477	23006	28383	23872	29121	24714	30099	25682
22378	16077	23698	17580	24986	19413	25936	20806	26742	22092	27486	23032	28403	23890	29142	24725	30141	25699
22403	16105	23699	17623	25034	19496	25949	20844	26800	22117	27512	23041	28405	23909	29173	24748	30161	25700
22422	16109	23704	17630	25043	19496	25974	21215	26803	22122	27515	23067	28426	23910	29189	24759	30164	25713
22458	16163	23705	17666	25062	19574	26048	21218	26830	22126	27584	23080	28427	23958	29203	24780	30167	25716
22481	16185	23708	17679	25089	19602	26075	21321	26833	22146	27607	23112	28448	23980	29239	24795	30176	25782
22528	16209	23742	17703	25106	19627	26078	21323	26836	22173	27619	23117	28458	23997	29253	24799	30177	25803
22581	16211	23760	17760	25108	19636	26094	21328	26868	22233	27623	23122	28463	24001	29275	24803	30203	25806
22616	16227	23792	17803	25111	19639	26108	21334	26895	22243	27693	23144	28496	24020	29321	24855	30248	25811
22618	16282	23793	17842	25115	19640	26114	21348	26903	22280	27719	23157	28500	24027	29336	24873	30270	25818
22635	16364	23805	17914	25138	19662	26119	21363	26911	22288	27786	23199	28530	24060	29368	24891	30280	25844
22712	16370	23902	17947	25141	19706	26125	21405	26912	22306	27786	23202	28533	24100	29408	24895	30314	25849
22777	16419	23944	18002	25143	19708	26142	21418	26926	22331	27788	23233	28552	24130	29445	24908	30314	25866
22809	16433	24469	18027	25168	19718	26142	21553	26933	22401	27805	23234	28558	24187	29460	25011	30315	25870
22854	16434	24477	18180	25176	19758	26190	21589	26973	22409	27844	23304	28570	24201	29461	25044	30326	25958
22870	16468	24527	18719	25212	19769	26244	21624	26982	22423	27862	23307	28624	24223	29463	25059	30331	26007
23099	16483	24532	18759	25230	19787	26272	21641	26983	22445	27863	23342	28646	24224	29466	25060	30342	26027
23124	16563	24545	18801	25239	19948	26280	21674	27019	22477	27939	23351	28677	24286	29525	25105	30393	26037
23174	17021	24545	18807	25265	19971	26285	21697	27021	22548	27942	23352	28735	24291	29525	25174	30403	26058
23186	17026	24621	18849	25283	19984	26320	21701	27033	22585	27953	23372	28808	24339	29527	25188	30406	26063

FRECUENCIA DE LLEGADA PEATONES DÍA 6																
PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	PEATONES	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	VEHÍCULOS	
30449	26064	31368	26603	32419	27337	33526	28156	34371	28831	35581	29625	30693	32498	33403	33974	35596
30471	26079	31392	26641	32426	27343	33529	28169	34376	28841	35596	29660	30712	32502	33412	34021	35609
30564	26165	31396	26695	32492	27362	33536	28186	34392	28848	35609	29699	30721	32539	33427	34024	35672
30603	26166	31397	26722	32529	27366	33547	28196	34399	28853	35629	29713	30945	32549	33435	34117	35707
30625	26186	31527	26767	32550	27381	33554	28207	34503	28854	35642	29717	30949	32553	33435	34131	35720
30636	26198	31560	26810	32556	27389	33558	28208	34513	28858	35702	29756	30963	32555	33473	34132	35729
30662	26204	31636	26888	32583	27391	33739	28244	34517	28865	35709	29757	30971	32556	33499	34147	35760
30675	26215	31685	26890	32585	27442	33757	28284	34529	28865	35779	29766	30971	32562	33500	34159	35786
30783	26242	31762	26892	32601	27463	33764	28310	34541	28883	35852	30093	30984	32580	33532	34205	35816
30799	26245	31779	26942	32616	27470	33801	28331	34595	28903	35864	30106	30990	32614	33574	34216	35881
30856	26247	31794	26944	32630	27477	33808	28349	34609	28908	35883	30292	30991	32617	33576	34263	35887
30883	26249	31806	26948	32641	27489	33808	28376	34612	28913	35883	30312	30994	32619	33576	34363	35928
30908	26256	31810	26951	32647	27493	33812	28383	34624	28956	35885	30333	31070	32642	33600	34387	35929
30929	26256	31811	26952	32648	27495	33829	28385	34636	29002	35916	30341	31561	32674	33614	34392	35941
30930	26269	31841	27000	32696	27497	33832	28385	34677	29005	35948	30347	31563	32681	33640	34394	
30934	26308	31857	27007	32726	27499	33839	28441	34720	29008	35982	30375	31596	32731	33665	34414	
30936	26322	31861	27017	32749	27521	33912	28473	34732	29012	35983	30407	31624	32797	33667	34425	
31003	26322	31861	27058	32761	27522	33948	28481	34838	29013	35986	30410	31645	32811	33689	34456	
31024	26335	31865	27065	32766	27522	33971	28485	34873	29022		30411	31658	32838	33694	34463	
31032	26347	31872	27094	32772	27564	33976	28492	34873	29078		30417	31676	32855	33710	34521	
31048	26382	31913	27095	32784	27565	33987	28492	34909	29083		30449	31681	32869	33712	34568	
31083	26406	31920	27101	32785	27577	34003	28521	34916	29106		30467	31691	32869	33728	34572	
31083	26411	31933	27111	32798	27643	34017	28526	34949	29116		30469	31722	32874	33742	34596	
31108	26456	32008	27181	32817	27679	34020	28530	34971	29121		30499	32078	32878	33747	34773	
31121	26459	32028	27189	32821	27681	34034	28553	34973	29145		30504	32105	32883	33768	34786	
31124	26480	32048	27199	32821	27738	34081	28566	34974	29154		30526	32119	32890	33790	34786	
31127	26499	32049	27210	32828	27741	34083	28604	34984	29159		30526	32122	32916	33808	34789	
31135	26523	32106	27215	32888	27753	34088	28609	35010	29161		30529	32132	32925	33823	35078	
31172	26526	32145	27222	32991	27765	34103	28631	35014	29162		30535	32142	32942	33856	35099	
31173	26526	32150	27240	33005	27780	34114	28685	35085	29171		30536	32159	32960	33888	35104	
31194	26533	32167	27245	33372	27786	34164	28703	35096	29175		30548	32206	33225	33908	35116	
31215	26535	32180	27261	33403	27795	34175	28712	35226	29185		30551	32222	33264	33915	35119	
31241	26555	32227	27278	33410	28010	34207	28725	35232	29192		30555	32231	33287	33917	35125	
31249	26568	32248	27279	33441	28093	34231	28755	35247	29364		30561	32246	33308	33922	35145	
31249	26569	32257	27302	33463	28098	34277	28757	35313	29401		30591	32263	33316	33927	35146	
31296	26588	32346	27303	33474	28115	34314	28775	35327	29406		30611	32401	33346	33950	35584	
31322	26598	32383	27325	33487	28124	34316	28794	35510	29415		30621	32416	33349	33951	35587	
31325	26600	32417	27333	33519	28126	34359	28812	35542	29421		30626	32432	33357	33959	35587	

Anexo 6. Identificación operarios simulación.

VOLUNTARIOS	PROCESO	VOLUNTARIOS	PROCESO
O99, O100, O109 T2_1	P2_1 Recepción Vehicular	O37-O41, O43, O82, O120-O124, O126 y O152 Cl1_1-Cl1_14 T7_2 T7_1	Bandas transportadoras
O97, O16, O108 T2_2	P2_2 Recepción vehicular	O86	Transporte de Cola 62 a P4_1 y P4_2
O93, O95, O94 T2_3	P2_3 Recepción vehicular	O57	Transporte de cola 139 a P4_3 y P4_4
O103, O104, O105 T2_4	P2_4 Recepción vehicular	O85, O160	P4_2 embalaje
O90, O101, O102 T2_5	P2_5 Recepción Vehicular	O84, O161	P4_1 embalaje
O113, O114 T1_1	P1_1 Recepción peatonal	O155, O156	P4_4 embalaje
O112, O115 T1_2	P1_2 Recepción peatonal	O154, O158	P4_3 embalaje
O70, O71	Cola 6 y 7- Recepción peatonal	O164, O165, O166, O167	P3_1 y P3_2 Armado cajas cartón
O159, O162	Cola 158-Descargue camión área 2		

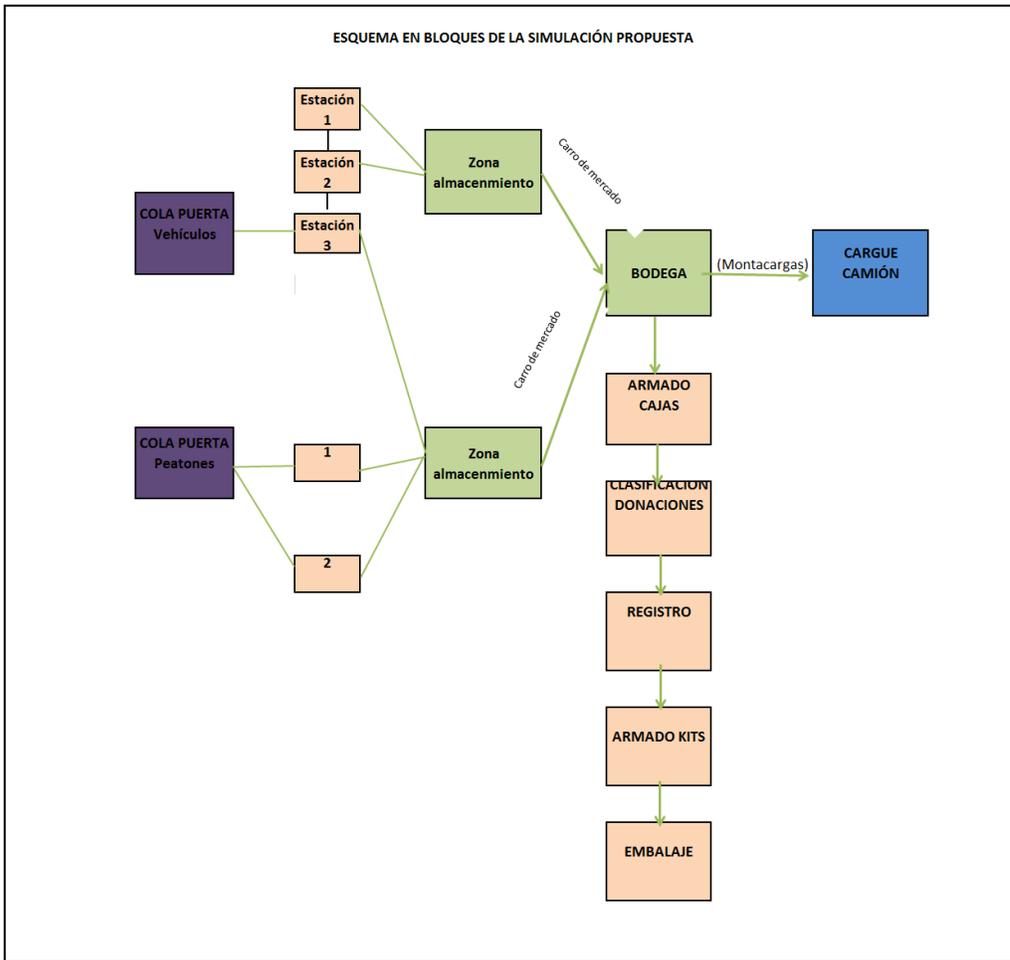
Anexo 7. Diagramas de flujo situación propuesta

GRÁFICA DE FLUJO RECEPCIÓN PROPUESTA								
RESÚMEN				PROCESO: Elaboración de paquetes de ayuda a partir de donaciones recibidas.				
No.	Tiempo (min)	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		
		No.	Tiempo (min)	No.	Tiempo	No.	Tiempo	
○	OPERACIONES							
⇒	TRANSPORTES	1						
D	RETRASOS	1	94					
□	INSPECCIÓN							
▽	ALMACENAJES							
⊙	ALMACENAMIENTO/INSPECCIÓN							
⊗	AGREGAR INFO. A UN REGISTRO							
⊕	INSPECCIÓN-REGISTRO	1	60					
DISTANCIA RECORRIDA (Metros)		15						
Descripción de los eventos		Símbolo		Distancia (metros)	Cantidad (Kg)	Tiempo (min)	OBSERVACIONES	
1	Registro virtual donaciones y pesaje	○	⇒	D	□	▽	⊙	60
1	Retraso por recolección del lote	○	⇒	D	□	▽	⊙	94
1	Transporte a bodega	○	⇒	D	□	▽	⊙	15

GRÁFICA DE FLUJO ENSAMBLE PROPUESTA									
RESÚMEN									
		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA			
		No.	Tiempo (min)	No.	Tiempo	No.	Tiempo		
○	OPERACIONES	3	459					PROCESO: Elaboración de paquetes de ayuda a partir de donaciones recibidas. HOMBRE <input type="checkbox"/> MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>	
→	TRANSPORTES	1						POR LOTE DE 5 TONELADAS DE DONACIONES	
D	RETRASOS	1	21					LA GRÁFICA COMIENZA EN: Clasificación de donaciones	
□	INSPECCIÓN							LA GRÁFICA TERMINA EN: Registro suministros a despachar	
▽	ALMACENAJES							Registrado por:	
◐	ALMACENAMIENTO/INSPECCIÓN							F.I. María Fernanda Sánchez	
◑	AGREGAR INFO. A UN REGISTRO							F.I. Natalia Urquijo	
◒	INSPECCIÓN-REGISTRO	1	21					FECHA: SEPTIEMBRE 15 DE 2012	
◓	TRANSPORTE-OPERACIÓN	1	84						
DISTANCIA RECORRIDA (Metros)		20							

Descripción de los eventos		Símbolo						Distancia (metros)	Cantidad (Kg)	Tiempo (min)	OBSERVACIONES
1	Plegar cajas cartón	○	→	D	□	▽	◐	◑	◒	◓	250
1	Clasificación de donaciones	○	→	D	□	▽	◐	◑	◒	◓	84
1	Registro	○	→	D	□	▽	◐	◑	◒	◓	21
1	Armar mercado	○	→	D	□	▽	◐	◑	◒	◓	84
1	Embalaje	○	→	D	□	▽	◐	◑	◒	◓	125
1	Retraso por cargue estiba	○	→	D	□	▽	◐	◑	◒	◓	20
1	Transporte a camión	○	→	D	□	▽	◐	◑	◒	◓	30

Anexo 8. Esquema de la simulación propuesta



Anexo 9. Intervalos de llegada

Intervalos de llegada Día 4 - PEATONES								
44	52	355	32	297	34	40	25	87
118	286	172	26	2	21	16	110	229
422	54	1037	235	84	36	151	152	146
25	42	33	221	594	71	26	159	13
101	6	380	45	252	38	59	22	31
92	331	760	168	593	211	234	16	93
49	54	172	588	70	80	76	23	15
124	13	145	159	116	42	14	2	149
80	105	55	79	171	98	91	5	143
44	50	13	35	96	86	62	43	427
227	158	103	87	565	172	36	17	
144	113	594	174	158	7	12	47	
24	97	392	149	94	59	26	241	
25	356	447	72	27	24	22	21	
141	22	238	2	154	2	43	2	
256	237	491	346	0	34	37	13	
271	235	40	4	16	43	172	11	
78	44	406	60	424	39	195	38	
76	12	292	32	83	198	81	18	
332	243	27	1788	124	78	10	30	
209	111	7	804	345	12	116	0	
167	124	96	517	115	74	58	25	
14	434	134	80	168	123	40	89	
150	250	296	76	188	69	6	106	
17	823	348	61	42	40	87	30	
44	167	83	51	269	52	16	61	
1	109	180	95	59	240	83	48	
115	22	4	469	276	89	5	129	
201	96	266	477	10	7	1	62	
224	208	82	233	78	68	81	59	
136	333	18	141	76	110	43	14	

Intervalos de llegada Día 5 - PEATONES																								
21	22	81	4	11	16	9	48	34	72	64	40	4	9	64	2	5	45	30	0	6	8	5	23	10
11	13	34	26	28	60	6	57	54	31	54	63	27	50	19	6	12	14	8	4	4	23	3	16	331
63	12	66	18	50	63	33	32	13	31	32	4	12	27	0	6	56	13	39	4	4	37	36	9	0
32	33	311	8	0	2	268	5	4	19	1	9	38	84	3	10	14	11	133	11	3	8	23	96	40
369	94	30	34	104	116	7	79	3	30	10	49	22	5	11	31	8	37	399	22	0	28	7	3	48
29	67	47	8	12	0	2	2	6	44	1	2	14	58	18	1	15	49	10	83	36	22	29	17	12
90	58	61	54	17	27	49	23	114	84	39	26	10	110	41	51	22	13	97	12	9	97	4	10	48
25	39	35	15	28	46	14	73	21	106	55	10	118	55	10	25	13	17	9	738	22	3	29	25	19
65	67	20	33	9	44	13	99	11	99	13	42	18	1	14	17	30	27	7	60	20	1	9	22	9
178	10	102	59	15	56	26	27	13	45	79	22	44	20	137	23	13	28	12	1	3	13	40	15	15
44	17	21	18	11	15	14	64	90	28	88	64	21	56	151	151	23	7	14	1	100	6	40	13	33
52	5	4	103	9	8	18	115	13	44	145	1	55	14	10	15	9	74	17	14	0	4	2	24	47
90	4	1	13	21	25	21	5	66	20	7	48	13	26	20	26	92	1	0	84	8	12	5	7	19
13	16	55	56	46	49	27	11	29	13	26	51	33	93	29	41	5	9	15	5	11	503	7	37	13
194	155	83	249	2	26	105	101	50	24	11	25	6	57	34	29	4	58	30	0	7	3	3	56	1002
79	52	134	21	0	5	15	3	15	36	40	3	4	3	37	10	2	3	37	6	14	13	53	37	30
40	56	34	17	11	13	21	41	36	9	7	97	32	6	54	14	15	229	16	10	27	22	5	32	571
87	19	81	54	149	56	6	5	3	44	81	18	16	17	25	56	14	14	30	13	5	1	3	67	8
83	1	104	7	17	39	3	25	121	60	34	11	0	335	9	10	42	32	36	2	3	4	32	5	21
39	27	23	14	11	0	17	64	13	79	15	3	41	10	26	9	3	41	46	9	22	2	17	2	25
64	0	11	4	21	5	5	24	26	13	4	115	147	42	2	6	13	22	19	3	35	101	1	6	9
1851	35	4	21	28	14	16	21	10	36	33	86	104	16	55	58	60	1	19	15	18	4	8	32	
140	750	67	3	2	7	62	7	43	16	65	9	45	98	4	38	48	6	25	4	3	43	7	13	
57	69	33	28	11	1	24	24	92	4	2	271	6	40	16	111	7	1	5	3	19	32	29	100	
59	2	47	12	41	9	4	165	82	7	35	16	26	15	5	45	7	1	208	31	16	1	202	29	
10	226	83	53	39	40	64	37	4	38	19	11	41	20	22	1	6	14	9	62	4	15	8	13	
15	36	70	5	16	13	118	32	4	30	88	26	19	36	146	17	8	11	36	52	9	15	47	7	
278	102	13	42	17	22	27	0	68	45	21	39	2	22	1	11	29	32	12	16	10	18	25	76	
115	152	71	18	75	67	110	21	46	51	249	430	76	49	36	7	44	3	13	29	7	35	41	26	
30	59	17	52	1	3	20	48	67	165	34	19	53	17	9	64	48	8	20	28	49	6	27	11	
1	6	1854	46	1	14	34	185	45	20	1	10	5	9	20	28	4	1	17	14	7	10	0	49	
52	18	48	96	40	25	17	31	66	23	153	24	9	7	14	10	71	36	10	6	18	5	4	65	

Intervalos de llegada Día 6 - PEATONES																											
165	60	1205	53	2	17	37	41	131	11	26	25	12	0	2	3	8	33	2	10	1	45	16	30	16	7	46	4
233	30	56	18	15	65	11	118	116	1	2	1	2	76	25	16	24	8	61	18	2	22	35	16	15	11	37	71
87	8	19	13	21	24	47	830	39	37	4	147	11	34	8	14	58	5	181	25	3	10	0	4	14	7	2	11
20	31	9	39	92	91	45	50	6	4	48	11	5	11	36	6	3	35	50	4	59	34	25	0	11	4	43	130
168	48	14	86	67	134	25	70	30	14	69	10	14	30	18	5	27	18	5	1	0	0	13	4	6	181	12	6
58	34	30	11	17	44	27	46	20	20	77	58	36	5	9	6	3	9	1	6	2	1	3	7	1	18	5	15
54	912	9	9	54	60	12	50	6	8	147	6	19	27	26	17	3	24	2	15	5	11	3	41	48	7	16	66
12	34	63	58	1	30	6	67	15	782	15	3	12	21	18	0	32	9	4	21	18	5	8	7	30	37	7	14
95	59	5	27	28	81	31	19	26	25	36	6	8	7	56	48	27	26	0	18	6	11	37	13	23	7	104	183
6	36	28	19	21	55	78	36	135	58	45	26	37	24	2	54	8	3	3	5	5	51	1	75	12	0	10	32
30	21	11	74	28	12	27	33	2	22	12	25	77	20	21	28	8	69	0	16	20	10	21	20	5	4	4	39
76	36	66	28	45	0	92	11	169	14	6	19	39	35	14	8	1	23	18	18	22	3	21	20	6	17	12	15
1	30	11	20	206	95	52	20	10	6	0	36	10	3	10	5	14	12	17	2	52	43	26	1	12	3	12	13
32	12	1	45	15	6	75	17	111	38	62	23	59	25	26	35	7	4	20	71	9	22	8	57	1	7	54	20
195	176	22	51	1	45	5	13	102	64	52	47	12	17	25	24	40	70	2	45	16	93	0	39	13	73	14	13
134	107	46	45	30	3	20	3	6	111	8	53	17	40	5	9	9	26	21	19	3	39	47	5	19	36	3	60
29	40	651	242	16	84	48	2	38	75	74	35	1	6	14	1	1	67	1	5	28	22	26	17	4	23	12	7
45	17	22	20	12	7	34	23	101	48	40	2	5	13	22	9	36	0	21	11	4	11	3	13	0	5	12	70
59	215	7	29	80	37	127	26	13	55	62	17	1	17	18	20	2	2	10	3	40	26	43	47	7	11	41	73
60	37	36	2	15	11	23	1	31	4	4	77	3	15	60	8	12	17	5	21	65	13	24	21	60	16	43	12
48	61	39	57	3	32	15	26	42	5	29	65	34	2	23	6	39	39	33	31	130	108	4	9	103	14	12	19
28	1	3	79	77	12	95	100	7	12	46	32	18	13	35	4	47	18	4	16	33	16	1	89	14	3	106	0
41	810	39	54	28	13	7	7	37	15	54	45	32	48	8	62	3	1	30	14	41	57	130	37	367	14	35	2
312	27	22	20	34	132	13	50	30	48	199	16	1	9	22	58	18	76	3	36	5	27	33	34	31	47	0	31
999	3	16	6	19	29	62	4	10	11	31	229	12	19	30	0	19	3	19	14	70	25	76	2	7	2	36	32
35	2	30	2	13	25	12	29	48	2	17	25	97	27	20	0	86	11	6	22	42	21	49	7	31	5	7	34
946	88	36	23	36	16	9	30	8	12	42	50	42	17	36	2	12	6	12	46	20	1	77	66	22	15	33	1
218	4	15	18	26	7	3	13	57	44	55	12	525	2	206	28	12	21	54	15	3	4	17	37	11	11	22	3
44	18	3	444	28	33	30	48	14	67	20	83	8	3	13	36	46	21	22	32	3	2	15	21	13	50	2	
148	44	9	11	24	34	77	4	56	3	18	35	50	4	25	15	8	13	31	40	9	67	12	6	32	11	1	
123	18	177	54	18	45	15	106	93	59	12	7	5	23	74	93	18	2	58	37	1	21	4	27	7	32	10	
62	5	1	3	28	7	1	82	41	70	8	17	13	3	27	15	4	23	73	15	26	8	1	2	3	24	26	

Intervalos de llegada Día 4 vehículos										
127	32	62	465	69	161	8	31	34	29	5
79	28	222	562	70	304	188	50	1	33	30
4	16	230	561	173	236	112	282	101	155	7
5	24	1035	598	436	307	9	28	48	15	11
11	132	476	175	63	115	5	1	31	77	33
118	109	375	440	203	362	7	246	42	5	
72	19	17	96	55	135	67	1	4	5	
4	207	163	15	310	95	47	22	12	8	
73	59	313	36	81	242	52	110	60	59	
3	50	149	97	23	62	179	57	20	2	
2	34	76	129	192	29	31	4	30	63	
83	90	165	196	667	36	88	61	22	7	
20	7	254	140	152	126	7	8	82	167	
231	90	442	118	152	125	73	162	63	51	
135	13	197	103	372	111	140	26	20	14	
50	70	151	240	52	66	10	37	2	32	
149	3	417	80	53	91	92	10	5	60	
70	4	75	30	101	96	135	62	4	3	
181	40	95	140	1	13	49	20	65	4	
104	27	189	20	22	12	49	67	4	17	
25	52	46	130	11	116	87	53	117	155	
252	10	156	6	71	23	66	3	71	10	
36	112	91	63	110	29	49	51	35	5	
53	48	122	72	10	23	80	55	66	37	
130	72	56	276	132	89	48	19	9	114	
48	127	157	168	8	79	564	49	89	57	
71	69	171	82	2	191	172	49	45	9	
145	10	394	86	182	192	20	172	9	38	
180	17	279	8	5	208	19	115	70	90	
21	51	153	82	204	189	24	43	60	1	
306	55	251	25	138	20	89	12	8	26	
217	38	286	68	180	120	5	1	80	17	
134	32	107	27	145	44	11	93	11	78	

Intervalos de Llegada Día 5 - VEHÍCULOS

4	0	15	76	53	11	25	24	9	74	18	1	13	2	7	15	25	3	36	3	14	19	20	2	5	10
81	119	18	48	26	1	15	20	39	37	2	57	21	40	47	26	34	3	3	20	4	7	53	1	45	79
305	11	18	23	12	20	11	4	14	1	4	45	41	16	93	138	26	4	16	23	31	5	31	21	2	45
36	10	293	8	1	56	134	36	387	29	40	44	108	26	2	17	33	5	1	5	86	20	2	21	10	4
8	196	88	5	29	20	11	13	31	23	100	5	22	5	49	38	13	39	15	3	33	11	34	45	9	9
64	7	10	54	4	2	36	2	19	30	10	15	71	0	39	24	5	6	0	20	18	55	27	10	5	4
35	49	57	12	27	5	50	22	3	3	13	18	13	99	2	14	3	46	1	10	4	40	4	8	53	7
37	6	51	1	75	37	24	9	16	13	54	2	11	36	24	38	246	11	22	31	3	32	50	33	23	1
12	21	35	0	125	5	42	20	2	0	19	56	3	95	75	29	5	49	12	3	3	24	7	25	2	14
59	43	101	5	31	15	13	1	56	54	32	19	11	29	1	55	6	23	11	23	1	18	3	5	11	30
461	80	17	22	15	23	5	48	13	59	70	6	24	53	12	47	20	17	16	15	15	15	7	23	10	11
16	100	38	36	12	1	43	0	32	39	86	14	112	31	72	17	55	8	2	22	61	17	15	4	25	17
35	78	61	4	12	8	67	14	2	15	62	27	64	63	13	13	62	20	7	35	5	5	63	186	34	10
76	20	22	50	128	14	537	36	9	9	25	4	38	22	33	28	3	15	341	23	19	3	6	9	1	32
55	57	5	45	30	30	53	4	13	23	25	4	72	22	4	6	2	2	18	28	41	5	0	0	20	27
75	37	8	48	40	28	4	28	28	34	9	54	9	7	3	20	4	34	7	14	34	48	21	2	13	13
30	49	43	5	96	47	1	3	26	16	32	22	129	2	19	7	26	253	3	6	13	3	7	21	6	66
1	86	55	44	18	75	48	2	24	1	29	10	4	4	53	6	1	24	11	8	13	6	2	9	13	20
154	3	30	4	11	1	37	11	23	10	63	1	34	32	12	2	5	7	491	1	10	45	6	10	1	67
10	58	8	110	32	7	7	26	11	13	26	16	38	3	18	28	18	5	5	24	4	24	7	35	16	8
30	13	5	49	2	79	22	4	1	50	382	15	46	8	103	147	33	1	24	22	33	8	13	2	22	58
79	11	40	41	12	0	41	60	24	87	2	2	46	49	2	25	84	7	2	37	10	3	13	2	45	35
150	34	35	13	1	77	29	22	10	131	50	21	15	12	19	41	41	18	12	14	26	8	45	4	11	39
31	54	7	42	5	76	17	4	21	101	86	4	0	22	30	50	1	7	26	22	68	8	31	11	0	93
52	67	0	8	17	12	11	52	29	14	119	10	64	77	5	11	31	21	17	5	5	47	11	8	5	16
151	4	66	83	271	1	129	46	1	33	36	30	167	25	13	43	18	7	2	37	10	2	16	280	14	35
51	69	26	76	1	0	10	24	13	27	580	26	3	21	3	9	16	17	42	39	8	49	23	25	1403	5
12	18	11	9	7	45	49	30	13	6	7	44	15	12	65	5	513	13	3	14	50	23	16	8	0	7
49	129	46	29	42	21	49	31	10	1808	3	6	4	9	20	20	6	2	66	12	3	11	25	3	21	0
34	23	521	10	145	60	17	20	4	14	9	57	21	0	8	8	0	5	21	16	11	2	7	0	6	67
83	42	18	80	18	61	52	35	13	1	26	45	77	24	19	23	28	7	14	13	4	5	34	17	4	4
12	126	27	14	37	28	16	5	5	9	35	34	42	15	6	4	22	39	14	13	6	4	11	26	100	4
569	6	15	9	1	14	107	86	14	3	2	35	29	12	4	2	24	19	0	17	3	14	48	6	6	7

Intervalos de llegada Día 6 - VEHÍCULOS																									
74	37	52	6	19	4	72	32	70	40	27	10	9	109	29	23	135	10	26	4	13	18	15	1	18	2
78	41	50	16	108	7	1	69	26	6	45	17	37	8	1	13	36	37	13	50	0	2	86	19	5	57
46	96	62	5	12	21	3	56	5	16	1	18	8	20	55	91	35	8	32	10	21	23	1	10	16	3
43	66	48	7	22	35	23	14	9	32	4	14	31	11	38	65	17	18	5	18	23	22	20	2	17	12
127	129	5	14	23	49	27	7	6	9	18	27	6	51	19	85	33	25	5	19	2	10	12	3	1	12
71	23	4	8	3	15	29	40	397	8	19	4	24	29	0	100	23	70	22	1	24	1	6	38	23	15
114	28	29	4	2	20	5	13	3	2	19	20	20	20	24	49	4	8	13	48	0	35	11	54	1	6
45	118	72	4	6	38	16	8	10	37	65	24	28	23	13	8	40	14	42	22	23	37	27	27	22	9
4	151	15	1	20	18	69	37	9	23	384	10	4	9	61	4	20	22	3	17	11	9	3	45	8	215
40	80	154	8	6	28	0	86	0	10	16	47	54	54	18	7	17	32	31	4	23	11	2	43	4	83
15	17	58	7	25	46	6	13	12	6	5	19	22	9	94	33	22	71	1	19	11	127	2	78	6	5
13	40	9	20	11	29	12	13	12	62	6	51	24	10	10	38	20	37	70	7	21	13	7	2	19	17
12	66	44	7	21	37	6	14	69	54	3	15	2	43	2	47	20	0	3	33	15	19	0	2	4	9
30	6	35	55	18	0	46	13	3	13	14	4	16	7	28	13	23	31	35	40	4	17	13	50	15	2
78	31	15	56	27	34	5	165	13	23	27	35	55	36	11	4	91	7	9	30	4	1	39	2	8	30
18	4	23	18	21	34	10	3	73	11	48	87	82	13	22	59	22	2	1	57	52	13	14	4	2	13
6	63	6	43	68	2	5	14	5	7	48	1	6	24	7	86	3	14	20	14	18	3	0	3	51	17
164	27	7	7	46	21	91	97	42	13	10	22	49	57	83	7	8	19	4	22	18	66	13	1	21	10
33	24	15	40	18	30	1	20	23	14	9	16	14	43	0	37	6	14	30	1	4	21	12	48	7	11
47	34	57	17	45	26	53	15	78	7	6	39	1	39	78	75	14	5	8	62	13	3	35	7	7	1
40	21	4	46	14	3	2	7	21	14	18	28	34	72	28	4	3	3	19	5	103	5	24	10	12	36
1	61	13	7	83	0	78	63	1	19	45	6	15	33	25	10	3	4	8	48	33	7	5	41	4	40
20	26	47	3	1	120	2	7	7	20	10	26	80	55	9	38	22	5	7	27	15	26	45	7	2	26
65	46	0	8	16	20	2	66	28	5	40	426	458	25	3	371	2	16	13	22	1	5	3	29	2	21
20	36	3	28	1	160	11	10	31	11	19	15	5	153	1	3	36	35	0	55	45	17	21	1	2	18
44	108	58	1	71	6	2	2	8	0	16	4	25	539	22	103	17	19	42	7	69	4	19	6	22	27
118	85	4	6	2	9	9	28	10	35	47	51	44	40	44	2	2	41	18	68	14	88	24	10	1	7
15	125	1541	8	2	30	37	41	12	46	5	25	38	42	2	5	25	26	210	18	71	49	3	70	0	2
8	1934	315	4	4	23	5	38	11	17	25	1	55	6	10	6	5	45	10	27	14	20	0	8	42	0
166	16	5	15	27	17	6	23	16	3	1	4	2	42	40	14	4	60	18	2	10	10	7	10	1	56
23	5	9	28	9	14	49	6	25	7	33	12	34	3	11	15	20	75	11	1	28	21	2	11	12	32
12	15	8	59	4	31	23	2	1	2	41	30	3	32	18	42	27	26	20	17	29	5	20	5	66	8
5	14	6	54	3	34	25	10	0	13	74	32	0	97	161	13	60	9	18	25	15	1	13	7	36	4

ANEXO 10. PROMEDIO DE LAS RÉPLICAS

ESCENARIO 1

TIEMPO PROMEDIO DE OCIO- ESCENARIO 1					
ELEMENTO	REPLICA 1	ELEMENTO	REPLICA 1	ELEMENTO	REPLICA 1
Combiner107	620	Processor101	41433	Separator103	49730
Combiner117	77	Processor102	42112	Separator104	48259
Combiner118	58596	Processor109	43876	Separator110	47408
Combiner119	57130	Processor112	42316	Separator111	45619
Combiner120	57850	Processor128	15	Separator21	49837
Combiner126	61245	Processor62	42297	Separator23	36932
Combiner134	640	Processor63	43523	Separator24	36343
Combiner79	94	Processor71	42897	Separator31	37918
Combiner80	52265	Processor74	44312	Separator32	66011
Combiner81	49743	Processor88	15	Separator64	47239
Combiner82	47893	Operator 43	40650	Separator65	49435
Combiner89	62388	Operator 44	43579	Separator72	48740
				Separator73	48541

TIEMPO DE ESPERA EN COLA-ESCENARIO 1			
ELEMENTO	RÉPLICA 1	ELEMENTO	RÉPLICA 1
Queue37	2.144104	Queue38	78.568673
Queue115	10306.665	Queue39	90.121205
Queue127	22172.315	Queue40	89.311614
Queue132	39081.693	Queue44	123.40115
Queue25	90.797718	Queue45	106.844168
Queue29	12.587216	Queue77	6155.55332
Queue32	74.217868	Queue90	13175.4794

UNIDADES PRODUCIDAS POR ACTIVIDAD – ESCENARIO 1		
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1
Combiner120	ARMADO KITS	404
Combiner82		676
TOTAL		1080
Combiner126	EMBALAJE	101
Combiner89		169
TOTAL		270
Processor128	ARMADO CAJAS	102
Processor88		170
TOTAL		272

Separator114	CLASIFICACIÓN	101
Separator76		169
TOTAL		270

CANTIDAD DE UNIDADES INGRESADAS Y DESPACHADAS DE LA BODEGA – ESCENARIO 1		
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1
Queue106	ENTRADA	1220
Queue68		2040
TOTAL		3260
Queue127	SALIDA	80
Queue90		160
TOTAL		240

RÉPLICAS	TIEMPO DE INGRESO A LA BODEGA –ESCENARIO 1
1	1401

ESCENARIO 2

TIEMPO PROMEDIO DE OCIO - ESCENARIO 2		TIEMPO PROMEDIO DE OCIO - ESCENARIO 2		TIEMPO PROMEDIO DE OCIO - ESCENARIO 2	
ELEMENTO	PROMEDIO	ELEMENTO	PROMEDIO	ELEMENTO	PROMEDIO
Combiner107	620	Processor101	48902	Separator110	68160
Combiner117	77	Processor102	45035	Separator111	68188
Combiner118	68556	Processor109	47012	Separator21	59880
Combiner119	67886	Processor112	46531	Separator23	61382
Combiner120	67876	Processor128	15	Separator24	61987
Combiner126	68102	Processor62	48818	Separator31	70997
Combiner134	650	Processor63	48426	Separator32	60979
Combiner79	94	Processor71	48539	Separator64	62705
Combiner80	64935	Processor74	48299	Separator65	70134
Combiner81	65036	Processor88	15	Separator72	71418
Combiner82	65189	Separator103	65347	Separator73	71413
Combiner89	80062	Separator104	67032	Operator 43	51239
				Operator 44	49065

TIEMPO DE ESPERA EN COLA – ESCENARIO 2						
ELEMENTO	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue127	45406.1088	41621.2523	51557.1652	51557.1652	0	38028.3383
Queue132	0	0	0	0	0	0
Queue29	0.413947	0.660766	0.492043	0.492043	0.161968	0.4441534
Queue37	0.101651	0.340676	0.242622	0.242622	0.161211	0.2177564
Queue44	264.721354	278.485684	286.101472	286.101472	304.673251	284.016647
Queue45	221.77946	201.802073	237.032248	237.032248	235.896611	226.708528
Queue90	28762.6968	30756.8235	31361.4886	31361.4886	36799.7172	31808.4429

UNIDADES PRODUCIDAS POR ACTIVIDAD – ESCENARIO 2							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Combiner120	ARMADO KITS	184	200	168	168	159	175.8
Combiner82		292	280	280	280	252	276.8
TOTAL		476	480	448	448	411	452.6
Combiner126	EMBALAJE	46	50	42	42	39	43.8
Combiner89		73	70	70	70	63	69.2
TOTAL		119	120	112	112	102	113
Processor128	ARMADO CAJAS	47	51	43	43	41	45
Processor88		74	71	71	71	64	70.2
TOTAL		121	122	114	114	105	115.2
Separator114	CLASIFICACIÓN	184	200	168	168	160	176
Separator76		292	280	282	282	253	277.8
TOTAL		476	480	450	450	413	453.8

CANTIDAD DE UNIDADES INGRESADAS Y DESPACHADAS DE LA BODEGA – ESCENARIO 2							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue106	ENTRADA	564	600	504	514	480	532.4
Queue68		882	846	840	840	756	832.8
TOTAL		1446	1446	1344	1354	1236	1352
Queue127	SALIDA	40	40	40	40	0	32
Queue90		40	40	40	40	40	40
TOTAL		80	80	80	80	40	72

RÉPLICAS	TIEMPO DE INGRESO A LA BODEGA- ESCENARIO 2
1	1401
2	1337
3	1365
4	1410
5	1396
PROMEDIO	1382

ESCENARIO 3

TIEMPO PROMEDIO DE OCIO - ESCENARIO 3					
ELEMENTO	PROMEDIO	ELEMENTO	PROMEDIO	ELEMENTO	PROMEDIO
Combiner107	315	Processor101	28792	Separator110	52321
Combiner117	77	Processor102	32014	Separator111	50358
Combiner118	37698	Processor109	30976	Separator21	10076
Combiner119	36045	Processor112	29456	Separator23	11360
Combiner120	37068	Processor128	15	Separator24	11660
Combiner126	52098	Processor62	29442	Separator31	12511
Combiner134	380	Processor63	28546	Separator32	9052
Combiner79	94	Processor71	28341	Separator64	48345
Combiner80	36549	Processor74	29427	Separator65	56900
Combiner81	34099	Processor88	15	Separator72	56648
Combiner82	34508	Separator103	51873	Separator73	54675
Combiner89	56997	Separator104	53390	Operator 43	43735
				Operator 44	42699

TIEMPO DE ESPERA EN COLA – ESCENARIO 3						
ELEMENTO	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue127	16083.6478	22334.1037	18745.0556	14949.3212	22961.3568	19014.697
Queue132	28047.1471	36985.9396	29149.1274	34214.7904	31281.5021	31935.7013
Queue29	73.77237	11.957395	41.812713	412.169685	8.99534	109.741501
Queue37	6.094717	2.36261	3.661239	3.455761	4.541905	4.0232464
Queue44	90.087064	114.316534	95.430559	100.718286	105.422157	101.19492
Queue45	73.898726	103.054564	87.446026	71.784493	114.897773	90.2163164
Queue90	9843.70343	13088.9054	10642.4002	10892.798	11656.9806	11224.9575

UNIDADES PRODUCIDAS POR ACTIVIDAD							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Combiner120	ARMADO KITS	544	392	472	588	380	475
Combiner82		936	691	848	836	792	821
TOTAL		1480	1083	1320	1424	1172	1296
Combiner126	EMBALAJE	136	98	118	146	95	119
Combiner89		234	172	212	209	198	205
TOTAL		370	270	330	355	293	324
Processor128	ARMADO CAJAS	137	99	119	148	96	120
Processor88		236	174	213	210	199	206
TOTAL		373	273	332	358	295	326
Separator114	CLASIFICACIÓN	544	392	472	588	380	475
Separator76		937	692	848	836	792	821
TOTAL		1481	1084	1320	1424	1172	1296

CANTIDAD DE UNIDADES INGRESADAS Y DESPACHADAS DE LA BODEGA							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue106	ENTRADA	1644	1184	1424	1768	1148	1434
Queue68		2826	2082	2556	2520	2388	2474
TOTAL		4470	3266	3980	4288	3536	3908
Queue127	SALIDA	120	80	80	120	80	96
Queue90		200	160	200	200	160	184
TOTAL		320	240	280	320	240	280

RÉPLICAS	TIEMPO DE INGRESO A LA BODEGA
1	801
2	776
3	792
4	807
5	804
PROMEDIO	796

ESCENARIO 4

TIEMPO PROMEDIO DE OCIO ESCENARIO 4					
ELEMENTO	PROMEDIO	ELEMENTO	PROMEDIO	ELEMENTO	PROMEDIO
Combiner107	315	Processor101	28396	Separator110	83200
Combiner117	77	Processor102	27211	Separator111	83574
Combiner118	38997	Processor109	28759	Separator21	74022
Combiner119	38097	Processor112	27944	Separator23	70413
Combiner120	37499	Processor128	15	Separator24	73292
Combiner126	51476	Processor62	27476	Separator31	72108
Combiner134	375	Processor63	26468	Separator32	73670
Combiner79	94	Processor71	27330	Separator64	83426
Combiner80	39847	Processor74	26717	Separator65	85580
Combiner81	38999	Processor88	15	Separator72	85681
Combiner82	37651	Separator103	83391	Separator73	85713
Combiner89	55431	Separator104	83453	Operator 43	79445
				Operator 44	76682

TIEMPO DE ESPERA EN COLA – ESCENARIO 4						
ELEMENTO	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue127	16083.6478	16114.353	19119.2751	16126.1756	17408.3752	16970.365
Queue132	28047.1471	28179.9517	34876.5601	35106.5378	33188.5081	31879.741
Queue29	73.77237	91.093627	25.844663	99.546098	49.258387	67.903
Queue37	6.094717	5.847086	2.995525	3.009064	3.537697	4.297
Queue44	90.087064	87.280541	105.742993	102.717967	105.504308	98.267
Queue45	73.898726	76.215114	92.383821	75.677157	84.917264	80.618
Queue90	9843.70343	9911.28034	11858.9116	11100.6088	11195.6302	10782.027

UNIDADES PRODUCIDAS POR ACTIVIDAD							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Combiner120	ARMADO KITS	544	548	464	548	504	522
Combiner82		936	936	768	808	811	852
TOTAL		1480	1484	1232	1356	1315	1373
Combiner126	EMBALAJE	136	137	116	137	126	130
Combiner89		234	234	192	202	202	213
TOTAL		370	371	308	339	328	343
Processor128	ARMADO CAJAS	137	138	117	138	127	131
Processor88		236	235	194	204	204	215
TOTAL		373	373	311	342	331	346
Separator114	CLASIFICACIÓN	544	548	464	548	504	522
Separator76		936	936	768	809	812	852
TOTAL		1480	1484	1232	1357	1316	1374

CANTIDAD DE UNIDADES INGRESADAS Y DESPACHADAS DE LA BODEGA – ESCENARIO 4							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue106	ENTRADA	1644	1652	1404	1652	1524	1575
Queue68		2826	2820	2316	2436	2436	2567
TOTAL		4470	4472	3720	4088	3960	4142
Queue127	SALIDA	120	120	80	120	120	112
Queue90		200	200	160	200	200	192
TOTAL		320	320	240	320	320	304

RÉPLICAS	TIEMPO DE INGRESO A LA BODEGA – ESCENARIO 4
1	645
2	418
3	502
4	454
5	615
PROMEDIO	527

ESCENARIO 5

TIEMPO PROMEDIO DE OCIO - ESCENARIO 5					
ELEMENTO	OCIO	ELEMENTO	OCIO	ELEMENTO	OCIO
Combiner107	180	Processor102	10039	Separator21	951
Combiner117	77	Processor109	9691	Separator23	2173
Combiner118	10768	Processor112	9351	Separator24	2182
Combiner119	9314	Processor128	15	Separator31	2185
Combiner120	11041	Processor62	9828	Separator32	2176
Combiner126	15419	Processor63	19131	Separator64	2235
Combiner134	200	Processor71	10289	Separator65	8506
Combiner79	94	Processor74	10049	Separator72	8485
Combiner80	11456	Processor88	15	Separator73	8480
Combiner81	11076	Separator103	8656	Operator 43	7467
Combiner82	10371	Separator104	10473	Operator 44	7613
Combiner89	15491	Separator110	9475		
Processor101	8460	Separator111	9045		

TIEMPO DE ESPERA EN COLA – ESCENARIO 5						
ELEMENTO	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue127	15060.65919	15098.42752	14676.73021	14676.73021	15060.65919	14914.6413
Queue132	23164.7749	22677.84277	23210.92676	23210.92676	23164.7749	23085.8492
Queue29	15646.86591	16827.34598	16125.88785	16125.88785	15646.86591	16074.5707
Queue37	3284.24746	2176.786257	2485.237493	2485.237493	3284.24746	2743.15123
Queue44	60.211883	61.020459	59.882455	59.882455	60.211883	60.241827
Queue45	77.760151	75.343904	74.957619	74.957619	77.760151	76.1558888
Queue90	6246.553629	6211.666681	6201.66574	6201.66574	6246.553629	6221.62108

UNIDADES PRODUCIDAS POR ACTIVIDAD – ESCENARIO 5							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Combiner120	ARMADO KITS	3740	3723	3766	3766	3740	3747
Combiner82		3678	3698	3642	3642	3678	3668
TOTAL		7418	7421	7408	7408	7418	7415
Combiner126	EMBALAJE	1796	1768	1840	1840	1796	1808
Combiner89		3642	3686	3680	3680	3642	3666
TOTAL		5438	5454	5520	5520	5438	5474
Processor128	ARMADO CAJAS	360	360	360	360	360	360

Processor88		0	0	0	0	0	0
TOTAL		360	360	360	360	360	360
Separator114	CLASIFICACIÓN	596	592	604	453	596	568
Separator76		1516	1524	1516	453	1516	1305
TOTAL		2112	2116	2120	906	2112	1873

CANTIDAD DE UNIDADES INGRESADAS Y DESPACHADAS DE LA BODEGA							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue106	ENTRADA	1800	1784	1824	1824	1800	1806
Queue68		4560	4590	4560	4560	4560	4566
TOTAL		6360	6374	6384	6384	6360	6372
Queue127	SALIDA	149	148	151	151	149	150
Queue90		378	381	378	378	378	379
TOTAL		527	529	529	529	527	528

RÉPLICAS	TIEMPO DE INGRESO A LA BODEGA- ESCENARIO 5
1	339
2	311
3	300
4	331
5	327
PROMEDIO	322

ESCENARIO 6

TIEMPO PROMEDIO DE OCIO – ESCENARIO 6					
ELEMENTO	PROMEDIO	ELEMENTO	PROMEDIO	ELEMENTO	PROMEDIO
Combiner107	3000	Processor102	81289	Separator21	74022
Combiner117	77	Processor109	82034	Separator23	70413
Combiner118	97482	Processor112	82056	Separator24	73292
Combiner119	97579	Processor128	15	Separator31	72108
Combiner120	97629	Processor62	81423	Separator32	73670
Combiner126	101375	Processor63	83970	Separator64	83426
Combiner134	3200	Processor71	89770	Separator65	85580
Combiner79	94	Processor74	87618	Separator72	85681
Combiner80	98405	Processor88	15	Separator73	85713
Combiner81	98421	Separator103	83391	Operator 43	79445
Combiner82	97814	Separator104	83453	Operator 44	76682
Combiner89	102865	Separator110	83200		
Processor101	81234	Separator111	83574		

TIEMPO DE ESPERA EN COLA – ESCENARIO 6						
ELEMENTO	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue127	0	0	0	0	0	0
Queue132	0	0	0	0	0	0
Queue29	0	0	0	0	0	0
Queue37	0	0	0	0	0	0
Queue44	1187.00608	1190.88859	1187.00608	1120.15924	1208.82569	1178.77713
Queue45	1113.91178	1049.93098	1113.91178	1071.47946	1258.95008	1121.63681
Queue90	0	0	0	0	0	0

UNIDADES PRODUCIDAS POR ACTIVIDAD – ESCENARIO 6							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Combiner120	ARMADO KITS	32	28	30	28	32	30
Combiner82		60	64	60	64	56	61
TOTAL		92	92	90	92	88	91
Combiner126	EMBALAJE	7	7	7	7	8	7
Combiner89		15	16	15	16	14	15
TOTAL		22	23	22	23	22	22
Processor128	ARMADO CAJAS	8	8	8	8	9	8
Processor88		16	17	16	17	15	16
TOTAL		24	25	24	25	24	24
Separator114	CLASIFICACIÓN	15	64	60	7	64	56
Separator76		28	28	28	16	28	32
TOTAL		43	92	88	23	92	68

CANTIDAD DE UNIDADES INGRESADAS Y DESPACHADAS DE LA BODEGA – ESCENARIO 6							
ELEMENTO	OPERACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	RÉPLICA 4	RÉPLICA 5	PROMEDIO
Queue106	ENTRADA	88	84	88	88	84	86
Queue68		186	192	186	192	192	190
TOTAL		274	276	274	280	276	276
Queue127	SALIDA	0	0	0	0	0	0
Queue90		0	0	0	0	0	0
TOTAL		0	0	0	0	0	0

RÉPLICAS	TIEMPO DE INGRESO A LA BODEGA – ESCENARIO 6
1	3205
2	4042
3	3493
4	4100
5	3200
PROMEDIO	3608

ANEXO 11. Guía de capacitación de voluntarios para jornada de recolección de donaciones

GUÍA DE CAPACITACIÓN DE VOLUNTARIOS PARA JORNADA DE RECOLECCIÓN DE DONACIONES				
<p>DEFINICIÓN: La presente guía contiene la secuencia de actividades a seguir durante la capacitación de voluntarios, las metodologías y responsables involucrados.</p>				
<p>OBJETIVO DE LA CAPACITACIÓN: Proporcionar conocimientos en los aspectos técnicos del trabajo, con el fin de lograr la adaptación del voluntario a cualquiera de las funciones involucradas en la jornada de recolección de donaciones, así como también fomentar un ambiente laboral favorable a través de la interacción entre capacitadores y voluntarios.</p>				
<p>EXPECTATIVAS DE LA CAPACITACIÓN: Voluntarios informados sobre el proceso, competentes y hábiles durante el desarrollo de sus tareas, que aporten para lograr una exitosa jornada de recolección de donaciones.</p>				
Metodología de capacitación				
N o	Actividad	Duración (min)	Herramienta ó Responsable	Pasos a seguir y observaciones
1	Bienvenida y presentación de voluntarios	10	Charla capacitador	1. Traslado de voluntarios a la sala de capacitación 2. Presentación general de cada uno 3. Describir la agenda de la capacitación.
2	Inducción a la jornada del día	2	Charla capacitador	1. Contextualización de la emergencia (familias afectadas) 2. Mencionar la meta de la jornada del día.
3	Objetivo de la capacitación	2	Charla capacitador	1. Explicar qué se espera lograr al final de la capacitación.

4	Presentación del video junto con la explicación	15	Video, Voluntarios fijos de la institución.	<p>1. Iniciar la presentación del video, a medida que el video explica cada una de las actividades del proceso, el voluntario fijo encargado debe pausar el video y explicar con mayor detalle las herramientas utilizadas en cada operación (Bandas, formatos, balanzas, aplicativo Control del abastecimiento de donaciones, carro de mercado, radioteléfonos).</p> <p>Nota: para el desarrollo de esta actividad es necesaria la presencia de un voluntario fijo de la institución de cada una de las actividades del proceso, que pueda explicar con detalle todas las funciones.</p> <p>y responder las preguntas de los voluntarios.</p> <p>2. Responder inquietudes del video.</p>
5	Preguntas	5	Capacitador, Voluntarios fijo de la institución y voluntarios	1. Preguntas sobre todo el proceso desarrollado en la institución.
TOTAL		34	Este tiempo corresponde a las actividades específicas de la capacitación, sin embargo se incluirán las actividades posteriores ya que hacen parte de la inducción de voluntarios y surgen de lo aprendido durante la capacitación de voluntarios.	
N o	Actividad	Duración (min)	Herramienta ó Responsable	Pasos a seguir y observaciones
6	Asignación de voluntarios	15	Capacitador y voluntarios	<p>1. Asignar el puesto de trabajo a cada voluntario de acuerdo a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experiencia - Habilidades e inclinaciones personales indicadas por los mismos voluntarios. - Requerimientos del puesto de trabajo (velocidad, fuerza, concentración, habilidades manuales e informáticas)
7	Entrega de dotación	10	Capacitador, Voluntarios fijos de la institución y voluntarios.	Entrega de camisetas de la institución según tallas de los voluntarios
8	Fin de la capacitación y traslado de los voluntarios a cada uno de los puestos de trabajo asignados	5	Voluntarios fijos de la institución y voluntarios.	1. Los voluntarios fijos trasladan a los voluntarios al respectivo puesto de trabajo y realizan la respectiva instalación de estos.
TOTAL		30	Al finalizar estas actividades se podrán iniciar labores.	

Anexo 12. Distribución poblacional de edades

GRUPO DE EDAD					
TOTAL HABITANTES DEL PAÍS (2010)	41.298.706				
EDADES	PORCENTAJE DE POB.	CANTIDAD DE PERSONAS	EDADES		
0 a 4	9.9%	2	3	0	
5 a 9	10.4%	3	5	6	9
10 a 14	10.5%	3	12	14	11
15 a 19	9.5%	2	18	19	
20 a 24	8.8%	2	20	22	
25 a 29	0.8%	0			
30 a 34	7.0%	2	30	33	
35 a 39	7.0%	2	37	35	
40 a 44	6.6%	2	40	42	
45 a 49	5.5%	1	48		
50 a 54	4.4%	1	51		
55 a 59	3.5%	1	55		
60 a 64	2.7%	1	60		
65 a 69	2.2%	1	67		
70 a 74	1.7%	0			
75 a 79	1.2%	0			
Más de 80	1.2%	0			

Anexo 13. Distribución poblacional según nivel educativo.

DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL SEGÚN NIVEL EDUCATIVO					
NIVEL EDUCATIVO	PORCENTAJE	SUELDO PROMEDIO	EDAD DE INICIO DE VIDA LABORAL	MESES LABORADOS HASTA JUBILARSE	MESES LABORADOS, INCLUYENDO PRIMA
Mano de obra no calificada	60%	\$ 515,000	18	564	611
Tecnólogo	30%	\$ 1,057,062	21	528	572
Profesional universitario	10%	\$ 1,441,180	23	504	546

Anexo 14. Valor promedio del kit para menores de 18 años fallecidos

VALOR PROMEDIO DEL KIT PARA MENORES DE 18 AÑOS FALLECIDOS											
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				TECNÓLOGO			PROFESIONAL			TOTAL	
EDAD	AÑOS PARA LABORAR	SALARIO A RECIBIR	VALOR FUTURO DEL SALARIO	AÑOS PARA LABORAR	SALARIO A RECIBIR	VALOR FUTURO DEL SALARIO	AÑOS PARA LABORAR	SALARIO A RECIBIR	VALOR FUTURO DEL SALARIO	VALOR FUTURO TOTAL	VALOR PRESENTE (2010)
3	15	\$ 493,469	\$ 751,519,428	18	\$ 556,139	\$ 741,554,570	20	\$ 269,021	\$ 328,181,150	\$ 1,821,255,147	\$ 263,061,988
0	18	\$ 541,901	\$ 825,278,448	21	\$ 610,722	\$ 814,335,574	23	\$ 295,425	\$ 360,390,989	\$ 2,000,005,010	\$ 263,061,988
5	13	\$ 463,610	\$ 706,046,575	16	\$ 522,488	\$ 696,684,671	18	\$ 252,743	\$ 308,323,602	\$ 1,711,054,849	\$ 263,061,989
6	12	\$ 449,365	\$ 684,352,598	15	\$ 506,434	\$ 675,278,348	17	\$ 244,978	\$ 298,850,056	\$ 1,658,481,001	\$ 263,061,989
9	9	\$ 409,204	\$ 623,188,784	12	\$ 461,172	\$ 614,925,543	14	\$ 223,083	\$ 272,140,419	\$ 1,510,254,747	\$ 263,061,989
11	7	\$ 384,443	\$ 585,480,948	10	\$ 433,267	\$ 577,717,698	12	\$ 209,585	\$ 255,673,778	\$ 1,418,872,425	\$ 263,061,989
12	6	\$ 372,631	\$ 567,491,469	9	\$ 419,955	\$ 559,966,752	11	\$ 203,145	\$ 247,817,949	\$ 1,375,276,171	\$ 263,061,989
14	4	\$ 350,084	\$ 533,153,760	7	\$ 394,544	\$ 526,084,348	9	\$ 190,853	\$ 232,823,009	\$ 1,292,061,117	\$ 263,061,989
VALOR PROMEDIO DEL KIT											
\$ 263,061,989											

Anexo 15. Valor promedio del Kit mayores de 18 años

VALOR PROMEDIO DEL KIT MAYORES DE 18 AÑOS FALLECIDOS						
EDAD	AÑOS PARA JUBILARSE	VALOR FUTURO MANO DE OBRA NO CALIFICADA	VALOR FUTURO TECNÓLOGO	VALOR FUTURO PROFESIONAL	VALOR FUTURO TOTAL	VALOR PRESENTE (2010)
18	564	\$ 400,972,219	\$ 411,507,277	\$ 187,013,962	\$ 999,493,457	\$ 230,551,908
19	552	\$ 384,831,883	\$ 394,942,873	\$ 179,486,088	\$ 959,260,844	\$ 228,285,808
20	540	\$ 369,194,517	\$ 378,894,655	\$ 172,192,801	\$ 920,281,973	\$ 225,952,183
22	516	\$ 339,366,491	\$ 348,282,934	\$ 158,280,971	\$ 845,930,396	\$ 221,073,719
30	420	\$ 237,266,162	\$ 243,500,043	\$ 110,661,245	\$ 591,427,450	\$ 198,395,313
33	384	\$ 205,170,812	\$ 210,561,426	\$ 95,691,932	\$ 511,424,170	\$ 188,395,910
35	360	\$ 185,406,225	\$ 190,277,549	\$ 86,473,703	\$ 462,157,477	\$ 181,212,048
37	336	\$ 166,854,266	\$ 171,238,160	\$ 77,821,046	\$ 415,913,472	\$ 173,582,897
40	300	\$ 141,138,514	\$ 144,846,757	\$ 65,827,185	\$ 351,812,456	\$ 161,240,987
42	276	\$ 125,302,537	\$ 128,594,709	\$ 58,441,265	\$ 312,338,511	\$ 152,369,006
48	204	\$ 83,389,383	\$ 85,580,338	\$ 38,892,916	\$ 207,862,638	\$ 122,283,571
51	168	\$ 65,235,881	\$ 66,949,874	\$ 30,426,099	\$ 162,611,854	\$ 105,051,964
55	120	\$ 43,563,598	\$ 44,708,179	\$ 20,318,119	\$ 108,589,896	\$ 79,479,497
60	60	\$ 20,061,458	\$ 20,588,549	\$ 9,356,690	\$ 50,006,697	\$ 42,781,993
67	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0
VALOR PROMEDIO DEL KIT						\$ 154,043,786.93

