

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Propuesta de diseño y operación de un centro de donaciones en caso de terremoto en Ecuador

Sistematización de experiencias prácticas de investigación e intervención

**Alejandra Miño Bassante
Micaela Andrade de Piérola**

Ingeniería Industrial

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniera Industrial

Quito, 19 de mayo de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Propuesta de diseño y operación de un centro de donaciones en caso de terremoto en Ecuador

Alejandra Miño Bassante

Micaela Andrade de Piérola

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Carlos Suárez Nuñez, Ph.D.

Firma del profesor

Quito, 19 de mayo de 2017

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Alejandra Miño Bassante

Código: 00111819

Cédula de Identidad: 1804132650

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Micaela Andrade de Piérola

Código: 00110952

Cédula de Identidad: 1714432042

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2017

RESUMEN

Debido a que Ecuador es un país susceptible a los desastres naturales, se ve en la necesidad de crear planes de mitigación ante una catástrofe como lo es un terremoto, para brindar ayuda a la población damnificada. Es por esto que se usa un enfoque holístico de las áreas de ingeniería industrial para proponer un diseño operacional y logístico de un centro de donaciones informal que permita la recepción y clasificación de donaciones, el ensamble de kits alimenticios y su posterior almacenaje y despacho, de la forma más rápida, efectiva y eficiente. Se usa un modelo de optimización para minimizar el peso y el costo del kit de alimentos, y la metodología de Tompkins, White, Bozar y Tanchoco con un enfoque de la metodología de Ghiani, Laporte y Musmanno para realizar el diseño de dos layouts del centro de donaciones. Finalmente se propone un presupuesto del costo asociado para contribuir con la planificación de la etapa de respuesta inmediata después del terremoto.

Palabras clave: Logística humanitaria, centro de donaciones, albergados, kit de alimentos, diseño operacional y logístico, layouts, diseño de un centro de donaciones.

ABSTRACT

Ecuador has an existing need to count with a mitigation plan after a natural disaster occurs such as an earthquake, in order to provide help to the affected population. As a consequence, a holistic view of the different areas of industrial engineering is used to propose an operational and logistic design of an informal donations centers that allows the reception and classification of donated products, the assembly of the emergency food kits, and the storage and the shipping of these to the different victims' shelters to provide a quicker, effective and efficient help. An optimization model to minimize the weight and cost of the emergency food kit is employed, and the methodology of Tompkins, White, Bozar and Tanchoco with a specific focus on Ghiani's, Laporte's and Musmanno's methodology are put into practice, to develop two donations centers layouts. Finally, an approximated budget with the most important costs to operate a donations center is presented to contribute with the plan of the immediate response's stage after an earthquake occurs.

Key words: Humanitarian logistics, donation centers, shelter's victims, emergency food kit, operational and logistic design, layouts, design of a donations center.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	10
2. Revisión Literaria	12
2.1 Logística humanitaria	12
2.2 Fases de ayuda humanitaria.....	13
2.3 Donaciones alimenticias.....	13
2.4 Contexto histórico	14
3. Metodología	15
4. Desarrollo.....	16
4.1. Definir objetivo de la instalación	16
4.2. Especificar actividades primarias y de soporte	25
4.3. Determinar interrelaciones entre las actividades.....	26
4.4. Determinar requerimientos de espacio entre todas las actividades.....	27
4.5. Generar planes alternativos para toda la instalación	38
4.5. Costos.....	39
5. Conclusiones, limitaciones y recomendaciones para trabajos futuros	42
6. Referencias.....	44
7. Anexos	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Kit alimenticio para 5 personas con duración de 7 días y peso de 18.84 kg.....	17
Tabla 2. Kit alimenticio para 4 personas con duración de 7 días y peso de 15.2 kg	17
Tabla 3. Supuestos para realizar el cálculo de Niosh	18
Tabla 4. Cálculo de distancias y alturas en centímetros para la actividad de tomar el kit de 15.2 kg de la mesa	18
Tabla 5. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar el kit de 15.2 kg de la mesa.....	18
Tabla 6. Cálculo de distancias y alturas en centímetros para la actividad de tomar el kit de 18.84 kg de la mesa	18
Tabla 7. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar el kit de 18.84 kg de la mesa	18
Tabla 8. Cálculo de distancias y alturas en centímetros para la actividad de tomar y dejar el kit de 15.2 kg en la zona de almacenaje.....	19
Tabla 9. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar y dejar el kit de 15.2 kg en la zona de almacenaje	19
Tabla 10. Cálculo de distancias y alturas en centímetros para la actividad de tomar y dejar el kit de 18.84 kg en la zona de almacenaje	19
Tabla 11. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar y dejar el kit de 18.84 kg en la zona de almacenaje	19
Tabla 12. Solución del problema de minimización de peso para el kit de 4 personas (M) y 7 días (N).....	21
Tabla 13. Solución del problema de minimización de peso para el kit de 5 personas (M) y 7 días (N).....	21
Tabla 14. Solución del problema de minimización de costo para el kit de 4 personas (M) y 7 días (N)	22
Tabla 15. Solución del problema de minimización de costo para el kit de 5 personas (M) y 7 días (N).....	22
Tabla 16. Solución del problema multiobjetivo para el kit de 4 personas (M) y 7 días (N). 23	23
Tabla 17. Solución del problema multiobjetivo para el kit de 5 personas (M) y 7 días (N). 23	23
Tabla 18. Comparación entre los kits planteados para 4 personas	23
Tabla 19. Comparación entre los kits planteados para 5 personas	24
Tabla 20. Cantidad de fundas de productos que conforman el kit multiobjetivo para 4 personas.....	24
Tabla 21. Cantidad de fundas de productos que conforman el kit multiobjetivo para 5 personas.....	24

Tabla 22. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar y dejar el kit de 14.55 kg en la zona de almacenaje	25
Tabla 23. Relaciones cuantitativas y cualitativas de los departamentos del centro de donaciones	27
Tabla 24. Datos generales para calcular la demanda diaria de kits	28
Tabla 25. Datos generales para calcular la demanda diaria de kits de un centro de donaciones informal	28
Tabla 26. Tiempos promedio de colocación de cada producto en caja	30
Tabla 27: Costos por metro cuadrado en distintas ubicaciones de Quito	40
Tabla 28. Costos de centro de donaciones	40
Tabla 29. Modificaciones costos inversión inicial.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Total de número de muertos en el Ecuador por desastre natural (1900-2016) ...	14
Figura 2. Total de número de afectados en el Ecuador por desastre natural (1900-2016) .	15
Figura 3. Metodología de Tompkins, White, Bozer y Tanchoco (2011)	16
Figura 4. Macroprocesos de un centro de donaciones informal de emergencia	26
Figura 5. Diagrama de bloques del centro de donaciones	27
Figura 6. Resultados de los cálculos de balanceo de líneas	30
Figura 7. Diagrama de precedencias.....	30
Figura 8. Línea balanceada.....	31
Figura 9. Zona y mesa de ensamble.....	32
Figura 10. Opción 1 de colocación de divisores en zona de recepción	33
Figura 11. Opción 2 de colocación de divisores en zona de recepción	33
Figura 12. Opción 3 de colocación de divisores en zona de recepción que minimiza distancia a recorrer.....	33
Figura 13. Opción 1 de análisis euclidiano para zona de suministros.....	34
Figura 14. Opción 2 de análisis euclidiano para zona de suministros que minimiza distancia a recorrer	34
Figura 15. Zona de almacenaje de otros productos.....	35
Figura 16. Layout del centro de donaciones con dos puertas	35

Propuesta de diseño y operación de un centro de donaciones en caso de terremoto en Ecuador

Alejandra Miño

Micaela Andrade

Carlos Suárez

*Ingeniería Industrial, Colegio de Ciencias e Ingeniería,
Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador*

Abstract

Propósito – Usar un enfoque holístico de las áreas de ingeniería industrial para proponer el diseño y las operaciones de un centro de donaciones informal que funcione en caso de terremoto en Ecuador con el fin de ayudar a los damnificados y reducir el daño causado por el desastre. Además se quiere obtener el diseño del centro de donaciones desde dos enfoques: el primero en base a la demanda, y el segundo en base al espacio que se tiene. El centro de donaciones tendrá la capacidad de recibir donaciones, almacenarlas y ensamblarlas para obtener kits alimenticios que no solo toman en cuenta las necesidades nutricionales de las personas, sino también el peso y el costo de los mismos. También se realiza un presupuesto sobre los costos para abrir un centro de donaciones. De esta forma se logrará contribuir con la planificación de la etapa de respuesta inmediata después del terremoto de la forma más rápida, efectiva y eficiente.

Metodología usada - Uso de la metodología de diseño de plantas de Tompkins, White, Bozar y Tanchoco, con un enfoque logístico de la metodología de Ghiani, Laporte y Musmanno.

Resultados - Dos diseños de layouts: uno con una única puerta, y el otro con dos puertas: una puerta de acceso y otra de salida; tres opciones de kits alimenticios con enfoques en la minimización de costo, peso y uno que integra los dos; y una aproximación de un presupuesto inicial para dar apertura a un centro de donaciones informal. Finalmente también se presenta el diseño de un centro de donaciones en base a las necesidades de espacio del usuario.

Limitaciones de la investigación - Se limita a la logística interna de un centro de donaciones en caso de emergencia, es decir operaciones desde recepción de donaciones hasta el empaquetamiento de los kits que serán despachados a los albergues. También se limita a un kit alimenticio de nueve productos.

Valor - Colabora en la planificación de los centros de donaciones informales en caso de un terremoto, con el fin de disminuir los problemas de una mala organización y distribución de espacios, mal manejo de las donaciones y demora en el envío de ayuda.

Palabras claves - Logística humanitaria, albergados, centro de donaciones informal, kit de alimentos, diseño operacional y logístico, layouts, diseño de un centro de donaciones,

Tipo de paper - Proyecto de investigación.

1. Introducción

Ecuador es un país susceptible a los desastres naturales por su ubicación geográfica. De acuerdo a la ministra titular de la Secretaría de Gestión de Riesgos, Ecuador es un país con multiamenazas respecto a las catástrofes naturales y está expuesto a riesgos y amenazas de deslaves, volcanes en erupción, inundaciones, marejadas, tsunamis, sequías, incendios forestales y sismos de alta magnitud (La República, 2016).

Con base a datos de GPS (Posicionamiento Global por Satélite), se han tenido diversas mediciones de los vectores de desplazamiento de las placas tectónicas desde 1988, que arrojan tasas de movimientos convergentes del orden de hasta 70 mm/año en la Placa de Nazca que se extienden hasta la costa ecuatoriana (Hermelín, 2005). Es por esto que Ecuador tiene altas probabilidades de tener terremotos en cualquier momento.

En las últimas décadas, se han registrado múltiples sismos con un registro mayor a 5.1 Mw (Escala Sismológica de Magnitud de Movimientos) en el territorio ecuatoriano, identificando a los más letales en los correspondientes años 1949, 1958, 1987 y 2016. Enfocándose en el último, este ocurrió el 16 de abril del 2016, con epicentro en la ciudad costeña de Pedernales y tuvo una magnitud de 7.8 Mw. Éste produjo 663 muertos, 6,274 heridos y 28,775 albergados (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016).

Es imposible evitar la ocurrencia de los desastres naturales, pero el Ecuador puede estar preparado para responder de la mejor forma posible a una emergencia. Según la UNICEF: “las acciones y decisiones tomadas en las primeras 72 horas de estado de emergencia van a determinar la efectividad de la respuesta de emergencia en las próximas 6 a 8 semanas” (2005). Tener una respuesta eficiente y eficaz en una catástrofe depende del diseño y el funcionamiento de la cadena de socorro, la cual busca proporcionar asistencia rápida a los damnificados con comida, agua, medicinas, albergue y suministros en las áreas afectadas por el desastre, con el objetivo de minimizar el sufrimiento y las pérdidas humanas (Balcik & Beamon, 2008). Según Agostinho, recientemente, las organizaciones humanitarias comenzaron a darse cuenta de que la logística puede determinar el éxito o el fracaso de una misión de emergencia (2011). De modo que: “la logística humanitaria abarca los procesos y sistemas involucrados en la movilización de personas, recursos, habilidades y conocimientos para ayudar a las personas vulnerables afectadas por el desastre” (Wassenhove, 2006). Además ésta debe ser una cadena Triple A, es decir ágil, adaptativa y alineable (Dubery & Gunasekaran, 2015). Esto se puede conseguir mediante la gestión adecuada de kits ya que estos pueden compartirse entre las cadenas de suministros de una organización humanitaria a otra. Los kits ayudan a las organizaciones a ser dinámicas y reaccionar ante una amplia gama de situaciones a corto plazo (Vaillancourt, 2016).

Como consecuencia inmediata del terremoto se abrieron centros de donaciones informales, definiendo informal como aquel que efectúa sus actividades a causa de la emergencia presentada y opera de manera independiente no ligada a una entidad gubernamental o una organización dedicada a la ayuda humanitaria. De hecho, el 80% de los centros de donaciones que se abrieron luego del terremoto del 16 de abril fueron informales, según la información recopilada de YoVeoveo, una aplicación monitoreada en tiempo real por cada entidad gubernamental y recomendada por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información de Ecuador. Por lo tanto, es de suma importancia que estos centros de donaciones informales que no se dedican a la ayuda humanitaria como función principal, sepan manejar correctamente sus operaciones para responder de forma rápida y correcta a los damnificados.

Aunque las organizaciones humanitarias se han enfocado en los últimos años en mejorar su cadenas de suministro, todavía carecen de los recursos y herramientas para volverse más eficientes entregando ayuda (Balcik, Beamon, 2008). Esto se pudo presenciar en el terremoto ocurrido el 16 de abril de 2016 en la zona de Pedernales-Ecuador, en donde las organizaciones de ayuda humanitaria tuvieron problemas de organización y distribución de donaciones. Por ejemplo, el Responsable del Proceso de Bodega de la Cruz Roja en Quito, informa que el 80% de las donaciones recibidas en la Cruz Roja ecuatoriana fueron consideradas como inservibles de modo que retardaron el proceso de respuesta hacia los afectados (K. Gabela, entrevista personal, 14 de noviembre, 2016). Adicionalmente, el profesor a tiempo completo del Colegio de Ciencias de la Salud de la Universidad San Francisco de Quito, evidenció que la falta de planificación, el mal manejo y la falta de comunicación dentro del centro de acopio de donaciones del Hospital de Los Valles perjudicó la distribución y recepción de la ayuda efectiva a los afectados, tanto que hasta siete meses después de lo ocurrido aún existen grandes cantidades de donaciones almacenadas y que en su mayoría ahora son desperdicios (L. Pedroza, entrevista personal, 10 de octubre, 2016). Por último, el presidente del Gobierno Estudiantil de la Universidad San Francisco de Quito del periodo 2015-2016, afirmó que la falta de planificación y preparación ante desastres naturales provocó la falta de tiempo, espacio y herramientas para la realización de los kits alimenticios que tenían que ser entregados a la Cruz Roja (M. Valdivieso, entrevista personal, 21 de octubre, 2016). Estas deficiencias retrasaron el objetivo de entregar ayuda rápida y necesaria a los 28,775 albergados por el terremoto.

Tomando en cuenta los problemas logísticos que se presentaron en la catástrofe sísmica del 16 de abril del 2016, esta investigación busca proponer un diseño logístico y operacional de un centro informal de manejo de donaciones, que permita la recepción de suministros donados, la clasificación de los mismos, la elaboración de kits alimenticios para que sean despachados de la manera más rápida posible hacia los albergues. Este proyecto tiene como resultados dos diseños de layouts: uno con una sola puerta de acceso y salida, y el otro con una puerta de acceso y otra de salida, tres opciones de kits con enfoques en la minimización de costo, peso y uno que integre los dos, y un presupuesto inicial para dar apertura a un centro de donaciones informal. Por lo tanto, esta investigación se restringe a temas como: la distribución de kits, la ubicación del centro de acopio de emergencia y la cantidad óptima de voluntarios en los distintos procesos. Además, los kits alimenticios no cuentan con dietas para personas con necesidades alimenticias especiales como mujeres embarazadas, bebés y enfermos, y estos deben estar estrictamente compuestos por los nueve productos mencionados más adelante. El propósito final es facilitar la planificación y preparación de un centro de donaciones convencional que se adapte a los requerimientos de espacio, operaciones y demanda para ayudar de forma rápida y eficiente a los albergados de un desastre natural durante la fase de emergencia. A continuación se presenta la revisión literaria, metodología, resultados, conclusiones, limitaciones y recomendaciones.

2. Revisión Literaria

2.1 Logística humanitaria

En la literatura revisada, se evidencia la importancia de la logística humanitaria y la cadena de suministro para poder ayudar de forma rápida y eficiente a los damnificados de un desastre natural en estado de emergencia. La cadena de suministro humanitaria debe ser Triple A: ágil, adaptativa y alineable; es decir que debe poder recuperarse de factores externos que impactan el nivel de servicio y entrega necesaria, debe involucrarse fácilmente en nuevos escenarios y enfrentarse a nuevos problemas sin disminuir su desempeño y debe tener la flexibilidad de ajustarse a nuevos objetivos respectivamente (Dubey & Gunasekaran, 2015). Según la Federal Emergency Management Agency, un desastre natural se define como aquel que genera más de 100 muertos, 100 heridos, o genera un gasto más de un millón de dólares (Apte, 2009). Una respuesta rápida a las personas afectadas después de un desastre natural está relacionada con la eficiencia de los procesos y operaciones logísticas, que respondan de manera inmediata a la necesidad de los afectados (Scarpin & De Oliveira Silva, 2014). La logística humanitaria, según Kopczak y Thomas, se define como el proceso de planificación, implementación y control de manera eficiente, enfocada al flujo de costos bajos y al almacenamiento de bienes y materiales, así como información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de aliviar el sufrimiento de las personas vulnerables.

Las características más importantes que definen a la cadena logística humanitaria en términos de complejidad y desafío son: “La imprevisibilidad de la demanda (tiempo, ubicación, tipo y tamaño); la demanda en cantidades grandes y cortos plazos de entrega para una gran variedad de suministros; el alto interés de una entrega adecuada y oportuna; la falta de recursos” (Balcik & Beamon, 2008). Hay alta complejidad y desafíos en el ámbito humanitario. Los retos principales a los que se enfrenta la logística humanitaria suelen ser: infraestructuras inadecuadas, demanda no conocida, difícil acceso a las zonas de desastre, incertidumbres en la oferta y la demanda, urgencia de la distribución de los recursos, la burocracia existente entre las operaciones, la mano de obra no capacitada y la falta de información (Agostinho, 2011).

De acuerdo a Reichart y Holog, la efectividad de una cadena de suministros recae en su habilidad para enfrentarse correctamente a las necesidades de los clientes y a la destreza de adaptarse a los cambios internos de la organización y a los externos impuestos por el mercado (Reichart y Holog, 2007).

2.2 Fases de ayuda humanitaria

Según Apte, existen tres fases en la cadena humanitaria de suministro estas son: preparación, respuesta inmediata luego del desastre y reconstrucción a largo plazo. En la fase estratégica de preparación, el desastre no ha ocurrido pero se debe planificar cómo se van a asignar correctamente los recursos, en dónde se van a ubicar los centros de donaciones y se debe programar la posición y expansión de albergues y bodegas tomando en cuenta su sistema de almacenaje, manejo y distribución y su diseño (Apte, 2009). Una vez que el desastre ocurre, la etapa de respuesta inmediata acontece, ésta se centra en la recepción de las donaciones de suministros y dinero de los donadores y proveedores, el manejo de los mismos y su entrega a las diversas ubicaciones de la zona de emergencia (Apte, 2009). Además es crucial el envío de voluntarios a las zonas del desastre para evaluar el daño, la población afectada y sus necesidad inmediatas (Agostinho, 2011). Por último, la fase de recuperación es un proceso continuo que tiene como propósito reconstruir la vida, lugares, comunidad, sociedad y economía de los damnificados, además se centra en recolectar, analizar y entender las lecciones aprendidas (Apte, 2009). Según Van Wassenhove también existe la fase de mitigación que está antes de la fase de preparación que consiste en reducir la vulnerabilidad de la sociedad (2006).

Esta investigación se enfoca en la etapa de preparación, específicamente en el diseño logístico y operacional que un centro de donaciones debe tener a causa de una tragedia natural para así agilizar la fase de respuesta inmediata y los procesos de recepción de donaciones, clasificación y elaboración de kits para su posterior entrega. No se considerarán las decisiones de ubicación de las bodegas y la distribución de los kits.

2.3 Donaciones alimenticias

Los donantes son actores esenciales en la etapa de respuesta inmediata porque proporcionan el mayor apoyo a las principales actividades de socorro (Kovács & Spens, 2007; Day et al, 2012). Sin embargo debido a que son ellos los que deciden qué donar, generalmente llevan a los centros de donaciones suministros viejos, perecibles y no deseados. Esto genera un problema en los centros de acopio puesto que se gastan recursos y tiempo en estos trayendo como consecuencia un retraso en la cadena de socorro y aumento en el tiempo de respuesta (Wassenhove & Martínez, 2012).

Para manejar correctamente las donaciones alimenticias, la logística de alimentos consiste en la donación, recepción, crossdocking (almacenaje), selección y clasificación, empaquetamiento, almacenaje del kit y envío como señala la Foundation Food Banks Network in Argentina (2009). A su vez, se plantea siete prácticas para el buen manejo de los alimentos: planificación adecuada del manejo del producto a lo largo de las etapas, registro de los movimientos del producto, evitar la acciones necesarias para no permitir que el producto se dañe, arreglar los suministros de tal forma que el transporte sea sencillo, transportar grandes cantidades de producto de forma segura, registrar información sobre los costos incurridos y mantener limpia el área de trabajo. Por último, para tener un buen manejo de los productos alimenticios se debe establecer un sistema FIFO, contar con un buen control de inventario actualizado constantemente, considerar un manejo sencillo de los productos y tener indicadores de desempeño para medir el sistema (Mejía, 2015).

2.4 Contexto histórico

En 2010, un total de 385 desastres naturales a nivel mundial afectaron a más de 217 millones de personas, matando a más de 297,000 y costando daños de 123,900 millones de dólares (Başkaya, Ertem & Duran, 2016).

Ecuador se encuentra en una de las zonas con mayor riesgo de terremoto por su ubicación en la unión de las placas tectónicas de Nazca y Sudamérica (Instituto Geofísico del Ecuador, 2014), provocando que los sismos en el Ecuador generen el 56% de las pérdidas económicas a comparación de los otros catástrofes naturales (Cruz Roja, 2013).

Desde el 16 de abril del 2016 hasta el 19 de mayo del mismo año, se registraron 1,570 réplicas que demuestran el peligro latente que los terremotos representan en el Ecuador.

Se aprecia que el movimiento de las placas tectónicas es la principal causa de muerte dentro de los diferentes tipos de catástrofes naturales como se muestra en la Figura 1 y la segunda causa en dejar más cantidad de damnificados posteriormente al desastre, como se muestra en la Figura 2 (Center for Research on the Epidemiology of Disasters, 2016).

Figura 1. Total de número de muertos en el Ecuador por desastre natural (1900-2016)

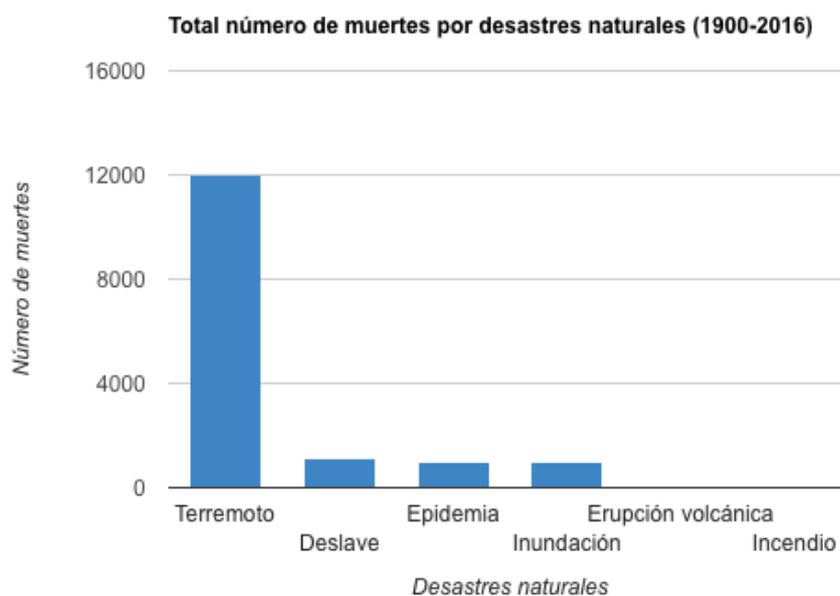
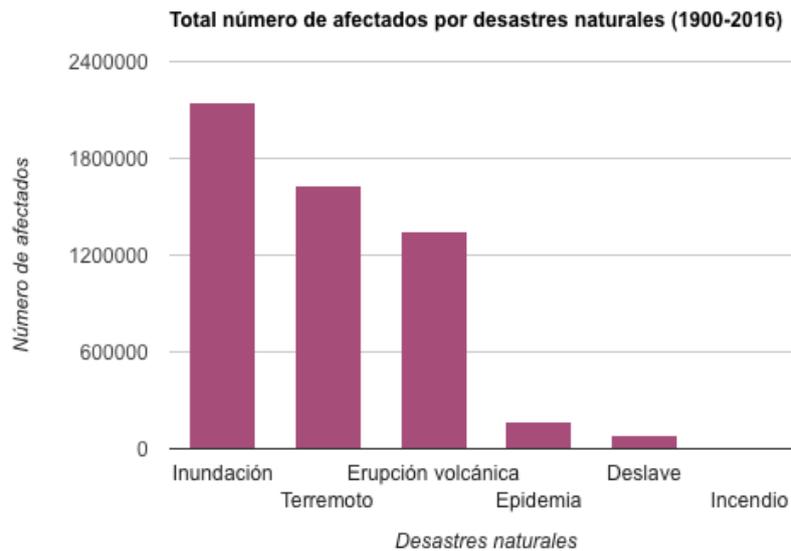


Figura 2. Total de número de afectados en el Ecuador por desastre natural (1900-2016)



3. Metodología

Para la selección de la metodología se investiga cuál es la adecuada para el diseño de una instalación. En el trabajo del Doctor de la Universidad de Valencia, Diego Más, se exponen distintas metodologías para la planeación de instalaciones, entre estas se recalcan la de: González-Cruz; Tompkins, White, Bozar y Tanchoco; Immer; Buffa; Reed; la metodología de Apple; y Muther (Diego Más, 2006). Se compararon todas estas metodologías y se concluye que la metodología de Tompkins, White, Bozar y Tanchoco es la que más se ajusta a las especificaciones del proyecto debido a que incluye etapas necesarias que las otras no abarcan.

En la Figura 3, se muestra la metodología seleccionada con la cual se lleva a cabo en un modo sistemático y organizado la planeación y diseño de instalaciones (2011). Debido a que el alcance de la investigación es desarrollar y diseñar las operaciones logísticas y operacionales de un centro de donaciones, se limita la metodología hasta la etapa cinco, es decir hasta elaborar planes alternativos del layouts para la instalación, con el fin de que las organizaciones o personas que quieran abrir un centro de donaciones informal puedan realizar las fases de evaluar los layouts y seleccionar el que más se adapte a sus especificaciones de espacio y distribución.

Adicionalmente se incorpora un enfoque logístico de Ghiani, Laporte, y Musmanno, que se emplea para el cálculo de las dimensiones requeridas y los números de localizaciones necesarias para el almacenaje de los kits alimenticios (2013).

Figura 3. Metodología de Tompkins, White, Bozer y Tanchoco (2011)



4. Desarrollo

A continuación se presentará el desarrollo de cada una de las fases de la metodología.

4.1. Definir objetivo de la instalación

En este estudio la instalación se define como un centro de donaciones informal cuyo objetivo es ensamblar kits de alimentos de forma eficaz y eficiente, durante la fase de respuesta inmediata ante una emergencia, para asegurar su pronta distribución a las zonas afectadas.

4.1.1 Definir producto

La elección del tipo de kit depende del interés de tipo de ayuda que el centro de donaciones informal quiere proporcionar. Para este caso se escoge un kit de alimentos debido a que la destrucción de los almacenes de alimentos, las pérdidas personales de suministros alimenticios y la desorganización de la distribución de los mismos generan problemas nutricionales y acceso a la comida para los albergados (Organización Panamericana de la Salud, 2000). Por lo tanto, proponen kits alimenticios para resolver estas adversidades tomando en cuenta estándares de nutrición, consideraciones ergonómicas, logísticas, costos y la oferta actual de productos en el mercado ecuatoriano.

Según el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, las raciones para un kit de alimentos en caso de emergencia deben basarse en una dieta nutritiva basadas en 2,000 kilocalorías por persona por día, tomando en cuenta los requerimientos de energía per cápita de la población total (INCAP, 2016). A su vez, la Pan American Health Organization, dicta que se deben incluir alrededor de 56 gramos de alimentos proteicos (PAHO, 2016). Y el Proyecto Esfera, explica que la cantidad ideal de variedades de productos que se deben incluir en un kit es de siete a diez (Proyecto Esfera, 2011). Es así que, se procedió a realizar un

estudio de la composición de familias en el Ecuador para determinar la cantidad ideal de personas que el kit debía considerar. En base a las encuestas realizadas en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, el país está formado mayormente por familias de cuatro y cinco miembros (INEC, 2010), razón por la cual se realizaron kits para ambos grupos familiares, asumiendo que los afectados no pertenecen a grupos que requieren una dieta específica como las embarazadas, discapacitados, enfermos, bebés, entre otros. Los kits desarrollados se muestran a continuación en la Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1. Kit alimenticio para 5 personas con duración de 7 días y peso de 18.84 kg

KIT PARA 5 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS	KG/KIT	CARBOHIDRATOS (KCAL/KG)	TOTAL (KCAL/KIT)	PROTEÍNAS (KCAL/KG)	TOTAL (KCAL/KIT)	COSTO/FUNDA (\$/FUNDA)	PORCION (KG/FUNDA)	COSTO TOTAL (\$)
Arroz Cocido	1	2	3600	7200	66.7	133.4	2.66	2	2.66
Fideo	8	2	3650	7300	127.8	255.6	2.42	0.25	19.36
Avena	2	2	3800	7600	117.2	234.4	2	1	4
Frejol seco	12	6	3350	20100	226	1356	1.31	0.5	15.72
Aceite	1	1	8850	8850	0	0	2.49	1	2.49
Ázucar	1	1	4000	4000	0	0	0.88	1	0.88
Sal Yodada	1	1	0	0	0	0	0.24	1	0.24
Atún en Aceite 170 g	12	2.04	3050	6222	248	505.92	1.27	0.17	15.24
Leche en polvo	4.5	1.8	5000	9000	260	468	3	0.4	13.5
TOTAL PARA 7 DIAS		18.84		70272		2953.32		TOTAL	\$ 60.59
TOTAL POR DIA				10038.9		421.9			
TOTAL POR PERSONA				2007.8		84.4			

Tabla 2. Kit alimenticio para 4 personas con duración de 7 días y peso de 15.2 kg

KIT PARA 4 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS	KG/KIT	CARBOHIDRATOS KCAL/KG	TOTAL KCAL/KIT	PROTEÍNAS KCAL/KG	TOTAL KCAL/KIT	COSTO/FUNDA (\$/FUNDA)	PORCION (KG/FUNDA)	COSTO TOTAL
Arroz Cocido	1	2	3600	7200	70	140	2.66	2	2.66
Fideo	4	1	3650	3650	125	125	2.42	0.25	9.68
Avena	1	1	3800	3800	130	130	2	1	2.00
Frejol seco	11	5.5	3350	18425	222	1221	1.31	0.5	14.41
Aceite	1	1	8850	8850	0	0	2.49	1	2.49
Ázucar	1	1	4000	4000	0	0	0.88	1	0.88
Sal Yodada	1	1	0	0	0	0	0.24	1	0.24
Atún en Aceite 170 g	10	1.7	3050	5185	220	374	1.27	0.17	12.70
Leche en polvo	2.5	1	5000	5000	260	260	3	0.4	7.50
TOTAL PARA 7 DIAS		15.2		56110		2250		TOTAL	\$ 45.06
TOTAL POR DIA				8015.7		321.4			
TOTAL POR PERSONA				2003.9		80.4			

La selección de la duración del kit de siete días es debido a un enfoque logístico y ergonómico. Al tener una rotación de kits mayor, los albergados pueden recibir con más rapidez las donaciones y es más fácil movilizar una caja con alimentos para siete días que con alimentos para quince días o un mes debido a su peso. Ambos kits sobrepasan la dieta kilocalórica diaria propuesta por la INCAP y brindan una suficiente porción de proteínas para las personas en situación de emergencia. Adicionalmente, los kits para familias de cuatro y cinco miembros pesan 18.84 kilogramos y 15.2 kilogramos respectivamente, valores que se encuentran dentro del peso ideal de levantamiento de 25 kilogramos declarado por la OSHA (Occupational Safety and Health Organization, 2017).

Debido a que el peso de ambos kits se considera alto, se realiza un estudio ergonómico para determinar si es seguro levantarlo y transportarlo para realizar las operaciones dentro del centro de operaciones. Se usa el modelo de Niosh para determinar el índice de levantamiento, con el cual se analizan dos de las actividades principales que se deben realizar en el centro: levantar el kit desde la mesa y colocar el kit en la zona de almacenamiento en la pila que corresponde.

Para realizar este cálculo se toma en cuenta varios supuestos importantes los cuales se presentan en la Tabla 3. El cálculo de distancias, alturas y factores para el análisis de la actividad “tomar de la mesa el kit para cuatro personas y siete días de 15.2 kg” se muestra en la Tabla 4 y 5, donde primero se calculan los datos de la Tabla 4 para obtener los factores y el índice de levantamiento que se muestra en la Tabla 5. La forma para obtener estos índices lo describen Fernández y Marley (2007) en su libro. De la misma forma, el cálculo para la misma actividad con el kit de 18.84 kg para cinco personas y siete días se muestra en la Tabla 6 y 7.

Tabla 3. Supuestos para realizar el cálculo de Niosh

Altura de la mesa (cm)	71,0
Altura hasta donde la persona levantará la caja (cm)	73
Altura de la caja (cm)	36,0
Ancho de la caja (cm)	32,0

Tabla 4. Cálculo de distancias y alturas en centímetros para la actividad de tomar el kit de 15.2 kg de la mesa

Altura vertical inicial (V)	Altura vertical final	Distancia vertical (D)	Distancia horizontal (H)	Ángulo de giro (A)	Factor de frecuencia (FM)	Factor de agarre (CM)
71,0	73,0	2,0	30,0	0,0	0,9	1,0

Tabla 5. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar el kit de 15.2 kg de la mesa

	Límite de peso recomendado (Kg)	Constante de carga (Kg)	Factor de distancia horizontal	Factor de altura	Factor de desplazamiento vertical	Factor de asimetría	Factor de frecuencia	Factor de agarre
Índice de peso	LPR	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM
0,3	51,9	23,0	0,8	1,0	3,1	1,0	0,9	1,0

Tabla 6. Cálculo de distancias y alturas en centímetros para la actividad de tomar el kit de 18.84 kg de la mesa

Altura vertical inicial (V)	Altura vertical final	Distancia vertical (D)	Distancia horizontal (H)	Ángulo de giro (A)	Factor de frecuencia (FM)	Factor de agarre (CM)
71,0	73,0	2,0	30,0	0,0	0,9	1,0

Tabla 7. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar el kit de 18.84 kg de la mesa

	Límite de peso recomendado (Kg)	Constante de carga (Kg)	Factor de distancia horizontal	Factor de altura	Factor de desplazamiento vertical	Factor de asimetría	Factor de frecuencia	Factor de agarre
Índice de peso	LPR	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM
0,4	51,9	23,0	0,8	1,0	3,1	1,0	0,9	1,0

De igual manera se realiza el cálculo del índice de peso para la actividad “colocar los kits en la zona de almacenamiento”, en este caso existen cuatro casos. El primer caso es que al ir a dejar la caja ésta vaya en el suelo; el segundo caso es que vaya encima de la primera caja; el tercer caso es que se lo coloque encima de la segunda caja y finalmente el cuarto caso, que vaya encima de la tercera caja. El cálculo de distancias, alturas y factores para el análisis del kit para cuatro personas de 15.2 kg se muestra en la Tabla 8 y 9. De la misma forma, el cálculo para la misma actividad con el kit de 18.84 kg para cinco personas y siete días se muestra en la Tabla 10 y 11.

Tabla 8. Cálculo de distancias y alturas en centímetros para la actividad de tomar y dejar el kit de 15.2 kg en la zona de almacenaje

Cajas desde el suelo	Altura vertical inicial (V)	Altura vertical final	Distancia vertical (D)	Distancia horizontal (H)	Ángulo de giro (A)	Factor de frecuencia (FM)	Factor de agarre (CM)
3,0	73,0	108,0	35,0	32,0	0,0	0,9	1,0
2,0	73,0	72,0	1,0	32,0	0,0	0,9	1,0
1,0	73,0	36,0	37,0	32,0	0,0	0,9	1,0
0,0	73,0	0,0	73,0	32,0	0,0	0,9	1,0

Tabla 9. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar y dejar el kit de 15.2 kg en la zona de almacenaje

		Límite de peso recomendado (Kg)	Constante de carga (Kg)	Factor de distancia horizontal	Factor de altura	Factor de desplazamiento vertical	Factor de asimetría	Factor de frecuencia	Factor de agarre
Caso	Índice de peso	LPR	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM
Caja 4	0,91	16,8	23,0	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0
Caja 3	0,18	84,9	23,0	0,8	1,0	5,3	1,0	0,9	1,0
Caja 2	1,01	15,0	23,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
Caja 1	1,08	14,1	23,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0

Tabla 10. Cálculo de distancias y alturas en centímetros para la actividad de tomar y dejar el kit de 18.84 kg en la zona de almacenaje

Cajas desde el suelo	Altura vertical inicial (V)	Altura vertical final	Distancia vertical (D)	Distancia horizontal (H)	Ángulo de giro (A)	Factor de frecuencia (FM)	Factor de agarre (CM)
3,0	73,0	108,0	35,0	32,0	0,0	0,9	1,0
2,0	73,0	72,0	1,0	32,0	0,0	0,9	1,0
1,0	73,0	36,0	37,0	32,0	0,0	0,9	1,0
0,0	73,0	0,0	73,0	32,0	0,0	0,9	1,0

Tabla 11. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar y dejar el kit de 18.84 kg en la zona de almacenaje

		Límite de peso recomendado (Kg)	Constante de carga (Kg)	Factor de distancia horizontal	Factor de altura	Factor de desplazamiento vertical	Factor de asimetría	Factor de frecuencia	Factor de agarre
Caso	Índice de peso	LPR	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM
Caja 4	1,12	16,8	23,0	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0
Caja 3	0,22	84,9	23,0	0,8	1,0	5,3	1,0	0,9	1,0
Caja 2	1,25	15,0	23,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
Caja 1	1,34	14,1	23,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0

Como se puede ver en la Tabla 5 y 7, el índice de peso es menor a uno tanto en el kit para cuatros como para el de cinco personas, lo que significa que el riesgo es limitado, por lo que los voluntarios que realicen el levantamiento de la caja desde la mesa de empaquetado no corren mayor riesgo.

Por otro lado, para la actividad de dejar al kit de cuatro personas en la zona de almacenaje, se tienen índices mayores a uno al dejar la primera y segunda caja sobre el suelo, lo mismo ocurre con el kit para cinco solo que además también se incurre en un riesgo al dejar la última caja. Debido a que para ambas actividades y kits se tiene un índice de peso de más de uno, según Fernández y Marley, cuando el índice es de uno a tres se tiene un incremento moderado del riesgo lo que significa que algunos trabajadores pueden sufrir dolencias y la tarea debe ser rediseñada o asignarse a trabajadores que se sometan a control (2007). Es por esto que se recomienda el uso de equipos para levantar y trasladar las cajas de la zona de ensamble a la zona de envío y caso contrario que sean dos personas que trasladen los kits a dicha zona.

También se evalúa la opción de reducir el peso y el costo de los kits usando investigación de operaciones. Para esto se debe de rediseñar el kit.

Se definen las siguientes variables:

$$i \in \left\{ \begin{array}{l} \text{Arroz cocido, Fideo, Avena, Fréjol Seco, Aceite, Azúcar,} \\ \text{Sal Yodada, Atún en Aceite, Leche en polvo} \end{array} \right\}$$

x_i : Número de fundas o latas del producto i

C_i : Número de kilocalorías/kilogramo de carbohidratos del producto i

$TC_i = x_i C_i F_i$: Total de kilocalorías de carbohidratos del producto i que vienen en un kit

P_i : Número de gramos/kilogramo de proteínas del producto i

$TP_i = x_i P_i F_i$: Total de gramos de proteínas del producto i que vienen en un kit

K_i : Costo en dólares de la porción o funda del producto i

F_i : Kilogramos en cada funda de cada producto i

m_i : Mínimo de fundas o latas del producto i para satisfacer la dieta en el periodo

g_i : Máximo de fundas o latas del producto i para satisfacer la dieta en el periodo

N : Número de días que el kit podrá abastecer a una familia de M miembros

Se plantea la siguiente función objetivo para minimizar el peso total del kit:

$$\text{Min } \sum_1^i x_i F_i$$

Con las siguientes restricciones:

1. Restricción de las kilocalorías de carbohidratos totales: para satisfacer una dieta nutritiva como se había mencionado con anterioridad, una persona debe adquirir 2,000 kilocalorías por día en caso de emergencia.

$$\frac{\sum_1^i x_i C_i F_i}{N * M} \geq 2000 \quad \text{o} \quad \frac{\sum_1^i TC_i}{N * M} \geq 2000$$

2. Restricción de las proteínas totales: para satisfacer una dieta nutritiva una persona debe adquirir 56 gramos de proteínas por día en caso de emergencia.

$$\frac{\sum_1^i x_i P_i F_i}{N * M} \geq 56 \quad \text{o} \quad \frac{\sum_1^i T P_i}{N * M} \geq 56$$

3. Restricción de las porciones mínimas y máximas que se pueden consumir de cada producto.

$$x_i \leq g_i$$

$$x_i \geq m_i$$

A continuación se utiliza la herramienta Solver de Excel para resolver el problema para un kit de cuatro personas y siete días el cual se puede observar en la Tabla 12. Se obtiene como resultado un kit con un peso total de 14.35 kg y un costo total de \$56.91

Tabla 12. Solución del problema de minimización de peso para el kit de 4 personas (M) y 7 días (N)

KIT PARA 4 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS Xi	CARBOHIDRATOS KCAL/KG (Ci)	TOTAL KCAL/KIT (TCi)	PROTEÍNAS G/KG (Pi)	TOTAL G/KIT (TPi)	COSTO/PORCION (Ki)	PORCION (KG/FUNDA) (Fi)	PESO TOTAL	GRAMOS DE PORCIÓN DIARIA	MÍNIMO DE FUNDAS (mi)	MÁXIMO DE FUNDAS (gi)
Arroz Cocido	1	3600	7200	70	140	2.66	2	2	100	1	2
Fideo	8	3650	7300	125	250	2.42	0.25	2	100	5	12
Avena	3	3800	11400	130	390	2	1	3		1	10
Fréjol seco	3	3350	5025	222	333	1.31	0.5	1.5	56	3	10
Aceite	1	8850	8850	0	0	2.49	1	1		1	1
Azúcar	1	4000	4000	0	0	0.88	1	1		1	1
Sal Yodada	1	0	0	0	0	0.24	1	1		1	1
Atún en Aceite 170 g (10)	5	3050	2592.5	220	187	1.27	0.17	0.85	70	5	12
Leche en polvo	5	5000	10000	260	520	3	0.4	2	31	1	5
TOTAL PARA 7 DIAS			56367.5		1820						
TOTAL POR DIA			8052.5		260						
TOTAL POR PERSONA			2013.1		65						
RESTRICCIÓN			2000.0		56						

F.O (Peso total) **14.35**

Costo total **\$ 56.91**

También se resuelve el problema para un kit de cinco personas y siete días, el cual se puede observar en la Tabla 13 y se obtiene un peso total de 18 kg y un costo total de \$74.67.

Tabla 13. Solución del problema de minimización de peso para el kit de 5 personas (M) y 7 días (N)

KIT PARA 5 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS Xi	CARBOHIDRATOS KCAL/KG (Ci)	TOTAL KCAL/KIT (TCi)	PROTEÍNAS G/KG (Pi)	TOTAL G/KIT (TPi)	COSTO/FUNDA (Ki)	PORCIÓN (KG/FUNDA) (Fi)	PESO TOTAL	GRAMOS DE PORCIÓN DIARIA	MÍNIMO DE FUNDAS (mi)	MÁXIMO DE FUNDAS (gi)
Arroz Cocido	2	3600	14400	66.7	266.8	2.66	2	4	100	1	2
Fideo	13	3650	11862.5	127.8	415.35	2.42	0.25	3.25	100	6	14
Avena	3	3800	11400	117.2	351.6	2	1	3		1	3
Fréjol seco	3	3350	5025	226	339	1.31	0.5	1.5	56	3	12
Aceite	1	8850	8850	0	0	2.49	1	1		1	1
Azúcar	1	4000	4000	0	0	0.88	1	1		1	1
Sal Yodada	1	0	0	0	0	0.24	1	1		1	1
Atún en Aceite 170 g (12)	5	3050	2592.5	248	210.8	1.27	0.17	0.85	70	5	15
Leche en polvo	6	5000	12000	260	624	3	0.4	2.4	31	1	6
TOTAL PARA 7 DIAS			70130		2207.55						
TOTAL POR DIA			10018.57		315.3643						
TOTAL POR PERSONA			2003.7		63.1						
RESTRICCIÓN			2000.0		56.0						

F.O (Peso total) **18**

Costo total **\$ 74.67**

Del mismo modo se decide resolver el problema minimizando el costo del kit, para lo cual se usa la siguiente función objetivo, con las mismas variables y restricciones que se mencionó anteriormente:

$$\text{Min } \sum_1^i x_i K_i$$

Se resuelve el problema para un kit de cuatro personas y siete días, el cual se puede observar en la Tabla 14 y se obtiene un peso total de 15 kg y un costo total de \$42.31.

Tabla 14. Solución del problema de minimización de costo para el kit de 4 personas (M) y 7 días (N)

KIT PARA 4 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS Xi	CARBOHIDRATOS KCAL/KG (Ci)	TOTAL KCAL/KIT (TCi)	PROTEÍNAS G/KG (Pi)	TOTAL G/KIT (TPi)	COSTO/PORCIÓN (Ki)	PORCIÓN (KG/FUNDA) (Fi)	PESO TOTAL	GRAMOS DE PORCIÓN DIARIA	MÍNIMO DE FUNDAS (mi)	MÁXIMO DE FUNDAS (gi)
Arroz Cocido	2	3600	14400	70	280	2.66	2	4	100	1	2
Fideo	5	3650	4562.5	125	156.25	2.42	0.25	1.25	100	5	12
Avena	4	3800	15200	130	520	2	1	4		1	10
Fréjol seco	3	3350	5025	222	333	1.31	0.5	1.5	56	3	10
Aceite	1	8850	8850	0	0	2.49	1	1		1	1
Azúcar	1	4000	4000	0	0	0.88	1	1		1	1
Sal Yodada	1	0	0	0	0	0.24	1	1		1	1
Atún en Aceite 170 g	5	3050	2592.5	220	187	1.27	0.17	0.85	70	5	12
Leche en polvo	1	5000	2000	260	104	3	0.4	0.4	31	1	5
TOTAL PARA 7 DIAS			56630		1580.25			15			
TOTAL POR DIA					8090						
TOTAL POR PERSONA			2022.5		56.4375						
RESTRICCIÓN			2000.0		56						

F.O (Costo total) \$ 42.31

Y se resuelve el problema para un kit de cinco personas y siete días, el cual se puede observar en la Tabla 15 y se obtiene un peso total de 19.09 kg y un costo total de \$57.52.

Tabla 15. Solución del problema de minimización de costo para el kit de 5 personas (M) y 7 días (N)

KIT PARA 5 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS Xi	CARBOHIDRATOS KCAL/KG (Ci)	TOTAL KCAL/KIT (TCi)	PROTEÍNAS G/KG (Pi)	TOTAL G/KIT (TPi)	COSTO/PORCIÓN (Ki)	PORCIÓN (KG/FUNDA) (Fi)	PESO TOTAL	GRAMOS DE PORCIÓN DIARIA	MÍNIMO DE FUNDAS (mi)	MÁXIMO DE FUNDAS (gi)
Arroz Cocido	2	3600	14400	66.7	266.8	2.66	2	4	100	1	2
Fideo	6	3650	5475	127.8	191.7	2.42	0.25	1.5	100	6	14
Avena	3	3800	11400	117.2	351.6	2	1	3		1	3
Fréjol seco	12	3350	20100	226	1356	1.31	0.5	6	56	3	12
Aceite	1	8850	8850	0	0	2.49	1	1		1	1
Azúcar	1	4000	4000	0	0	0.88	1	1		1	1
Sal Yodada	1	0	0	0	0	0.24	1	1		1	1
Atún en Aceite 170 g	5	3050	2592.5	248	210.8	1.27	0.17	0.85	70	5	15
Leche en polvo	2	5000	4000	260	208	3	0.4	0.8	31	1	6
TOTAL PARA 7 DIAS			70817.5		2584.9			19.15			
TOTAL POR DIA					10116.79						
TOTAL POR PERSONA			2023.4		73.9						
RESTRICCIÓN			2000.0		56.0						

F.O (Costo total) \$ 57.52

Debido a que se tienen tres tipos diferentes de kits: uno que se realizó al principio mediante un método de tanteo, otro que reduce al mínimo el peso del kit y otro que reduce el costo del kit, se decide realizar un kit que tome en cuenta tanto el peso como el costo mediante un modelo multiobjetivo. Para realizar este modelo se toma en cuenta como función objetivo principal la que minimiza el peso, debido a que es una prioridad importante que se mantenga esta variable lo más baja posible por cuestiones logísticas y ergonómicas. La segunda función objetivo del costo, se convertirá en una nueva restricción para el modelo, como se muestra a continuación:

$$\sum_1^i x_i K_i \leq \epsilon$$

En donde epsilon toma un valor entre el costo mínimo y el costo máximo obtenido en los modelos anteriores. Es así que para el kit de cuatro personas, considerando las variables anteriores y las restricciones de calorías, proteínas y los mínimos y máximos de cada

producto y con un epsilon escogido de \$14.60, se obtiene un kit de 14.55 kg y un costo de \$49.38 como se puede ver en la Tabla 16.

Tabla 16. Solución del problema multiobjetivo para el kit de 4 personas (M) y 7 días (N)

KIT PARA 4 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS Xi	CARBOHIDRATOS KCAL/KG (Ci)	TOTAL KCAL/KIT (TCi)	PROTEÍNAS G/KG (Pi)	TOTAL G/KIT (TPi)	COSTO/PORCIÓN (Ki)	PORCIÓN (KG/FUNDA) (Fi)	PESO TOTAL	GRAMOS DE PORCIÓN DIARIA	MÍNIMO DE FUNDAS (mi)	MÁXIMO DE FUNDAS (gi)
Arroz Cocido	1	3600	7200	70	140	2.66	2	2	100	1	2
Fideo	6	3650	5475	125	187.5	2.42	0.25	1.5	100	5	12
Avena	4	3800	15200	130	520	2	1	4		1	10
Fréjol seco	4	3350	6700	222	444	1.31	0.5	2	56	3	10
Aceite	1	8850	8850	0	0	2.49	1	1		1	1
Azúcar	1	4000	4000	0	0	0.88	1	1		1	1
Sal Yodada	1	0	0	0	0	0.24	1	1		1	1
Atún en Aceite 170 g (10)	5	3050	2592.5	220	187	1.27	0.17	0.85	70	5	12
Leche en polvo	3	5000	6000	260	312	3	0.4	1.2	31	1	5
TOTAL PARA 7 DIAS			56017.5		1790.5			F.O (Peso total) 14.55			
TOTAL POR DIA			8002.5		255.7857						
TOTAL POR PERSONA			2000.6		63.9464						
RESTRICCIÓN			2000.0		56						

Restricción de costo
Costo total \$ 49.38 \$ 14.60

Lo mismo se realizó para el kit de cinco personas y con un epsilon de \$70, se obtuvo un kit de 18.53 y un costo de \$68.58 como se puede ver en la Tabla 17.

Tabla 17. Solución del problema multiobjetivo para el kit de 5 personas (M) y 7 días (N)

KIT PARA 5 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS Xi	CARBOHIDRATOS KCAL/KG (Ci)	TOTAL KCAL/KIT (TCi)	PROTEÍNAS G/KG (Pi)	TOTAL G/KIT (TPi)	COSTO/PORCIÓN (Ki)	PORCIÓN (KG/FUNDA) (Fi)	PESO TOTAL (KG)	GRAMOS DE PORCIÓN DIARIA	MÍNIMO DE FUNDAS (mi)	MÁXIMO DE FUNDAS (gi)
Arroz Cocido	2	3600	14400	66.7	266.8	2.66	2	4	100	1	4
Fideo	8	3650	7300	127.8	255.6	2.42	0.25	2	100	8	28
Avena	3	3800	11400	117.2	351.6	2	1	3	40	1	3
Fréjol seco	6	3350	10050	226	678	1.31	0.5	3	56	3	12
Aceite	1	8850	8850	0	0	2.49	1	1		1	1
Azúcar	1	4000	4000	0	0	0.88	1	1		1	1
Sal Yodada	1	0	0	0	0	0.24	1	1		1	1
Atún en Aceite 170 g	9	3050	4666.5	248	379.44	1.27	0.17	1.53	70	9	29
Leche en polvo	5	5000	10000	260	520	3	0.4	2	31	1	9
TOTAL PARA 7 DIAS			70666.5		2451.44			F.O (Peso total) 18.53			
TOTAL POR DIA			10095.21		350.2057						
TOTAL POR PERSONA			2019.0		70.0						
RESTRICCIÓN			2000.0		56.0						

Restricción de costo
Costo total \$ 68.58 \$ 70.00

Cabe recalcar que los valores de porciones mínimas y máximas de cada producto son escogidos de forma subjetiva. Además la porción diaria escogida para cada uno de los productos son cantidades en fundas que se encontraron en los supermercados de Quito junto con el costo mínimo del mercado para estas fundas o porciones.

A continuación en la Tabla 18 se puede ver una comparación entre los kits planteados para cuatro personas.

Tabla 18. Comparación entre los kits planteados para 4 personas

Método	Kit	Total Carbohidratos (Kcal/kit)	Total Proteínas (g/kit)	Peso (kg)	Costo (\$)
Tanteo	4 personas, 7 días	2,004	80.4	15.2	45.06
IO (F.O: Costo)	4 personas, 7 días	2,022	56	15	42.31
IO (F.O: Peso)	4 personas, 7 días	2,013	65	14.35	56.91
IO (Multiobjetivo)	4 personas, 7 días	2,001	64	14.55	49.38

En la Tabla 19 se puede ver una comparación entre los kits planteados para cuatro personas.

Tabla 19. Comparación entre los kits planteados para 5 personas

Método	Kit	Total Carbohidratos (Kcal/kit)	Total Proteínas (g/kit)	Peso (kg)	Costo (\$)
Tanteo	5 personas, 7 días	2,008	84.4	18.84	60.59
IO (F.O: Costo)	5 personas, 7 días	2,023	73.9	19.15	57.52
IO (F.O: Peso)	5 personas, 7 días	2,004	63.1	18.00	74.67
IO (Multiobjetivo)	5 personas, 7 días	2,019	70	18.53	68.58

De esta forma el kit que se recomienda y que es escogido para el diseño del centro de donaciones es el obtenido con la función multiobjetivo. El detalle del kit se muestra en la Tabla 20 y 21.

Tabla 20. Cantidad de fundas de productos que conforman el kit multiobjetivo para 4 personas

KIT PARA 4 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS X_i	PORCIÓN (KG/FUNDA) (F_i)	PESO TOTAL (KG)
Arroz Cocido	1	2	2
Fideo	6	0.25	1.5
Avena	4	1	4
Fréjol seco	4	0.5	2
Aceite	1	1	1
Azúcar	1	1	1
Sal Yodada	1	1	1
Atún en Aceite 170 (g)	5	0.17	0.85
Leche en polvo	3	0.4	1.2
		Peso total	14.55
		Costo total	\$ 49.38

Tabla 21. Cantidad de fundas de productos que conforman el kit multiobjetivo para 5 personas

KIT PARA 5 PERSONAS 7 DIAS	NÚMERO DE FUNDAS X_i	PORCIÓN (KG/FUNDA) (F_i)	PESO TOTAL (KG)
Arroz Cocido	2	2	4
Fideo	8	0.25	2
Avena	3	1	3
Fréjol seco	6	0.5	3
Aceite	1	1	1
Azúcar	1	1	1
Sal Yodada	1	1	1
Atún en Aceite 170 (g)	9	0.17	1.53
Leche en polvo	5	0.4	2
		Peso total	18.53
		Costo total	\$ 68.58

Se decide verificar si mejoró la situación ergonómica con los nuevos pesos, por lo que se calcula nuevamente el índice de Niosh para la actividad “dejar el kit en la zona de almacenamiento” y se obtiene que para el kit de cuatro personas el índice mejoró en el caso de dejar la segunda caja en el suelo, esto se puede evidenciar con la Tabla 22.

Tabla 22. Cálculo del límite de peso y factores para la actividad de tomar y dejar el kit de 14.55 kg en la zona de almacenaje

		Limite de peso recomendado (Kg)	Constante de carga (Kg)	Factor de distancia horizontal	Factor de altura	Factor de desplazamiento o vertical	Factor de asimetría	Factor de frecuencia	Factor de agarre
Caso	Índice de peso	LPR	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM
Caja 4	0,87	16,8	23,0	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0
Caja 3	0,17	84,9	23,0	0,8	1,0	5,3	1,0	0,9	1,0
Caja 2	0,97	15,0	23,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
Caja 1	1,03	14,1	23,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0

4.2. Especificar actividades primarias y de soporte

Todo centro de donaciones en caso de emergencia, tiene como procesos productivos: la recepción y revisión de donaciones, clasificación, ensamble de kits y empaquetado de kits y despacho.

A continuación se explica lo que cada proceso comprende:

Proceso de Recepción y Revisión de donaciones:

- Recibir las donaciones.
- Revisar si el producto no está caducado.
- Enviar el producto que está caducado a un área de inservibles
- Colocar las donaciones en área de pre clasificación

Proceso de Clasificación de donaciones:

- Transportar los productos de la zona de pre clasificación a la de clasificación
- Ubicar los productos en cajas en su área determinada según su tipo y considerando el peso de cada caja.

Proceso de Ensamble de kits:

- Colocar los productos en una caja de acuerdo al kit de alimentos propuesto. Esto se realizará mediante una línea de producción en una mesa.

Proceso de Empaquetado de kits:

- Sellar las cajas del kit con cinta adhesiva.
- Etiquetar el kit para su reconocimiento en el albergue.

Proceso de Despacho de kits:

- Trasladar los kits empaquetados a la zona de despacho
- Inventariar los kits que se van a enviar

El sistema de almacenaje a emplear, considerando que es un centro informal y no se cuenta con estanterías, racks o pallets, los productos serán almacenados en pilas sobre cartones o sobre mesas evitando el contacto directo con el piso, además el almacenamiento será dedicado es decir, por producto debido que existe poca variedad de productos en grandes

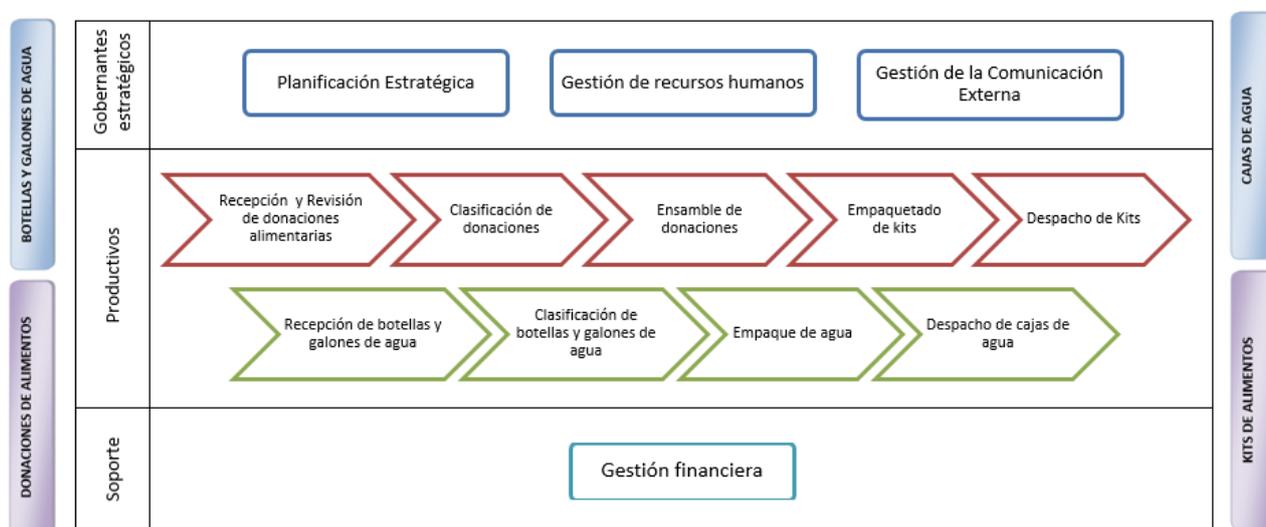
cantidades. Además el sistema de manipulación será manual con ayuda de los voluntarios, considerando las normas OSHA del manejo manual de materiales que corresponde a un máximo de 25 kilogramos.

Otro tema a considerar es la transmisión de la información al donador, se debe informar al donador qué debe donar y en qué cantidades unitarias, pues si este dona los productos correctos agilizará la ayuda humanitaria a los albergados. Por lo tanto, se desea tener una comunicación con ellos a través de aplicaciones móviles, redes sociales, periódicos, televisión y radios.

Además de todas las actividades que se deben realizar para el ensamblaje de kits alimenticios, se establece la necesidad de crear un área para la recepción, clasificación, empaquetado y despacho de agua debido a que es un producto que con frecuencia reciben todos los centros de donaciones.

En la Figura 4 se muestra el mapa de macroprocesos del centro de donaciones:

Figura 4. Macroprocesos de un centro de donaciones informal de emergencia



4.3. Determinar interrelaciones entre las actividades

Una vez que se determinaron los procesos, se definen en qué áreas se ubicará a cada uno de estos.

Se obtiene que el proceso de recepción y revisión de donaciones se realizará en el área de recepción de alimentos, el proceso de clasificación de donaciones, al igual que el proceso de ensamblaje y empaquetado de kits se realizará en el área de ensamblaje de alimentos, por otro lado el proceso de despacho de kits se realizará en el área de almacenamiento de kits.

Para el agua el proceso de clasificación, empaquetado y almacenaje se realizará en el área de almacenamiento de agua.

Finalmente también se tendrá un área de suministro con todos los materiales necesarios para el empaque de agua y kits y otra área disponible para el almacenaje de otros productos como productos caducados, inservibles u otros.

Ya identificadas las áreas se establece cuál de estas tiene una relación absolutamente necesaria (A), es decir las áreas que deben estar adyacentes para disminuir el tiempo de traslado de productos y se estima el número de cajas de se trasladan desde cada una de las

áreas, de esta forma se realiza la tabla de relaciones cualitativas y cuantitativas que se puede ver en la Tabla 23.

Tabla 23. Relaciones cuantitativas y cualitativas de los departamentos del centro de donaciones

Desde/Hasta (Número de cajas, Relación)	Suministros	Recepción de alimentos	Ensamblaje	Envío	Almacenamiento de agua	Almacenamiento de otros productos
Suministros		190, A	65, A		98, A	65, A
Recepción de alimentos			190, A			
Ensamblaje				65, A		
Envío						
Almacenamiento de agua						
Almacenamiento de otros productos						

Se crea un diagrama de bloques (Figura 5) que cumple con todas las relaciones de adyacencia por lo que se tiene una eficiencia relativa del 100%.

Figura 5. Diagrama de bloques del centro de donaciones



4.4. Determinar requerimientos de espacio entre todas las actividades

Para determinar los requerimientos de espacio entre todas las actividades se consideran dos enfoques esenciales. El primero es en base a la demanda determinar cuánto espacio se requiere y de esta forma diseñar el centro de donaciones, mientras que el segundo enfoque es conocer las limitaciones para poder diseñar el centro en base a estas.

Diseño del centro de donaciones en base a la demanda

Definir la demanda

En base a la cifra de 1,230,000 afectados quince días después del terremoto del 16 de abril del 2016 (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2016), se obtiene la

demanda diaria de 82,000 afectados al día. Se deben realizar ciertos supuestos como: el número de integrantes por familia al que se va a dirigir el kit, el porcentaje de abastecimiento de los centros de donaciones informales y el número de centros informales como se puede ver en la Tabla

En base a esta información, se logra identificar la demanda total de personas a cubrir, la demanda total por centro de donación informal y el número de kits diarios por centro de donación que se debe elaborar para satisfacer la demanda establecida. Como consecuencia, se debe determinar la cantidad de cada producto del kit que debe haber en la zona de clasificación y envío, por lo tanto se puede calcular el número de cajas y espacio a diseñar. Es así que utilizando el enfoque de cuánta capacidad se tiene para satisfacer una demanda establecida, se calcula el espacio total del centro de donaciones.

Tabla 24. Datos generales para calcular la demanda diaria de kits

Demanda total de damnificado	1230000
Número de integrantes que conforma una familia	5
Días en que se quiere cubrir la demanda	7
Demanda kits diaria total	35143

Tabla 25. Datos generales para calcular la demanda diaria de kits de un centro de donaciones informal

	% Abastecimiento	% Abastecimiento Quito	Número de centros funcionando en Quito	Demanda de kits TOTAL durante el desastre	Demanda diaria de kits que debe satisfacer cada centro
Centros Formales	70%	35%	12	12300	1025
Centros Informales	30%	15%	80	5271	65

Diseño de la zona de Envío y Almacenaje de Aguas

En el libro *Introduction to Logistics Systems Management* de Gianpolo Ghiani, Gilbert Laporte y Roberto Musamanno, se propone una estrategia para calcular las distintas áreas de trabajo dentro de una bodega de almacenaje. Esta supone que el diseño de la bodega es de flujo a través del espacio, con una sola entrada y una sola salida, que no existen restricciones para el manejo manual de los productos y que el almacenaje de la mercancía esté ordenado con una organización específica (Ghiani, 2013). Es así que para la zona de envío se usa la fórmula que se muestra a continuación, para calcular n_x que es el número de cajas que se requieren en L_x , donde m es el número de localizaciones totales necesarias, α_y y el ancho de la carga unitaria en el eje y, α_x el largo de la caja unitaria en el eje x, n_z el número de localizaciones en el eje z, y w_x el ancho de pasillo en el eje x. Se recomienda que el ancho del pasillo sea igual o mayor a 1.5 metros (Fernández de Castro Díaz, 2010).

$$n'_x = \sqrt{\frac{m\alpha_y}{2n_z(\alpha_x + \frac{w_x}{2})}}$$

Para el diseño del centro de donaciones, se estima un ancho de pasillo de 1.6 metros, el cuál facilita el flujo de dos personas. De igual forma, se mide el kit escogido y se obtiene que es necesario una carga unitaria con un *alfa* y (ancho) y un *alfa* x (largo) de 0.32 metros, y con un *alfa* z o un alto de 0.36 metros. El número de cajas en el *eje* z se estima tomado en cuenta que una persona promedio en el Ecuador mide 1.67 metros (Metro, s.f), debido a esto se calcula que se puede colocar en pila un número de 4 cajas sin hacer mucho esfuerzo, una quinta caja perjudicaría a la persona físicamente debido al peso de la caja. Los datos generales que se tomaron en cuenta para el diseño se muestran en el Anexo 1.

Finalmente con el número de localizaciones necesarias en x y en y , y el número de pasillos requeridos se calcula que para la zona de envío se requiere un L_y de 7.68 metros y un L_x de 3.04 metros como se muestra en el Anexo 2.

De igual manera, se usa la misma fórmula e Ghiani para calcular el número de cajas que se requieren en L_y en la zona de almacenamiento de agua y se obtiene un L_y de 2.24 metros y un L_x de 4.66 metros como se muestra en el Anexo 3.

Diseño de zona de Ensamble

Para esta zona se debe realizar un análisis de la cantidad de cajas totales que se requieren para clasificar cada producto junto a la mesa de ensamble, para así satisfacer la demanda diaria total. Se debe identificar la cantidad total de kilogramos y de fundas o latas de los productos, con el fin de calcular la demanda diaria total y así calcular el número de cajas requeridas por día que se deben emplear para satisfacer la demanda diaria total. En este caso se supone que cada caja debe pesar 10 kilogramos por cuestiones de facilidad logística y ergonómica dado que los trabajadores no entrenados, no deben de levantar un peso mayor a 15 kilogramos por sí solos (Universidad de Málaga, 2007). Una vez calculado el valor total de cajas diarias para cada producto en la zona de clasificación, se destaca el que mayor cajas requiere y en base a ese producto, se determina la mejor forma de agrupar las cajas en términos de largo (*eje* x), profundidad (*eje* y) y altura (*eje* z) para aplicarla al resto de productos y tener una estética homogénea. Para el caso presentado, se requieren veinte cajas de fréjol seco en grano para satisfacer los 130 kilogramos totales necesarios para realizar todos los kits de cinco personas y abastecer la demanda de un día, por lo que este número de cajas será el que determina el espacio para los otros productos también.

Otro tema a definir dentro de la zona de ensamble es la forma en la que se va a elaborar el kit, es decir el orden específico en el que se van a meter los productos en la caja para alcanzar la tasa de producción deseada con el menor número de estaciones (Nahmías, 2013). Para esto se debe obtener el promedio de los tiempos en que se emuló meter los productos a las cajas, calcular el tiempo total de procesamiento, establecer cuál de ellos es el cuello de botella, cuyo tiempo es definido como el tiempo de ciclo y se debe calcular el número de estaciones mínimas requeridas. Para realizar esto se consideran las siguientes fórmulas:

Tiempo de procesamiento: $T = \sum_{i=1}^n t_i$ siendo i los distintos productos.

Tasa de producción: $r = \frac{\text{Demanda}}{\text{Disponibilidad}}$

Tiempo de ciclo: $c = \frac{1}{r}$

Número mínimo de estaciones: $n = \left\lceil \frac{T}{c} \right\rceil$ se lo debe de redondear para arriba.

Eficiencia: $\% \text{ Eficiencia} = \frac{T}{n * c} * 100\%$

Tiempo ocioso: $T. O = (n * c) - 100\%$

Se procede a elaborar un diagrama de precedencias de cómo debería construirse un kit y finalmente se realiza el análisis de balanceo para establecer qué producto va en cada estación. A continuación se muestran los resultados del balanceo de líneas:

Tabla 26. Tiempos promedio de colocación de cada producto en caja

Producto	Tiempo (seg)
Arroz	5.3
Fideos	12.8
Atún	15.5
Fréjol en grano	16
Avena	8
Leche en polvo	15.8
Aceite	3.1
Azúcar	2.7
Sal	2.7
Tiempo de procesamiento	81.9

Figura 6. Resultados de los cálculos de balanceo de líneas

Cuello de botella = Tiempo de ciclo (seg)	16
Número mínimo de estaciones	6
Eficiencia (seg)	85.31%
Retraso (seg)	14.69%
Tiempo de Ocio (seg)	14.1

Figura 7. Diagrama de precedencias

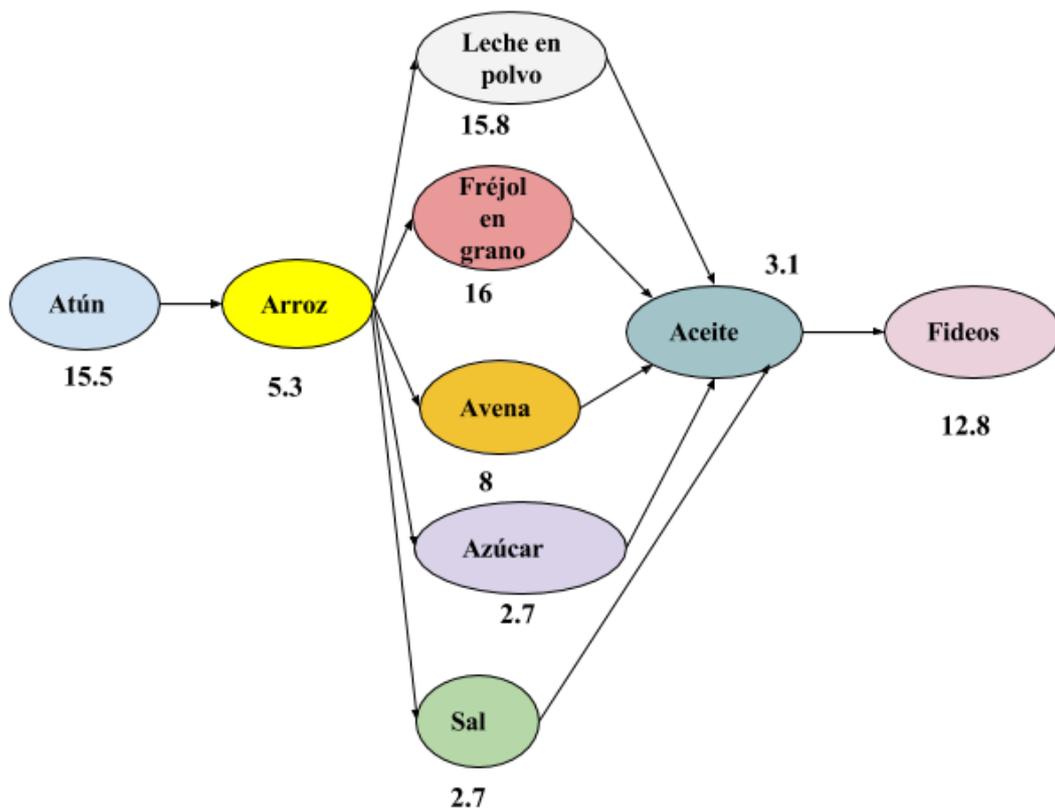
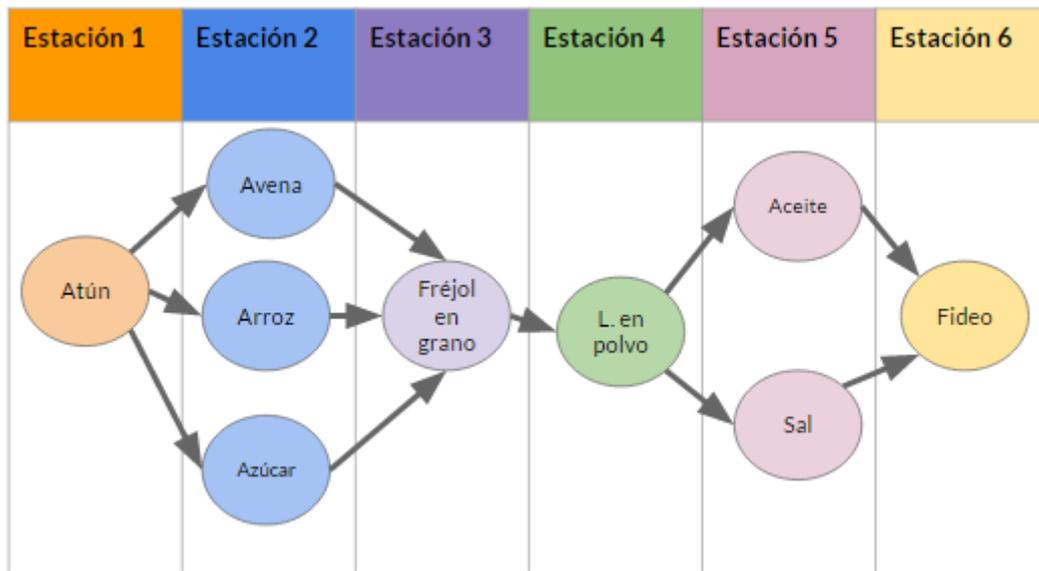


Figura 8. Línea balanceada

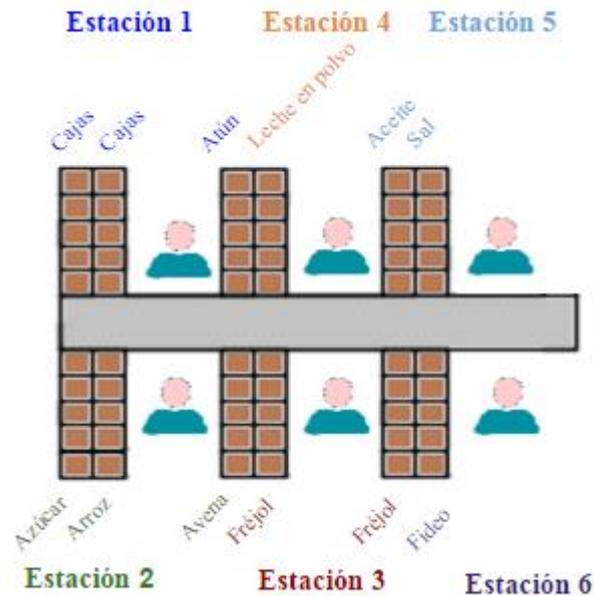


Una vez que ya se obtienen las estaciones, se calcula la cantidad necesaria de cada producto que va en el kit para satisfacer la demanda diaria. Suponiendo que las cajas en donde se van a almacenar los productos tienen las mismas dimensiones que las cajas para los kits, se recomienda que el peso que se lleve en estas no sobrepase los 10 kilogramos debido a que estas cajas deberán ser transportadas con mayor frecuencia, y si se coloca un peso mayor puede afectar a la persona físicamente.

Una vez estimado el peso de la carga unitaria para trasladar todos los productos de la zona de recepción a la zona de ensamble, se puede calcular el número de cajas de cada producto necesita diariamente. Es así que para calcular el espacio requerido para la zona de ensamble se calcula el espacio máximo requerido para almacenar las cajas de cada producto en cada estación, tal y como se muestra en la Figura 9. Cabe recalcar que para el diseño de esta zona se estiman 7 espacios para cajas a los largo de la mesa, por lo que el usuario puede escoger a qué lado colocar el producto cuando solo tiene uno, como por ejemplo el fréjol, esto también puede hacerlo para los otros productos. Además se estima el número de pasillos que debe tener esta zona y se calcula el ancho de la mesa tomando en cuenta que es necesario que alcancen dos cajas, y el largo de la mesa tomando en cuenta que deben alcanzar todas las cajas de las estaciones, más el espacio que ocupa cada personas en la estación. Cabe mencionar que el espacio que necesita cada operador en la mesa es de al menos 1 metro según el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales español (Chaverría, 1997).

Cabe recalcar que dependiendo de la velocidad y la forma con la que cada persona pueda ensamblar el kit, el balanceo de líneas podría cambiar si los tiempos son muy diferentes, por ejemplo, el balanceo puede variar si la persona no coloca el fréjol de dos en dos, sino de uno en uno. Los tiempos con los que se estimaron en esta ocasión se tomaron suponiendo que la persona que ensambla recoge los productos de dos en dos y que todas las personas tienen velocidades similares.

Figura 9. Zona y mesa de ensamble



De esta forma se obtiene que la zona de ensamble debe tener una longitud en L_y de 7.45 metros, pero debido a que se requiere un diseño de rectangular del área total, este L_y se iguala al de la zona de recepción, el cual resultó mayor. Así, se logra que el L_y final de la zona de ensamble sea de 7.68 metros y el L_x sea 6.84 metros, los datos usados se muestran con más detalle en el Anexo 5.

Diseño de la zona de Recepción

Para esta zona, la información entrante que se debe tomar en cuenta es el número de productos que se van a recibir, así se determinan cuántas ubicaciones por tipo se requiere. Para esta y todas las zonas se supone que las dimensiones de la caja son estándares, es decir de 0.32x0.32x0.36 metros por lo cual estas serán las dimensiones que se usaran para calcular el espacio necesario. También se estima el número de pasillos a lo largo y ancho del espacio con sus longitudes establecidas de 1.6 metros considerando que en esta zona debe de ir una mesa para facilitar la recepción de las donaciones.

Una acotación que se debe mencionar, es que la ubicación de los pasillos que dividen los productos y la forma de ubicar cada bahía de productos puede cambiar, sin embargo se debe seleccionar la configuración de espacio que minimice la distancia euclidiana entre la zona de recepción y clasificación y la zona de ensamble. Las opciones evaluadas se muestran en la Figura 10, 11 y 12, escogiendo finalmente la opción de la Figura 12.

Figura 10. Opción 1 de colocación de divisores en zona de recepción

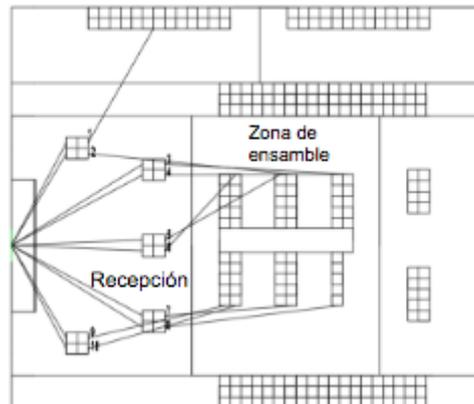


Figura 11. Opción 2 de colocación de divisores en zona de recepción

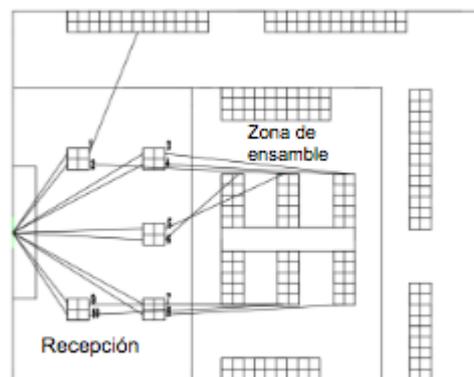
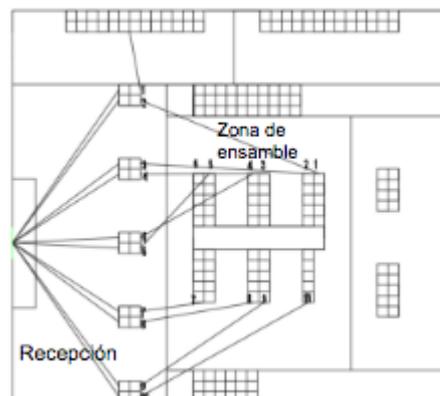


Figura 12. Opción 3 de colocación de divisores en zona de recepción que minimiza distancia a recorrer



Con la opción escogida se calcula un L_y de 9.6 metros y un L_x de 4.64 metros, los datos usados se pueden ver con más detalle en el Anexo 6.

Zona de Suministros

Esta zona se define como la encargada de almacenar todas las cajas que vayan a ser utilizadas a lo largo de las operaciones del centro de donaciones, así como demás suministros como tijeras, marcadores, balanzas, entre otros. Para su cálculo se debe definir el total de cajas a utilizar en base al número de cajas que se necesitan en la zona ensamble para satisfacer una

demanda diaria, y el número de pasillos a incorporar. Así se obtienen las dimensiones óptimas del espacio de suministros. Se debe tomar en cuenta que esta zona se puede poner arriba de la de ensamble o se la puede dividir en dos: es decir una arriba de la zona de ensamble y otra abajo de la zona de ensamble. Para determinar cuál es el mejor candidato se procede a realizar un análisis de las distancias euclidianas como el que se hace en la zona de recepción, desde los productos en la zona de recepción hasta las cajas en suministros, y de suministros hasta la zona de clasificación en ensamble, tal y como se muestra en la Figura 12 y 13. La mejor opción resulta ser la Opción 2, que se muestra en la Figura 14, y esta será la que se va a usar.

Figura 13. Opción 1 de análisis euclidiano para zona de suministros

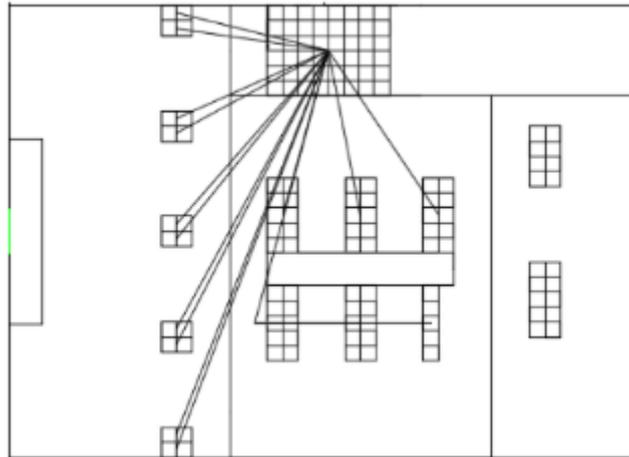
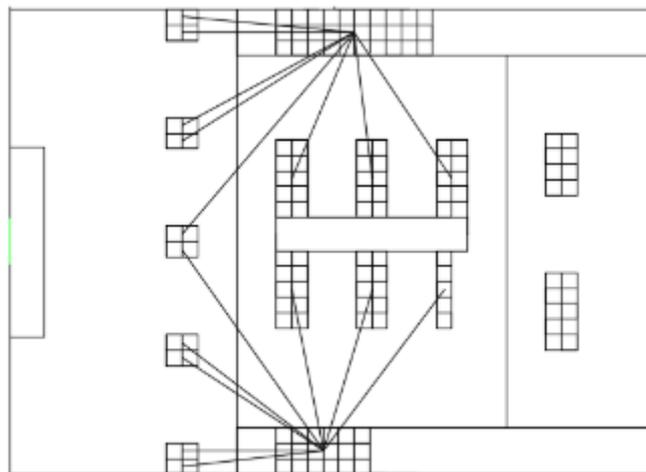


Figura 14. Opción 2 de análisis euclidiano para zona de suministros que minimiza distancia a recorrer



Debido a que la zona de suministro se divide en dos, una a cada lado, se calcula el número de cajas necesarias para cada uno de los lados. Se obtiene que el L_y de cada zona es del 0.96 metros y el L_x es de 9.88 metros. El detalle de los datos usados se muestra en el Anexo 7.

Zona de almacenaje de otros

Esta zona es el resultante de todas las áreas como se puede ver en la Figura 15, y se calcula que debe tener un Ly de 2.24 metros y un Lx de 9.89 metros, el área además se muestra en el Anexo 8.

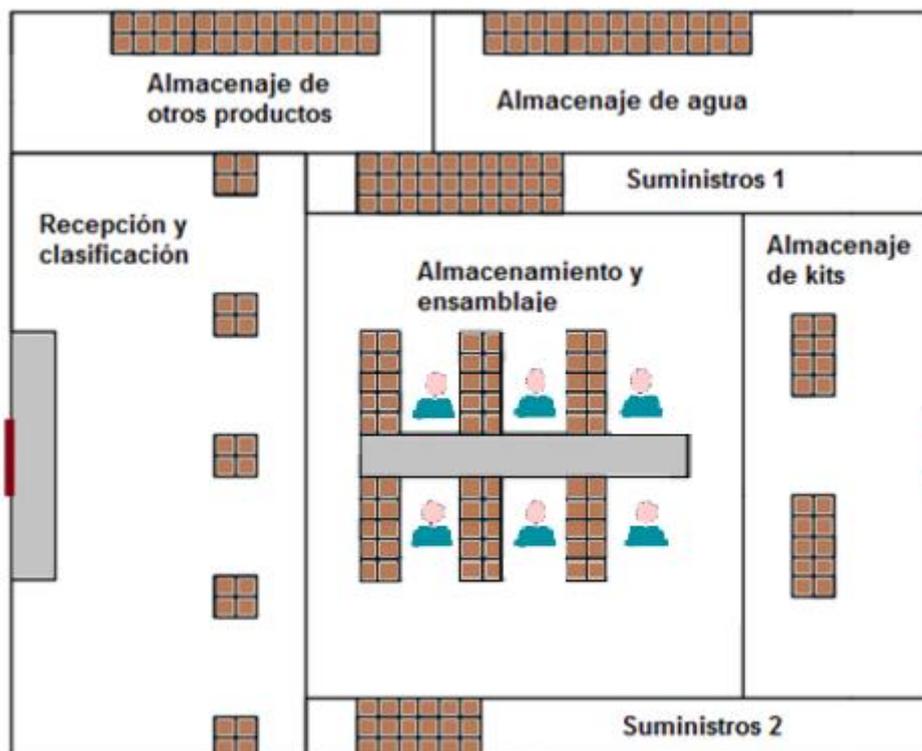
Figura 15. Zona de almacenaje de otros productos



Layout completo

De esta forma se logra calcular cada área del centro de donaciones y se obtiene como layout final con dos puertas el que se muestra en la Figura 16. El cual tiene un Ly total de 11.84 metros y un Lx de 14.52 metros, obteniendo un área total de 171.92 metros cuadrados.

Figura 16. Layout del centro de donaciones con dos puertas



Una vez con el layout establecido, se procede a fijar los porcentajes de contribución de largo y ancho de cada zona que actúan como las longitudes teóricas, cuyo rol es fundamental para iniciar la reingeniería del diseño del centro de donaciones.

Diseño del centro de donaciones en base a los requerimientos de espacio

Como resulta poco práctico encontrar un espacio para establecer un centro de donaciones con las longitudes calculadas, se propone realizar una reingeniería con la misma estrategia. Es decir que se hace un cálculo invertido ingresando las medidas del espacio seleccionado y se obtiene el número de localizaciones que éste es capaz de realizar.

Para empezar se realiza un excel en donde el usuario que quiere disponer de un centro de donaciones para la realización de kits, ingresa todos los datos necesarios los cuales son: el largo del espacio disponible para el centro de donaciones, el ancho del centro de donaciones, el ancho de pasillo en x , y el ancho de pasillo en y , el largo y ancho de las cajas que disponga y el ancho y largo de las mesas que tenga o pueda conseguir.

La forma de ingresar los datos en Excel se muestra en el Anexo 9, en donde se han ingresado datos al azar para este ejemplo. Es importante que se ingrese todo de la misma forma y en las mismas celdas que se muestran en el Anexo.

Zona de Recepción

Con los datos del ancho y largo de la caja disponible, y el ancho y largo de pasillos dados por el usuario y tomando en cuenta que el número de cajas que tienen que ir en x se fija para dos y el número de cajas que tienen que ir en y se fija en diez (9 productos diferentes más una fila para otros), se obtiene el largo y ancho totales de esta zona. La forma de ingresar los datos se muestra en Anexo 10.

Zona de Ensamble

Para esta zona se consideran varias variables como son el ancho mínimo de la mesa que se calcula con el espacio que ocupan dos cajas en y , más un espacio de tolerancia, el largo mínimo de la mesa el cual se calcula con el espacio que van a ocupar dos personas a lo largo de la mesa para armar los kits más el espacio que ocupan las seis cajas necesarias para el picking, con esto se obtiene el número de mesas que el usuario debe tener a lo ancho y largo, para poder realizar el ensamblaje de kits.

Con el espacio que ocupan los pasillos en x más el ancho de la mesa o mesas para el ensamble se puede calcular el largo L_x de esta zona.

Por otro lado para calcular el L_y o ancho de esta zona, se realiza lo siguiente: se multiplica el L_y total del centro de donaciones por el porcentaje en y teórico calculado en la fase de diseño destinado para esta zona, a este L_y teórico se le resta el ancho que ocupa la mesa para ensamblaje y el ancho de pasillos que irán en y , y divididos para el ancho de la caja se obtiene el número de cajas total que pueden entrar en esta zona. El espacio que ocupan estas cajas más los pasillos y el ancho de la mesa es el L_y total de esta zona.

Todos los datos y fórmulas que se deben ingresar en Excel se muestran en el Anexo 11 y 12. De igual forma las cantidades necesarias para cada producto se muestran en el Anexo 13 y las fórmulas del mismo en el Anexo 14 y 15

Zona de envío

Esta zona tendrá como largo total L_x el resultado de restar la zona de recepción y ensamblaje al largo total del centro de donaciones, con este ancho y tomando en cuenta los pasillos se podrá calcular el número de cajas que se pueden almacenar en el eje de las x .

Por otro lado el ancho se definirá con ayuda del porcentaje de L_y teórico para obtener el número de cajas que pueden caber en el eje de las y y tomando en cuenta los pasillos en y .

Una vez calculadas estas áreas, se deberá igualar el área de envío y el área de ensamble al máximo de estos valores.

La forma de ingresar los datos y fórmulas en Excel se muestran en el Anexo 16 y 17.

Zona de suministros

El largo total L_x de esta área será el resultante del espacio total menos el área de recepción y el área de ensamble.

Por otro lado el ancho de esta área será lo restante entre la zona de ensamble y recepción. Para mayor entendimiento se muestra la figura 17 y 18, en donde la sección encerrada en rojo es la zona de suministros.

Con el largo L_x y el ancho L_y se calcula el número de cajas que pueden entrar en esta zona tomando en cuenta los pasillos.

Figura 17: Zona de suministros debajo de la zona de ensamble y envío

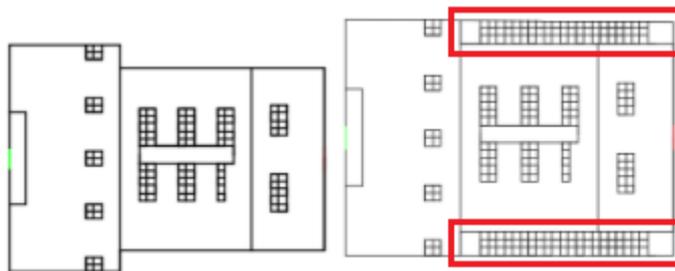
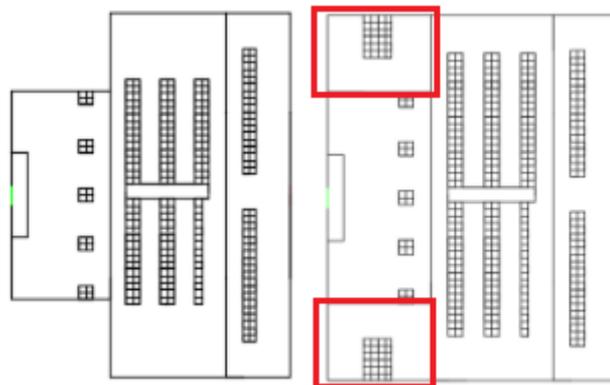


Figura 18: Zona de suministros debajo de la zona de recepción



La forma de ingresar los datos y las fórmulas para el cálculo de las zonas de suministro se muestran en el Anexo 18 y 19.

Zona de almacenaje de agua

El espacio de esta zona se calcula usando como input el número de kits que se puede almacenar en la zona de ensamble, que es igual al número de familias que se podrá ayudar, así se calcula el número de litros de agua que se necesitan y tomando en cuenta los litros por unidad de carga que se requiere almacenar se obtiene el número de cajas necesarias.

Después con el porcentaje de L_y teórico se calcula el número de cajas que pueden ingresar en L_y , y se calcula el espacio en L_x necesario para que entren todas las cajas. De esta forma se obtiene el número de cajas en L_y y L_x real.

La forma de ingresar los datos en el Excel para esta zona se muestra en el Anexo 20 y 21.

Zona de suministros y otros

Esta es una zona que se crea en caso de que la zona de suministros antes calculada no logre abastecer al centro de donaciones, en este caso esta zona se calcula con el número de cajas que faltaban de la zona de suministro, por lo que se tendrá como resultado las cajas que deben ir en x y en y . En caso de que la zona de suministro si abasteciera por sí sola, la zona de suministros y otros tendrá valores de 0 a lo ancho y largo.

La forma de calcular esta zona se muestra en el Anexo 22.

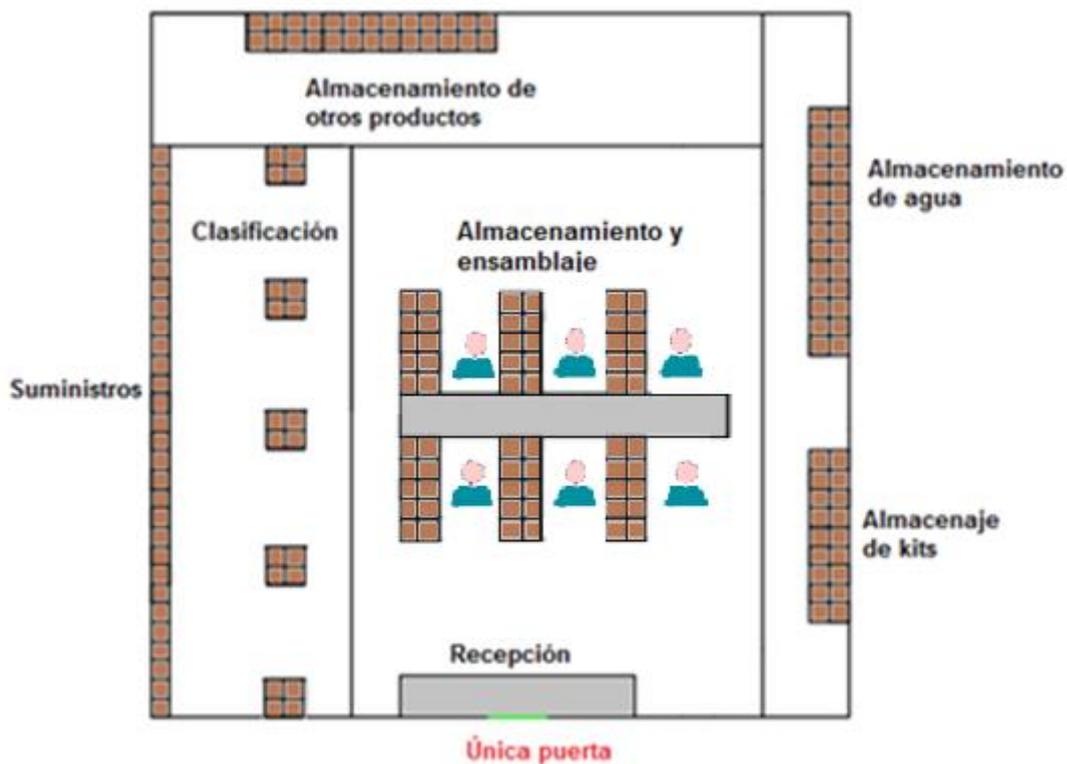
Zona de almacenaje de otros

Esta zona es el resultante de todas las áreas como se puede ver en la Figura 15 y la forma de calcularla en Excel se muestra en el Anexo 23.

4.5. Generar planes alternativos para toda la instalación

Como plan alternativo se construye un nuevo layout que solo tiene una puerta principal tomando en cuenta todas las relaciones de adyacencia de las áreas, los requerimientos de espacio calculados y se obtiene la Figura 20:

Figura 20: Layout de una puerta para el centro de donaciones



Este layout va a conservar el diseño de la zona de recepción del layout de dos puertas, sin embargo va a cambiar el diseño de las demás zonas o áreas. Para ver el detalle de la zona de recepción se puede ver en el Anexo 24.

Zona de ensamble

Esta zona conservará las longitudes mínimas de la mesa y el espacio necesario para las cajas, sin embargo se tomará en cuenta en L_y , dos pasillos hacia la puerta y después L_y se igualará

con el ancho de la zona de recepción. El detalle de los datos usados para este cálculo se muestra en el Anexo 25. El Ly que se obtiene es de 9.6 metros, y el Lx es de 6.84 metros.

Zona de suministros

Esta zona estará ubicada al lado izquierdo de la zona de recepción ocupando todo el Ly de esta zona y calculando el Lx que le falta para poder abastecer todas las cajas. El Ly que se obtiene es de 9.6 metros, y el Lx es de 0.32 metros. El detalle de los datos con los que se calcula esta zona se muestra en el Anexo 26.

Zona de envío

Esta zona estará ubicada al lado derecho de la zona de ensamblaje, y se calcula de forma similar al diseño anterior de dos puertas, con la diferencia que ya no tendrá un pasillo en el medio debido a que ya no se necesita el acceso a esa puerta, sino que todas las cajas irán juntas. El Ly que se obtiene es de 5.28 metros, y el Lx es de 1.44 metros. El detalle de los datos con los que se calcula esta zona se muestra en el Anexo 27.

Zona de almacenamiento de agua

Esta zona estará ubicada arriba de la zona de envío o almacenamiento de kits, tomará el Lx de la zona de envío y su Ly se extenderá dependiendo del número de cajas necesarias para abastecer la demanda. El Ly que se obtiene es de 6.56 metros, y el Lx es de 1.44 metros. El detalle de los datos con los que se calcula esta zona se muestra en el Anexo 28.

Zona de almacenaje de otros

Esta zona será el espacio restante para que toda el área utilizada sea cuadrada. El Ly que se obtiene es de 2.24 metros, y el Lx es de 10.20 metros. El detalle de los datos con los que se calcula esta zona se muestra en el Anexo 29.

4.5. Costos

Para realizar un presupuesto aproximado de cuánto cuesta fundar un centro de donaciones se deben de considerar ciertos parámetros en términos operacionales como:

- Alquiler de espacio
- Luz
- Mesas
- Balanzas
- Dispensadores de cintas
- Cintas adhesivas
- Botiquín de primeros auxilios
- Extintores de 20L
- Cajas
- Marcadores
- Carros transportadores de cajas

En el caso de Quito, el alquiler del espacio depende de la ubicación en la que se encuentre el centro de donaciones. Por lo tanto hay que considerar posibles fluctuaciones del costo por metro cuadrado como se muestra a continuación.

Tabla 27: Costos por metro cuadrado en distintas ubicaciones de Quito

Ubicación	Costo/metro cuadrado
Centro	4.62
Sur	2.91
Norte	3.25
Cumbayá	7

Adicionalmente, en Ecuador el consumo por uso de luz aproximado es de \$0.089/watt (El Comercio, 2011) y se requiere de un extintor por cada cada 200 metros cuadrados de espacio (Cuerpo de Bomberos Guayaquil, 2006). A continuación se encuentra un estimado aproximado de los costos, cantidades y objetos a considerar (Tabla 17) para un centro de donaciones de 200 metros cuadrados, que funciona ocho horas al día, treinta días al mes y que cuenta con una capacidad para elaborar 65 kits diarios. Los costos se distribuyen por las categorías de inversión inicial, mensuales y dependientes de la cantidad.

Tabla 28. Costos de centro de donaciones

MENSUAL			
Items	Cantidad	Costo/unidad	Costo Total
Alquiler espacio (mes)	200	7	1400
Luz (mes)	576	0.089	51.264
			1451.264
INVERSION INICIAL			
Items	Cantidad	Costo/unidad	Costo Total
Mesas	6	44.59	267.54
Balanzas	1	25.99	25.99
Dispensador cinta adhesiva	2	6.5	13
Caja de primerso auxilios	1	20	20
Marcadores	2	7	14
Extintor (20L)	1	45	45
Carritos cajas	2	90	180
			565.53
DEPENDIENTE DE LA CALIDAD Y CANTIDAD			
Items	Cantidad	Costo/unidad	Costo Total
Cinta adhesiva (27 metros por cinta)(2.7m por caja)	150	3	450
Cajas (cajas)	1500	0.85	1275
			1725

La sumatoria de los costos de las distintas categorías da un valor de \$3,741 para el primer mes de ayuda. Esta inversión necesaria trae como beneficio la ayuda a 1,950 familias, lo que es equivalente a 9,750 personas afectadas durante el primer mes de la fase de emergencia. La cantidad de personas que recibirían el kit es semejante a la población de

Jama-Manabí, lo que significa que todos los habitantes de Jama tendrían acceso al kit alimenticio por una semana completa.

Se debe de recordar que los costos de inversión inicial pueden variar dependiendo del metraje del centro de donaciones, por lo que se sugiere ciertas modificaciones en estos si el espacio supera los 200 metros cuadrados y llega hasta los 400, estas se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. Modificaciones costos inversión inicial

200-400 metros			
Items	Cantidad	Costo/unidad	Costo Total
Mesas	7	44.59	312.13
Balanzas	2	25.99	51.98
Dispensador cinta adhesiva	4	6.5	26
Caja de primerso auxilios	1	20	20
Marcadores	4	7	28
Extintor (20L)	2	45	90
Carritos cajas	3	90	270
			798.11

5. Conclusiones, limitaciones y recomendaciones para trabajos futuros

Con esta investigación se comprende la importancia que tiene la cadena de suministro en situaciones de emergencia. El Ecuador al ser un país con alto riesgo a los desastres naturales tiene la necesidad de tener una cadena de suministro humanitaria eficiente, lo cual se puede lograr cuando los donantes, centros de donaciones y albergues interactúan de forma eficaz para responder rápidamente a las necesidades de los damnificados. Esta investigación se enfocó en el diseño logístico y operacional de un centro de donaciones en caso de emergencia considerando una perspectiva holística de las diversas áreas de la ingeniería industrial como logística, diseño de plantas, ergonomía, seguridad y salud ocupacional, investigación de operaciones y métodos y estándares. Se crearon kits alimenticios de nueve productos tomando en cuenta consideraciones de la oferta del mercado ecuatoriano, requerimientos logísticos, ergonómicos y nutricionales para una dieta de 2,000 kilocalorías y 56 gramos de proteínas diarios por persona, para familias de cuatro y cinco miembros y una duración semanal minimizando el peso y costo del kit. Adicionalmente se logró diseñar un layout con dos puertas y calcular los espacios del centro de donaciones en base a una demanda diaria determinada, así como realizar una reingeniería para identificar la capacidad con respecto al espacio disponible. Y se presentó un presupuesto con la inversión inicial y el beneficio que ésta traería. Por lo tanto, se alcanzaron exitosamente las cinco etapas iniciales de la metodología propuesta por Tompkins con un enfoque logístico atribuido por Ghiani para así contribuir a una ayuda eficaz y eficiente a los albergados.

Ciertas limitaciones que se consideraron son:

- El diseño logístico y operacional sólo funciona para un kit de nueve productos.
- El kit de alimentos propuestos no toma en cuenta a personas con necesidades especiales como bebés, embarazadas, personas enfermas, entre otras.
- El diseño no es flexible a cambios de la composición del kit como otros productos.
- La reingeniería del centro de donaciones con dos puertas sólo funciona si el espacio es rectangular.
- Se asume que se tiene una demanda constante y conocida.
- Se pretende que no existe escasez de los productos solicitados en las tiendas y supermercados y se cree que hay un acceso ilimitado a los recursos necesarios para que el centro de donaciones opere como las cajas, voluntarios, luz, y otros.
- No existe información previa al comportamiento de la entrega de las donaciones por parte de los donadores, de tal modo que no se simuló con datos reales para lograr generar informes de tiempos y del desempeño del sistema.
- No se tiene un estudio a profundidad de la cantidad de voluntarios necesarios por hora y lugar de trabajo.
- Y se estableció a la recepción como un área fija cuyo porcentaje de tamaño no varía sin importar las dimensiones totales del centro de donaciones.

Para trabajos futuros se pueden realizar estudios más específicos en cada una de las áreas del centro de donaciones informal usando investigación de operaciones con el fin de optimizar los espacios, reducir los tiempos de transporte de materiales dentro del centro, identificar la cantidad de personal óptima y la correcta asignación de trabajo. También se puede utilizar un enfoque logístico para determinar la ubicación de los centros de donaciones, la distribución de los kits alimenticios hasta los albergues establecidos, elaborar un control del inventario y realizar pronósticos en base al comportamiento de las semanas del mismo centro de donaciones. Adicionalmente se puede realizar la reingeniería del diseño del layout con una sola puerta, realizar un análisis de costos considerando precios de otras ubicaciones dentro del Ecuador y más variables, ampliar las opciones de los productos del kit así como elaborar

otros tipos de kits como de aseo, se pueden añadir más restricciones a los problemas de investigación de operaciones como la cantidad de grasa a ingerir por persona para así obtener resultados más precisos, incrementar los estudios ergonómicos a otras actividades dentro del centro de operaciones y realizar una simulación con datos reales para poder concluir sobre el desempeño y eficiencia del centro de donaciones diseñado.

6. Referencias

- Agostinho, C. (2011). Humanitarian Logistics: How to help even more?. *Fortaleza: IFAC. Proceedings Volumes*, 46(24), 206-210.
- Apte, A. (2009). Humanitarian logistics: A new field of research and action. *Foundations and Trends in Technology, Information and Operations Management*, 3(1), 1-100.
- Balcik, B. and Beamon, B.M. (2008). Facility location in humanitarian relief *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 11(2), 101-121.
- Başkaya, S., Ertem, MA., Duran, S. (2016). Pre-positioning of relief items in humanitarian logistics considering lateral transshipment opportunities. *Socio-Economic Planning Sciences*, doi: 10.1016/j.seps.2016.09.001.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters-CRED. (2016). Country Profile. *The International Disaster Database*. Recuperado el 10 de diciembre del 2016 desde: http://www.emdat.be/country_profile/index.html
- Chavarría, R. (1997). NTP 242: Ergonomía: Análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales en España. Recuperado el 13 de febrero del 2017 desde: https://previa.uclm.es/servicios/prevencion/documentacion/NTP/PVD/ntp_242-Analisis%20ergonomico%20en%20oficinas.pdf
- Cuerpos de Bomberos de Guayaquil. (2006). Reglamento de Prevención de Incendios. Beneméritos Cuerpos de Bomberos de Guayaquil. Recuperado de web el 23 de marzo del 2016 desde: http://www.bomberoscalvas.gob.ec/archivos/REGLAMENTO_PREVENCION_INCENDIOS.pdf
- Day, J., Melnyk, S., Larson, P., Davis, E., Whybark, D. (2012). Humanitarian and disaster relief supply chains: a matter of life and death, *Journal of Supply Chain Management*, 48, 2.
- Davis, L. B., Jiang, S. X., Morgan, S. D., Nuamah, I. A., & Terry, J. R. (2016). Analysis and prediction of food donation behavior for a domestic hunger relief organization. *International Journal of Production Economics*, 182, 26-37.
- Diego Más, J.A. (2006). Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos. Aportación al control de la geometría de las actividades. *Tesis Doctoral*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Dubey, R & Gunasekaran, A. (2015). The sustainable humanitarian supply chain design: agility, adaptability and alignment. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 19(1), 62-82
- El Comercio. (2011). Baje el costo de su planilla de energía. Recuperado el 15 de abril del 2017 desde: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/baje-costo-de-planilla-de.html>
- El Producto Esfera. (2011). *Carta Humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria*. Northampton: El Proyecto Esfera.
- Fernández, J., Marley, R. (2007). *Applied Occupational Ergonomics*. Cincinnati: International Journal of Industrial Engineering.
- Fernández de Castro Díaz, A. (2010). Evaluación de las condiciones de evacuación en centros de trabajo. Instituto de Seguridad e Higiene del Trabajo España. Recuperado de web el 9 de febrero del 2017 desde: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/884w.pdf>.
- Foundation Food Banks Network in Argentina. (2009). ¿Quiénes somos? Recuperado el 9 de diciembre del 2016 desde: <http://www.bancodealimentos.org.ar/es/quienes-somos/fundacion-banco-de-alimentos>

- Ghiani, G., Laporte, G., Musmanno, R. (2013). *Introduction to Logistics Systems Management*. Channai: Wiley.
- Hermelín, M. (2005). *Desastres de origen natural en Colombia, 1979-2004*. Medellín: Universidad Eafit.
- INEC. (2010). *Mujeres y hombres el Ecuador en cifras III*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Recuperado el 09 de diciembre del 2016 desde: www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Socioeconomico/Mujeres_y_Hombres_del_Ecuador_en_Cifras_III.pdf
- Instituto de la OPS/OMS de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). (2016). *La Seguridad Alimentaria y Nutricional en situaciones de Emergencia*. Pan American Health Organization. Recuperado el 09 de diciembre del 2016 desde: [.http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=553:nutrition-and-food-safety-in-emergency-situations-incap&Itemid=663&lang=es](http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=553:nutrition-and-food-safety-in-emergency-situations-incap&Itemid=663&lang=es)
- Instituto Geofísico del Ecuador . (30 de Enero de 2014). Servicio Nacional de Sismología y Vulcanología. Recuperado el 09 de diciembre del 2016 desde: <http://www.igepn.edu.ec/>
- Kovács, K., Spens, M. (2007). Humanitarian logistics in disaster relief operations, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(2), 99–114.
- La República. (2016). *Secretaría de riesgos: Ecuador es un país multiamenazas en desastres naturales*. Recuperado de web el 8 de octubre 2016 desde: <http://www.larepublica.ec/blog/sociedad/2016/06/08/secretaria-de-riesgos-ecuador-es-un-pais-multiamenazas-en-desastres-naturales/>
- Metro. (s.f.). 1,67 cm es la estatura promedio de los ecuatorianos. *Diario Metro*. Recuperado el 15 de abril del 2017 desde: <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2016/07/26/167-cm-estatura-promedio-ecuatorianos.html>
- Mejía, G., Mejía, C., Rangel, V., García, C., Montoya, C., Agudelo, I. (2015). Food donation: An initiative to mitigate hunger in the world. Recuperado el 09 de diciembre del 2016 desde: http://www.fao.org/fileadmin/templates/ags/docs/MUFN/CALL_FILES_EXPERT_2015/CFP3-23_Full_paper.pdf
- Nahmías, S. (2013). *Production and Operations Analysis Sixth Edition*. McGraw-Hill Higher education.
- Occupational Safety and Health Organization. (2015). *Material Handling: Heavy Lifting*. United States Department of Labor. Recuperado el 09 de diciembre del 2017 desde: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=INTERPRETATIONS&p_id=29936
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Manual para el manejo logístico de suministros humanitarios*. Washington, D.C.
- PAHO. (2016). *La seguridad alimentaria y nutricional en situaciones de emergencia*. Pan American Health Organization. Recuperado el 9 de diciembre del 2017 desde: http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=553:nutrition-and-food-safety-in-emergency-situations-incap&Itemid=663&lang=es
- Platas, G. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias*. Distrito Federal, MÉXICO: Grupo Editorial Patria.
- Proyecto Esfera. (2011). *Carta Humanitaria y Normas mínimas para la respuesta humanitaria*. Recuperado el 09 de diciembre del 2017 desde:

<http://www.acnur.org/t3/fileadmin/Documentos/Publicaciones/2011/8206.pdf?view=1>

- Scarpin, M. R. S., & De Oliveira Silva, R. (2014). Humanitarian logistics: Empirical evidences from a natural disaster. Paper presented at the *Procedia Engineering*, 78, 102-111.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2015). Estándares de kits complementarios de asistencia humanitaria 2015. Recuperado desde: www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/kits_complementarios_asistencia_humanitaria_2015__25-08-15.pdf
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016). *Informe de Situación N° 71*. Recuperado el 10 de octubre del 2016 desde: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/INFORME-n71-SISMO-78-20302.pdf>
- UNICEF. (2005). *Emergency Field Handbook*. New York: UNICEF.
- Universidad de Málaga. (2007). Manipulación manual de cargas: Factores de riesgo que están presentes y forma de prevenir los riesgos asociados. Recuperado el 12 de febrero del 2017 desde : <http://www.uma.es/publicadores/prevencion/wwwuma/FACTORESPRESENTESENLAMANIPULACIONMANUALDECARGAS.pdf>
- Vaillancourt, A. (2016). Kit management in humanitarian supply chains. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 18, 64-71.
- Wassenhove, L. (2006) Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. *Journal of the Operational Research Society*, v. 57, p. 475-89.
- Wassenhove, L., Martinez, A. (2012). Using OR to adapt supply chain management best practices to humanitarian logistics, *International Transactions in Operational Research*, 19, 307-32. Van Wassenhove, L., Martinez, A. (2012). Using OR to adapt supply chain management best practices to humanitarian logistics, *International Transactions in Operational Research*, 19, 307-32.

7. Anexos

Anexo 1. Datos generales para el diseño del centro de donaciones

Datos Generales	
Ancho de pasillo en x (metros)	1.6
Ancho de pasillo en y (metros)	1.6
alfa x unidad de carga (metros)	0.32
alfa y unidad de carga (metros)	0.32
Número de localizaciones z	4

Anexo 2. Diseño de la zona de envío

Zona de envío	
Número de localizaciones total	65
Número de localizaciones z	2
Número de localizaciones y	9
Número de pasillos en y	3
Número de pasillos en x	1.5
L_y de zona de envío (metros)	7.68
L_y de zona de envío (metros)	7.68
L_x de zona de envío (metros)	3.04
Area cuadrada real	23.35
% en y	64.86%
% en x	20.94%
% Area	13.58%

Anexo 3. Diseño de la zona de almacenaje de agua

Zona de agua	
Demanda de kits	65
Número de días	3
Número de personas	5
Demanda de litros	975
Litros por unidad de carga	10
Número de localizaciones total	98
Número de localizaciones y	2
Número de localizaciones z	13
Número de localizaciones z	4
Separación entre áreas	0.5
Número de pasillos en y	1
L_y centro de donaciones (metros)	2.24
L_x del centro de donaciones (metros)	4.66
Area cuadrada	10.44
% en y	18.92%
% en x	32.09%
% Area	6.07%

Anexo 4. Diseño de la zona de clasificación

Demanda de kits diaria	65
Familias de 5 integrantes	65
Kilogramos de materia prime en cada caja	10

5 personas 7 días								
	kg/kit	kg totales/ diarios	kg/ funda	fundas/ diarias	Fundas-latas/ caja	cajas totales/ diarias	Filas destinadas al producto	Espacio requerido en cajas en Ly
Arroz Cocido	2	130	2	65	5	13	1	4
Fideo de 250 g	2	130	0.25	520	40	13	1	4
Avena	2	130	1	130	10	13	1	4
Frejol en grano	4	260	0.5	520	20	26	2	4
Aceite	1	65	1	65	10	7	1	2
Ázucar	1	65	1	65	10	7	1	2
Sal Yodada	1	65	1	65	10	7	1	2
Atún en Aceite 170 g	1.87	121.55	0.17	715	58	13	1	4
Leche en polvo 400 g	3.2	208	0.4	520	25	21	2	3
					Total	120		

Anexo 5. Diseño de la zona de ensamble de kits

Zona de ensamble	
Espacio vertical entre cajas (metros)	0.05
Espacio horizontal entre cajas (metros)	0
Espacio que ocupa la persona (metros)	1
Número de personas en x	3
Número de cajas en x	7
Número de cajas en la mesa a lo ancho	2
Ancho mínimo de la mesa (metros)	0.69
Largo mínimo de la mesa (metros)	5.24
Número de cajas en y	5
L_y de zona de ensamble (metros)	7.09
L_y de zona de ensamble (metros)	7.68
L_x de zona de ensamble (metros)	6.84
Area cuadrada	52.53
% en y	64.86%
% en x	47.11%
% Area	30.56%

Anexo 6. Diseño de la zona de recepción de donaciones

Zona de recepción	
Número de productos	9
Número de pasillos en y	4
Número de pasillos en z	2.5
Cantidad de "otros"	1
L_y de zona de recepción (metros)	9.6
L_x de zona de recepción (metros)	4.64
Area cuadrada	44.54
% en y	81.08%
% en z	31.96%
% Area	25.91%

Anexo 7. Diseño de la zona de Suministros

Zona de suministros	
L_y grande (metros)	9.6
Cajas en 1	113
Cajas en 2	72
Cajas totales	185
Cajas en y 1	3
Cajas en z 1	10
Cajas en y 2	3
Cajas en z 2	6
Número de pasillos en z	1.5
L_y total (metros)	1.92
L_y 1 (metros)	0.96
L_x 1 (metros)	9.88
L_y 2 (metros)	0.96
L_x 2 (metros)	9.88
Area cuadrada	18.97
% en y	16.22%
% en z	68.04%
% Area	11.03%

Anexo 8. Diseño de la zona de no clasificado

Zona de no clasificado	
L_y de zona de no clasificado (metros)	2.24
L_x de zona de no clasificado (metros)	9.86
Area cuadrada	22.09
% en y	18.92%
% en z	67.91%
% Area	12.85%

Anexo 9: Ingresar datos generales en Excel

	A	B	C
6	Datos generales a ingresar del Centro de Donaciones	Dato	Nombre de la celda del dato
7			
8	Ly del centro de donaciones (metros)	19	LyCentro
9	Lx centro de donaciones (metros)	19	LxCentro
10	Ancho de pasillo en x (metros)	1.5	AnchoDePasilloX
11	Ancho de pasillo en y (metros)	1.5	AnchoDePasilloY
12	Espacio de separación entre área de agua, suministros y otros (metros)	0.5	EspacioDeSeparacion
13	Ly unidad de carga (metros)	0.34	LyUnidadDeCarga
14	Lx unidad de carga (metros)	0.34	LxUnidadDeCarga
15	Número de localizaciones en z	4	NumeroLocalizacionesEnZ
16	Ancho mesa (metros)	2	AnchoMesa
17	Largo mesa (metros)	5	LargoMesa

Anexo 10: Ingresar datos y fórmulas de la zona de recepción

	F	G	H
6			
7	Zona de recepción y clasificación	Datos	Fórmulas
8	Número de pasillos en Lx	2.5	
9	Número de pasillos en Ly	4	
10	Número de productos	9	
11	Número de cajas dispuestas en Ly para "otros productos"	1	
12	Número de cajas dispuestas en Lx	2	
13	Número de cajas dispuestas en Ly	10	G10+G11
14	Ly de zona de recepción real (metros)	9.40	$((G10+G11)*LyUnidadDeCarga)+(G9*AnchoDePasilloY)$
15	Lx de zona de recepción real (metros)	4.43	$(G8*AnchoDePasilloX)+(G12*LxUnidadDeCarga)$
16	Área cuadrada real (metros al cuadrado)	41.64	G14*G15
17	% en y real	49.47%	(G14)/B20
18	% en x real	23.32%	(G15)/B21
19	% Área real	11.54%	(G16)/B22

Anexo 11: Ingresar datos y fórmulas de la zona de ensamble (Primera parte)

	K	L	M
7	Zona de ensamble	Datos	Fórmula
8	Número de pasillos en Lx	1	
9	Número de pasillos en Ly	2	
10	Espacio en Ly entre cajas en la mesa (metros)	0.05	
11	Espacio en Lx entre cajas en almacenaje (metros)	0	
12	Espacio en Lx que ocupa la persona (metros)	1	
13	Número de personas en Lx o a lo largo de la mesa	3	
14	Número de cajas en Lx	7	
15	Ancho mínimo de la mesa (m)	0.73	$(LyUnidadDeCarga * 2) + L10$
16	Largo mínimo de la mesa (m)	5.38	$(B14 * L14) + (L11 * (L14/2)) + (L12 * L13)$
17	Número de mesas requeridas x	2	REDONDEAR.MAS(L16/LargoMesa,0)
18	Número de mesas requeridas y	1	REDONDEAR.MAS(L15/AnchoMesa,0)
19	Ancho real de la mesa (metros)	2	L18*B16
20	Largo real de la mesa (metros)	10	B17*L17

Anexo 12: Ingresar datos y fórmulas de la zona de ensamble (Segunda parte)

	K	L	M
21	Número de cajas en Ly	20	$SI(ES.PAR(REDONDEAR.MENOS((L24-L19-(AnchoDePasilloY*L9))/LyUnidadDeCarga,0))=VERDADERO,REDONDEAR.MENOS((L24-L19-(AnchoDePasilloY*L9))/LyUnidadDeCarga,0),REDONDEAR.MENOS((L24-L19-(AnchoDePasilloY*L9))/LyUnidadDeCarga,0)-1)$
22	Número de cajas a cada lado	10	$REDONDEAR.MENOS(L21/2,0)$
23	Ly de zona de ensamble real (m)	11.8	$(L21*B13)+L19+(B11*L9)$
24	Ly de zona de ensamble teórica en % (m)	12.32	$B8*L27$
25	Ly re restrictiva (m)	5.68	$L19+(LyUnidadDeCarga*2)+(AnchoDePasilloY*L9)$
26	Área teórica cuadrada	141.73	$L24*L31$
27	% en y	64.86%	'Bodega de kits 2 puertas'!K21
28	% en x	47.11%	'Bodega de kits 2 puertas'!K22
29	% Área	30.56%	'Bodega de kits 2 puertas'!K23
30	Ly de zona de ensamble real (m)	12.32	$SI(P14>=L23=VERDADERO,P14,L23)$
31	Lx de zona de ensamble real (m)	11.5	$L20+(L8*B10)$
32	Área cuadrada real (m)	141.68	$L30*L31$
33	% en y real	64.84%	$L30/B20$
34	% en x real	60.53%	$L31/B21$
35	% Área real	39.25%	$L32/B22$

Anexo 13: Ingresar datos de las necesidades de cada producto

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Información Kits								
3	Demanda de kits diaria	130							
5	Familias de 5 integrantes	130							
6	Cajas para frejol	39							
7	Kilogramos en cada caja de materia prima	10							
8									
9		5 personas 7 días							
10	Teórico	kg/kit	kg totales/diarios	kg/funda	fundas/diarias	fundas-latas/caja	cajas totales/diarias	Número de veces que se debe reabastecer	Número de cajas en Ly
11	Arroz Cocido	4	520	2	260	5	52	2	7
12	Fideo de 250 g	2	260	0.25	1040	40	26	1	7
13	Avena	3	390	0.5	780	20	39	1	10
14	Frejol en grano	3	390	0.5	780	20	39	1	10
15	Aceite	1	130	1	130	10	13	1	4
16	Ázucar	1	130	1	130	10	13	1	4
17	Sal Yodada	1	130	1	130	10	13	1	4
18	Atún en Aceite 170 g	1.53	198.9	0.17	1170	58	20	1	5
19	Leche en polvo 400 g	2	260	0.4	650	25	26	1	7
20							241		

Anexo 14: Ingresar datos y fórmulas de las necesidades de cada producto (Primera parte)

	A	B	C	D
1	Información Kits			
2				
3	Demanda de kits diaria	B5+B4		
5	Familias de 5 integrantes	REDONDEAR.MENOS(C14/B14,0)		
6	Cajas para frejol	('Reingenieria Centro'!K22*'Reingenieria Centro'!B15)-1		
7	Kilogramos en cada caja de materia prima	10		

Anexo 15: Ingresar datos y fórmulas de las necesidades de cada producto (Primera parte)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
9		5 personas 7 días							
		kg/kit	kg totales/diarios	kg/funda	fundas/diarias	fundas- latas/caja	cajas totales/diarias	Número de veces que se debe reabastecer	Número de cajas en Ly
10	Teórico								
11	Arroz Cocido	4	B11*\$B\$5	2	C11/D11	\$B\$7/D11	REDONDEAR.MAS(C11/\$B\$7,0)	2	REDONDEAR.MAS(G11/NumeroLo calizacionesEnZ/H11,0)
12	Fideo de 250 g	2	B12*\$B\$5	0.25	C12/D12	\$B\$7/D12	REDONDEAR.MAS(C12/\$B\$7,0)	1	REDONDEAR.MAS(G12/NumeroLo calizacionesEnZ/H12,0)
13	Avena	3	B13*\$B\$5	0.5	C13/D13	\$B\$7/D13	REDONDEAR.MAS(C13/\$B\$7,0)	1	REDONDEAR.MAS(G13/NumeroLo calizacionesEnZ/H13,0)
14	Frejol en grano	3	E14*D14	0.5	G14*F14	\$B\$7/D14	B6	1	REDONDEAR.MAS(G14/NumeroLo calizacionesEnZ/H14,0)
15	Aceite	1	B15*\$B\$5	1	C15/D15	\$B\$7/D15	REDONDEAR.MAS(C15/\$B\$7,0)	1	REDONDEAR.MAS(G15/NumeroLo calizacionesEnZ/H15,0)
16	Ázucar	1	B16*\$B\$5	1	C16/D16	\$B\$7/D16	REDONDEAR.MAS(C16/\$B\$7,0)	1	REDONDEAR.MAS(G16/NumeroLo calizacionesEnZ/H16,0)
17	Sal Yodada	1	B17*\$B\$5	1	C17/D17	\$B\$7/D17	REDONDEAR.MAS(C17/\$B\$7,0)	1	REDONDEAR.MAS(G17/NumeroLo calizacionesEnZ/H17,0)
18	Atún en Aceite 170 g	1.53	B18*\$B\$5	0.17	C18/D18	\$B\$7/D18	REDONDEAR.MAS(C18/\$B\$7,0)	1	REDONDEAR.MAS(G18/NumeroLo calizacionesEnZ/H18,0)
19	Leche en polvo 400 g	2	B19*\$B\$5	0.4	C19/D19	\$B\$7/D19	REDONDEAR.MAS(C19/\$B\$7,0)	1	REDONDEAR.MAS(G19/NumeroLo calizacionesEnZ/H19,0)
20							SUMA(G11:G19)		

Anexo 16: Ingresar datos y fórmulas para la zona de envío (Primera parte)

	P	Q	R
7	Zona de envío	Datos	Fórmulas
8	Número de pasillos en x	1.5	
9	Número de pasillos en y	3	
10	Número de localizaciones x	2	REDONDEAR.MENOS(((P22-(P8*AnchoDePasilloX))/LxUnidadDeCarga),0)
11	Número de localizaciones y	23	REDONDEAR.MENOS((P13-(P9*AnchoDePasilloY))/LyUnidadDeCarga,0)
12	Número de localizaciones total	184	P10*P11*B15
13	Ly de zona de envío teórica en % (m)	12.32	\$B8*P18
14	Ly de zona de envío necesaria (m)	12.32	(B13*P11)+(P9*B11)
15	Lx re restrictiva (m)	2.59	(P8*B10)+B14
16	Ly re restrictiva (m)	5.18	(B10*P9)+(B14*(P9-1))
17	Área cuadrada teórica	37.84	P13*P22
18	% en y	64.86%	'Bodega de kits 2 puertas'!N17
19	% en x	16.16%	100%-L34-'Reingenieria Centro'!H18
20	% Área	13.58%	'Bodega de kits 2 puertas'!N19
21	Ly de zona de envío y de ensamble real (m)	12.32	SI(P14>=L23=VERDADERO,P14,L23)

Anexo 17: Ingresar datos y fórmulas para la zona de envío (Segunda parte)

	P	Q	R
22	Lx de zona de envío real (m)	3.07	\$B9*P19
23	Área cuadrada real	37.82	P21*P22
24	% en y real	64.84%	P21/B20
25	% en x real	16.16%	P22/B21
26	% Área real	10.48%	P23/B22

Anexo 18: Ingresar datos y fórmulas para la zona de suministros (Primera parte)

	U	V	W
7	Zona de suministros	Datos	Fórmulas
8	Número de pasillos en x	1	
9	Número de pasillos en y	2	
10	Localización zona de suministros	A los costados de la zona de recepción	SI('Reingeniería Centro'!R21>'Reingeniería Centro'!H14=VERDADERO,"A los costados de la zona de recepción", "A los costados de la zona de envío y ensamble")
11	Ly pequeño (comparación zona de ensamble-envío y zona de recepción) (m)	9.40	SI('Reingeniería Centro'!R21>'Reingeniería Centro'!H14=VERDADERO,'Reingeniería Centro'!H14,'Reingeniería Centro'!R21)
12	Ly grande (comparación zona de ensamble-envío y zona de recepción) (m)	12.32	SI('Reingeniería Centro'!R21>'Reingeniería Centro'!H14=VERDADERO,'Reingeniería Centro'!R21,'Reingeniería Centro'!H14)
13	Cajas en 1	106	Clasificación reingeniería!G31+Clasificación reingeniería!G24+Clasificación reingeniería!G29+Clasificación reingeniería!G30+Clasificación reingeniería!B5
14	Cajas en 2	72	Clasificación reingeniería!G27+Clasificación reingeniería!G26+Clasificación reingeniería!G25+Clasificación reingeniería!G28
15	Cajas totales	178	SUMA(T13:T14)
16	Cajas en y 1 necesarias	4	SI(T21<LyUnidadDeCarga,0,REDONDEAR.MENOS((T21/LyUnidadDeCarga),0))
17	Cajas en x 1 necesarias	6	SI(O(T20=0,T16=0),0,REDONDEAR.MAS((T15/2)/NumeroLocalizacionesEnZ/T16,0))
18	Cajas en y 2 necesarias	4	REDONDEAR.MENOS(T23/LyUnidadDeCarga,0)
19	Cajas en x 2 necesarias	6	SI(O(T20=0,T18=0),0,REDONDEAR.MAS((T15/2)/NumeroLocalizacionesEnZ/T18,0))
20	Ly total (m)	2.92	T12-T11

Anexo 19: Ingresar datos y fórmulas para la zona de envío (Segunda parte)

	U	V	W
21	Ly 1 real (m)	1.46	T20/2
22	Lx 1 real (m)	4.43	SI(T21=0,0, SI("Reingenieria Centro"R21>="Reingenieria Centro"H14=VERDADERO,"Reingenieria Centro"H15,("Reingenieria Centro"R22+L31)))
23	Ly 2 real (m)	1.46	T21
24	Lx 2 real (m)	4.43	T22
25	Ly 1 teórico necesario (m)	1.36	T16*B13
26	Lx 1 teórico necesario (m)	2.04	T17*B14
27	Ly 2 teórico necesario (m)	1.36	T18*B13
28	Lx 2 teórico necesario (m)	2.04	T19*B14
29	Faltante en Ly 1	0	SI(T25-T21<0,0,T25-T21)
30	Faltante en Lx 1	0	SI(T26-T22<0,0,T26-T22)
31	Aumento en Ly 2	0	SI(T27-T23<0,0,T27-T23)
32	Faltante Lx 2	0	SI(T28-T24<0,0,T28-T24)
33	Cajas cumplidas en y	8	REDONDEAR.MENOS(T21/LyUnidadDeCarga,0)^2
34	Cajas cumplidas en x	13	REDONDEAR.MENOS(T38/LxUnidadDeCarga,0)
35	Cajas cumplitas en total	416	T33*T34*B15
36	Cajas faltantes en total	0	SI((T15-T35)<0,0,T15-T35)
37	Ly de zona de suministros total (m)	2.92	T20
37	Ly de zona de suministros total (m)	2.92	T20
38	Lx de zona de suministros real (m)	4.43	T24
39	Área cuadrada real	12.94	(T37)*T38
40	% en y real	15.37%	(T37)/B20
41	% en x real	23.32%	(T38)/B21
42	% Área real	3.58%	(T39)/B22

Anexo 20: Ingresar los datos y fórmulas para la zona de almacenaje de agua (Primera parte)

	Z	AA	AB
7	Zona de agua	Datos	Fórmulas
8	Espacio en Lx para separar de otra área	0.25	
9	Número de pasillos en y	1	
10	Demanda de litros de kits	65	
11	Número de días que se abastecerá la demana	3	
12	Número de personas conformadas en el kit	5	
13	Litros por unidad de carga	10	
14	Demanda de litros	975	
15	Número de localizaciones x	2	REDONDEAR.MAS(X17/NumeroLocalizacionesEn Z/X16,0)
16	Número de localizaciones y	15	REDONDEAR.MENOS((X19-(X9*AnchoDePasilloY))/LyUnidadDeCarga,0)
17	Número de localizaciones total	97	REDONDEAR.MENOS(X14/X13,0)
18	Espacio en Ly sin usar	0.08	X19-((X16*B13)+(B11*X9))
19	Ly centro de donaciones teórico % (m)	6.68	(B8*X22)
20	Ly re restrictivo (m)	1.840	(X9*B11)+B13
21	Área cuadrada teórica	12.29	X19*X20
22	% en y	35.16%	100%-MAX('Reingenieria Centro'!H17,L33,'Reingenieria Centro'!R24)
23	% en x	32.09%	Bodega de kits 2 puertas!T23
24	% Área	6.07%	Bodega de kits 2 puertas!T24
25	Ly de zona de agua real (m)	6.68	X19
26	Lx de zona de agua real (m)	0.93	(X15*B14)+(X8)
27	Área cuadrada real (m)	6.21	X25*X26

Anexo 21: Ingresar los datos y fórmulas para la zona de almacenaje de agua (Segunda parte)

	Z	AA	AB
25	Ly de zona de agua real (m)	6.68	X19
26	Lx de zona de agua real (m)	0.93	(X15*B14)+(X8)
27	Área cuadrada real (m)	6.21	X25*X26
28	% en y real	35.16%	(X25)/B20
29	% en x real	4.89%	(X26)/B21
30	% Área real	1.72%	X27/B22

Anexo 22: Ingresar los datos y fórmulas para la zona de suministros y otros

	AE	AF	AG
7	Zona de suministros y otros	Datos	Fórmulas
8	Espacio para separar las áreas	0.5	
9	Número de pasillos en y	1	
10	Ly restante	6.68	X25
11	Lx restante	18.07	B21-X26
12	Cajas faltantes	0	T36
13	Cajas en y necesarias	0	SI(AB12=0,0,REDONDEAR.MENOS((AB10-(AB9*AnchoDePasilloY))/LyUnidadDeCarga,0))
14	Cajas en x necesarias	0	SI(O(AB12=0,AB13=0),0,REDONDEAR.MAS(AB12/(AB13*NumeroLocalizacionesEnZ),0))
15	Cajas totales	0	AB13*AB14*B15
16	Ly de zona de suministros y otros real	0	SI(AB12=0,0,AB10)
17	Lx de zona de suministros y otros real	0	SI(AB12=0,0,(AB13*B14)+(AB8))
18	Área cuadrada real	0.00	AB16*AB17
19	% en y real	0.00%	(AB16)/B20
20	% en x real	0.00%	(AB17)/B21
21	% Área real	0.00%	(AB18)/B22

Anexo 23: Ingresar los datos y fórmulas para la zona de almacenaje de otros

	AJ	AK	AL
7	Zona de no clasificado	Datos	Fórmulas
8	Número de pasillos en x	0.25	
9	Número de pasillos en y	1	
10	Ly de zona de no clasificado real	6.68	X25
11	Lx de zona de no clasificado real	17.39	B21-X26-AB17
12	Cajas en y	15	SI(AF13=0,0,REDONDEAR.MENOS((AF10-(AF9*AnchoDePasilloY))/LyUnidadDeCarga,0))
13	Cajas en x	50	SI(REDONDEAR.MENOS((AF11-(AF8*AnchoDePasilloX))/LxUnidadDeCarga,0)<=0,0,REDONDEAR.MENOS((AF11-AF8)/LxUnidadDeCarga,0))
14	Cajas totales	3000	AF12*AF13*B15
15	Área cuadrada real	116.17	AF10*AF11
16	% en y real	35.16%	AF10/B20
17	% en x real	91.53%	AF11/B21
18	% Área real	32.18%	AF15/B22

Anexo 24: Detalle de los datos de la zona de recepción del centro de donaciones de una puerta

Zona de recepción	
Número de productos	9
Número de pasillos en y	4
Número de pasillos en x	1.5
Cantidad de "otros"	1
L _y de zona de recepción (m)	9.6
L _y de zona de recepción (m)	9.6
L _x de zona de recepción (m)	3.04
Area cuadrada (m)	29.18
% en y	81.08%
% en x	26.12%
% Area	21.18%

Anexo 25: Detalle de los datos de la zona de ensamble del centro de donaciones de una puerta

Zona de ensamble	
Espacio vertical entre cajas (m)	0.05
Espacio horizontal entre cajas (m)	0
Espacio que ocupa la persona (m)	1
Número de personas en x	3
Número de espacios para cajas en x	7
Ancho mínimo de la mesa (m)	0.69
Largo mínimo de la mesa (m)	5.24
Número de cajas en y	5
L _y de zona de ensamble (m)	8.69
L _y de zona de ensamble (m)	9.6
L _x de zona de ensamble (m)	6.84
Area cuadrada	65.66
% en y	81.08%
% en x	58.76%
% Area	47.65%

Anexo 26: Detalle de los datos de la zona de suministros del centro de donaciones de una puerta

Zona de suministros	
L_y grande (m)	9.6
Cajas en l	102
Cajas en 2	86
Cajas totales	188
Cajas en y	30
Cajas en x	1
Número de pasillos en x	0
L_y (m)	9.6
L_x (m)	0.32
Area cuadrada	3.07
% en y	81.08%
% en x	2.75%
% Area	2.23%

Anexo 27: Detalle de los datos de la zona de envío del centro de donaciones de una puerta

Zona de envío	
Número de localizaciones total	65
Número de localizaciones x	2
Número de localizaciones y	9
Número de pasillos en y	1.5
Número de pasillos en x	0.5
L_y de zona de envío (metros)	5.28
L_y de zona de envío (metros)	5.28
L_x de zona de envío (metros)	1.44
Area cuadrada real	7.60
% en y	44.59%
% en x	12.37%
% Area	5.52%

Anexo 28: Detalle de los datos de la zona de almacenaje de agua del centro de donaciones de una puerta

Zona de agua	
Demanda de kits	65
Número de días	3
Número de personas	5
Demanda de litros	975
Litros por unidad de carga	10
Número de localizaciones total	98
Número de localizaciones x	2
Número de localizaciones y	13
Número de localizaciones z	4
Número de pasillos en y	1.5
Número de pasillos en x	0.5
L_y centro de donaciones (metros)	6.56
L_x del centro de donaciones (metros)	1.44
Area cuadrada	9.45
% en y	12.16%
% en x	56.36%
% Area	6.85%

Anexo 29: Detalle de los datos de la zona de almacenaje de otros del centro de donaciones de una puerta

Zona de no clasificado	
Ly de zona de no clasificado (m)	2.24
Lx de zona de no clasificado (m)	10.20
Area cuadrada	22.85
% en y	18.92%
% en x	87.63%
% Area	16.58%