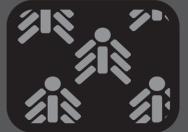


LOGÍSTICA HUMANITARIA Y SU APLICACIÓN EN URUGUAY

HUMANITARIAN LOGISTIC AND ITS APPLICATION IN URUGUAY



AUTOR

OMAR VIERA
MSc. Ing.
*UdelaR
Profesor Titular
Instituto de Computación
viera@fing.edu.uy
URUGUAY

AUTOR

SANDRO MOSCATELLI
Magíster Ing.
* UdelaR
Profesor Adjunto
Instituto de Computación
moscatel@fing.edu.uy
URUGUAY

AUTOR

LIBERTAD TANSINI
Dr. Ing.
* UdelaR
Profesora Adjunta
Instituto de Computación
libertad@fing.edu.uy
URUGUAY

INSTITUCIÓN

*UNIVERSIDAD DE LA
REPUBLICA ORIENTAL DEL
URUGUAY
UdelaR
Facultad de Ingeniería
J. Herrera y Reissig 565
sec_inco@fing.edu.uy
URUGUAY

RECEPCIÓN: 13 de Junio de 2012

ACEPTACIÓN: 2 de Agosto de 2012

TEMÁTICA: Logística Humanitaria

TIPO DE ARTÍCULO: Artículo de Reflexión

RESUMEN ANALÍTICO

En este artículo se presentan algunas diferencias fundamentales entre la Logística Comercial y la Logística Humanitaria. En particular se indican características diferenciales relacionadas con los objetivos, la demanda, los sistemas de información y los posibles modelos de apoyo a la toma de decisiones así como también las dificultades de coordinación específicas de la Logística Humanitaria. Se presentan también, medidas específicas para el caso de Uruguay.

PALABRAS CLAVES: Logística Humanitaria, Logística Comercial, Sistemas de Información.

ANALYTICAL SUMMARY

This article presents some fundamental differences between the Commercial Logistic and Humanitarian Logistic. In particular, shows distinctive features related to the objectives, demand, information systems and possible models to support decision making as well as specific coordination difficulties of the Humanitarian Logistic. It presents also, specific measures for the case of Uruguay.

KEYWORDS: Humanitarian Logistic, Commercial Logistic, Information Systems.

INTRODUCCIÓN

Los desastres de cualquier tipo son generalmente, eventos de gran magnitud y que tienen un gran impacto negativo en la sociedad y en el medio ambiente. Esto se puede ver tanto en la Tabla 1 como en la Figura 1.

En la Tabla 1 se muestra un resumen preliminar, de la Comisión Económica para

América Latina y el Caribe (CEPAL), del impacto de los desastres ocurridos en el año 2101 en América Latina y el Caribe

TABLA 1. Resumen preliminar del impacto de desastres en América Latina y el Caribe en 2010 [28].

Cantidad	Tipo de desastre	Muertes	Población Afectada	Costo millones de dolares
13	Epidemiológico	1211	33470	565
79	Climatológico	1380	9318685	9840
6	Geofísico	223093	4214934	38783
98	TOTAL	225684	13868359	49188

En la Figura 1 se muestra la cantidad de personas afectadas en los distintos países de América Latina y el Caribe por desastres ocurridos en el año 2010 [28].

Algunas de las principales consecuencias de los desastres son [2]:

- Pérdida de vidas humanas.
- Daño al medioambiente.

- Destrucción de infraestructura.
- Perdidas económicas.

La Gestión de Riesgos es la disciplina que se ocupa de la gestión de los desastres con el objetivo de predecirlos, mitigarlos y/o para servir de guía en la posterior recuperación.

FIGURA 1. Población afectada durante 2010 por desastres [28].



Si bien existen muchas definiciones de esta disciplina según diferentes organizaciones, se destaca la International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies [14], que la define como la organización y administración de recursos y responsabilidades en lo que respecta a todos los aspectos humanitarios de las

emergencias, en particular preparación, respuesta y recuperación con el objetivo de minimizar el impacto de los desastres.

La Gestión de Riesgos se basa en diversos modelos, uno de los modelos clásicos es el que corresponde al enfoque tradicional [6] [8], en el cual se considera la Gestión de Riesgos como una secuencia de etapas o una continuidad de ellas. Estas se pueden representar como un ciclo de la forma en que se muestra en la Figura 2.

FIGURA 2. Modelo tradicional para la Gestión de Riesgos [6].



Las etapas son las siguientes:

- Prevención [16], etapa que incluye todo tipo de medidas que tengan como objetivo prevenir que ocurran desastres.
- Mitigación [30], que es el proceso a través del cual se designan e implementan las medidas para prevenir y reducir los riesgos asociados con los desastres. Al reducir, ya sea la probabilidad de que ocurran o el impacto de los mismos. Ejemplos de esto son: control del uso de tierras, barreras, incentivos o desincentivos impositivos, análisis de riesgos, seguros, etc.
- Preparación [2], etapa que refiere fundamentalmente a las actividades que permiten preparar a la comunidad para responder cuando ocurre un desastre, e incluye entre otras actividades: reclutamiento de personal, planificación para las emergencias, organización de los recursos para emergencias, sistemas de comunicaciones, etc.
- Respuesta [2], la cual solo se lleva a cabo durante el evento e inmediatamente después de su ocurrencia. Durante esta etapa se emplean recursos y procedimientos, en general guiándose por planes

ya establecidos, para preservar vidas, propiedades, el medio ambiente y las estructuras sociales, económicas y políticas de la comunidad. Por lo general, algunas de las siguientes actividades deben ser realizadas en esta fase: activar planes, abrir refugios, realizar evacuaciones, búsquedas y rescates, etc.

- Recuperación [22], que es el proceso a través del cual se minimizan los efectos a largo plazo de una situación de emergencia y se facilita el restablecimiento de condiciones tal como eran antes de la ocurrencia del desastre o aún mejores de ser posible. En esta etapa se debe llevar a cabo la Rehabilitación, que es cualquier actividad que tenga por objetivo restituir a la normalidad los problemas causados por el desastre, y la Reconstrucción, que implica reparar y reconstruir propiedades luego del desastre.
- Desarrollo [16], durante esta etapa se pretende tomar medidas para asegurar que luego del desastre, los países incorporen factores de riesgo y consideraciones de vulnerabilidad en el desarrollo de sus políticas y planes, para el progreso nacional.

Este artículo se basa en este modelo para la Gestión de Riesgos por motivos de sencillez, aunque sin pérdida de generalidad, y porque muestra claramente las etapas (preparación, respuesta y recuperación) en las cuales la Logística Humanitaria tiene directa aplicación.

En la Sección 1 se define la Logística Humanitaria y se muestran las principales diferencias con la Logística Comercial, que es la utilizada por empresas.

La Sección 2 presenta una serie de medidas específicas para la aplicación de Logística Humanitaria al Uruguay.

En la Sección 3 se plantean posibles modelos y métodos (cuantitativos) aplicables a la Logística Humanitaria y finalmente en la Sección 4 se presentan las conclusiones de este artículo.

1. LOGÍSTICA HUMANITARIA Y COMERCIAL, ALGUNAS DIFERENCIAS

La ocurrencia de desastres, ya sea naturales o de otro tipo, tiene un alto impacto y plantea una serie de desafíos para todos los involucrados (damnificados, gobiernos nacionales y/o locales, ONG, voluntarios, etc.). Un elemento crítico es la distribución adecuada de suministros a las zonas afectadas.

La Logística Comercial juega un papel importante en la distribución y es definida por el Council of Supply Chain Management Professionals [7] como el proceso de planificación, implementación y procedimientos de

control para el transporte y almacenamiento efectivo y eficiente de mercancías, incluyendo servicios e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo y con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los clientes.

En definitiva, la Logística Comercial apunta a proveer a los clientes del producto correcto, en el lugar correcto y en el momento correcto. Es una actividad integradora de: abastecimiento de materias primas, mantenimiento de inventarios y almacenamiento, gestión de transporte y distribución. Además, se gestiona el flujo de información a lo largo de toda la cadena (aquí no se hace diferencia entre Logística y Cadena de Suministros).

Por otro lado, la Humanitarian Logistics Conference [10], define la Logística Humanitaria como el proceso de planificar, implementar y controlar de manera eficiente, el flujo y almacenamiento de materiales y de información relacionada, desde el punto de origen al punto de consumo, con el propósito de satisfacer las necesidades de los beneficiarios y aliviar el sufrimiento de la población vulnerable.

De la definición anterior se desprende que su objetivo fundamental es satisfacer las necesidades de las personas afectadas por un desastre lo más rápido posible. Esto incluye proveer de soporte, servicios, materiales y transporte a los involucrados en la asistencia a los damnificados.

En la Tabla 2 [5] se plantean algunas de las principales diferencias entre la Logística Humanitaria y la Comercial. En términos generales, la Logística Humanitaria se caracteriza por el gran dinamismo, es decir cambios en tiempo real durante la ocurrencia del desastre, en todas sus actividades principales.

Como se desprende de la Tabla 2, la demanda es repentina y difícilmente predecible, en cuanto a momento, cantidad, tipo, localización y continuidad en el tiempo.

Otro aspecto importante es que la ayuda proviene fundamentalmente de donaciones luego de ocurrido el desastre. Este hecho no solamente no garantiza la existencia de suministros adecuados sino que puede ser inclusive contraproducente, por ejemplo, grandes diferencias entre lo donado y lo necesario en cantidad y función, si no es gestionado adecuadamente.

Los recursos existentes y asignados para cumplir con las actividades logísticas no necesariamente son suficientes. La propia infraestructura sobre la cual se realizan las actividades puede estar seriamente dañada o sufrir daños durante el desarrollo del desastre.

Desde el punto de vista organizativo y, normalmente, a diferencia de la Logística Comercial, la Logística Humanitaria presenta grandes dificultades de coordinación. En [4] se define coordinación como la descripción de las relaciones e interacciones entre los diferentes actores que operan en el entorno de tareas de apoyo. Las dificultades de coordinación se deben a que son varias las organizaciones y organismos que intervienen en la respuesta:

- Donantes.
- Organizaciones humanitarias, ONG, etc.
- Fuerzas Armadas.
- Gobierno Nacional, Ministerios, Gobiernos locales, etc.
- Beneficiarios.

La existencia de varios actores genera conflictos de intereses y visiones, por ejemplo:

- ¿Quién define el nivel de impacto del desastre?
- ¿Quién define la demanda y las prioridades?
- ¿Qué es una distribución equitativa?

TABLA2. Diferencias entre Logística Humanitaria y Comercial [5].

	Logística Comercial	Logística humanitaria
Patrón de demanda	Más o menos estable, conocida y desde lugares fijos.	Generada por eventos difícilmente predecibles (lugar, momento, etc.), estimada en tiempo real.
Tiempo de entrega	Planificado en función de la Cadena de Suministros.	Cero tiempo entre la ocurrencia de la necesidad y su satisfacción.
Configuración de la red de distribución	Métodos bien definidos para determinar cantidad y localización de centros de distribución.	Todo un desafío debido a la naturaleza aleatoria (localización, tipo y tamaño) del evento, accesibilidad, etc.
Gestión de inventarios	Métodos bien definidos para determinar niveles en función de demandas etc.	Difícil de controlar debido a variaciones en la demanda, los tiempos de entrega y localización
Sistema de Información	Bien definido, tecnología de avanzada	Por lo general, información incompleta, poco confiable o inexistente
Objetivos estratégicos	Productos de alta calidad y bajo costo que maximizan la ganancia y brindan satisfacción al cliente	Minimizar las pérdidas de vidas y aliviar el sufrimiento
Medidas de performance	Basadas en utilización de recursos (minimizar costos, maximizar ganancia).	Tiempos de respuesta y capacidad de satisfacer las necesidades de la población afectada
¿Qué es la demanda?	Productos	Suministros y personas.

En la Logística Humanitaria, la gestión de la información, que normalmente debe hacerse en tiempo real en el momento de la respuesta, es fundamental para lograr sus objetivos.

La información así como las Tecnologías de la Información y la Comunicación disponibles no necesariamente se adaptan a las necesidades de la Logística Humanitaria y en general no están bien definidas. Es la información la que conecta a los actores y los procesos. Es la que permite controlar, evaluar y comunicar en tiempo real la evolución del desastre y el desarrollo de la respuesta.

Finalmente, en [13] los autores plantean que las funciones críticas de la logística son:

- Planificación estratégica: decisiones a largo plazo, localización, presupuesto etc.
- Gestión de inventarios: planificación, coordinación y control de flujos.
- Planificación del transporte: vía de transporte, utilización de su capacidad, su secuenciamiento y mantenimiento.
- Planificación, gestión de recursos y Gestión de la información: componente fundamental al momento de implementar un sistema logístico humanitario eficaz y eficiente.

Se entiende que estas funciones críticas también lo son para la Logística Humanitaria y su diseño e implementación son una condición mínima para cumplir con los objetivos de esta logística.

Para cumplir con esas cinco funciones se necesita desarrollar un Sistema de Información:

- Avanzado de Planificación para la Toma de Decisiones estratégicas para la clasificación del desastre y el diseño de operaciones de respuesta humanitaria en los primeros momentos tras la ocurrencia de desastres.
- De Apoyo a la Toma de Decisiones para operaciones logísticas enfocado a los problemas de transporte y afines específicos del contexto de la distribución de ayuda humanitaria.

2. APLICACIÓN A URUGUAY

Uruguay se ve afectado por distintos desastres como ser inundaciones, incendios, sequías, granizadas, vientos de más de 100 kilómetros por hora, etc. Por más información se puede consultar [17].

En [1] se muestra y explica la estructura logística de la Agencia Federal de Gestión de Emergencias.

Esta Agencia, responsable de la preparación y respuesta a desastres a nivel federal en Estados Unidos de Norte América, cuenta con siete componentes principales, cada uno con sus características y actividades propias:

- Centros Logísticos.
- Centros de Abastecimiento Comercial.
- Otras Agencias Federales.
- Centros de Movilización.
- Áreas Operación Federales.
- Zonas Estatales de Concentración.
- Puntos de Distribución.

Existen grandes diferencias entre los desastres, en cuanto a tipo, frecuencia e intensidad, que afectan a ambos países así como su tamaño, topografía y las diferencias tanto culturales como en lo que refiere a la gestión de riesgos.

De todas formas, la estructura de la Agencia Federal de Gestión de Emergencias puede ser fácilmente, aunque sea parcialmente, adaptada a Uruguay.

Esta estructura logística adaptada, contaría con:

- Centros Logísticos: locales de recepción, almacenamiento, envío y recuperación de suministros y equipos.
- Otras Agencias Gubernamentales: para la adquisición de suministros a proveedores y su gestión.
- Zonas Departamentales y estatales de Concentración: instalaciones provisionales donde se reciben suministros, equipos y personal para ser desplegados en el lugar.
- Puntos de Distribución: instalaciones locales temporales en la zona afectada en el que los suministros se distribuyen directamente a los afectados. Estos son manejados por las autoridades locales.

Como se indica en [17] debido a la variedad de etapas involucrada en la Gestión de Riesgos y dentro de cada una de ellas la diversidad de tareas que se deben realizar y además teniendo en cuenta la estructura logística propuesta, es necesario un Sistema de Información que incluya entre otros:

- Manejo de la Cadena de Suministros y Red de Distribución.
- Manejo y gestión referida a recursos existentes y su asignación (inventarios y eventualmente pronósticos).

- Necesidades de las personas afectadas por el desastre (sistema de transporte dinámico).

Estos sistemas deben mostrar la información relevante y sus actualizaciones en tiempo real, particularmente a los encargados de tomar decisiones.

También puede ser conveniente que cierta información que maneje el Sistema de Información sea accesible a la población en general y a su vez que la población pueda ingresar información al mismo, fomentando, de esta manera, la participación activa de la ciudadanía [18], de forma de poder evaluar la eficiencia de las intervenciones realizadas por las autoridades, las necesidades de la población afectada y mejorar las políticas para la prevención de los desastres, sentando las bases para:

- Optimizar los recursos disponibles y mejorar la distribución de ayuda.
- Mejorar los procesos de preparación, respuesta y recuperación.

En ambos casos considerando como insumo la información provista por la ciudadanía en cuanto a solicitudes de recursos para cubrir sus necesidades y la evaluación de las acciones realizadas.

Se propone, entonces, el desarrollo de un Sistema de Información de tres niveles:

- Estratégico: Toma de Decisiones estratégicas para la clasificación del desastre y el diseño de operaciones de respuesta humanitaria en los primeros momentos tras la ocurrencia de desastres. Este Sistema permitirá además definir la cantidad, localización y capacidad de los Centros Logísticos, Puntos de Distribución y refugios para la recepción de evacuados así como los niveles iniciales de inventarios de recursos necesarios y los flujos a través de la red logística, entre otras decisiones a tomar
- Táctico: Toma de Decisiones a mediano plazo como ser: políticas de inventarios para suministros de desastres, estrategias de transporte y políticas de reemplazo y mantenimiento de vehículos.
- Operativo: Toma de Decisiones diarias como ser: decisiones operativas en tiempo real para despacho y ruteo de vehículos.

Debido a la multiplicidad de actores y las necesidades de coordinación, se propone también la creación de una Red de Logística Humanitaria de acuerdo a la estructura logística presentada anteriormente, compuesta por

todos los actores involucrados. Esta Red debe tener un organigrama claro y debe ser formalizada. Se deben tener en cuenta las redes locales y las empresas especializadas en logística. Es necesaria la capacitación en Logística Humanitaria y la generación de planes.

Finalmente, la generación de Indicadores es una tarea impostergable. Elementos como la rapidez, la calidad, cantidad y funcionalidad de los suministros, en la respuesta así como otros elementos, deben ser definidos, medidos y actualizados constantemente.

3. POSIBLES MODELOS Y MÉTODOS

La función primaria de la Logística Humanitaria es salvar vidas y aliviar el sufrimiento de las poblaciones afectadas. Esto implica que un Indicador de Gestión importante es la velocidad de respuesta y que esta sea adecuada (llegar a la persona correcta con el suministro correcto en el lugar correcto).

Estas premisas imponen ciertos requerimientos a la elección de los modelos y métodos de planificación.

La disciplina Investigación de Operaciones [19] cuenta con herramientas analíticas para el Apoyo a la Toma de Decisiones y la Planificación (ya sea estratégica, táctica u operativa).

3.1 DECISIONES ESTRATÉGICAS

Dentro de las decisiones estratégicas está el diseño de la red logística es decir, la localización de Centros Logísticos, Puntos de Distribución, refugios, etc.

Se trata de determinar su cantidad, su ubicación geográfica, su capacidad y sus zonas de influencia, es decir, los puntos (ubicaciones geográficas) que se asignan a cada Centro Logístico, Punto de Distribución o refugio.

Esta clase de problemas se denomina NP-duro [15], lo cual implica que el esfuerzo computacional asociado a las técnicas de solución crece en forma exponencial con el tamaño del problema y por lo tanto, en la práctica, se recomienda el uso de Métodos Heurísticos [12] para su resolución. Esto permite lograr un equilibrio entre la calidad de la solución y el tiempo computacional asociado a encontrarla.

En [20] se plantea que las heurísticas de localización/ asignación permiten dividir un conjunto de puntos en subconjuntos disjuntos y que constan, en general, de los siguientes pasos:

- Determinación de puntos semilla. Los puntos semilla son los puntos a partir de los cuáles se empiezan a construir los subconjuntos.
- Asignación. Se asigna cada punto, no asignado aún, a un punto semilla. Esta asignación se puede realizar en función de distintos criterios, por ejemplo distancia, tiempo, etc. En [27] se presenta un conjunto de heurísticas para asignar puntos, basadas en criterios de distancia.
- Recálculo de puntos semilla. Después de asignar todos los puntos, se elige un nuevo punto semilla para cada subconjunto generado. Esto es necesario porque los puntos semillas pueden no ser los centroides de los subconjuntos resultantes. Mientras no se cumpla con algún criterio de finalización (tiempo de ejecución, cantidad de iteraciones, etc.), se vuelve al paso de Asignación. Cuando se cumplen los criterios de finalización, la localización está dada por los puntos semillas finales y sus zonas de influencia por los subconjuntos de puntos asignados a estos.

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de una aplicación, realizada por los autores usando el software geográfico [9], para una posible localización de Centros Logísticos o refugios, representados mediante un triángulo, para los damnificados en Uruguay.

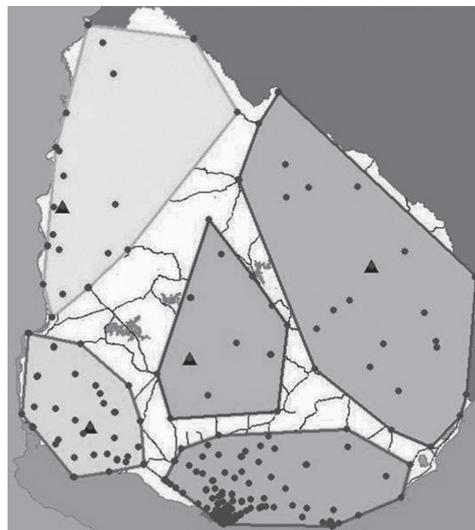
Los polígonos representan las zonas de influencia de los Centros Logísticos o refugios, es decir las ubicaciones geográficas que se encuentran más cercanas a cada localización. En caso de ser refugios, representan localizaciones a las cuales los damnificados deberían dirigirse o bien ser evacuados en caso de ocurrir un desastre.

3.2 DECISIONES TÁCTICAS

Dentro de estas decisiones, se encuentran, por ejemplo, las políticas de mantenimiento de inventarios y de replazo y mantenimiento de vehículos asociados a la Logística Humanitaria.

En cuanto a posibles modelos de demanda (que determinan las políticas de inventarios) el Economic Order Quantity [3] es un modelo clásico. En este modelo la demanda es constante y continua, la entrega del suministro (un único producto) es inmediata y completa y no se permiten quiebres de stock. El objetivo del modelo es determinar la cantidad a ordenar para satisfacer la demanda.

FIGURA 3. Localización de Centros Logísticos o refugios.



Este modelo puede ser fácilmente adaptado para tener en cuenta otros aspectos de la realidad como ser que no todo el pedido de un suministro pueda ser entregado al mismo tiempo o que existen demoras en las entregas.

Una gran diferencia con la realidad es que el modelo apunta a un solo suministro, sin embargo en [24] se plantea un método para el caso de muchos suministros independientes los que se pueden ordenar en cantidades de cualquier tamaño. Este método asume que la demanda para cada suministro es determinística. Por último, en [23] se presenta un modelo para el caso de múltiples suministros y múltiples proveedores. La demanda es conocida a lo largo de un horizonte de planificación finito.

Si se incorpora, además, la probabilidad de la demanda en la evaluación de políticas de inventarios, en [29] se presenta un modelo para muchos suministros donde la demanda de cada suministro tiene un cliente específico y es aleatoria.

En Uruguay no existen, hasta donde llega el conocimiento de los autores, datos históricos de demanda de suministros en situaciones de desastres por lo cual es difícil proponer modelos y hacer pronósticos sobre los mismos. Una acción posible, para empezar, es la consulta a expertos y personas con experiencia en la respuesta.

3.3 DECISIONES OPERATIVAS

Dentro de estas decisiones se incluye la distribución de suministros, equipos y personal a las zonas afectadas así como también las evacuaciones que sean necesarias.

Estas decisiones se enmarcan dentro del tipo de problemas denominados Problemas de Ruteo de Vehículos. En [26] este problema es definido como: determinar un conjunto de rutas de costo mínimo para una flota homogénea de vehículos que sirve a un conjunto de puntos (ubicaciones geográficas) dispersos geográficamente y con demanda conocida. Los vehículos comienzan y terminan sus recorridos en un único punto denominado depósito.

Los Problemas de Ruteo de Vehículos, también pertenecen a la clase de problemas denominados NP-duros [15], por lo que en la práctica se utilizan Métodos Heurísticos [12] para su resolución. Notar que en este caso el equilibrio entre la calidad de la solución y el tiempo computacional asociado a encontrarla, se vuelve más crítico, en la etapa de respuesta, ante la ocurrencia de un desastre, dado que la realidad puede variar en forma rápida y dinámica con el paso del tiempo exigiendo la búsqueda de buenas soluciones en tiempo real.

En [25] se propone una heurística donde se construyen las rutas en forma secuencial, esto es una ruta a la vez. Para cada punto que aún no ha sido ruteado, se calcula el lugar de inserción factible de menor costo (tiempo y/o distancia) en la ruta en construcción y se lo inserta en ese lugar.

Cuando ninguna inserción es factible, se crea una nueva ruta. Este proceso se repite hasta que no queden puntos sin rutear.

En [21] se propone una versión en paralelo de la heurística anterior, es decir en vez de construir una ruta a la vez, se define la cantidad de rutas al inicio, por ejemplo en función de la cantidad de vehículos disponibles, y se calcula, para cada punto no ruteado aún, el lugar de inserción factible de menor costo (tiempo y/o distancia) en cada ruta y la urgencia de la inserción. La urgencia indica el costo de postergar la decisión de inserción del punto.

Se elige el punto con mayor urgencia y se lo inserta en la ruta que corresponde al menor costo de inserción.

En [11] se propone una heurística de búsqueda local, que parte de una solución y mediante algún criterio de mejora la reemplaza por una solución de menor costo. Este proceso se repite hasta que la solución no puede ser mejorada. Este tipo de heurística tiene como ventaja que permite analizar más soluciones que las heurísticas

anteriores y por lo tanto lograr mejores soluciones, pero a un costo computacional algo superior.

Cualquiera de los métodos anteriores es aplicable a las actividades de distribución y evacuación. Además el uso de estos métodos no solo genera un ahorro de costos económicos, sino que aportan a salvar vidas y aliviar el sufrimiento de los afectados.

En la Figura 4 se muestra un ejemplo de una aplicación, realizada por los autores usando el software geográfico [9], de ruteo. Partiendo de un Centro Logístico, representado por un triángulo, se generan las rutas óptimas, de menor distancia o menor tiempo de viaje, que distribuyen suministros, personal, etc. a las diferentes ubicaciones geográficas afectadas por un desastre.

FIGURA 4. Ruteo desde un Centro Logístico.



4. CONCLUSIONES

La Logística Humanitaria apoya la organización y puesta en marcha de la respuesta frente a un desastre con el objetivo de que la misma se realice en forma eficiente y efectiva.

La Logística Humanitaria es la base fundamental sobre la cual se realizan las operaciones de transporte de equipos, personal y todos los suministros necesarios en la etapa de Respuesta.

Los avances de los modelos y métodos cuantitativos para el Apoyo a la Toma de Decisiones, basados en técnicas de la disciplina Investigación de Operaciones, permiten planificar las actividades de la Logística Humanitaria en forma científica y modificarlas en tiempo real aportando no solo a la reducción de los costos en la etapa de Respuesta, sino también a aliviar el sufrimiento de los damnificados y salvar vidas.

En este artículo se propone la creación de una Red Logística Humanitaria para Uruguay, indicando su posible estructura, y el desarrollo de un Sistema de Información, que de soporte a los procesos de Toma de Decisiones, en lo que refiere a las actividades principales de la Logística Humanitaria:

- Diseño de la red (estratégica): diseño y localización de Centros Logísticos, Puntos de Distribución, refugios, etc.
- Control de inventarios (táctica): que niveles son necesarios y como fluctúa la demanda.
- Modos de Transporte (táctica): tamaño, tipo y modo de transporte.
- Distribución, recolección y evacuación (operativa): realizadas de forma directa o mediante cross-docking.

En el caso concreto de Uruguay y hasta donde llega el conocimiento de los autores, no se usan Sistemas de Información, modelos y métodos similares a los planteados en este artículo para atacar ninguna de las actividades de la Logística Humanitaria. La incorporación de estas técnicas seguramente aportará a los objetivos de la misma y de las autoridades nacionales.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] AFSHAR A. y HAGHANI A. Modeling integrated supply chain logistics in real-time large-scale disaster relief operations (online). En Socio-Economic Planning Sciences. Disponible en: doi:10.1016/j.seps.2011.12.003. Acceso en mayo 2012.
- [2] ALTAY N. y GREEN W.G. OR/MS research in disaster operations management. En European Journal of Operational Research. Vol. 175 No 1, pp. 475–493, 2006.
- [3] AXSATER, Sven. Inventory Control. Segunda Edición. New York: Springer Science, 2006. 336 p.
- [4] BALCIK B., BEAMON B. M., KREJCI C. C., MURAMATSU K. M. y RAMIREZ M. Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities. En Int. J. Production Economics Vol. 126 pp. 22–34. 2010.
- [5] BEAMON, B.M. Humanitarian Relief Chains: Issues and Challenges. En Proceedings of the 34th International Conference on Computers and Industrial Engineering, Vol. 34, pp. 77-82, 2004.
- [6] Capacity Building in Asia using Information Technology Applications. Disaster Management-Module 4 (online). Disponible en: <http://www.adpc.net/casita/course-materials/Mod-4-Disaster-Mgmt.pdf>. Acceso en mayo 2012.
- [7] Council of Supply Chain Management Professionals. Supply Chain Terms and Glossary (online). 2010. Disponible en: <http://cscmp.org/digital/glossary/document.pdf>. Acceso en mayo 2012.
- [8] Emerging Capacity Building Project. Leaving with disasters behind: Key concepts of disaster risk reduction and management (online). Disponible en: <http://www.ecbproject.org/downloads/resources/leaving-disasters-behind-chapter-2-key-concepts.pdf>. Acceso en mayo 2012.
- [9] Environmental Systems Research Institute (ESRI). ArcGIS for Desktop (online). Disponible en: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/index.html>. Acceso en mayo 2012.
- [10] FRITZ INSTITUTE. Humanitarian Logistics Conference 2004 (online). (Ginebra, Suiza). Disponible en: <http://www.fritzinstitute.org/prgSC-HLCaf2004-proceedings.htm> Acceso en mayo 2012.
- [11] GENDRAU M. HERTZ, A. y LAPORTE G. A tabu search heuristic for the vehicle routing problem. En Management Science Vol. 40, pp. 1276-1290, 1994.
- [12] GLOVER F. y KOCHENBERGER G. (Eds.). Handbook of metaheuristics. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2003. 556 p.
- [13] GUNASEKARAN A. y NGAI E.W.T. The successful management of a small logistics company. En International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol. 33 N° 9, pp. 825-842. 2003.
- [14] International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. About Disaster Management (online). Disponible en: <http://www.ifrc.org/en/what-we-do/disaster-management/about-disaster-management/>. Acceso en mayo de 2012.
- [15] KORTE B, y VYGEN J. Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms. Cuarta Edición. Berlín: Springer Verlag, 2008. 627 p.

- [16] MESSER N.M. The Role of Local Institutions and their Interaction in Disaster Risk Mitigation: A Literature Review (online). En Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/ad710e/ad710e00.htm#Contents>. Acceso en mayo de 2012.
- [17] MOSCATELLI S., VIERA O. y TANSINI L. Sistema de Información para Gestión de riesgos en Uruguay. En Gerencia Tecnológica Informática, Vol. 9 N° 24, pp. 43-55. Agosto 2010.
- [18] MOSCATELLI S., VIERA O. y TANSINI L. Democratización de la información en la Gestión de Desastres en Uruguay (online). En Anales del 5° Simposio de Informática en el Estado, 40 Jornadas Argentinas de Informática (Argentina), pp. 46-60. Disponible en: <http://www.40jaiio.org.ar/node/91>. Acceso en mayo 2012.
- [19] MOSCATELLI S., VIERA O. y TANSINI L. Disaster Management and Operations Research in Uruguay (online) (Montevideo, Uruguay), 2009. Disponible en: <http://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0908.pdf> Acceso en mayo 2012.
- [20] PELEGRIN B. y CANOVAS L. A new assignment rule to improve seed points algorithms for the continuous k-center problem. En European Journal of Operational Research Vol. 104, pp. 366-374, 1998.
- [21] POTVIN J.Y. y ROUSSEAU J.M. A parallel route building algorithm for the vehicle routing and scheduling problem with time windows. En European Journal of Operational Research Vol. 66, pp. 331-340, 1993.
- [22] RAO R.R., EISENBERG J. y SCHMITT T. Improving Disaster Management: The Role of IT in Mitigation, Preparedness, Response, and Recovery. Washington, DC: The National Academies Press; 2007.
- [23] REZAEI J. y DAVOODI M. A deterministic, multi-item inventory model with supplier selection and imperfect quality. En Applied Mathematical Modelling, Vol. 32, pp. 2106-2116, 2008.
- [24] SCHWARZ M. Multi-item inventory control: the k-curve methodology (online). (Hamburgo, Alemania) 2000. Disponible en <http://preprint.math.uni-hamburg.de/public/ims.html> Acceso en mayo 2010.
- [25] SOLOMON M. Algorithms for the vehicle routing and scheduling problem with time window constraints. En Operations Research Vol. 35, pp. 254-264, 1987.
- [26] TOTH P. y VIGO D. (Eds.). The Vehicle Routing Problem. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2001 363 p.
- [27] VIERA O., TANSINI L y GIOSA D. New assignment algorithms for the multi-depot vehicle routing problem. En Journal of the Operational Research Society Vol. 53, pp. 977-984, 2002.
- [28] ZAPATA Ricardo. Desastres y desarrollo: el impacto en 2010 (cifras preliminares) (online). En CEPAL, Boletín n° 2, diciembre 2010. Disponible en: http://www.eclac.org/desastres/noticias/noticias/2/42102/Desastres2010_WEB.pdf Acceso en mayo 2012.
- [29] ZHAO X., FAN F., LIU X. y XIE J. Storage-space capacitated inventory system with (r, Q) policies. En Operations Research, Vol. 55 N°. 5 pp. 854-865. 2007.
- [30] ZOBEL C.W. y WANG G.A. Topic Maps for Improving Services in Disaster Operations Management. En Journal of Service Science Vol. 1 No 1, pp. 83-92, 2008.