



Recibido: 02/04/2018 Aceptado: 25/06/2018 Publicado: 12/09/2018

# Desarrollo de la logística humanitaria: una revisión de la literatura

## Development of humanitarian logistics: a review of the literature

Néstor Eduardo Flórez Oviedo\*

Universidad Nacional de Colombia

### Forma de citar este artículo en APA:

Flórez Oviedo, N. E. (julio-diciembre, 2018). Desarrollo de la logística humanitaria: una revisión de la literatura. *Science of Human Action*, 3(2), 317-339.

DOI: <https://doi.org/10.21501/2500-669X.2927>

### Resumen

Este artículo ahonda la literatura de la logística humanitaria y la evolución que ha tenido este objeto de estudio a lo largo de estos veinticuatro años de investigación. Recalcando los autores y trabajos más importantes a nivel mundial, las contribuciones de los diferentes artículos aplicados a la problemática real y la trascendencia que han tenido las corrientes de planificación y repuesta a los desastres, debido al incremento de estos en los últimos años. Se resaltan las investigaciones en cada una de las etapas de la logística humanitaria, los modelos desarrollados y las contribuciones que dan pie al desarrollo de nuevos trabajos que ayuden a mejorar las condiciones críticas de una población ante una situación de desastre. Esta revisión a la literatura pretende que el lector de una manera clara y concisa conozca sobre las cadenas de valor humanitarias, y en el caso que el tema se convierta en su corriente de estudio, tenga una guía para su investigación, tomando como referentes los documentos aquí citados, que pueden orientar sobre temas propios de la logística humanitaria que aún no han sido tratados.

### Palabras clave

Desastres; Logística humanitaria; Planificación; Respuesta.

\* Artículo para optar por el título de Magíster en Ingeniería, Infraestructura y Sistemas de Transporte. Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín-Colombia. Grupo de investigación en Vías y Transporte (VITRA). Correo electrónico: neflorezo@unal.edu.co. ORCID 0000-0003-2744-9070

## Abstract:

This article goes deep inside the literature of humanitarian logistics; the evolution this object of study has had through these twenty-four years of research. It emphasizes the most important authors and worldwide works, the contributions of the different articles applied to the real problems and how the current planning and response trends have been strengthening to disasters due to the increase of these in recent years. We will highlight the research in each of the stages of humanitarian logistics, the models developed and the contributions which give rise to the development of new works that help to improve the critical conditions of a population in a disaster situation. This literature review looks for the reader know in a clear and simple way about the humanitarian value chains and in the case the topic becomes his/her trend of study, He/She has a guide for the investigation, based on the documents here referenced and He/She has a light on issues related to humanitarian logistics that researchers have not yet addressed.

## Keywords

Disasters; Humanitarian logistics; Planning; Response; Answer.

# Introducción

Los desastres naturales en el mundo han hecho parte de todas las generaciones de la humanidad, de la existencia y del desarrollo humano; es importante mencionar que como consecuencia dejan pérdidas invaluable (millones de muertos y cuantiosos daños a la infraestructura).

Desde la inundación provocada en el siglo V a. C. en el que toda la humanidad fue devastada por un diluvio que duró 40 días y 40 noches, hasta el paso del huracán Sandy que causó estragos por Canadá, el Caribe y la Costa Este de Estados Unidos a finales del mes de octubre del año 2012, la humanidad se ha visto plagada de diferentes tipos de desastres, y por lo tanto se ha hecho énfasis en estudiar y desarrollar herramientas que permitan mitigar los efectos negativos que causan estas tragedias.

Por ello el concepto de logística humanitaria para la atención de desastres, ha venido desarrollándose desde que Kreps & Bosworth (1993) hablan del papel y el desempeño de las tareas de cada uno de los integrantes de las organizaciones que se encargan de la ayuda humanitaria en un huracán que afectó la Costa del Golfo en Estados Unidos, hasta la aplicación de metodologías y tecnología que contribuyen a mejorar la gestión de las diferentes organizaciones de ayuda humanitaria en las zonas afectadas por el desastre como lo desarrollan Rodríguez, Vitoriano y Montero (2012) en su trabajo de investigación.

Se entiende por logística humanitaria, el proceso de planificar, implementar y controlar eficientemente, el flujo rentable de almacenamiento de bienes y materiales, así como la información relacionada del punto de origen al punto de consumo, con el fin de satisfacer las necesidades del beneficiario final (Van Wassenhove, 2006). La aplicación de la logística humanitaria, su desarrollo y sus desafíos cobran importancia en los últimos años debido a la creciente actividad de los desastres ocurridos, Caunhye, Nie & Pokharel (2012) dan cuenta de que desde el 2001 han ocurrido alrededor de 500 sucesos anuales que han dejado una cifra cercana de 75.000 muertos y más de 200 millones de damnificados en promedio. Debido a esta brecha entre magnitud-frecuencia, respecto a capacidad de respuesta, todas las entidades humanitarias demandan herramientas de planificación y gestión de riesgo que soporten la toma de decisiones de una manera ágil y eficiente, para lo cual se pueden plantear o proponer modelos de operación (procedimientos, protocolos) que permitan potenciar el sistema logístico humanitario, utilizando múltiples herramientas matemáticas, apoyados en la investigación de operaciones y modelos de decisión multicriterio, modelos de elección discreta, y otras herramientas potenciales de

gestión. Kandel, Abidi & Klumpp (2011) afirman que estos modelos matemáticos son importantes y útiles para tomar decisiones, dado que se espera para el futuro un aumento en el impacto y frecuencia de los desastres naturales en todo el mundo. Para Flórez (2018) Lo anterior ratifica la importancia de la aplicación de la logística humanitaria por cada tipo de calamidad, debido a que, por medio de esta, se puede minimizar las consecuencias negativas originadas por los diferentes desastres.

## Metodología y alcance del trabajo

Este escrito tiene como finalidad explorar como a través de los años ha evolucionado el concepto de logística humanitaria a nivel mundial, qué aplicaciones a casos reales se han realizado y documentado, además de cómo la academia ha estudiado la labor social de los diferentes gobiernos y las organizaciones humanitarias a través de los diferentes desastres ocurridos en el mundo.

El trabajo se divide en tres partes, en primer lugar, se relacionan los conceptos de la cadena de valor humanitaria, los cuales se exponen en tres fases y cómo la academia ha abordado estos temas y las soluciones u opciones encontradas y aplicadas a la realidad. En segundo lugar, da cuenta de un análisis general de los documentos hallados en las diferentes bases de datos, exaltando los documentos más leídos, los autores que más han aportado sobre esta temática y los avances de las investigaciones a través de los años. Por último, se presentan las conclusiones obtenidas, las cuales indican qué vacíos hay en la literatura y qué temas pueden servir para futuras investigaciones.

## Fundamento teórico

### Definiciones y etapas de la logística humanitaria

En primer lugar, se debe tener en cuenta que la logística humanitaria y sus diferentes operaciones no fueran necesarias si en el mundo no ocurrieran los desastres, por desastre se entiende como un trastorno o ruptura que afecta físicamente un sistema y su conjunto, amenazando sus prioridades y metas, el cual puede ser de origen artificial y natural. Es importante mencionar que además de las pérdidas humanas, la infraestructura de las zonas afectadas también presenta daños y su recuperación genera costos que muchas veces la parte gubernamental debe asumir, incluyendo el costo que las organizaciones humanitarias incurren en las diferentes operaciones de respuesta ante los desastres.

La logística de la cadena de valor humanitaria se divide en tres etapas importantes: preparación, respuesta y recuperación, en la figura 1 se puede observar, que la etapa de mitigación está integrada por una serie de operaciones básicas como lo son, la vulnerabilidad y la evaluación de factores de riesgo, la planeación y configuración de la cadena de suministros humanitarios, pre-posicionamiento de bodegas o centros de distribución con material relacionado para la atención de emergencias; recomendada a nivel mundial para disminuir el tiempo de entregas de las ayudas y logra la oportuna distribución de los materiales en las demás etapas del ciclo humanitario.

La etapa de respuesta está integrada por la búsqueda y rescate de sobrevivientes, así como la movilización y suministro de ayuda humanitaria. Cuando en la etapa de preparación no se implementan las estrategias adecuadas, se genera un impacto negativo en la etapa de respuesta, representado en un mayor desgaste logístico para entregar las medicinas, alimento y albergue, las cuales son fundamentales en las primeras horas de un sistema impactado por un desastre.

La tercera etapa hace referencia a las actividades de recuperación y mejoramiento de las condiciones iniciales de la comunidad antes del desastre —remoción y limpieza de escombros, reconstrucción de la infraestructura, programas de desarrollo y bienestar para la comunidad afectada—. Por esta razón como lo refiere Destro & Holguín-Veras (2011), la comunidad académica y sus grupos de investigación en todo el mundo están canalizando su potencial investigativo a la generación de soluciones que permitan mejorar los sistemas logísticos de las instituciones humanitarias, intensificando sus esfuerzos para desarrollar e implementar modelos y herramientas de prevención, mitigación y gestión del riesgo.

Figura 1. Cadena de valor humanitaria



Fuente: adaptado de Georgia Tech Conference, 2011. Recuperado de <http://www.scl.gatech.edu/humlog2011/>

## Revisión y análisis de la literatura

En la literatura investigada acerca de los diferentes aspectos de la logística humanitaria, se encontraron alrededor de 200 artículos, que desarrollan diversos estudios de los temas en que se envuelve la logística humanitaria. Hay que tener en cuenta que la logística toma más de tres cuartas partes de las operaciones de rescate (Pazirandeh, 2010). Los rescates son originados por los esfuerzos que realizan las diferentes organizaciones humanitarias, con el fin de salvar vidas y mitigar el impacto negativo que causan los diferentes desastres.

En cuanto a los desastres se pueden catalogar como naturales y antrópicos, estos últimos son los causados por el hombre. En este estudio se relaciona la literatura que aborda los desastres de tipo natural, estos se pueden dividir en dos clases: los de inicio lento y los de aparición súbita. Entre los de inicio lento están los relacionados con el hambre, la sequía y la pobreza, contrario a los de aparición súbita que hace referencia a los tornados, huracanes y terremotos. Los sucesos de inicio súbito son los relacionados durante la revisión de la literatura. Cabe recalcar que los artículos obtenidos de las diferentes fuentes de información se clasificaron en tres categorías. La primera categoría contiene aquellos artículos de índole descriptivos que son aquellos que describen lo sucedido y lo que se pudo hacer durante o después de la ocurrencia de un desastre o los que desarrollan una revisión de la literatura en cualquier aspecto propio de la logística humanitaria. En la segunda categoría se encuentran los artículos que tratan el tema de la planificación para minimizar los impactos de cualquier desastre; en la tercera se hace mención a los artículos que desarrollan modelos para dar una respuesta efectiva ante la ocurrencia de una catástrofe asimismo la recuperación de las zonas afectadas por dichos siniestros.

## Tipos de artículos

Entre los diversos temas tratados por los diferentes estudios revisados, se encontraron las siguientes clasificaciones: los artículos de índole descriptivo los cuales caracterizan operaciones realizadas en un tipo de desastre específico o proponían una revisión de literatura; los trabajos que explican la planificación para la mitigación de desastres, entre estos los modelos que ayudan al pre posicionamiento de instalaciones y al enrutamiento de vehículos, en caso de que el desastre ocurra; y los artículos que enuncian modelos para aplicarlos en operaciones de mitigación de desastres, lo que concierne a las operaciones de respuesta y recuperación.

### Artículos de tipo descriptivo

Dentro de los artículos descriptivos se clasifican aquellos que tratan sobre los estudios de casos, los cuales incluyen las operaciones que se hicieron y las comparan con las que se debieron hacer en relación al desastre ocurrido. Un ejemplo es el trabajo desarrollado por Perry (2007) en su artículo *"Natural disaster management planning: study of logistics managers responding to the tsunami"*. Este artículo habla sobre las actividades de

respuesta en la catástrofe del tsunami ocurrido en el 2004 en el Océano Indico, desastre que afectó a varios países de Asia entre ellos La India, Indonesia, Sri Lanka, Tailandia, Malasia etc. El trabajo además de describir las operaciones desarrolladas en las horas después del desastre, contrasta enfatizando qué medidas se deberían haber aplicado para minimizar el efecto del suceso y qué actividades podrían haber servido para la eficiencia de las operaciones de mitigación.

Otra clasificación de los artículos descriptivos, son los que miden el desempeño de una organización humanitaria, como el trabajo de Beamon & Balcik (2008) titulado *“Performance measurement in humanitarian relief chains”*, el cual compara el desempeño de una organización humanitaria como *World Vision International* con las cadenas de suministros comerciales, y a partir de esa combinación desarrolla un marco teórico, que puede ser utilizado para medir el desempeño de cualquier organización de índole humanitaria.

Además de comparar el desempeño de la logística humanitaria con la logística comercial, dentro de la literatura se abordan trabajos que buscan aplicar las teorías propias de la cadena de suministro empresarial a las actividades de atención de desastres; entre los trabajos de esta característica, se encuentra el desarrollado por Wassenhove (2006) titulado *“Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear”* en el que además de proponer que la logística humanitaria puede aplicar medidas propias de la logística comercial, también incluye un estudio en el cual las organizaciones privadas pueden mejorar su ventaja competitiva, colaborando con las organizaciones humanitarias.

En la clasificación de los artículos descriptivos están aquellos que miden el desempeño de una organización en particular, el rendimiento de su cadena de suministro, y su evolución. Gatignon, Wassenhove & Charles (2010) en la publicación *“The Yogyakarta Earthquake: Humanitarian relief through FRC’s decentralized supply chain”*, muestran la manera de diseñar y aplicar las cadenas de suministro óptimas para la gestión de la logística humanitaria; exponen el caso de cómo la Cruz Roja Internacional evolucionó en sus operaciones de ayuda y evaluó el desempeño de la organización durante las actividades de rescate en el terremoto de Yogyakarta en el 2006. También se hallaron artículos interesantes que describen la aplicación de tecnología RFID en las operaciones propias de la cadena de suministro humanitaria, un caso particular es el trabajo desarrollado por Baldini, Oliveri & Braun (2012) en el cual se describen las principales características, los desafíos de la logística humanitaria y el papel potencial que puede tener la tecnología especialmente, el sistema de radiofrecuencia para mejorar la eficiencia de la gestión de la cadena de suministro; la investigación que describe este proceso lleva por nombre *“Securing disaster supply chains with cryptography enhanced RFID”*. Por último están los artículos que desarrollan un marco teórico de tal forma que recopilan información de trabajos pasados y vislumbran el trabajo para futuras investigaciones, tal es el caso de la investigación de Caunhye et al., (2012), en la que se estudian los diferentes modelos que se han aplicado en las actividades propias de respuesta y recuperación de desastres, como instalación de ubicaciones, distribución de ayudas humanitarias y transporte.

## Artículos de preparación y mitigación

En el contexto de la logística humanitaria la planeación es fundamental, y se puede definir como la gestión y la organización de diferentes actividades, para minimizar el impacto de los desastres naturales sobre una población determinada. Dentro de las actividades de preparación ante situaciones de desastres está la ubicación de bodegas o centros de distribución con material de ayuda humanitaria o denominado a nivel académico: pre-posicionamiento. El pre-posicionamiento de los suministros de emergencia como lo mencionan Rawls & Turnquist (2010) es un mecanismo para aumentar la preparación de los desastres naturales, por lo que es una herramienta de planificación que determina la ubicación y las cantidades de los distintos tipos de suministros de ayuda para ser pre-posicionados en condiciones de incertidumbre acerca del acontecimiento de un desastre natural. Con la ubicación o pre-posicionamiento de las instalaciones se puede cumplir el objetivo primordial de contar con un inventario de seguridad que incluya mantas, colchones, agua, medicamentos, los cuales son suministros esenciales para la sobrevivencia de personas afectadas por una situación de desastre.

Jaller, Ukkusuri & Holguín (2007) refieren que un importante componente de la logística humanitaria, es el sistema de inventarios, el cual puede asegurar una adecuada existencia de suministros críticos para satisfacer las necesidades de las víctimas sin mayores interrupciones. Teniendo en cuenta que la bodega humanitaria tiene existencias de diferentes materiales no perecederos para afrontar una crisis después de 48 horas, hay otro tipo de suministros que solo puede ser llevado al lugar de la catástrofe desde zonas diferentes a donde están ubicadas las bodegas. Estas son las donaciones realizadas por el sector privado, la sociedad o el traslado de herramientas o maquinaria especializada para operaciones de rescate, remoción de escombros o recuperación de la zona afectada, asimismo como material hospitalario necesario para la atención de víctimas en estado de gravedad. Para que este tipo de materiales puedan llegar al lugar de la tragedia o para reabastecer las bodegas en tiempos de crisis, es necesario contar con una red de transporte bien planificada con rutas definidas para la entrega de suministros en cualquier lugar teniendo en cuenta las posibles interrupciones dentro de la red de comunicaciones.

Además de los suministros es importante tener en cuenta, que hay que desplazar personal de las organizaciones humanitarias al área afectada por el desastre y en el caso de heridos es necesario trasladarlos a los centros asistenciales más cercanos. En el trabajo *"Emergency Logistics Planning in Natural Disasters"*, expuesto por Özdamar, Ekinci y Küçükyazici (2004), se abarca ampliamente el tema de planeación de rutas para mejorar la eficiencia de la cadena de valor humanitaria. Otro tema relevante es la planeación de la evacuación, como lo mencionan Saadatseresht, Mansourian & Taleai (2009), en una situación de emergencia, la evacuación se realiza con el fin de desplazar a la gente de un lugar peligroso a un lugar más seguro, y por lo general hay que

hacerlo a toda prisa. Es necesario diseñar planes de evacuación con el fin de tener una buena respuesta en una situación de emergencia. Un desafío central en el desarrollo de un plan de evacuación para determinar la distribución de los evacuados en las zonas seguras, es decir, decidir dónde y en qué camino evacuado se debe ir.

En la parte de mitigación, existen en la literatura investigaciones que abarcan holísticamente la planeación de la logística humanitaria en determinados desastres, es decir, cómo planear todos los elementos y actividades para responder adecuada y asertivamente ante los desastres. Lo que tienen en común los diversos trabajos es la aplicación de las distintas técnicas de planificación basadas en los modelos matemáticos y computacionales desarrollados por los investigadores en tiempos anteriores.

La parte de planificación de los quehaceres de la logística humanitaria fueron tratados desde hace 20 años, aplicando desde métodos de investigación de operaciones como es la teoría de colas, hasta desarrollar métodos de optimización como la función de Lagrange, pasando por los diferentes modelos heurísticos y estocásticos, que le agregan efectividad a los modelos que los investigadores estudian para dar soluciones a los problemas que debe afrontar la logística humanitaria.

### Artículos de respuesta y recuperación

Este tipo de artículos presentan las mismas características que los relacionados con mitigación y preparación. Se dice que las mismas características porque abarca las temáticas abordadas por los trabajos de planificación, inclusive todas las investigaciones aplican modelos a las operaciones propias de la logística humanitaria que se desarrollan después de la ocurrencia de un desastre.

Hemos notado que desde el principio de las investigaciones realizadas para la logística humanitaria, se estudió la etapa de respuesta y preparación de desastres, dándole énfasis a la organización de los actores involucrados en las operaciones de ayuda y atención de desastres, hasta llegar a desarrollar investigaciones que incluyen el problema de ruteo de vehículos (VRP), para disminuir el tiempo de entrega de suministros a las poblaciones afectadas por estas catástrofes y a la vez estudiando el factor de minimización de costos. Todo este desarrollo fue posible debido a que se tomó en cuenta qué aspectos de la cadena de suministro comercial, podrían ser aplicados en el campo de la logística humanitaria, incluyendo la medición de su desempeño a través de modelos que buscan minimizar los tiempos de entrega y la maximización de la cobertura cuando ocurre una calamidad de índole natural.

## Top five

Siempre existirán “biblias” o libros a seguir para cada tema en específico, y en logística humanitaria no es la excepción, encontrar artículos de carácter investigativo en los que las opiniones e investigaciones han prevalecido con el paso del tiempo, dejando abierta las puertas para futuras investigaciones y para que otros investigadores puedan aportar sus conocimientos en pro del mejoramiento de la logística humanitaria. En la tabla 1 se presenta de forma resumida el top five de los artículos más citados en logística humanitaria, la contribución que a la ciencia o al mundo dieron estos trabajos y las palabras clave que utilizaron los investigadores. En la tabla 2 aparecen los libros o capítulos de libros más citados por los investigadores que abordan esta temática.

La información relacionada con las citas fue suministrada por la herramienta bibliográfica en línea llamada Scopus.

Tabla 1. Artículos más citados en logística humanitaria

Autor y año	Nombre	Citado	Contribución	Palabras clave
Altay & Green, 2006	OR / MS research in disaster operations management.	535	Revisión de la literatura para identificar las potenciales direcciones de investigación en las operaciones de desastres, discutir temas relevantes, y proporcionar un punto de partida para los investigadores interesados.	OR in societal problem analysis/Disasters/Emergency management
Özdama, Ekinci y Küçükyazici, 2004	Emergency logistics planning in natural disasters	472	Un modelo de planificación que ha de integrarse en un sistema de logística humanitaria, el modelo es dinámico y dependiente del problema de transporte y se resuelve en intervalos de tiempo determinados durante la prestación de ayuda en curso. El modelo vuelve a generar planes de incorporación de nuevas solicitudes de ayudas materiales, suministros y nuevos medios de transporte que estén disponibles.	emergency planning/linear and integer multi-period multi-commodity network flows/vehicle routing/Lagrangian relaxation
Wassenhove, 2006	Blackett memorial lecture humanitarian aid logistics: Supply chain management in high gear	448	Estrategias para mejorar la preparación y la necesidad de las cadenas de suministro para ser ágil, adaptable y alineada, una competencia básica de muchas organizaciones humanitarias que participan en las operaciones de socorro y un área en que el sector privado podría aprovechar para mejorar su ventaja competitiva.	emergency relief operations/humanitarian logistics/supply chain management
Fiedrich, Gehbauer & Rickers, 2000	Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disasters	379	Modelo de optimización dinámica que busca una efectiva respuesta de las operaciones de emergencia, asignando los recursos lo mejor posible. Se presenta también un modelo de rendimiento de la cadena de valor humanitaria.	Disaster response; Earthquakes/Mathematical modeling/Heuristics; Computer-based decision-support systems/Search-and-rescue
Kovács & Spens, 2007	Humanitarian logistics in disaster relief operations	371	Discusión útil sobre las características únicas de la logística humanitaria. El marco proporciona a los profesionales una herramienta para la planificación y realización de las operaciones humanitarias de logística.	Multiple criteria analysis / Logistics / Hierarchical planning

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Libros o capítulos de libros más citados

Autor y año	Nombre	Citado	Contribución	Característica
Rietjens & Bollen, 2008	Managing civil-military cooperation: A 24/7 joint effort for stability	25	El libro contiene contribuciones de académicos y profesionales de alto nivel, como oficiales militares y personal humanitario.	Libro publicado por Ashgate Publishing Ltd, en Holanda
Altay, 2008	Issues in disaster relief logistics	16	Este capítulo examina principalmente los problemas de la interfaz de preparación y respuesta, que es la logística. Los problemas logísticos en el sector privado han sido ampliamente investigados en el campo de la ciencia de investigación y gestión de operaciones. Este capítulo revisa algunos de estos enfoques de modelado relacionados con el alivio de desastres	Capítulo del libro "Large-Scale Disasters: Prediction, Control, and Mitigation" Publicado por: Cambridge University Press
Duran, Ergun, Keskinocak & Swann 2013	Humanitarian logistics: Advanced purchasing and pre-positioning of relief items	13	Se indican las complejidades e ineficiencias en la práctica actual de respuesta de socorro para mejorar la respuesta al desastre, se habla de las opciones de compra anticipada y preposicionamiento de los artículos de ayuda humanitaria a través de proyectos aplicados realizados, para diferentes organizaciones humanitarias.	Capítulo de libro presentado para la "International Series in Operations Research and Management Science" en su volumen 181.
Thomas & Kopczak. 2007	Life-saving supply chains: Challenges and the path forward	13	Este documento proporciona antecedentes sobre el estado actual de la logística en el entorno humanitario y los factores que han limitado la evolución del conocimiento y el desempeño de las cadenas de suministro humanitarias.	Capítulo de libro presentado para la "International Series in Operations Research and Management Science" en su volumen 98.
Sarkis, Spens, & Kovács	A study of barriers to greening the relief supply chain	9	El objetivo de este capítulo es explorar las barreras para la implementación de prácticas ecológicas en la cadena de suministro de las operaciones de socorro.	Capítulo del libro "Relief supply chain management for disasters: Humanitarian, aid and emergency logistics" Publicado por: IGI Global

Fuente: elaboración propia

La investigación más antigua data del año 1996, en la que se formuló el primer modelo para una situación de recuperación de desastres, utilizando algoritmos heurísticos. Esta se desarrolla tres años después que se conozca la primera investigación sobre la logística humanitaria. Esto quiere decir que los investigadores tardaron tres años en desarrollar un modelo eficiente para las diferentes actividades relacionadas con la recuperación en zonas de desastres.

## Autores, escuelas y publicaciones

### Autores principales

Referente a los autores, se encontraron alrededor de 200 nombres incluyendo a los coautores, sobresaliendo los artículos publicados o presentados en conferencias internacionales. 15 principales autores con cuatro o más artículos, de los cuales una pareja son colaboradores entre sí y normalmente presentan en compañía sus investigaciones. Es el caso de Kovács con Tatham, que son autores principales y llevan más de dos dígitos en publicaciones sobre logística humanitaria, Tatham con dieciséis y Kovács con diez. Además de los dos autores mencionados anteriormente encontramos en la revisión de literatura a: Holguín-Veras, Spens K. M, Wassenhove, Feng, Jaller y Spens K, estos autores ya sea de forma colaborativa o individual tienen en su haber 61 artículos, representando el 30% de la literatura consultada para la elaboración de este trabajo. Kovács se caracteriza por trabajar artículos de carácter descriptivo enfocándose en el estudio de la cadena de valor humanitaria, las organizaciones que hacen parte de esa cadena y los artículos que tratan de una revisión de la literatura, especialmente de las operaciones de respuesta en la cadena de logística humanitaria. De igual manera su compañero de fórmula Tatham muestra las necesidades y desarrollos de la logística humanitaria en artículos descriptivos; por su parte presentó un trabajo que obedece a mejorar la distribución y las rutas de los diferentes medios de transporte en situaciones post-desastres.

Por otra parte, Holguín-Verás socio de Jaller en cinco investigaciones también se centra en artículos de índole descriptivo, en particular del desempeño y operaciones desarrolladas en un desastre (los terremotos) y ha desarrollado investigaciones teniendo en cuenta el terremoto de Japón en el 2011 y el de Haití en el 2010. Jaller se interesa por la parte de pre-posicionamiento y el inventario que estas bodegas deben llevar para una situación de desastres.

### Escuelas y entidades

Muchas universidades a nivel mundial han tocado el tema de la logística humanitaria, desde Japón hasta Sao Paulo pasando por Estado Unidos, para la modelación en caso de huracanes, vemos trabajos desarrollados que buscan aportar a la sociedad a partir de la temática de la logística humanitaria. Según la revisión desarrollada para esta investigación se destacan por la cantidad de publicaciones presentadas cinco instituciones a nivel mundial, en la tabla 3 se presentan los trabajos que aportaron al conocimiento de la logística humanitaria, la ubicación geográfica y la temática que aplicaron en su investigación.

Tabla 3. Escuelas al servicio de la investigación sobre logística humanitaria

Center for Infrastructure, Transportation, and the Environment, Department of Civil and Environmental Engineering, Rensselaer Polytechnic Institute. Troy, New York, Estados Unidos

Trabajos	Autores	Temáticas	Aplicación
A stochastic inventory model for fixed lifetime goods for disaster planning	Jaller, Ukkusuri & Holguín-Veras, 2007	Mitigación y preparación/inventarios	Minimización de los costos de inventarios.
The Tohoku disasters: chief findings concerning the post disaster humanitarian logistics response	Holguín-Veras, Taniguchi & Ferreira, 2014	Artículo descriptivo/casos	Investigación sobre las operaciones desarrolladas en el terremoto de Japón.
Comparative performance of alternative humanitarian logistic structures after the Port-au-Prince earthquake: ACEs, PIEs, and CANS	Holguín-Veras, Jaller & Wachtendorf, 2012	Artículo descriptivo/casos	Investigación sobre el papel de las diferentes organizaciones humanitarias en el terremoto de Haití.
A sketch planning model for points of distribution location in large urban disasters	Jaller & Holguín-Veras, 2010	Mitigación y preparación/pre-posicionamiento	Modelo para estimar los puntos de distribución para afrontar emergencias.
On the unique features of post-disaster humanitarian logistics	Holguín-Veras, Jaller, Van Wassenhove, Pérez, & Wachtendorf, 2012	Artículo descriptivo/casos	Eficiencia de las operaciones en la cadena humanitaria.

Department of Business Administration, University of Vienna. Viena, Austria

Trabajos	Autores	Temáticas	Aplicación
Multi-criteria location planning for public facilities in tsunami-prone coastal areas	Doerner, Gutjahr & Nolz, 2010	Mitigación y preparación/pre-posicionamiento	Modelo para la ubicación de bodegas en situaciones de tsunamis.
A Bi-objective Metaheuristic for Disaster Relief Operation Planning.	Nolz, Doerner & Gutjahr, 2010	Mitigación y preparación Suministro de materiales.	Modelo aplicado en Manbí Ecuador.
Water distribution in disaster relief	Nolz, Doerner & Hartl, 2010	Respuesta y recuperación / distribución y ruteo.	Investigación operativa para la distribución de agua.

Department of Industrial Engineering, University of Washington. Seattle, Washington, Estados Unidos.

Trabajos	Autores	Temáticas	Aplicación
Challenges to Effective Information and Communication Systems in Humanitarian Relief Organizations	Maiers, Reynolds & Haselkorn, 2005	Artículo descriptivo/Organizaciones humanitarias	Problemas y desafíos al desarrollo de un sistema de comunicación entre organizaciones de ayuda.
Inventory management support systems for emergency humanitarian relief operations in South Sudan	Beamon & Kotleba, 2006	Mitigación y preparación/inventarios	Rendimiento del sistema de inventarios.
Inventory modeling for complex emergencies in humanitarian relief operations	Beamon & Kotleba, 2007	Mitigación y preparación/inventarios	Modelo estocástico de control de inventarios
Last mile distribution in humanitarian relief.	Balcik, Beamon & Smilowitz, 2008	Respuesta y recuperación/distribución y ruteo	Asignación de vehículos y distribución de recursos por medio de algoritmos heurísticos.
Performance measurement in humanitarian relief chains	Beamon & Balcik, 2008	Artículo descriptivo/Revisión de la literatura	Medición del desempeño de la cadena humanitaria.
Facility location in humanitarian relief.	Balcik, & Beamon, 2008	Mitigación y preparación/pre-posicionamiento	Problema de ubicación de máxima cobertura.

Nanyang Technological University, School of Mechanical and Aerospace Engineering, Systems and Engineering Management Division, Center for Supply Chain Management. Singapur.

Trabajos	Autores	Temáticas	Aplicación
Emergency Logistics Planning in Natural Disasters	Özdamar, Ekinci y Küçükyazici, 2004	Mitigación y preparación/ruteo	Modelo de ruteo por medio de algoritmos heurísticos.
A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities	Yi & Özdamar, 2007	Mitigación y preparación/ruteo	Modelo de ruteo por medio del Vehicle Routing Problem.
Ant colony optimization for disaster relief operations	Yi & Kumar, 2007	Respuesta y recuperación/ruteo	Modelos meta heurísticos para la distribución de ayudas

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 3, a través de las casi dos décadas en que se han desarrollado estudios de logística humanitaria, solo se han caracterizado por la continuidad de sus artículos de investigación cuatro escuelas a nivel mundial.

## Evolución de la literatura

A continuación en esta sección se describen a rasgos generales, cómo los investigadores han incorporado en sus trabajos las diferentes temáticas relacionadas con la logística humanitaria. La primera investigación que se conoce sobre la temática de logística humanitaria habla de la asignación de roles para los involucrados en las diferentes organizaciones que entran a operar después de la ocurrencia de un desastre, especialmente en huracanes que afectan el territorio estadounidense (Kreps & Bosworth, 1993), además fue el primer trabajo conocido sobre operaciones de respuesta y recuperación.

Por otro lado el primer trabajo que abordó el tema de evacuación como se menciona en Tufekci (1995) se basó en las lecciones aprendidas durante el huracán Andrew que azotó al estado de Florida en 1992, el aporte principal de esta investigación fue desarrollar un plan de acción para la evacuación de personas en este tipo de desastres.

La teoría de las redes de colas fue aplicada al primer trabajo sobre planificación de desastres como lo mencionan Bakuli & Smith (1996) de tal forma se buscaba diseñar una red de distribución óptima que mitigara las consecuencias inherentes de un desastre. Los algoritmos heurísticos fueron aplicados a los modelos de respuesta y recuperación a mediados de los noventa (Haghani & Sei-Chang, 1996; Fiedrich, Gehbauer & Rickers, 2000). La aplicación del criterio multijerarquico apareció de la mano con modelos de ruteo Barbarosoğlu, Özdamar & Çevik (2002). La primera publicación de orden descriptivo habla sobre la participación de logística humanitaria aplicada en los huracanes Urbina & Wolshon (2003). La ubicación de las instalaciones para tiempos de respuesta se modeló bajo el método del centro de gravedad apoyado con las ecuaciones de la p media, proponiendo para futuras investigaciones la aplicación de modelos heurísticos Jia, Ordóñez & Dessouky (2007).

Los anteriores modelos no fueron aplicados para el posicionamiento, sino para la planeación de inventarios en emergencias complejas en el sur de Sudan como se menciona en Beamon & Kotleba (2006). En el 2006 se creó un marco de aplicación de indicadores a los procesos propios de la logística humanitaria (Davidson, 2006) que hace referencia a la importancia de la utilización del transporte multimodal en las operaciones de respuesta y recuperación (Strawderman & Eksioglu, 2009). El pre-posicionamiento fue incluido por primera vez en el trabajo "A location-routing approach to pre-position supplies in humanitarian supply chains" Ukkusuri & Yushimito (2008). Los algoritmos heurísticos sirvieron para aplicar en operaciones de respuesta un modelo que incluía ruteo, asignación de vehículos y distribución de mercancías (Balcik, Beamon & Smilowitz, 2008). La primera revisión literaria sobre el tema la abordó el artículo "Humanitarian logistics performance in the light of gender" desarrollado por Kovács & Tatham (2009). A partir del 2009 se comenzaron a abordar temáticas de planificación y respuesta de forma holística, tomando todos los aspectos inherentes de la cadena de suministro humanitaria.

Adicional se encontraron artículos que tratan del problema de licitación para los recursos necesarios en las operaciones de ayuda y rescate como se menciona en Ertem, Buyurgan & Rossetti (2010). En particular una investigación habla de la capacidad que debe tener un país para afrontar los retos que impone la ocurrencia de un desastre Pazirandeh, (2010). En la última década se empezó a anunciar del impacto que puede tener la aplicación del RFID en las operaciones (Yang, Yang & Yang, 2011), proponiendo estrategias que ayudan a mejorar el desempeño de la cadena de valor humanitaria por medio de esta tecnología (Baldini et al., 2012). A nivel general los anteriores son los temas tratados por la literatura científica en el campo de la logística humanitaria, tocando a fondo temáticas que se encuentran en las tres etapas de la cadena de valor.

Como parte de la investigación es necesario saber qué ha ocurrido con los desastres anteriormente descritos y cómo las diferentes organizaciones humanitarias han desempeñado su rol en estos sucesos. Medir el desempeño de esas organizaciones durante sus operaciones de respuesta, el personal, aplicar protocolos y tecnología en sus quehaceres diarios. Por otra se encuentran los artículos cuyos objetivos son llegar a la zona de desastres con los diferentes suministros de ayuda, estos artículos dan cuenta de la ruta a seguir para llegar a las zonas de desastres, rutas alternativas, tipos de transporte y la capacidad de bienes y personal que pueden llevar al lugar de destino. También aplica en la parte de planificación cuando necesiten reabastecer a las bodegas pre-posicionadas. Los modelos son aquellos que se aplican de forma general a cualquier cadena de logística humanitaria, sirven para preparar y alistar toda la cadena de suministro humanitario en caso que ocurra el desastre y en la parte de mitigación.

Los artículos que relacionan estudios sobre la cadena de suministro, hacen referencia a investigaciones que combinan dos o más aspectos de la logística humanitaria, es decir tratan a la vez temas de ruteo y pre-posicionamiento, o ruteo, pre-posicionamiento e inventarios, que son aplicados holísticamente a toda la cadena de suministro humanitaria.

## Conclusiones y recomendaciones

Como se ha podido observar en el desarrollo de este artículo, las diferentes escuelas e investigadores han evidenciado un creciente interés por desarrollar trabajos que tienen que ver con la planificación y atención de desastres. El 53% de los artículos publicados sobre el tema de logística humanitaria, se han desarrollado desde el 2010 hasta el presente, por lo cual la información afín con la temática es relativamente actual y da pie a los futuros investigadores a pensar que es un tema que se ha tratado poco y por lo tanto es digno de trascender en las escuelas de investigación a nivel mundial.

Se observa con preocupación que a pesar de la cantidad de catástrofes que han tenido origen en el territorio Sudamericano, los investigadores oriundos de la región no ahondan el tema de logística humanitaria, el cual puede ser un aporte esencial para el desarrollo de su región; además que son trabajos relacionados con la parte social y sirven de aprendizaje para investigadores de otras partes del mundo. Por ejemplo hasta ahora no hay un documento científico que hable sobre el terremoto en Chile ocurrido en el 2010 o sobre las lecciones aprendidas que tienen que ver con esta catástrofe, si a esto se le suma que de todas las investigaciones consultadas solo tres son de escuelas Latinoamericanas, una de Brasil y dos de México lo que nos representa menos del 2% de las investigaciones realizadas por instituciones científicas de América Latina, hasta el momento comparadas con las desarrolladas a nivel mundial.

Hay que aclarar que las políticas relacionadas sobre atención y prevención de desastres, los protocolos de atención a las víctimas y los de restauración del territorio después de ocurrida la catástrofe, son menester de cada gobierno, por lo tanto el Estado y los entes gubernamentales deben trabajar con la comunidad científica, para desarrollar propuestas que mejoren el desempeño de las operaciones propias de la logística humanitaria y por ende minimizar los costos de esas operaciones y sobre todo reducir al mínimo, el número de víctimas y personal humano afectado por cualquier tipo de desastre.

Es necesario replicar en escuelas Latinoamericanas estudios y modelos de pre-posicionamiento, distribución, ruteo y reposición de inventarios aplicados en países y regiones de Europa, Estados Unidos y Asia en el entorno social, político y económico de nuestra región. Dentro de los temas tratados se aprecia que se debe enfatizar en la parte de valoración de riesgos, la cual hay que tener en cuenta en el momento de planificar acciones y medidas de prevención y mitigación ante los desastres. Del mismo modo pasa con la educación, a pesar

que no se incluye dentro de los temas de logística humanitaria es esencial que otras corrientes la desarrollen, con el fin de generar una conciencia integral ante estos temas; lo que a su vez forma a futuros investigadores acerca del tema humanitario. Es notorio que las diferentes publicaciones consultadas no desarrollen temas sobre la etapa de recuperación, especialmente sobre operaciones de limpieza, reconstrucción y restablecimiento. Es indispensable seguir hurgando en temas de medición de efectos y lecciones aprendidas, debido a que esta clase de estudios además de tener un componente científico-descriptivo, ayuda a que la sociedad y la comunidad en general repliquen ese conocimiento y sigan preparándose a fondo ante los posibles desastres.

El mundo cambia constantemente y cada vez son más notorios los efectos que el hombre ha causado en la naturaleza, por ello el aumento de desastres a nivel mundial especialmente en la última década, llama la atención de los diferentes investigadores que han encontrado dentro de la logística humanitaria, un amplio campo de aplicación de nuevos conocimientos, con la finalidad de optimizar las operaciones propias de mitigación y respuesta, y contribuir con trabajos que ayuden a mejorar las condiciones de nuestra sociedad.

## Conflicto de intereses

El autor declara la inexistencia de conflicto de interés con institución o asociación comercial de cualquier índole. Asimismo, la Universidad Católica Luis Amigó no se hace responsable por el manejo de los derechos de autor que los autores hagan en sus artículos, por tanto, la veracidad y completitud de las citas y referencias son responsabilidad de los autores.

# Referencias

- Altay, N., & Green, W. G. (2006). OR/MS research in disaster operations management. *European Journal of Operational Research*, 175(1), 475-493. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.05.016>
- Altay, N. (2008). Issues in disaster relief logistics. In M. Gad-el-Hak (Ed.), *Large-Scale Disasters: Prediction, Control, and Mitigation* (pp. 120-146). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511535963.007
- Bakuli, D.L., & Smith, J.M. (1996). Resource allocation in state-dependent emergency evacuation networks. *European Journal of Operational Research*, 89(3), 543-555. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)00230-4](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)00230-4)
- Balcik, B., & Beamon, B. M. (2008). Facility location in humanitarian relief. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 11(2), 101-121. DOI: <https://doi.org/10.1080/13675560701561789>
- Balcik, B., Beamon, B. M., & Smilowitz, K. (2008). Last mile distribution in humanitarian relief. *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*, 12(2), 51-63. DOI: <https://doi.org/10.1080/15472450802023329>
- Baldini, G., Oliveri, F., Braun, M., Seuschek, H., & Hess, E. (2012). Securing disaster supply chains with cryptography enhanced RFID. *Disaster Prevention and Management*, 21(1), 51-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/09653561211202700>
- Barbarosoğlu, G., Özdamar, L., & Çevik, A. (2002). An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations. *European Journal of Operational Research*, 140(1), 118-133. doi: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00222-3](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00222-3)
- Beamon, B. M., & Kotleba, S. A. (2006). Inventory management support systems for emergency humanitarian relief operations in South Sudan. *The International Journal of Logistics Management*, 17(2), 187-212. DOI: <https://doi.org/10.1108/09574090610689952>
- Beamon, B. M., & Kotleba, S. A. (2007). Inventory modelling for complex emergencies in humanitarian relief operations. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(1), 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1080/13675560500453667>

- Beamon, B. M., & Balcik, B. (2008). Performance measurement in humanitarian relief chains. *International Journal of Public Sector Management*, 21(1), 4-25. DOI: <https://doi.org/10.1108/09513550810846087>
- Caunhye, A. M., Nie, X., & Pokharel, S. (2012). Optimization models in emergency logistics: A literature review. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(1), 4-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2011.04.004>
- Davidson, A. L. (2006). *Key performance indicators in humanitarian logistics* (Tesis de maestría). Massachusetts Institute of Technology. Retrieved from [http://www.fritzinstitute.org/PDFs/findings/XS\\_Davidson\\_Anne.pdf](http://www.fritzinstitute.org/PDFs/findings/XS_Davidson_Anne.pdf)
- Destro, L., & Holguín-Veras, J. (2011). Material convergence and its determinants: Case of hurricane Katrina. *Transportation Research Board*, 2234, 14-21. DOI: <https://doi.org/10.3141/2234-02>
- Doerner, K. F., Gutjahr, W. J., & Nolz, P. C. (2009). Multi-criteria location planning for public facilities in tsunami-prone coastal areas. *OR Spectrum*, 31(3), 651-678. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00291-008-0126-7>
- Duran, S., Ergun, Ö., Keskinocak, P., & Swann, J. L. (2013). Humanitarian logistics: Advanced purchasing and pre-positioning of relief items. *Handbook of Global Logistics*, 181, 447-462. DOI:10.1007/978-1-4419-6132-7\_18
- Ertem, M. A., Buyurgan, N., & Rossetti, M. D. (2010). Multiple-buyer procurement auctions framework for humanitarian supply chain management. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 40(3), 202-227. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600031011035092>
- Fiedrich, F., Gehbauer, F., & Rickers, U. (2000). Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disasters. *Safety Science*, 35(1-3), 41-57. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00021-7](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00021-7)
- Flórez Oviedo, N. E. Modelos de elección de modos de transporte a partir de logística humanitaria para atender zonas de desastre. Aplicación a la zona de Urabá. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/69679/1/10770990.2018.pdf>
- Gatignon, A., Van Wassenhove, L. N., & Charles, A. (2010). The Yogyakarta earthquake: Humanitarian relief through IFRC's decentralized supply chain. *International Journal of Production Economics*, 126(1), 102-110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.003>
- Haghani, A., & Oh, S. (1996). Formulation and solution of a multi-commodity, multi-modal network flow model for disaster relief operations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 30(3), 231-250. DOI: [https://doi.org/10.1016/0965-8564\(95\)00020-8](https://doi.org/10.1016/0965-8564(95)00020-8)

- Holguín-Veras, J., Jaller, M., Van Wassenhove, L. N., Pérez, N., & Wachtendorf, T. (2012). On the unique features of post-disaster humanitarian logistics. *Journal of Operations Management*, 30(7-8), 494-506. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2012.08.003>
- Holguín-Veras, J., Jaller, M., & Wachtendorf, T. (2012). Comparative performance of alternative humanitarian logistic structures after the Port-au-Prince earthquake: ACEs, PIEs, and CANs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(10), 1623-1640. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.08.002>
- Holguín-Veras, J., Taniguchi, E., Jaller, M., Aros-Vera, F., Ferreira, F., & Thompson, R. G. (2014). The Tohoku disasters: Chief lessons concerning the post disaster humanitarian logistics response and policy implications. *Transportation research part A: policy and practice*, 69, 86-104. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.08.003>
- Jaller, M., Ukkusuri, S., & Holguin-Veras, J. (2007). *A stochastic inventory model for fixed lifetime goods for disaster planning*. In 87th Annual meeting of the transportation research board.
- Jaller, M., & Holguín-Veras, J. (2010). *A sketch planning model for points of distribution location in large urban disasters*. Washington, DC.
- Jia, H., Ordóñez, F., & Dessouky, M. (2007). A modeling framework for facility location of medical services for large-scale emergencies. *IIE Transactions*, 39(1), 41-55. DOI: <https://doi.org/10.1080/07408170500539113>
- Kandel, C., Abidi, H., & Klumpp, M. (2011). Humanitarian Logistics Depot Location Model. In P. Navais, J. Machado, C. Analide, A. Abelha (Eds.). *The 2011 European Simulation and Modelling Conference, Conference Proceedings* (pp. 288-293). Guimaraes, Portugal: University of Mino
- Kreps, G. A., & Bosworth, S. L. (1993). Disaster, organizing, and role enactment: A structural approach. *American Journal of Sociology*, 99(2), 428-463. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/2781684>
- Kovács, G., & Spens, K. M. (2007). Humanitarian logistics in disaster relief operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(2), 99-114. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600030710734820>
- Kovács, G., & Tatham, P. (2009). Humanitarian logistics performance in the light of gender. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 58(2), 174-187. DOI: <https://doi.org/10.1108/17410400910928752>
- Maiers, C., Reynolds, M., & Haselkorn, M. (2005). Challenges to effective information and communication systems in humanitarian relief organizations. In *IEEE International Professional Communication Conference* (pp. 82-91).

- Nolz, P. C., Doerner, K. F., Gutjahr, W. J., & Hartl, R. F. (2010). A Bi-objective metaheuristic for disaster relief operation planning. In: C. A. Coello Coello, C. Dhaenens, L. Jourdan (Eds.) *Advances in Multi-Objective Nature Inspired Computing. Studies in Computational Intelligence* (vol. 272). Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-11218-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-11218-8_8)
- Nolz, P. C., Doerner, K. F., & Hartl, R. F. (2010). Water distribution in disaster relief. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 40(8), 693-708. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600031011079337>
- Özdamar, L., Ekinci, E., & Küçükyazici, B. (2004). Emergency logistics planning in natural disasters. *Annals of Operations Research*, 129(1-4), 217-245. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:ANOR.0000030690.27939.39>
- Pazirandeh, A. (2010). Local capacity building: A logistics perspective in disaster relief. In *The 21th Annual Conference of the Production and Operations Management Society*.
- Perry, M. (2007). Natural disaster management planning: A study of logistics managers responding to the tsunami. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 37(5), 409-433. DOI: <https://doi.org/10.1108/09600030710758455>
- Rawls, C. G., & Turnquist, M. A. (2010). Pre-positioning of emergency supplies for disaster response. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(4), 521-534. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2009.08.003>
- Rietjens, S. J. H., & Bollen, M. T. I. B. (Eds.). (2008). *Managing civil-military cooperation: A 24/7 joint effort for stability*. Ashgate Publishing.
- Rodríguez, J., Vitoriano, B., & Montero, J. (2012). A general methodology for data-based rule building and its application to natural disaster management. *Computers & Operations Research*, 39(4), 863-873. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2009.11.014>
- Saadatseresht, M., Mansourian, A., & Taleai, M. (2009). Evacuation planning using multiobjective evolutionary optimization approach. *European Journal of Operational Research*, 198(1), 305-314. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.07.032>
- Sarkis, J., Spens, K. M., & Kovács, G. (2011). A study of barriers to greening the relief supply chain. *Relief supply chain management for disasters: Humanitarian, aid and emergency logistics* (pp. 196-207). DOI:10.4018/978-1-60960-824-8.ch011
- Strawderman, L., & Eksioglu, B. (2009). The role of intermodal transportation in humanitarian supply chains final report. *Journal of Emergency Management*, 9, 25-36.

- Thomas, A., & Kopczak, L. R. (2007). *Life-saving supply chains: Challenges and the path forward*. In H. L. Lee, C.Y. Lee (Eds.). *Building Supply Chain Excellence in Emerging Economies* (Vol. 98). DOI:10.1007/978-0-387-38429-0\_4
- Tufekci, S. (1995). An integrated emergency management decision support system for hurricane emergencies. *Safety Science*, 20(1), 39-48. DOI: [https://doi.org/10.1016/0925-7535\(94\)00065-B](https://doi.org/10.1016/0925-7535(94)00065-B)
- Ukkusuri, S., & Yushimito, W. (2008). Location routing approach for the humanitarian prepositioning problem. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2089, 18-25. doi: <https://doi.org/10.3141/2089-03>
- Urbina, E., & Wolshon, B. (2003). National review of hurricane evacuation plans and policies: A comparison and contrast of state practices. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(3), 257-275. doi: [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(02\)00015-0](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(02)00015-0)
- Van Wassenhove, L. N. (2006). Blackett memorial lecture humanitarian aid logistics: Supply chain management in high gear. *Journal of the Operational Research Society*, 57(5), 475-489. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/8b82/2c05d15a366b6daa08c806a62ed37e17c9cb.pdf>
- Yang, H., Yang, L., & Yang, S. (2011). Hybrid zigbee RFID sensor network for humanitarian logistics centre management. *Journal of Network and Computer Applications*, 34(3), 938-948. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2010.04.017>
- Yi, W., & Özdamar, L. (2007). A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities. *European Journal of Operational Research*, 179(3), 1177-1193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.03.077>
- Yi, W., & Kumar A. (2007). Ant colony optimization for disaster relief operations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(6). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2006.05.004>