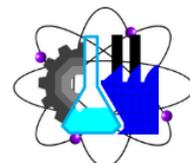




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Facultad de Ciencias  
Químicas e Ingeniería

Universidad Autónoma  
del Estado de Morelos

Facultad de Ciencias Químicas  
e Ingeniería

Tesis para obtener el título de Licenciatura en: Ingeniero Industrial

Modelos matemáticos para la ubicación de un CEDI en caso de  
contingencia por el volcán Popocatépetl

Ingeniería Industrial

Carolina Scarlett Chávez Marchan

Directora de tesis: Maria Del Carmen Torres Salazar

Cuernavaca, Morelos a 03 de Septiembre de 2023.



Universidad Autónoma  
del Estado de Morelos

Facultad de Ciencias Químicas  
e Ingeniería

Tesis para obtener el título de Licenciatura en: Ingeniero Industrial

Modelos matemáticos para la ubicación de un CEDI en caso de  
contingencia por el volcán Popocatépetl

Ingeniería Industrial

Carolina Scarlett Chávez Marchan

Directora de tesis: Maria Del Carmen Torres Salazar

Cuernavaca, Morelos a 03 de Septiembre de 2023.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le quiero agradecer a mi familia y amigos por apoyarme cuando mis ánimos declinaban. En especial a mis padres por brindarme todo el apoyo para cumplir esta meta y darme ánimos para seguir cumpliendo mis sueños.

De igual manera quiero agradecer a mi tutora Dra. Carmen Torres, quien con sus conocimientos y apoyo me oriento a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

Y por último a la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, a la Jefatura de Ingeniería Industrial y los catedráticos por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Muchas gracias a todos.



# Contenido

INDICE TABLAS .....	3
INDICE DE FIGURAS .....	5
INDICE DE ABREVIATURAS.....	6
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITULO I. MARCO CONTEXTUAL .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.1 General .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.2 Específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Justificación .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPITULO II. MARCO TEORICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 ¿Qué es un desastre?.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.1 Resultados de la revisión de la literatura .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Modelos matemáticos.....</b>	<b>48</b>
<b>2.3.1 Centro de Gravedad.....</b>	<b>49</b>
<b>2.3.2 Modelo AHP (Analythic Hierarchy Process).....</b>	<b>50</b>
<b>2.4 Centro de distribución.....</b>	<b>52</b>
<b>2.5 Refugio temporal.....</b>	<b>53</b>
<b>CAPITULO III. DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>54</b>
<b>3.1 Volcán Popocatépetl.....</b>	<b>54</b>
<b>3.2 Identificación de peligros del volcán para el estado de Morelos.....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.1 Caída de ceniza.....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.2 Caída de balísticos .....</b>	<b>56</b>
<b>3.2.3 Lahares .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.4 Zona de riesgo por flujo de material volcánico.....</b>	<b>58</b>
<b>3.3 Escenarios de riesgo para el estado de Morelos .....</b>	<b>59</b>
<b>3.4 Población en riesgo .....</b>	<b>62</b>
<b>3.5 Refugios temporales en Morelos.....</b>	<b>63</b>

<b>CAPITULO IV. APLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO .....</b>	<b>66</b>
<b>CAPITULO V. ANALISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
<b>5.1 Método centro de gravedad .....</b>	<b>67</b>
<b>5.2 Modelo AHP (Analythic Hierarchy Process) .....</b>	<b>72</b>
<b>5.3 Conclusiones.....</b>	<b>85</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>86</b>

## INDICE TABLAS

Tabla 1.2 Base de datos de Logística Humanitaria. ....	17
Tabla 2.2 Tipo de definición. ....	40
Tabla 3.2 Consideraciones de cada autor para su definición del tema. ....	46
Tabla 4.2. Escala de Saaty.....	51
Tabla 5.3 Análisis de escenarios posibles para la evolución de la actual etapa evolutiva del volcán Popocatepetl. ....	60
Tabla 6.3 Población en riesgo y etapas de evacuación. ....	62
Tabla 7.3 Totales de población para evacuar.....	63
Tabla 8.3 Refugios Temporales. ....	64
Tabla 9.5 Coordenadas y volumen manejado de cada refugio. ....	68
Tabla 10.5 Coordenadas X, Y primera iteración.....	68
Tabla 11.5 Distancias di primera iteración.....	69
Tabla 12.5 Coordenadas X, Y tercera iteración.....	70
Tabla 13.5 Coordenadas X, Y segunda iteración. ....	70
Tabla 14.5 Distancias di tercera iteración.....	70
Tabla 15.5 Distancias di segunda iteración.....	70
Tabla 16.5 Coordenadas X, Y quinta iteración. ....	71
Tabla 17.5 Coordenadas X, Y cuarta iteración.....	71
Tabla 18.5 Distancias di cuarta iteración.....	71
Tabla 19.5 Distancias di quinta iteración.....	71
Tabla 20.5 Coordenadas sexta iteración.....	72
Tabla 21.5 Datos De Los Refugios Temporales.....	73
Tabla 22.5 Matriz de comparación de criterios.....	74
Tabla 23.5 Matriz normalizada de criterios.....	74
Tabla 24.5 Matriz de comparación de volumen.....	75
Tabla 25.5 Matriz normalizada de volumen.....	76
Tabla 26.5 Matriz de comparación de acceso.....	77
Tabla 27.5 Matriz normalizada de acceso.....	78
Tabla 28.5 Matriz de comparación de distancia.....	79
Tabla 29.5 Matriz normalizada de distancia.....	80

Tabla 30.5 Matriz de comparación de seguridad.....	81
Tabla 31.5 Matriz normalizada de seguridad.....	82
Tabla 32.5 Matriz de prioridad global .....	83

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Placas tectónicas que forman parte del territorio mexicano. ....	11
Figura 2.2 Tipo de publicaciones.....	39
Figura 3.2 Publicaciones por año. ....	39
Figura 4.2 Tipo de definición. ....	44
Figura 5.2 Consideraciones del autor.....	45
Figura 6.3 Representación de caída de ceniza en estado de Morelos.....	56
Figura 7.3 Caída de balísticos.....	57
Figura 8.3 Bomba volcánica .....	57
Figura 9.3 Flujo de Lahares.....	58
Figura 10.3 Zona de riesgo por flujo de material volcánico. ....	59

## INDICE DE ABREVIATURAS

**AHP** Analythic Hierarchy Process

**Apli. Mod. Mat.** Aplicación de Modelo Matemático

**CBTA 8** Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario no. 8

**CBTis 136** Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios no. 136

**CECyTE 03** Colegio de Estudios Científicos y tecnológicos del estado de Morelos.

**CEDI** Centro de Distribución

**CENAPRECE** Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades

**CENAPRED** Centro Nacional de Prevención de Desastres

**CETis 12** Centro de Bachillerato Estudios Industrial y de Servicios no. 12

**CETis 136** Centro de Bachillerato Estudios Industrial y de Servicios no. 136

**CETis 44** Centro de Bachillerato Estudios Industrial y de Servicios no. 44

**COBAEM 01** Colegio de Bachilleres del Estado de Morelos Plantel 01

**CONALEP** Colegio Nacional de Educación Profesional

**ITZ** Instituto Tecnológico de Zacatepec

**NO. REF** Número de Refugio

**PREP #01** Preparatoria #01 “Lic. Bernabé L. de Elías”

**PREP #02** Escuela Preparatoria #02

**SEC #02** Escuela Secundaria #02 “Francisco González Bocanegra”

**SEGOB** Secretaría de Gobernación

**UAEM GIM** Universidad Autónoma del Estado de Morelos Gimnasio

**UAEM POLI 1** Universidad Autónoma del Estado de Morelos Polideportivo 1

**UAEM POLI 2** Universidad Autónoma del Estado de Morelos Polideportivo 2

**UPEMOR** Universidad Politécnica del Estado de Morelos

**UTEZ** Universidad Tecnológica Emiliano Zapata

**VEC PROM** Vector Promedio

**WTC** World Trade Center

## INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la SEGOB y CENAPRED (2007) un desastre se define como “un evento concentrado en tiempo y espacio, en el cual la población, o parte de ella, sufre un daño severo e incurre en pérdidas para sus miembros, de manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad afectando, el funcionamiento vital de la misma”. (SEGOB & CENAPRED, 2007)

Cada año, el país es afectado por numerosos desastres los cuales además de dejar secuelas emocionales a las personas que lo sufren, dejan daños a las propiedades y a los servicios que se les brindan. En los últimos años en el estado de Morelos se han presentados fenómenos hidrometeorológicos y geológicos (inundaciones, sequías y sismo). Un desastre potencial para el estado es el volcán Popocatepetl, el cual se encuentra activo desde el año 1994.

Como se había mencionado un desastre trae consecuencias importantes y con relación al desastre potencial del estado se necesita desalojar a la población aledaña al volcán para mitigar las pérdidas humanas, estas deben alojarse en refugios temporales. De acuerdo con el Gobierno del Estado de Yucatán (s/f) los refugios temporales son instalaciones a través de las cuales se brinda alojamiento, abrigo, alimentación y asistencia médica a la población desplazada, ya sea como prevención o como consecuencia de la afectación de las viviendas al ser destruidas o inundadas ante la ocurrencia de un desastre. Aún con la ayuda que el gobierno le otorga a la población que se encuentra en estos refugios en ocasiones no es suficiente para abastecer toda la demanda requerida, por ello se utiliza la logística humanitaria la cual tiene como objetivo principal el planificar la distribución de bienes que llega de parte de la población que no está viviendo esta situación. Por esto se buscará la ubicación ideal para la implementación de un centro de distribución el cual funcionará para la recepción y distribución de alimentos para los damnificados de este desastre.

El primer capítulo se hará mención del marco contextual en el cual hablaremos de los desastres que han acontecido en el mundo y han sido de vital importancia para

la logística humanitaria, también se mencionas los objetivos que este trabajo tiene planteado cubrir, así como el planteamiento del problema, en el cual da una breve explicación de la situación en lo referente a el estado de Morelos.

Posteriormente en el capítulo 2, se da una descripción teórica de lo que trata en general este trabajo. En este capítulo se menciona el tema de logística humanitaria, la información utilizada es una investigación realizada con anterioridad, en este apartado se proporciona una definición del tema realizada por la autora de este trabajo.

Consecutivamente en el capítulo 3, hablaremos del desarrollo del problema en el cual se hará evocación del riesgo potencial al cual está expuesto el estado de Morelos, el volcán Popocatepetl, señalando los riesgos que representa para la población. En este capítulo también se reflejará la acción que tiene el gobierno del estado en caso de contingencia. El objetivo del capítulo 4 es dar a conocer la manera en la cual se fue desarrollando el presente trabajo; las bases de datos que se utilizaron, las palabras claves, etc.

En el presente trabajo se expone el caso del estado de Morelos, donde se analiza la ubicación de un centro de distribución de alimentos en caso de que su peligro potencial, el volcán Popocatepetl, ocasione complicaciones para la población. Así, en el capítulo 5, se examinarán los resultados de las metodologías aplicadas las cuales son, el método de centro de gravedad y Modelo AHP (Analythic Hierarchy Process), los resultados que obtendremos serán una aproximación de la ubicación ideal para el CEDI.

Por último, el capítulo 5 daremos una conclusión de toda la investigación, tomando como prioridad analizar si los objetivos específicos postulados al inicio del trabajo se cumplieron o fueron rechazados.

## **CAPITULO I. MARCO CONTEXTUAL**

A continuación, se presenta la razón de esta investigación, la cual parte con algunos desastres de causas naturales, como estos afectaron tanto económicamente como en víctimas mortales. De esta manera nos lleva a la problemática, los objetivos que deseamos alcanzar y la razón por la cual nos interesa desarrollar más el tema.

La humanidad se enfrenta constantemente a desastres como lo pueden ser terremotos, tsunamis, ciclones, inundaciones, erupciones volcánicas, entre otras catástrofes. Todos estos acontecimientos dejan un impacto tanto en la sociedad como en la economía del país donde ocurren. A continuación, se mencionará algunas de las catástrofes que han marcado la historia de la humanidad. El huracán Katrina que azotó el 29 de agosto del 2005 a los estados de Luisiana, Mississippi, Florida y Alabama en el sur de los Estados Unidos. Más de 1,800 personas perdieron la vida y un millón tuvieron que ser desplazadas de sus hogares, la suma total por los daños que provocó el desastre alcanzó los 150,000 millones de dólares. Otro desastre que ha ocurrido en los últimos años fueron el del sismo y tsunami en Japón este se registró el 21 de marzo del 2011, el sismo registró una magnitud de 9.0 en la escala de Richter que después desató un fuerte oleaje en las costas. Se calcula que este desastre causó la muerte directa de 8,430 personas y más de 150,000 personas perdieron sus hogares.

México es proclive a ser afectado por algún desastre, dado su ubicación geográfica, el perímetro mexicano está delimitado por costa y se encuentra situado sobre 5 placas tectónicas (Figura 1.1) la placa norteamericana, la placa de Rivera, placa del pacifico, placa de cocos y la placa del caribe.

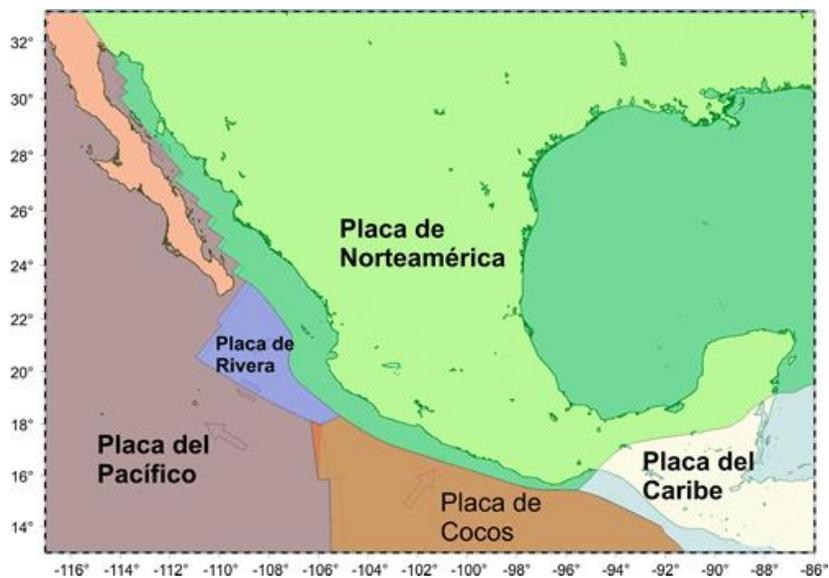


Figura 1. Placas tectónicas que forman parte del territorio mexicano.

Fuente: Servicio Sismológico Nacional

Esto ha provocado desastres que han marcado la historia del país, algunos de ellos son:

El 19 de septiembre de 1985 un terremoto de magnitud 8.1 sacudió la Ciudad de México, se desconoce el número exacto de las víctimas que dejó este desastre, la cifra de pérdidas humanas que proporciono el gobierno fue de 3692, mientras que la de la Cruz roja mexicana señala que superó las 10,000 personas.

El huracán Odile llegó el 14 de septiembre del 2014 como categoría cuatro golpeando la ciudad de Los Cabos en Baja California sur. Este desastre cobró la vida de 18 personas convirtiéndose en uno de los desastres más letales en la historia de nuestro país. Otro desastre que también azotó a nuestro país y no podemos pasar por alto es el terremoto del 85. Podemos recordar que hace cinco años, el 19 de septiembre del 2017 un terremoto de 7.1 grados sacudió a la capital del país y a los estados aledaños a él, como lo son Morelos, Puebla, Guerrero, Oaxaca Chiapas, entre otros. Esta catástrofe dejó un saldo de 369 pérdidas humanas, no se conoce la cifra exacta de las personas que fueron desplazadas de sus hogares a causa de los daños que el sismo dejó, pero se estima que son más de 3,000 personas. De acuerdo con García, Mena y Bermúdez (2018) en el estado de Morelos provocó, el fallecimiento de 74 personas y daño mas de 23 000 viviendas en 33 municipios que conformas el estado.

Los volcanes también representan un riesgo potencial para la población mexicana, ya que son parte del anillo de fuego del pacífico. De acuerdo con Claudia Juárez (2019) en México hay más de 40 volcanes activos, los más activos en la actualidad son el de Colima y el Popocatepetl. El ultimo volcán mencionado se encuentra en los límites territoriales de los estados de Morelos, Puebla y el estado de México; ha tenido actividad desde 1994.

Para este caso de estudio se tomará en cuenta como riesgo potencial el volcán Popocatepetl, dado que Protección Civil ha realizado simulaciones del riesgo que el volcán podría traer a la entidad morelense. A lo largo del tiempo se han desarrollado metodologías para la prevención de estos desastres, pero pocas para la ayuda de las personas damnificadas, por ello esta investigación abarcará el uso de métodos matemáticos para la ubicación de un centro de distribución el cual ayudará al abastecimiento de los refugios en los cuales se albergará a las personas desplazadas de sus hogares. En el CEDI solo se recibirán alimentos no perecederos y artículos de aseo personal.

### **1.1 Planteamiento del problema**

En el mundo hay desastres los cuales provocan la pérdida de vidas humanas y bienes materiales, para mitigar la perdida humana es necesario desplazar a las personas damnificadas por el desastre a refugios temporales los cuales servirán como vivienda temporal para estas personas. Estos deben ser abastecidos con los víveres necesarios e indispensables para el día a día. En el apartado anterior referenciábamos al terremoto del 19 de septiembre en cual de acuerdo con los autores García, Mena y Bermúdez (2018) en el estado de Morelos fallecieron 74 personas y 23 000 casas fueron dañadas por el sismo. Dado que el volcán Popocatepetl representa uno de los riesgos más significativos para la entidad morelense, el presente trabajo busca encontrar un Centro de Distribución capaz de abastecer los refugios temporales establecidos por el gobierno morelense.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 General**

Aplicar modelos matemáticos para encontrar la ubicación idónea de un centro de distribución dados una serie de lugares a las cuales se les tiene que suministrar la ayuda considerándolo como parte de la logística humanitaria.

### **1.2.2 Específicos**

- Revisión de la literatura sobre la logística humanitaria y los modelos que se aplican.
- Examinar la respuesta que tiene el Gobierno del Estado ante sus riesgos inminentes.
- Analizar la capacidad y localización que tiene cada refugio temporal para tomar en cuenta estos datos al momento de llevar a cabo la aplicación de los modelos matemáticos.
- Aplicar los modelos matemáticos de Centro de gravedad y modelo AHP (Analytic Hierarchy Process) para identificar la ubicación idónea de un CEDI en el estado de Morelos en caso de contingencia debido al volcán Popocatepetl.

## **1.3 Justificación**

Este trabajo tiene como finalidad aplicar modelos matemáticos para localizar el lugar más adecuado para un CEDI utilizando los datos que el gobierno del estado de Morelos y protección civil nos proporcionan, estos modelos se llevaran a cabo con el uso de la herramienta de Microsoft Excel.

La ubicación correcta de un CEDI ayudara a maximizar el flujo de bienes que serán entregados a los refugios temporales, para llegar a esta localización influyen factores como la cantidad de refugios, la capacidad que tienen para albergar damnificados, entre otros.

## **CAPITULO II. MARCO TEORICO**

### **2.1 ¿Qué es un desastre?**

En el documento “Desastres: guía de prevención” de SEGOB, CENAPRED y El sistema nacional de protección civil (2007) definen un desastre como un evento concentrado en tiempo y espacio en el cual la población, o parte de ella, sufre un daño severo e incurre en pérdidas para sus miembros, de manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad afectando, el funcionamiento vital de la misma.

El impacto que tiene estos desastres con la sociedad es en ocasiones tan severo que pierden sus bienes de manera temporal y definitiva, por ello la logística humanitaria es de gran ayuda debido a que con ella se puede abastecer a los damnificados de manera adecuada y oportuna.

### **2.2 Logística Humanitaria: Revisión de la literatura**

Entre los desastres más importantes y devastadores que han ocurrido en el mundo, el huracán Katrina en el 2005, fue el hito que hizo que la logística humanitaria empezara a tomar un lugar importante para la población afectada con el fin de mitigar los efectos que llegan como consecuencia de los desastres.

Actualmente la logística humanitaria es un tema que ha tomado muchas direcciones, por un lado, se toma como la acción de ayudar a personas en situaciones de riesgo; aliviar el sufrimiento de personas damnificadas o simplemente mandar ayuda en especie o económico a personas que han vivido un desastre. La logística humanitaria va más allá de eso, es un proceso que se hace de forma estratégica, desde la persona que manda y brinda la ayuda hasta el damnificado.

De acuerdo con los siguientes autores:

La logística humanitaria se define como el proceso de planificación, implementación y control del flujo y almacenamiento eficiente y rentable de

bienes y materiales, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el fin de aliviar el sufrimiento de personas vulnerables. (Thomas & Kopczak 2005)

El autor Sheu (2007) sugiere que es un proceso de planificación, gestión y control de los flujos eficientes de ayuda, información y servicios desde los puntos de origen hasta los puntos de destino para satisfacer las necesidades urgentes de las personas afectadas en situaciones de emergencia.

Arroyo et al. (2016) mencionan que está más orientada a la ejecución de las actividades tácticas (ej. almacenaje de los productos recolectados) y operativas (ej. abastecimiento a albergues y evacuación de individuos de la zona de desastre) requeridas para empatar la demanda de la población afectada con la oferta de ayuda disponible.

Con las aportaciones anteriores podemos definir de manera propia que la *Logística Humanitaria* es un proceso de planificación, gestión, implementación y control de flujo de información y bienes; con una gama de actividades tácticas y operativas, las cuales son utilizadas para brindar ayuda y satisfacer la demanda de personas en situación de emergencia. La respuesta de ésta debe ser inmediata, ágil y eficaz para reducir el impacto social y económico que genera. La ayuda puede ser brindada hasta que el damnificado cuente con una estabilidad económica y social.

En la Logística Humanitaria no solo se debe tomar en cuenta a las personas damnificadas, también se debe brindar suministros a las personas encargadas de la respuesta: médicos, fuerzas de búsqueda y rescate, transportistas y altruistas.

Las situaciones de emergencia no se pueden medir hasta que están sucediendo, y cada situación se presenta en diferentes circunstancias, por ello la logística humanitaria puede tener similitudes con otros proyectos elaborados, pero debe ser elaborada dependiendo de la capacidad que tienen la sociedad donde está ocurriendo la situación.

### **2.2.1 Resultados de la revisión de la literatura**

En la primera fase de la revisión se encontraron más de 200 publicaciones, de las cuales solo 51 fueron seleccionadas para realizar el análisis pertinente. Estas publicaciones no solo toman en cuenta la aplicación de la logística en caso de desastres, también hablan de personas y lugares en situaciones de riesgo, post desastre, refugiados, etc.

En la tabla 1.2 se muestra la base de datos en que fueron ordenadas las publicaciones, mostrando la referencia, la definición brindada sobre logística humanitaria y el país donde fueron publicadas.

Tabla 1.2 Base de datos de Logística Humanitaria.

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Özdamar, L., Ekinci, E., &amp; Küçükyazici, B. (2004). <i>Emergency Logistics Planning in Natural Disasters</i>. <i>Annals of Operations Research</i>, 129(1-4), 217–245. doi:10.1023/b:anor.0000030690.27939.39</p>	<p>No tiene definición del autor, aplicación de un modelo matemático.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>
<p>Thomas, A. &amp; Kopczak, L. (2005) <i>From logistics to supply chain management: the path forward in the humanitarian sector</i>. Fritz Institute</p>	<p>La Logística Humanitaria se define como el proceso de planificación, implementación y control del flujo y almacenamiento eficiente y rentable de bienes y materiales, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el fin de aliviar el sufrimiento de personas vulnerables. La función abarca una variedad de actividades, que incluyen preparación, planificación, adquisiciones, transporte, almacenamiento, seguimiento y rastreo, y despacho de aduanas.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>
<p>Van Wassenhove, L. (2006) <i>Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear</i>. <i>Journal of the Operational Research Society</i> 57, 475–489. <a href="https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602125">https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602125</a></p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	<p>Francia</p>

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Holguín-Veras, J., Pérez, N., Ukkusuri, S., Wachtendorf, T., & Brown, B. (2007). Emergency Logistics Issues Affecting the Response to Katrina. <i>Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board</i> , 2022(1), 76–82. doi:10.3141/2022-09	No tiene definición del autor.	Estados Unidos de América
Sheu, J. (2007) Challenges of emergency logistics management. <i>Transportation Research Part E</i> 43 (2007) 655–659. Doi: 10.1016/j.tre.2007.01.001	Un proceso de planificación, gestión y control de los flujos eficientes de ayuda, información y servicios desde los puntos de origen hasta los puntos de destino para satisfacer las necesidades urgentes de las personas afectadas en situaciones de emergencia.	Taiwán
Tomasini, R. & Van Wassenhove, L. (2009) <i>Humanitarian Logistics</i> . Reino Unido, Palgrave Macmillan.	No da definición el autor, habla de la historia de la logística humanitaria.	Reino Unido

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Ergun, O., Karakus, G., Keskinocak, P., Swann, J. & Villareal, M. (2009) <i>Humanitarian Supply Chain Management – An Overview</i> . Georgia Institute of Technology	Las cadenas de suministro vinculan las fuentes de "oferta" (proveedores) a los propietarios de la "demanda" (clientes finales). En una cadena de suministro humanitaria típica, los gobiernos y las ONG son las partes principales involucradas. Los gobiernos tienen el poder principal con el control que tienen sobre las condiciones políticas y económicas y afectan directamente los procesos de la cadena de suministro con sus decisiones.	Estados Unidos de América
Chandes, J & Paché, G. (2009) <i>Pensar la acción colectiva en el contexto de la logística humanitaria: las elecciones del sismo de Pisco</i> . Journal Economics, Finances and administrative science	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	Perú
Kovács, G. & Tatham, P. (2009). Humanitarian logistics performance in the light of gender. <i>International Journal of Productivity and Performance Management</i> , 58(2), 174–187. doi:10.1108/17410400910928752	No tiene definición del autor.	Finlandia

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Sheu, J.-B. (2009). <i>Dynamic relief-demand management for emergency logistics operations under large-scale disasters</i>. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 46(1), 1–17. doi: 10.1016/j.tre.2009.07.005</p>	<p>No tiene definición del autor, artículo de aplicación.</p>	<p>Taiwán</p>
<p>Balcik, B., Beamon, B., Krejci, C., Muramatsu, K. &amp; Ramirez, M. (2010). Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities. International Journal of Production Economics, 126(1), 22–34. doi: 10.1016/j.ijpe.2009.09.008</p>	<p>No tiene definición del autor.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>
<p>Moreno, V. &amp; González, L. (2011). <i>Relación entre recursos, eficiencia y tiempo de respuesta del sistema logístico de atención humanitaria desde un enfoque sistemático</i>. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.</p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	<p>Colombia</p>

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Kovács, G., & Spens, K. M. (2011). <i>Humanitarian logistics and supply chain management: the start of a new journal</i> . Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 1(1), 5–14. doi:10.1108/20426741111123041	No da una definición del autor, solo describe como se ha ido realizando la investigación sobre el tema.	Finlandia
Kandel, C., Abidi, H. & Klummp, M. (2011). <i>Humanitarian Logistics depot location model</i> . The 2011 European Simulation and Modelling Conference	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	Portugal
Vitoriano, B., Ortuño, M., Tirado, G. & Montero, J. (2011). <i>A multi-criteria optimization model for humanitarian aid distribution</i> . Journal of Global Optimization, 51(2), 189–208. doi:10.1007/s10898-010-9603-z	No tiene definición del autor, aplicación de un modelo matemático.	España

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Caunhye, A., Nie, X. &amp; Pokharel, S. (2011) <i>Optimization models in emergency logistics: A literature review</i>. Socio-Economic Planning Sciences 46 (2012), 4-13. Doi: 10.1016/j.seps.2011.04.004</p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	<p>-----</p>
<p>Overstreet, R., Hall, D., Hanna, J. &amp; Rainer, R. (2011). <i>Research in humanitarian logistics</i>. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, Vol. 1 No. 2, pp. 114-131. Doi: 10.1108/20426741111158421</p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>
<p>Falasca, M. &amp; Zobel, C. (2011). <i>A two-stage procurement model for humanitarian relief supply chains</i>. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, Vol. 1 No. 2, pp. 151-169. Doi: 10.1108/20426741111188329</p>	<p>No tiene definición del autor.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Viera, O., Moscatelli, S. & Tansini, L. (2012). <i>Logística Humanitaria y su aplicación en Uruguay</i> . Gerenc. Technol. Inform. Vol. 11 N° 30 May - Ago pp 47 - 56.	La Logística Humanitaria tiene como objetivo 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.	Uruguay
González, L., Kalenatic, D., Rueda, F. & López, C. (2012) <i>Potencial uso de la logística focalizada en sistemas logísticos de atención de desastres. Un análisis conceptual</i> . Revista de la facultad de ingeniería. Universidad de Antioquia	No tiene definición del autor, solo hace una comparación de sistemas, pero sin definir la logística humanitaria.	Colombia
Kunz, N., & Reiner, G. (2012). <i>A meta-analysis of humanitarian logistics research</i> . Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 2(2), 116–147. doi:10.1108/20426741211260723	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	Suiza

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Dasaklis, T., Pappis, C. &amp; Rachaniotis, N. (2012). <i>Epidemics control and logistics operations: A review</i>. International Journal of Production Economics, 139(2), 393–410. doi: 10.1016/j.ijpe.2012.05.023</p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	<p>Grecia</p>
<p>Pedraza Martínez, A. &amp; Van Wassenhove, L. (2012). <i>Transportation and vehicle fleet management in humanitarian logistics: challenges for future research</i>. EURO Journal on Transportation and Logistics, 185–196. Doi: 10.1007/s13676-012-0001-1</p>	<p>No tiene definición del autor.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>
<p>Abbas, A. &amp; Haghani, A. (2012) <i>Modeling integrated Supply Chain Logistics in Real-time Large-Scale Disaster Relief Operations</i>. Socio-Economic Planning Sciences. Elsevier, Vol. 46(4), pages 327-338. Doi: 10.1016/j.seps.2011.12.003</p>	<p>La Logística Humanitaria, se basa en el enfoque general de Logística, cuyo fin es que los productos lleguen a los consumidores en las condiciones requeridas, a través de una eficiente Cadena de Suministro.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Holguín-Veras, J., Jaller, M., Van Wassenhove, L., Pérez, N. &amp; Wachtendorf, T. (2012). <i>On the unique features of post-disaster humanitarian logistics</i>. Journal of operations management. Volumen 30 (7-8), pp. 494-506. Doi: 10.1016/j.jom.2012.08.003</p>	<p>La logística humanitaria abarca una amplia gama de operaciones, incluida la distribución de suministros médicos para la prevención de enfermedades de rutina, suministros de alimentos para combatir el hambre y suministros críticos después de un desastre.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>
<p>Cozzolino A. (2012) <i>Humanitarian Logistics and Supply Chain Management</i>. In: <i>Humanitarian Logistics</i>. Springer Briefs in Business. Springer, Berlin, Heidelberg. Doi:10.1007/978-3-642-30186-5_2</p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	<p>Alemania</p>
<p>Çelik, M., Ergun, Ö., Johnson, B., Keskinocak, P., Lorca, Á., Pekgün, P., &amp; Swann, J. (2012). <i>Humanitarian Logistics</i>. TutORials in Operations Research, 18–49. Doi:10.1287/educ.1120.0100</p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Holguín-Veras, J., Pérez, N., Jaller, M., Van Wassenhove, L. N. &amp; Aros-Vera, F. (2013). <i>On the appropriate objective function for post-disaster humanitarian logistics models</i>. Journal of Operations Management, 31(5), 262–280. doi: 10.1016/j.jom.2013.06.002</p>	<p>No tiene definición del autor.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>
<p>Salazar, F., Cavazos, J. &amp; Vargas, G. (2014) <i>Logística humanitaria: un enfoque del suministro desde las cadenas agroalimentarias</i>. Inf. tecnol. [online]. 2014, vol.25, n.4, pp.43-50 DOI: 10.4067/S0718-07642014000400007</p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	<p>México</p>
<p>García, M., Barcellos, V. &amp; De Mello, R. (2014). <i>Logistics processes in a post-disasters relief operation</i>. Procedia - Social and Behavioral Sciences 111 (2014) 1175 – 1184. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.01.152</p>	<p>La logística es la clave para las operaciones de respuesta a desastres y las misiones de ayuda humanitaria. La duración y la calidad de la atención, factores importantes para reducir los impactos sociales y económicos negativos en las operaciones humanitarias en una emergencia, están significativamente influenciados por el grado de excelencia en las operaciones logísticas.</p>	<p>Brasil</p>

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Reyes, L., Quintero, C. &amp; Torres, A. (2014) Modelo matemático para la programación de personal especializado en logística Humanitaria Post-Desastres. Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2014)" Excellence in Engineering to Enhance a Country's Productivity" July 22 - 24, 2014 Guayaquil, Ecuador.</p>	<p>Red de personal voluntariado y especializado que interactúa con un conjunto de bienes y servicios, esto con el fin de satisfacer la demanda de la población afectada por un desastre</p>	Ecuador
<p>Reyes, L. (2015) Localización de instalaciones y ruteo del personal especializado en logística humanitaria post-desastre - caso inundaciones. Universidad de la Sabana</p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	Colombia

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Gradilla, L. (2015) <i>Consideraciones para la gestión de la logística humanitaria post-desastre</i>. Secretaría de Comunicación y Transporte (SCT).</p>	<p>La logística humanitaria post-desastre debe proveer suministros para satisfacer las necesidades del proceso de respuesta. Estos incluyen: comida y agua para las personas encargadas de la respuesta; equipo y suministros para los médicos, para las fuerzas de búsqueda y rescate; y equipo de transporte y construcción, así como combustible. Ya que, como se mencionó anteriormente, la logística humanitaria post-desastre abarca la fase de respuesta inicial y de recuperación a corto plazo.</p>	<p>México</p>
<p>Bastian, N., Griffin, P., Spero, E. &amp; Fulton, L. (2015). <i>Multi-criteria logistics modeling for military humanitarian assistance and disaster relief aerial delivery operations</i>. Optimization Letters, 10(5), 921–953. doi:10.1007/s11590-015-0888-1</p>	<p>No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Morteza, A., Abbas, S. &amp; Behnam, T. (2015). A humanitarian logistics model for disaster relief operation considering network failure and standard relief time: A case study on San Francisco district. <i>Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review</i>, 75(), 145–163. doi: 10.1016/j.tre.2015.01.008</p>	<p>No da definición de logística humanitaria, aplicación de modelo.</p>	<p>Irán</p>
<p>Özdamar, L. &amp; Ertem, M. (2015). <i>Models, solutions and enabling technologies in humanitarian logistics. European Journal of Operational Research</i>, 244(1), 55–65. doi: 10.1016/j.ejor.2014.11.030</p>	<p>No da definición de logística humanitaria, aplicación de modelo.</p>	<p>Turquía</p>

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Arroyo, P., Gaytán, J. &amp; Mejía, C. (2016). <i>Retos para el desarrollo de estrategias de apoyo ante desastres naturales</i>. Logística y cadenas de suministros: tendencias y desafíos en México.</p>	<p>La logística humanitaria está más orientada a la ejecución de las actividades tácticas (ej. almacenaje de los productos recolectados) y operativas (ej. abastecimiento a albergues y evacuación de individuos de la zona de desastre) requeridas para empatar la demanda de la población afectada con la oferta de ayuda disponible.</p>	México
<p>Vertiz, G., Hernández, P. &amp; Ibarra, M. (2016). <i>Logística Humanitaria para resolver problemas de emergencia mediante la aplicación de modelos de investigación de operaciones</i>. Congreso Academia Journals Celaya, Volumen 8, No. 5, 2016</p>	<p>La logística humanitaria se encarga de la planificación y control efectivo de todos los recursos involucrados en un desastre en cada una de sus cuatro fases: mitigación, preparación, respuesta y recuperación; para dar una respuesta eficaz y eficiente, así como facilitar el transporte y la logística para los distintos actores que intervienen en la ayuda.</p>	México

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Hernández, J., Sanchez, R. & Neira, L. (2016). Sistema multiagentes: un panorama de aplicación de distribución de ayuda en especie para logística humanitaria en situaciones post-desastres naturales. <i>International Journal of Good Conscience</i> . 11(1)156-167.	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	México
Cozzolino, A., Rossi, S., & Conforti, A. (2016). <i>Agile and lean principles in the humanitarian supply chain</i> . <i>Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management</i> , 2(1), 16–33. doi:10.1108/20426741211225984	Una cadena de suministro ágil es la respuesta más adecuada a las condiciones extremas que enfrenta la emergencia humanitaria; debe ser eficaz y responder lo más rápido posible, requiere una fuente de empleo masiva y periódica y tiene un alto nivel de costos.	Reino Unido
Osorio, C. (2016) <i>Mecanismos de coordinación para la optimización del desempeño de la cadena de logística humanitaria mediante modelismos estocásticos. Caso colombiano</i> . Universidad Nacional de Colombia	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	Colombia

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Vertiz, G., Hernández, P. & Ibarra, M. (2016) Logística Humanitaria para resolver problemas de emergencia mediante la aplicación de modelos de investigación de operaciones. Academia Journals	Planificación y control efectivo de todos los recursos involucrados en un desastre en cada una de sus cuatro fases: mitigación, preparación, respuesta y recuperación; para dar una respuesta eficaz y eficiente, así como facilitar el transporte y la logística para los distintos actores que intervienen en la ayuda.	México
López, J. & Cárdenas, D. (2017). <i>Gestión de la logística humanitaria en las etapas previas al desastre: revisión sistemática de la literatura</i> . Revista de investigación, desarrollo e innovación, 7(2), 203-216. <a href="https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n2.2017.6094">https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n2.2017.6094</a>	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	Colombia

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Velasteguí, R. (2017). Logística humanitaria en caso de eventos adversos para optimizar los recursos y ayuda disponible en el Cantón Ambatoelasteguí, R. Universidad Técnica de Ambato	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	Ecuador
Gómez, D., Sarache, W. & Trujillo, M. (2017). <i>Identificación y Análisis de una Red de Ayuda Humanitaria: Un Caso de Estudio</i> . Información Tecnológica, 28(2), 115–124. doi:10.4067/s0718-07642017000200013	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	Colombia
Mustafa, A., Melike, İ. & Ayşenur, Ş. (2017). Review of intermodal freight transportation in humanitarian logistics. European Transport Research Review 9: 10	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	Turquía
Carrasco, J. (2017). Aplicación de la Logística Humanitaria para atender la emergencia ocasionada por El Niño Costero en Piura. Tesis. Universidad de Piura.	No tiene definición de autor, definición de varios autores.	Perú

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Boonmee, C., Arimura, M. &amp; Asada, T. (2017) <i>Facility Location Optimization Model for Emergency Humanitarian Logistics. International Journal of Disaster Risk Reduction</i>, (), S2212420916302576-. doi: 10.1016/j.ijdrr.2017.01.017</p>	<p>No da definición de logística Humanitaria, aplicación de modelo.</p>	<p>Japón</p>
<p>Tatham, P. &amp; Christopher, M. (2018). <i>Humanitarian Logistics: Meeting the challenge of preparing for and responding to disasters</i> Christopher, M. (2018). <i>Humanitarian Logistics: Meeting the challenge of preparing for and responding to disasters</i> page: 21 Third edition</p>	<p>No da una definición del autor.</p>	<p>Estados Unidos de América</p>

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Villar, M. & José, R. (2018). Diseño de almacenes y gestión de stocks en procesos de logística humanitaria para la atención de poblaciones ante situación de catástrofe. Universidad de Sevilla	La logística humanitaria nace de la necesidad de optimizar y agilizar el proceso de atención y recuperación de los países afectados por algunas catástrofes, con el objetivo de proporcionar atención inmediata a los damnificados para evitar pérdidas humanas y lograr la recuperación de los recursos materiales necesarios para una pronta rehabilitación de la sociedad afectada.	España
Flórez, N. (2018) <i>Desarrollo de la logística humanitaria: una revisión de la literatura</i> . Universidad Nacional de Colombia	Logística humanitaria es 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.	Colombia

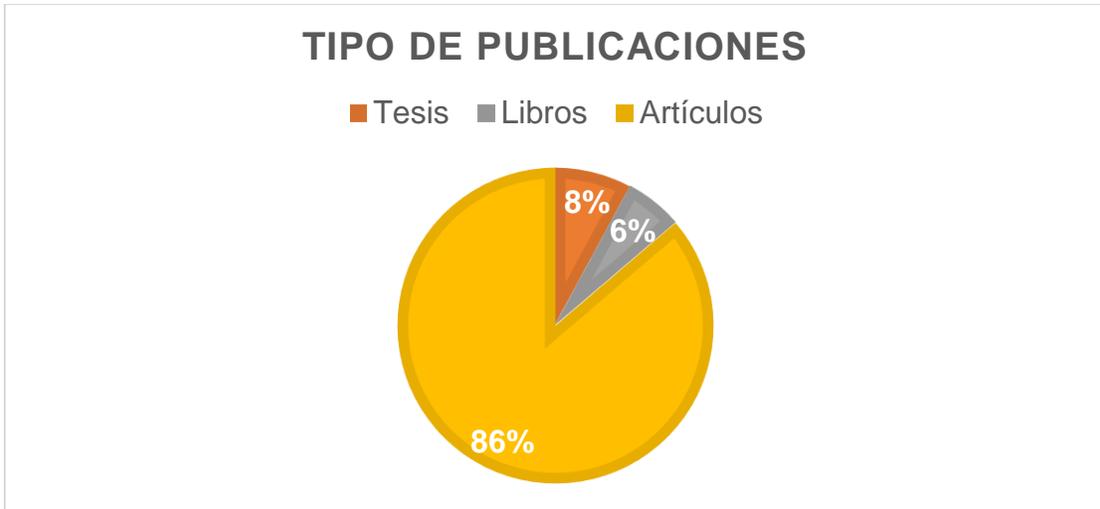
PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
<p>Seifert, L., Kunz, N., &amp; Gold, S. (2018). <i>Humanitarian supply chain management responding to refugees: a literature review</i>. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management. doi:10.1108/jhlscm-07-2017-0029</p>	<p>La SCM humanitaria comprende la gestión de diferentes funciones, como la evacuación, la atención sanitaria, el suministro de agua y alimentos o los campos de refugiados.</p>	---
<p>Adiguzel, S. (2019) <i>Logistics Management in disasters</i>. Harran University. DOI: 10.17261/Pressacademia.2019.1173</p>	<p>La logística de desastres, también conocida como logística de ayuda humanitaria, está diseñada para cubrir las necesidades de las personas dañadas y vulnerables y aliviar su sufrimiento.</p>	Turquía

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Berger, E., Velásquez, C., Huaroto, C., Zacarías, M., Núñez, L., & Arriola, J. (2019). Logística Humanitaria: modelos para la atención de poblaciones afectadas por desastres naturales. <i>Pesquimat</i> , 21(2), 17-29.	La Logística Humanitaria comprende las acciones de refugio seguro y ayuda inmediata y permanente hasta que los damnificados y afectados, alcancen un nivel de vida, aceptable e independiente, respecto a la atención de sus necesidades básicas de alimentación, vestimenta, salud física y psicológica, refugio con servicios básicos esenciales y posteriormente reconstrucción y vivienda con los servicios garantizados.	Perú
Grange, R., Heaslip, G. and McMullan, C. (2019) <i>Coordination to choreography: the evolution of humanitarian supply chains</i> . <i>Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management</i> , Vol. 10 No. 1, pp. 21-44. <a href="https://doi.org/10.1108/JHLSCM-12-2018-0077">https://doi.org/10.1108/JHLSCM-12-2018-0077</a>	No da una definición del autor.	Irlanda

PUBLICACIÓN	DEFINICIÓN	PAÍS
Salam, M. & Khan, S. (2020) <i>Lessons from the humanitarian disaster logistics management: A case study of the earthquake in Haiti</i> . Benchmarking: An International Journal, Vol. 27 No. 4, pp. 1455-1473. <a href="https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2019-0165">https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2019-0165</a>	No tiene definición del autor, da definiciones de varios autores.	Arabia Saudita

Fuente: Elaboración propia.

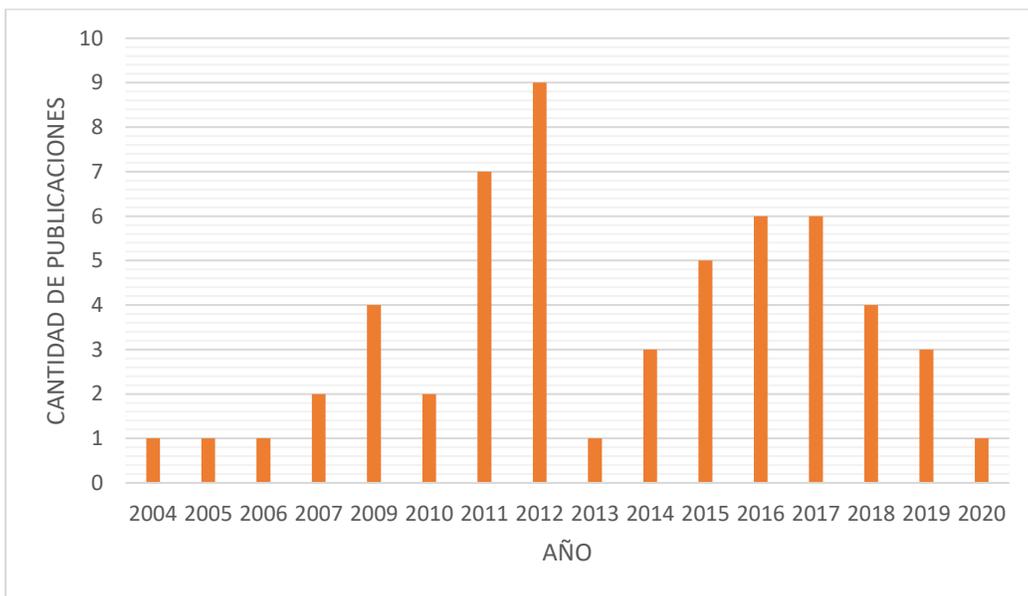
De la tabla 1.2 se fue sustrayendo la información para la elaboración de graficas las cuales fueron utilizadas para una mejor observación y evaluación de la información obtenida. La primera gráfica elaborada hace referencia al porcentaje del tipo de publicaciones encontradas (figura 2.2).



*Figura 2.2 Tipo de publicaciones.*

*Fuente: Elaboración propia.*

La segunda gráfica (figura 3.2) menciona las publicaciones que se realizaron por año, cabe señalar que las publicaciones seleccionadas abarcan del año 2004 al 2020.



*Figura 3.2 Publicaciones por año.*

*Fuente: Elaboración Propia.*

Cada publicación abarca un lado de la logística humanitaria diferente, del mismo modo que algunos autores realizaban una definición propia del tema, referenciaban a otros autores o simplemente exponían el modelo matemático que realizaban para cubrir las necesidades que tiene la logística humanitaria (Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Tipo de definición.

AUTOR	TIPO		
	PROPIA	OTROS AUTORES	APL. MOD. MAT.
Özdamar et al.,2004.			X
Thomas & Kopczak, 2005.	x		
Van Wassenhove, L. 2006		x	
Holguín-Veras et al., 2007		x	
Sheu, J. 2007	x		
Tomasini & Van Wassenhove, 2009		x	
Ergun et al., 2009.		x	

AUTOR	TIPO		
	PROPIA	OTROS AUTORES	APL. MOD. MAT.
Chandes & Paché, 2009		x	
Sheu, J. 2009			x
Kovács, G. & Tatham, P. 2009		x	
Balcik et al., 210.		x	
Moreno, V. & González, L. 2011		x	
Kovács, G. & Spens, K. 2011		x	
Kandel et al., 2011		x	
Vitoriano et al., 2011			x
Caunhye et al., 2011		x	
Overstreet et al., 2011		x	
Falasca, M. & Zobel, C. 2011		x	
Viera et al., 2012	x		
González et al., 2012		x	
Kunz, N. & Reiner, G. 2012		x	
Dasaklis et al., 2012		x	
Pedraza, A. & Van Wassenhove, L. 2012		x	

AUTOR	TIPO		
	PROPIA	OTROS AUTORES	APL. MOD. MAT.
Abbas, A. & Haghani, A. 2012	x		
Holguín-Veras et al., 2012	x		
Cozzolino, A. 2012		x	
Çelik et al., 2012		x	
Holguín-Veras et al., 2013		x	
Salazar et al., 2014		x	
García et al., 2014	x		
Reyes, L., Quintero, C. & Torres, A.	x		
Reyes, L. 2015		x	
Gradilla, L. 2015	x		
Bastian et al., 2015		x	
Morteza, A., Abbas, S. & Behnam, T.			x
Özdamar, L. & Ertem, M.			x
Arroyo et al., 2016	x		
Vertiz et al., 2016	x		
Hernández et al., 2016		x	

AUTOR	TIPO		
	PROPIA	OTROS AUTORES	APL. MOD. MAT.
Cozzolino et al., 2016	x		
Osorio, C. 2016		x	
Vertiz, G., Hernández, P. & Ibarra, M.	x		
López, J. & Cárdenas, D. 2017		x	
Velasteguí, R. 2017		x	
Gómez et al., 2017		x	
Mustafa et al., 2017		x	
Carrasco, J. 2017		x	
Boonmee, C., Arimura, M. & Asada, T			x
Tatham, P. & Christopher, M. 2018		x	
Villar, M. & José, R. 2018	x		
Flórez, N. 2018	x		
Seifert, L., Kunz, N. & Gold, S. 2018	x		
Adiguzel, S. 2019	x		
Berger et al., 2019	x		

AUTOR	TIPO		
	PROPIA	OTROS AUTORES	APL. MOD. MAT.
Grange et al., 2019		x	
Salam, M. & Khan, S. 2020		x	

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente gráfica (figura 4.2) se muestra el porcentaje de los autores que tienen una definición propia del tema, los que utilizan de otros autores y los que solo presentan un modelo matemático.

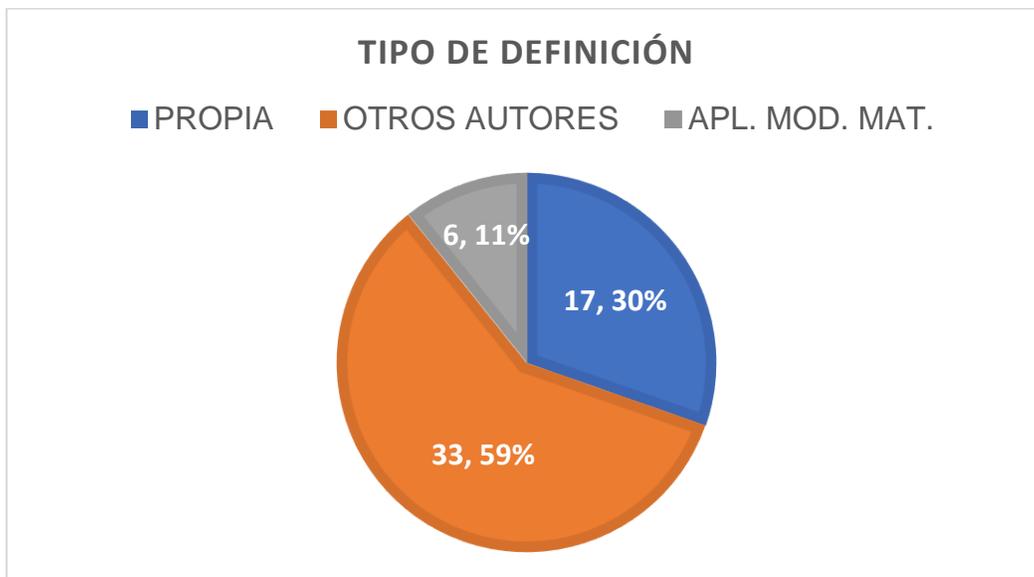


Figura 4.2 Tipo de definición.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3.2 presenta las consideraciones que cada autor toma en cuenta para definir que es una situación de emergencia. Para esta tabla solo se tomaron en cuenta los autores que proporcionan una definición propia del tema. En la figura 5.2 se visualiza de manera más dinámica los resultados de la tabla antes mencionada.

## CONSIDERACIONES

- Desastres y catástrofes naturales
- Aliviar sufrimiento
- Post-desastre
- Refugiados
- Población afectada
- No lo especifica

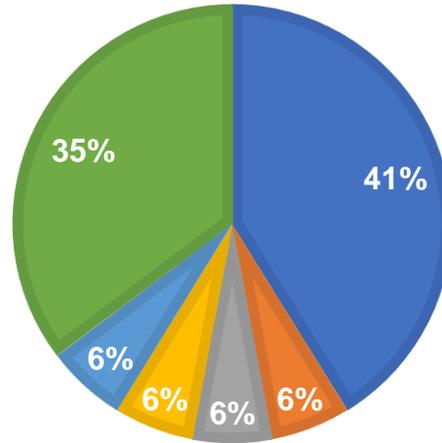


Figura 5.2 Consideraciones del autor.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.2 Consideraciones de cada autor para su definición del tema.

FUENTES DE DEFINICIÓN	CONSIDERACIONES					
	Desastres y catástrofes	Aliviar sufrimiento	Post- desastre	Refugiados	Población afectada	No lo especifica
Thomas & Kopczak, 2005.						X
Sheu, J. 2007	X					
Viera et al., 2012	X					
Abbas, A. & Haghani, A. 2012						X
Holguín-Veras et al., 2012	X					
García et al., 2014	X					
Reyes, L., Quintero, C. & Torres, A.						X
Gradilla, L. 2015			X			
Arroyo et al., 2016					X	

FUENTES DE DEFINICIÓN	CONSIDERACIONES					
	Desastres y catástrofes	Aliviar sufrimiento	Post- desastre	Refugiados	Población afectada	No lo especifica
Vertiz et al., 2016						X
Cozzolino et al., 2016						X
Vertiz, G., Hernández, P. & Ibarra, M.	X					
Villar, M. & José, R. 2018	X					
Flórez, N.2018	X					
Seifert, L., Kunz, N. & Gold, S. 2018				X		
Adiguzel, S. 2019		X				
Berger et al., 2019						X

Fuente: Elaboración Propia.

Estas definiciones y consideraciones fueron de gran ayuda para construir una definición propia de la logística humanitaria, la cual determinamos como: un proceso de planificación, gestión, implementación y control de flujo de información y bienes; con una gama de actividades tácticas y operativas, las cuales son utilizadas para brindar ayuda y satisfacer la demanda de personas en caso de situación de emergencia. La respuesta de ésta debe ser inmediata, ágil y eficaz para reducir el impacto social y económico que genera. La ayuda puede ser brindada hasta que el damnificado cuente con una estabilidad económica y social.

### **2.3 Modelos matemáticos**

Como se observa en la figura 4.2, existen 6 artículos en los cuales los autores realizan una aplicación matemática. A continuación, se menciona el modelo matemático y el objetivo por el cual fue empleado de algunos de los autores. Para Özdamar et al. (2004) el objetivo de su propuesta es tener un sistema de apoyo en las decisiones logísticas en las cuales se vinculará a todas las bases de datos y centros de ayuda en Turquía, esto implica la entre ciudades de los productos básicos, como material y personal de asistencia médica, equipo especializado. Tropas para mantener el orden, etc. El método matemático empleado en este artículo fue el de Vehicle Routing Problem (VRP), Problema de Ruteo de Vehículos el cual permite establecer una estrategia para realizar la distribución adecuada de mercancías. El autor Sheu (2009) presenta un modelo propio el cual ayudará a la gestión de la demanda de socorro, en **donde** cubrirá los siguientes puntos: pronóstico de la demanda de socorro, agrupación de las áreas afectadas y la identificación de socorro basada en áreas. Vitoriano, B., Ortuño, M., Tirado, G. & Montero, J. (2011) proponen un modelo de optimización multicriterio para problemas de distribución de la ayuda, teniendo en cuenta los principales criterios que intervienen en una operación de respuesta a desastres (tiempo, coste, fiabilidad, seguridad, equidad, etc.). En el núcleo del modelo de distribución propuesto en este trabajo se encuentran dos modelos de Network Flow, uno para carga y otro para vehículos, así como las relaciones entre ellos.

En seguida, se describen los dos modelos matemáticos que se utilizaron en la elaboración de este trabajo.

### 2.3.1 Centro de Gravedad

Ballou (2004) indica que este método se utiliza para ubicar una sola planta, terminal, almacén, punto de menudeo o de servicio. Este modelo se clasifica matemáticamente como un modelo de ubicación continua estático. La función objetivo busca minimizar la suma del volumen en un punto, multiplicada la tarifa de transportación para evitar el punto, multiplicada por la distancia hacia el punto, lo cual será el costo de transportación.

$$\text{Min } TC = \sum_i V_i R_i d_i$$

Donde:

TC= Costo total de transportación

$V_i$ = Volumen en el punto  $i$

$R_i$  = Tarifa de transportación al punto  $i$

$d_i$  = Distancia al punto  $i$  desde la instalación que se ubicará

La ubicación de las instalaciones se obtendrá al resolver dos ecuaciones para las coordenadas de la ubicación. Las ecuaciones para las coordenadas exactas del centro de gravedad son:

$$\bar{X} = \frac{\frac{\sum_i V_i R_i X_i}{d_i}}{\frac{\sum_i V_i R_i}{d_i}} \quad (1)$$

y

$$\bar{Y} = \frac{\frac{\sum_i V_i R_i Y_i}{d_i}}{\frac{\sum_i V_i R_i}{d_i}} \quad (2)$$

Donde:

$\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  = Puntos de coordenadas de la instalación ubicada.

$X_i$ ,  $Y_i$  = Puntos de coordenadas de los puntos de fuente y demanda.

La distancia  $d_i$  se estima mediante

$$d_i = K \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3)$$

Donde K representa un factor de escala para convertir una unidad de un punto de coordenada a una media de distancia más común, como millas o kilómetros.

La obtención de una solución de centro de gravedad depende de un método iterativo, no es posible encontrar una solución de forma directa. El método iterativo consiste en ir calculando progresivamente las aproximaciones a la solución del problema, con este método se espera obtener la solución mas aproximada que el supuesto inicial, esto se repite hasta que el resultado más reciente satisfaga ciertos criterios. Para la aplicación de este método de iteración se tomó un único criterio, siendo el siguiente: Una vez que las coordenadas tanto en X como en Y, no cambien para iteraciones sucesivas, o cambien tan poco que continuar con el cálculo no sea productivo.

### 2.3.2 Modelo AHP (Analythic Hierarchy Process)

El modelo AHP fue desarrollado en 1970 por Thomas Saaty. Su filosofía se basa en la intención de proporcionar un marco global y racional para la estructuración de un problema de decisión, para representar y cuantificar sus elementos, para relacionar los elementos de los objetivos generales, y para evaluar soluciones alternativas. Se basa en las matemáticas y la psicología (Perera y Sustrina, 2011).

Para Tavana et al. (1997) el modelo AHP ayuda a la toma de decisiones de asignación de valores numéricos a los atributos cualitativos, haciendo equilibrios entre ellos.

De acuerdo con Urango et al. (2015) la metodología para implementar el método AHP es el siguiente:

1. Descomponer el problema de decisión en una jerarquía de elementos interrelacionados, identificando: (a) la meta general, (b) los criterios ( $i=1, 2, \dots, m$ ) y (c) las alternativas posibles ( $j=1, 2, \dots, n$ ).
2. Desarrollar la matriz prioridad de criterios, comparando cada criterio con los demás y asignando la importancia relativa. Para este apartado se utilizará la escala de Saaty (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Escala de Saaty.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
1	Igual importancia.	Dos elementos contribuyen en igual medida al objetivo.
3	Moderadamente importante.	Preferencia leve de un elemento sobre el otro.
5	Fuertemente importante	Preferencia fuerte de un elemento sobre otro.
7	Importancia muy fuerte o demostrada.	Mucha más preferencia de un elemento sobre otro. Predominancia demostrada.
9	Importancia extremadamente fuerte.	Preferencia clara y absoluta de un elemento sobre otro.
2,4,6,8		Intermedio de los valores anteriores.
INVERSOS 1/3, 1/5, 1/7, 1/9		Se utilizan cuando el segundo elemento es mayor en el criterio a comparar.

Fuente: Ramírez, M. (2004) *El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables*. Facultad de humanidades, Argentina.

3. Desarrollar la matriz de criterios normalizada; esta matriz se forma dividiendo cada celda de la matriz prioridad por la suma de todas las celdas de su respectiva columna.
4. Formar el vector prioridad criterios, este se hace promediando los valores de cada una de las filas de la matriz normalizada.
5. Desarrollar la matriz prioridad para el criterio  $i$ , comparando el mismo criterio para cada una de las alternativas consideradas y asignando la importancia relativa.
6. Formar la matriz prioridad normalizada para el criterio  $i$  dividiendo cada celda de la matriz prioridad del criterio  $i$ , por la suma de todas las celdas de su respectiva columna.
7. Formar el vector prioridad para el criterio  $i$ , este se hace promediando los valores de cada una de las filas de la matriz prioridad normalizada del criterio  $i$ .
8. Para cada uno de los « $m$ » criterios repetir las etapas (5) a (7).
9. Luego de que la secuencia (5) – (6) – (7) ha sido ejecutada para todos los criterios, los resultados obtenidos en (4) son resumidos en una matriz prioridad (MP), listando las alternativas por fila y los criterios por columna.
10. Desarrollar un vector de prioridad global, multiplicando el vector de prioridad de los criterios (4) por la matriz de prioridad de alternativas (9).

Este tipo de modelos matemáticos se utilizan para la ubicación de almacenes, centros de distribución, puntos de ventas, etc.

## **2.4 Centro de distribución**

De acuerdo con Frazelle (2002) un CEDI se puede definir como el lugar donde una o varias empresas almacenan diferentes tipos de mercancías o materias primas, ya sean fabricadas por ellas o adquiridas a un tercero. Normalmente los centros de distribución no se encuentran en las propias instalaciones de la empresa, sino fuera de ellas, en áreas de fácil acceso y preferiblemente cerca de autopistas, aeropuertos o puertos; esto facilita un rápido recibo y despacho de la mercancía que administran. Los centros

de distribución cumplen funciones no solo de depósito de mercancías, sino también sirven como agentes aduaneros. (Frazelle, 2002. Citado en Arrieta, 2011)

Soto et al. (2004) define un centro de distribución como el "... lugar fijo donde se desarrollan procesos logísticos especializados de alto movimiento, en el cual las áreas de almacenamiento son reemplazadas por áreas donde se recibe, almacenan, preparan y despachan mercancías; respondiendo a las necesidades del cliente a un costo razonable." (Soto et al., 2004. Citado en Bacca, 2014, p.11)

La óptima ubicación de un centro de distribución es fundamental para garantizar que este se localice en un lugar adecuado para cubrir la demanda de sus proveedores y clientes.

## **2.5 Refugio temporal**

Como se indicó al inicio de este trabajo se busca la ubicación idónea para establecer un CEDI, el cual tendrá la función de abastecer los refugios temporales del estado en caso de un desastre, pero ¿Qué es un refugio temporal? ¿Cuál es su objetivo?

Posterior a que acontezca un desastre, es frecuente que exista el desplazamiento de población, tanto por evacuaciones preventivas, como por consecuencia de la afectación de las viviendas al ser destruidas o inundadas.

Empleando las palabras del CENAPRECE en el Manual de Atención a la Salud Ante Desastres: Refugios Temporales (s/f) el término de refugio temporal se refiere a la instalación física habilitada para brindar temporalmente protección y bienestar a las personas que no tienen posibilidades inmediatas de acceso a una habitación segura en caso de un riesgo inminente, una emergencia, siniestro o desastre.

## **CAPITULO III. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

En el capítulo 1, se hizo mención que este trabajo se centra en el análisis del riesgo potencial que implica el volcán Popocatépetl, en este capítulo se enfoca en el análisis de los posibles escenarios que pueden provocar su explosión, los refugios temporales y la cantidad de personas damnificadas que se tendrán que desplazar a estos por los desastre que puedan surgir derivado de una explosión.

### **3.1 Volcán Popocatépetl**

Por su origen náhuatl su nombre significa “montaña que humea”, por su altura es el pico más alto de México después del Pico de Orizaba, y por su cercanía con varias poblaciones humanas se le considera uno de los volcanes más peligrosos del mundo. También se le conoce como “Don Goyo” o simplemente como “Popo”.

El Popocatépetl es un estratovolcán o volcán compuesto. Se le describe como un volcán activo, de hecho, el más activo de México. Descansa al sur de la Ciudad de México sobre los estados de Puebla, Morelos y México, en una provincia fisiográfica nombrada Eje Neovolcánico o Eje Volcánico Transversal, que es una cadena de volcanes que incluye al Iztaccíhuatl, al Paricutín y al Nevado de Toluca, entre otros. El Popocatépetl es un volcán geológicamente joven. Se cree que tiene unos 730,000 años de antigüedad y que es remanente de volcanes antiguos que colapsaron (Programa Operativo de Protección Civil del Volcán Popocatépetl del Estado de Morelos 2018).

De acuerdo con la Coordinación estatal de Protección Civil del Estado de Morelos: Plan Popocatépetl (2019) menciona que el volcán Popocatépetl ha sido uno de los volcanes más activos en México; desde el año 1354 se han registrado 18 episodios eruptivos; su último periodo de actividad fue de 1919 a 1924, después de lo cual entró en un periodo de calma. En diciembre del año 1994 se inició el actual periodo eruptivo con emisiones de gases y cenizas, lo que provocó una evacuación preventiva de cerca de 70,000 personas. La mayor actividad presentada hasta ahora en el actual periodo eruptivo ocurrió en diciembre de 2000, cuando se emplazó el domo No. 12, que

alcanzó un volumen estimado entre 15 y 19 millones de m<sup>3</sup>. Desde entonces y hasta fines de 2011 se formaron y posteriormente se destruyeron 22 domos (hasta el No. 34), todos ellos de dimensiones menores, que fueron poco a poco rellenando el cráter interno formado en 2001. Desde agosto de 2013 y hasta el momento actual (mayo 2019) los episodios de crecimiento y formación de domos de dimensiones menores han continuado, y se emplazaron 48 domos más (Coordinación estatal de protección civil del estado de Morelos: Plan Popocatepetl, 2019).

La siguiente información es un resumen general del Programa Operativo de Protección Civil del Volcán Popocatepetl del Estado de Morelos (2018).

### **3.2 Identificación de peligros del volcán para el estado de Morelos**

El volcán Popocatepetl se encuentra en los límites territoriales de los estados de Morelos, Puebla y el estado de México. Dada su cercanía con el estado de Morelos el volcán presenta una gran cantidad de riesgos para el estado y su población.

A continuación, se identificarán los riesgos y se presentarán mapas con base a los registros históricos existentes. Los mapas de peligros del volcán Popocatepetl se elaboraron a partir de la reconstrucción de la historia geológica del volcán. A través de la revisión de archivos históricos se reconocieron los estilos eruptivos, recurrencia y extensión de las erupciones en tiempos geológicos e históricos en el volcán.

#### **3.2.1 Caída de ceniza**

Las cenizas volcánicas son partículas de roca y cristales menores a 2mm, las cuales se generan comúnmente en las erupciones de tipo explosivas. Son transportadas por el viento y pueden caer a diferentes distancias del cráter en función a su tamaño y peso. Durante un evento de exhalación de cenizas, los fragmentos más gruesos se precipitan en las cercanías del volcán, mientras que las partículas más finas son arrastradas por el viento hasta cubrir grandes distancias que van de cientos hasta miles de kilómetros. La caída de ceniza puede provocar varios efectos negativos para la salud como el agravamiento de enfermedades pulmonares, trastornos, daños

oculares, etc. Como podemos observar en la figura 6.3, la caída de ceniza representa un gran riesgo para la entidad morelense.

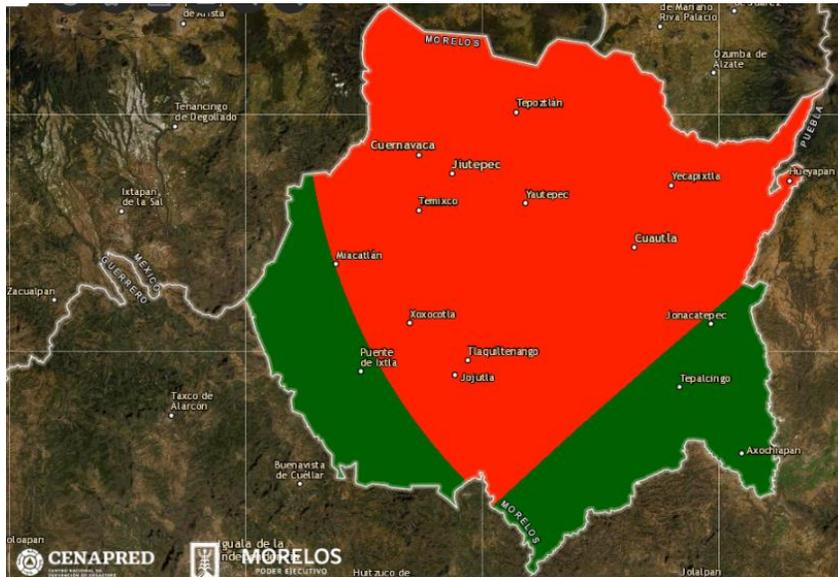


Figura 6.3 Representación de caída de ceniza en estado de Morelos.

Fuente: Atlas Estatal de Riesgos.

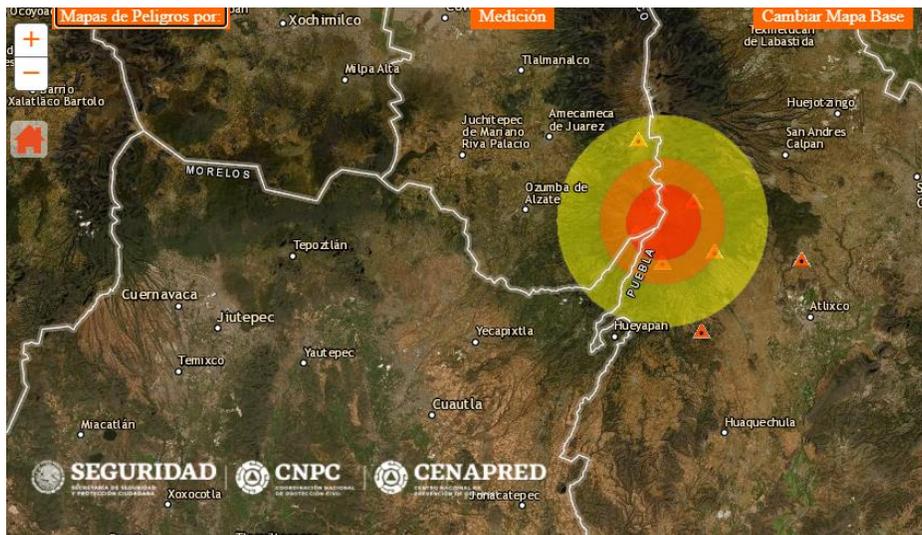
### 3.2.2 Caída de balísticos

Las explosiones volcánicas producen fragmentos de roca que son expulsados hacia la atmósfera a grandes velocidades para luego caer sobre la superficie terrestre siguiendo trayectorias aproximadamente parabólicas. A dichos fragmentos se les conoce como proyectiles balísticos, los cuales pueden llegar a tener tamaños superiores a 64 mm. En el caso de que los materiales expulsados hayan estado en forma líquida o semi-líquida al momento de la explosión, los fragmentos adquieren forma de bolillos al solidificarse en el aire, nombrándoseles bombas volcánicas. (Figura 7.3). Las bombas volcánicas son también llamados piroclastos que de acuerdo con el autor existen dos tipos:

Se forman cuando hay altas tasas de erupción y el material caliente (lava) es expulsado abruptamente (encontrándose con temperatura y presión de la superficie). Por ello, la superficie de la bomba se enfría rápido y se agrieta por

la expansión de gases (desgasificación) en su interior todavía caliente, dándole la forma de un pan horneado.

La **Bomba fusiforme** (spindle bomb) tiene una forma aerodinámica (trenzada o husos) con un núcleo más ancho y los extremos alargados, ya que son material líquido que gira y se va enfriando durante su vuelo. (Katrin Sieron 2014)



*Figura 7.3 Caída de balísticos.*

*Fuente: Atlas Nacional de Riesgos*



*Figura 8.3 Bomba volcánica*

*Fuente: Vulcanismo Universidad Veracruzana*

### 3.2.3 Lahares

Los lahares son flujos de una mezcla de materiales volcánicos (rocas, cenizas, pómez, escoria), mayoritariamente ceniza, movilizada por el agua proveniente de la fusión del casquete glaciario, de un lago cratérico o por fuertes lluvias. El agua se mezcla con el material volcánico suelto que se encuentra en su camino y se transforma rápidamente en un flujo muy móvil con características similares al concreto utilizado en la industria de la construcción. Estos flujos pueden llevar escombros volcánicos fríos o calientes, o una mezcla de ambos, dependiendo del origen del material fragmentario (Figura 9.3).

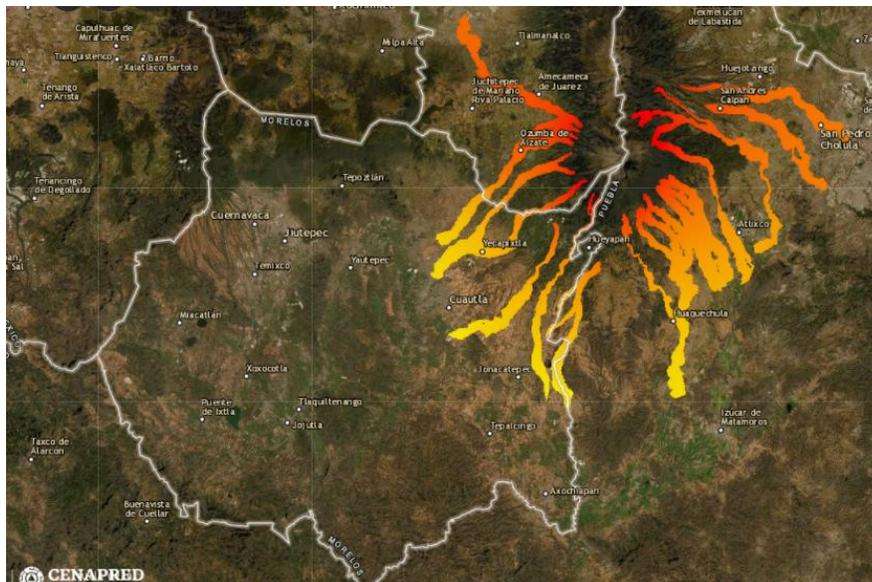


Figura 9.3 Flujo de Lahares.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

### 3.2.4 Zona de riesgo por flujo de material volcánico

Zona 1 de color amarilla. Podría ser afectada por la caída de cantidades importantes de arena volcánica y pómez, cuyas acumulaciones alcanzarían varios centímetros en el caso de erupciones pequeñas y hasta varios metros con bloques de hasta 30 cm., en erupciones muy grandes.

Zona 2 de color verde claro. Podría ser afectada por la caída moderada de arena volcánica y pómez, cuyo espesor puede variar de 1 mm. a menos (ligera cobertura de polvo fino) en erupciones pequeñas y hasta un metro en erupciones grandes.

Zona 3 de color verde. Sería menos afectada por la caída de arena volcánica o pómez. No habría caída durante erupciones pequeñas, aunque pueden acumularse decenas de centímetros durante erupciones muy grandes.

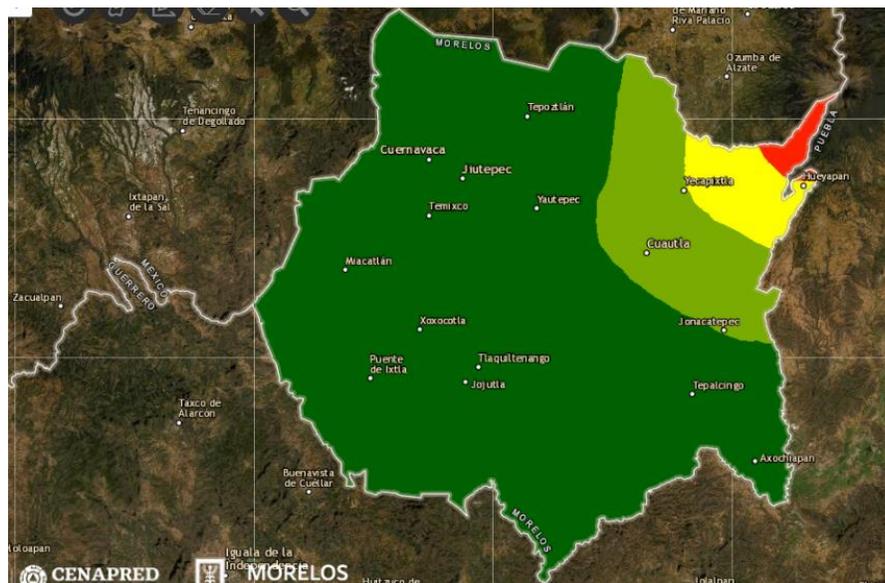


Figura 10.3 Zona de riesgo por flujo de material volcánico.

Fuente: Atlas Estatal de Riesgos.

### 3.3 Escenarios de riesgo para el estado de Morelos

Los mapas de peligros del volcán Popocatepetl se elaboraron a partir de la reconstrucción de la historia geológica del volcán. A través de trabajo de campo y revisión de archivos históricos se reconocieron los estilos eruptivos, recurrencia y extensión de las erupciones en tiempos geológicos e históricos en el volcán. Con esta información se proyectaron escenarios de peligro (Tabla 5.3) a través de múltiples simulaciones por computadora basadas en la magnitud de las erupciones y su probabilidad de ocurrencia.

Tabla 5.3 Análisis de escenarios posibles para la evolución de la actual etapa evolutiva del volcán Popocatepetl.

Escenario	Descripción	Efectos	Probabilidad
EXPLOSIONES PEQUEÑAS	Expulsión de ceniza y piedras pequeñas, la actividad disminuye lentamente y termina.	Afecta solo al área más inmediata al volcán, poco probables efectos letales, excepto sobre individuos cerca del cráter, ciudadanos con techos débiles afectados por piedras y cenizas, probabilidad de lahajares pequeños en épocas de lluvia.	70 a 90%
EXPLOSIONES MODERADAS	Episodios con intensidad de un orden de magnitud mayor que el anterior (índice de explosividad volcánica de 3 a 4).	Los grandes volúmenes de ceniza y piedras producen colapsos de techos de viviendas, afecta en caminos, comunicaciones y líneas de emergencia; los afectos abarcan un radio de 20 km.	10 a 25%

Escenario	Descripción	Efectos	Probabilidad
COLAPSO DE DOMO DE LAVA	Episodios posiblemente alternados con explosiones moderadas, la velocidad de crecimiento del domo de lava aumenta sensiblemente rebasa el cráter y se producen colapsos que causan avalanchas de flujo piroclástico, si la velocidad permanece estable este escenario tomaría de 1 a 3 años.	Las avalanchas destruyen poblaciones cercanas ubicadas en barrancas, la zona afectada depende de la ubicación del derrumbe, peligro mayor en correspondencia con el labio inferior del cráter.	15 a 30%
GRAN ERUPCIÓN PLINIANA	Exploración de extraordinaria potencia que alcanza gran altura y arroja grandes volúmenes de material aunados a flujos piroclásticos.	Evento catastrófico totalmente destructivo de en zonas de 1 a 3, efectos severos por caída de ceniza a un afuera de esas zonas.	2 a 5%

Fuente: Programa Operativo de Protección Civil del Volcán Popocatepetl (2018).

### 3.4 Población en riesgo

A partir de información contenida en el Atlas de Riesgos del Estado de Morelos, y en coordinación con el área científica del Centro Nacional de Prevención de Desastres, se identificaron las zonas de alto, mediano y bajo riesgo con el fin de establecer la zona de planeación del Plan Operativo Popocatepetl. Lo anterior permitió establecer (Tabla 6.3) las comunidades expuestas al riesgo volcánico de 5 municipios ubicados en la zona de influencia del Volcán Popocatepetl. En la tabla 7.3 se establece el total de población a evacuar.

Tabla 6.3 Población en riesgo y etapas de evacuación.

Municipio	Localidad	Población	Riesgo		
			Alto	Medio	Bajo
TÉTELA DEL VOLCÁN	Tlalmimilulpan	10, 199	10, 199		
	Hueyapan	6, 478	6, 478		
	Ocoaxtepec	1, 338	1, 338		
	Lomas Lindas	183		183	
	TOTAL	18, 198	18, 015	183	
TEMOAC	Temoac	5, 799		5, 799	
	Huazulco	3, 847		3, 847	
	Amilcingo	3, 515		3, 515	
	TOTAL	13, 161		13, 161	
ZACUALPAN	Tlacotepec	5, 087		5, 087	
	Zacualpan	3, 492		3, 492	
	TOTAL	8, 579		8, 579	
OCUITUCO	Ocuituco	4, 846		4, 846	
	Huepalcalco	1, 094		1, 094	
	Jumiltepec	3, 859		3, 859	
	Huecauasco	1, 785		1, 785	
	Metepc	2, 581		2, 581	
	TOTAL	14, 165		14, 165	
	Yecapixtla	16, 811			16, 811
YECAPIXTLA	Achichipico	2, 288		2, 288	
	Texcala	1, 444		1, 444	
	Tezontetelco	163		163	
	Xochitlan	2, 606		2, 606	
	Los Capulines	289		289	
	Colonia Paraíso las flores	209		209	
	TOTAL	37, 975		21, 164	16, 811

Fuente: Programa Operativo de Protección Civil del Volcán Popocatepetl (2018).

Tabla 7.3 Totales de población para evacuar

Riesgo			Total a evacuar
Alto	Medio	Bajo	
18, 015	57, 252	16, 811	<b>92, 078</b>

Fuente: Programa Operativo de Protección Civil del Volcán Popocatepetl (2018).

### 3.5 Refugios temporales en Morelos

Al surgir una emergencia provocada por la actividad del volcán Popocatepetl, se llevarán a cabo los trabajos de apertura y funcionamiento de los Refugios Temporales, para dar albergue a las personas que sean evacuadas de las poblaciones del estado aledañas al Volcán. Esta actividad corresponde a la Secretaría de Educación Pública y el Sistema DIF Morelos, quien tiene la responsabilidad de administrar los refugios temporales, que en su gran mayoría son instalaciones educativas; apoyan en esta actividad los gobiernos de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata y Xochitepec.

Tabla 8.3 Refugios Temporales.

N.	Refugios	Ubicación	Dirección	Capacidad de habitantes
1	CBTis 166	Tejalpa, Jiutepec.	Av. De los gallos, s/n.	350
2	CETis 12	Civac, Jiutepec.	Av. De los 50mts, s/n.	250
3	UTEZ	Emiliano Zapata.	Av. Universidad tecnológica #1, col. Palo escrito	1200
4	CECyTE 03	Emiliano Zapata.	Av. Universidad tecnológica s/n, col. Palo escrito	380
5	I.T.Z	Zacatepec.	Calzada Tecnológico, #27.	100
6	UPEMOR	Jiutepec.	Blvd. Cuauhnáhuac, #566, col. Lomas de texcal.	600
7	CONALEP	Temixco.	Av. Conalep, #28, col. Azteca.	425
8	WORLD TRADE CENTER	Xochitepec.	Autopista del sol km. 112, Alpuyeca.	1550
9	SECUNDARIA #02	Alta vista, Cuernavaca.	Paseo de Atzingo, s/n, Col. Alta vista.	500
10	PREPARATORIA #02	Alta vista, Cuernavaca.	Av. Otilio Montaña, s/n, Col. Alta vista.	550
11	CETis 44	Alta vista, Cuernavaca.	Av. Otilio Montaña, #36, Col. Alta vista.	380
12	CBTA 08	Xoxocotla, Puente de Ixtla.	Carretera Alpuyeca-Jojutla km. 8.5.	540
13	COBAEM PLANTEL 01	Chamilpa, Cuernavaca.	Priv. Domingo Diez, s/n, Col. Chamilpa.	350

N.	Refugios	Ubicación	Dirección	Capacidad de habitantes
14	CETis 136	Jojutla.	Blv. 17 de abril de 1869, s/n, col. Los Pilares.	500
15	PREPARATORIA #01	Cuernavaca.	Blvd. Cuauhnáhuac km. 1.5, col. Vicente Estrada Cajigal.	600
16	UAEM (POLIDEPORTIVO 01)	Cuernavaca.	Av. Universidad, #1001, Col. Chamilpa.	650
17	UAEM (POLIDEPORTIVO 02)	Cuernavaca.	Av. Universidad, #1001, Col. Chamilpa.	650
18	UAEM (GIMNASIO)	Cuernavaca.	Av. Universidad, #1001, Col. Chamilpa.	350

Fuente: Programa Operativo de Protección Civil del Volcán Popocatepetl (2018).

## **CAPITULO IV. APLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO**

La revisión de la literatura se realizó en tres partes, la primera es la investigación de las publicaciones en las cuales se hace mención del tema, la segunda parte, es el análisis de dichas publicaciones en el cual se tomó en cuenta puntos importantes para la aceptación de dichas publicaciones, estos puntos son: alcance de la literatura en el tema, aplicación del modelo matemático sugerido, etc. La última parte consta de la realización de tablas y graficas para la visualización de las publicaciones elegidas. Esta revisión se realizó en diferentes bases de datos y revistas como lo son: Google Académico, Microsoft Academic, Annual Reviews, Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, etc. Para realizar la investigación más precisa se utilizaron las palabras claves como lo son: “Humanitarian” AND “Logistics”; “Humanitarian” AND “SUPPLY CHAIN”; “LOGISTICA” AND “HUMANITARIA”; “CADENA DE SUMINISTROS” AND “HUMANITARIOS”.

Para la investigación acerca del volcán Popocatepetl se utilizó el Atlas nacional de riesgos el cual nos muestra en un mapa de interacción los riesgos que este le provoca al Estado de Morelos. Por ello se realizó una investigación teórica, para esta se utilizaron las palabras claves como lo fueron: “refugios” AND “temporales”; “historia” AND “Popocatepetl”; “caída” AND “ceniza”; “flujos” AND “piroclásticos”. El resultado de esta investigación nos arrojó el Programa Operativo de Protección Civil del Volcán Popocatepetl el cual es la mayor parte de la investigación realizada sobre el volcán.

Con el ánimo de maximizar los refugios temporales, se pretende hacer un estudio donde se enlazará la teoría con la situación actual del estado de Morelos, ayudando a ser más eficiente la distribución de alimentos en caso de contingencia. Para esto se aplicaron las metodologías de Centro de gravedad y modelo AHP; estas metodologías se complementan ya que el primero nos arroja un resultado cuantitativo y el otro un resultado cualitativo. Estos resultados nos proporcionaran el lugar en el que se debe colocar el CEDI.

Como se observó en la investigación se obtuvo una tabla con los refugios temporales que el Estado de Morelos tiene a su disposición en caso de contingencia a causa del volcán Popocatepetl. Esta tabla nos muestra la capacidad que cada refugio tiene para albergar a personas damnificadas. Como complemento se buscaron las coordenadas de cada uno de estos refugios en Google Maps, las cuales serán utilizadas para la resolución de los métodos matemáticos mencionadas con anterioridad.

## **CAPITULO V. ANALISIS DE RESULTADOS**

### **5.1 Método centro de gravedad**

El método de centro de gravedad requiere los siguientes criterios para llevarse a cabo:

1. Las coordenadas iniciales serán aquellas que nos establezcan la ubicación de los refugios temporales, estas coordenadas fueron identificadas por medio de la herramienta de Google Maps; las coordenadas fueron convertidas de grados sexagesimales a grados decimales.
2. El volumen ( $V_i$  en la ecuación) será la cantidad aproximada que tiene cada refugio temporal para albergar personas damnificadas, esta información fue obtenida del Programa Operativo de Protección Civil del Volcán Popocatepetl del año 2018 (véase en tabla 8.3 Refugios Temporales).
3. El valor que se tomó en cuenta para la tarifa de transportación al punto  $i$  ( $R_i$ ) fue de 1.
4. De acuerdo con capítulo--- para esta aplicación del método centro de gravedad no se tomó en cuenta el factor de escala  $K$  debido a que no se realizaron conversiones de las coordenadas a una unidad de distancia común.
5. Asimismo, se hace mención de que el método de iteración empleado se lleva a cabo repitiendo las operaciones hasta que los resultados obtenidos no presenten cambios sustantivos entre la penúltima y última iteración realizada.

Tabla 9.5 Coordinadas y volumen manejado de cada refugio.

Refugio	Coordenada x	Coordenada y	Volumen
CBTis 166	18.89633395	99.16575292	350
CETis 12	18.92012842	99.16865472	250
UTEZ	18.85050676	99.20074623	1200
CECyTE 03	18.85514735	99.19780444	380
I.T.Z	18.6534537	99.18446005	100
UPEMOR	18.90437975	99.17413628	600
CONALEP	18.84330047	99.23280882	425
WTC	18.7455638	99.24600667	1550
SECUNDARIA #02	18.92372938	99.24888715	500
PREPARATORIA #02	18.92494176	99.25015133	550
CETis 44	18.92372236	99.25054752	380
CBTA 08	18.68955257	99.2500236	540
COBAEM PLANTEL 01	18.96390585	99.23818012	350
CETis 136	18.62429002	99.20208929	500
PREPARATORIA #01	18.91961952	99.19819039	600
UAEM POLI 1	18.97932934	99.2370953	650
UAEM POLI 2	18.9853047	99.23764719	650
UAEM GIM	18.98121391	99.23984594	350

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando la ecuación (1) y (2) se hallan las coordenadas X, Y de la primera iteración.

$$\bar{X} = \frac{\frac{\sum_i V_i R_i X_i}{d_i}}{\frac{\sum_i V_i R_i}{d_i}} \quad (1)$$

$$\bar{Y} = \frac{\frac{\sum_i V_i R_i Y_i}{d_i}}{\frac{\sum_i V_i R_i}{d_i}} \quad (2)$$

Tabla 10.5 Coordinadas X, Y primera iteración.

$\bar{X}$	$\bar{Y}$
18.859142	99.222420

Fuente: Elaboración propia.

Con la ecuación (3) se hallan las distancias  $d_i$  para utilizarlas en las ecuaciones (1) y (2) de la segunda iteración.

$$d_i = K \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3)$$

Tabla 11.5 Distancias  $d_i$  primera iteración.

Refugio	$d_i(^{\circ})$
CBTis 166	9846833.5
CETis 12	10023120.5
UTEZ	10023120.31
CECyTE 03	10023120.33
I.T.Z	10023120.84
UPEMOR	10023120.48
CONALEP	10023120.01
WTC	10023120.07
SEC #02	10023119.7
PREP #02	10023117.69
CETis 44	10023119.69
CBTA 08	10023120.13
COBAEM 01	10023119.74
CETis 136	10023120.72
PREP #01	10023120.21
UAEM POLI 1	10023119.72
UAEM POLI 2	10023119.7
UAEM GIM	10023119.69

Fuente: Elaboración propia.

Segunda iteración.

Tabla 13.5 Coordenadas X, Y segunda iteración.

$\bar{X}$	$\bar{Y}$
18.859166	99.222384

Fuente: Elaboración propia.

Tercera iteración.

Tabla 12.5 Coordenadas X, Y tercera iteración.

$\bar{X}$	$\bar{Y}$
18.865796	99.215285

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15.5 Distancias di segunda iteración.

Refugio	di(°)
CBTis 166	0.068
CETis 12	0.081
UTEZ	0.023
CECyTE 03	0.025
I.T.Z	0.209
UPEMOR	0.066
CONALEP	0.019
WTC	0.116
SEC #02	0.070
PREP #02	0.071
CETis 44	0.070
CBTA 08	0.170
COBAEM 01	0.1060
CETis 136	0.236
PREP #01	0.065
UAEM POLI 1	0.121
UAEM POLI 2	0.127
UAEM GIM	0.123

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 14.5 Distancias di tercera iteración.

Refugio	di (°)
CBTis 166	0.058
CETis 12	0.072
UTEZ	0.021
CECyTE 03	0.020
I.T.Z	0.215
UPEMOR	0.056
CONALEP	0.029
WTC	0.124
SEC #02	0.067
PREP #02	0.069
CETis 44	0.068
CBTA 08	0.180
COBAEM 01	0.101
CETis 136	0.242
PREP #01	0.056
UAEM POLI 1	0.116
UAEM POLI 2	0.122
UAEM GIM	0.118

Fuente: Elaboración Propia.

Cuarta iteración.

Tabla 17.5 Coordenadas X, Y cuarta iteración.

$\bar{X}$	$\bar{Y}$
18.868693	99.213025

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18.5 Distancias  $d_i$  cuarta iteración.

Refugio	$d_i(^{\circ})$
CBTis 166	0.055
CETis 12	0.068
UTEZ	0.022
CECyTE 03	0.020
I.T.Z	0.217
UPEMOR	0.053
CONALEP	0.032
WTC	0.127
SEC #02	0.066
PREP #02	0.068
CETis 44	0.067
CBTA 08	0.183
COBAEM 01	0.099
CETis 136	0.245
PREP #01	0.053
UAEM POLI 1	0.113
UAEM POLI 2	0.120
UAEM GIM	0.116

Fuente: Elaboración Propia.

Quinta iteración.

Tabla 16.5 Coordenadas X, Y quinta iteración.

$\bar{X}$	$\bar{Y}$
18.870297	99.212675

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19.5 Distancias  $d_i$  quinta iteración.

Refugio	$d_i (^{\circ})$
CBTis 166	0.054
CETis 12	0.067
UTEZ	0.028
CECyTE 03	0.021
I.T.Z	0.219
UPEMOR	0.052
CONALEP	0.034
WTC	0.129
SEC #02	0.065
PREP #02	0.066
CETis 44	0.066
CBTA 08	0.184
COBAEM 01	0.097
CETis 136	0.246
PREP #01	0.052
UAEM POLI 1	0.112
UAEM POLI 2	0.118
UAEM GIM	0.114

Fuente: Elaboración Propia.

## Sexta iteración

Tabla 20.5 Coordenadas sexta iteración.

$\bar{X}$	18.871395
$\bar{Y}$	99.212790

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa no existieron grandes cambios cuando se pasa de la quinta iteración a la sexta (la coordenada X paso de 18.870297 a 18.871395 y la coordenada Y paso de 99.212675 a 99.212790) por ello se decidió detener las iteraciones y tomar en cuenta las ultimas coordenadas como el lugar estratégico para la ubicación del centro de distribución por esta metodología. Si somos más estrictos podríamos habernos parado desde la segunda iteración, ya que no existió un gran cambio en las coordenadas sugeridas de la primera iteración.

Las coordenadas de la sexta iteración nos ubican en Lomas de Cuernavaca, cerca del Refugio que se encuentra en Temixco (CONALEP Plantel Temixco), dado que en estas coordenadas y sus alrededores ya está poblado, se hace la propuesta de localizar el CEDI en la Ex Hacienda de Temixco ya que cuenta con las instalaciones que se requiere para funcionar como un almacén y recepción de ayuda.

### 5.2 Modelo AHP (Analythic Hierarchy Process)

Lo primero que hay que hacer es definir los criterios a evaluar, estos criterios se eligen de acuerdo con las necesidades que se quieren cumplir, por lo tanto, este es un método cualitativo. Para este caso se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Volumen. Capacidad de cada refugio para alojar a las personas damnificadas.
- Accesibilidad. Cantidad de calles principales.
- Distancia. Para este criterio se tomó en cuenta la propuesta que se mencionó en la metodología anterior. Se realizó la distancia que tiene cada refugio con la Ex Hacienda de Temixco (Temixco).

- Seguridad. Porcentaje de seguridad de cada refugio por su ubicación (porcentaje alto es igual a mayor seguridad). Este criterio se estableció haciendo una encuesta a varios ciudadanos del estado de Morelos, los cuales viven cerca de estos refugios temporales.

Nota: Para visualizar mejor las matrices realizadas se utilizará únicamente el número asignado a cada refugio.

Tabla 21.5 Datos De Los Refugios Temporales.

N.	REFUGIO	VOLUMEN	ACCESO	DISTANCIA (KM)	SEGURIDAD (%)
1	CBTis 166	350	2	8.24	22
2	CETis 12	250	3	10.1	18
3	UTEZ	1200	2	2.43	37
4	CECyTE 03	380	2	2.5	36
5	I.T.Z	100	2	21.72	32
6	UPEMOR	600	2	10.3	22
7	CONALEP	425	2	1.05	23
8	WTC	1550	2	7.05	27
9	SEC #02	500	1	9.16	17
10	PREP #02	550	1	9.31	17
11	CETis 44	380	1	9.19	18
12	CBTA 08	540	2	20.66	23
13	COBAEM 01	350	2	13.3	36
14	CETis 136	500	2	24.67	30
15	PREP #01	600	3	8.67	32
16	UAEM POLI 1	650	2	14.98	40
17	UAEM POLI 2	650	2	15.64	25
18	UAEM GIM	350	2	15.22	44

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se definieron los criterios que serán empleados, se procede a realizar la matriz de comparación de criterios (tabla 22.5) en la cual se comparan los criterios establecidos entre ellos, para esto se utiliza la Escala de Saaty (tabla 4.2). Después de haber comparado todos los criterios se debe sumar los valores obtenidos en cada columna, esto nos ayudara a establecer la matriz normalizada de criterios (tabla 23.5) la cual nos demostrará cuál de los criterios establecidos será fundamental para la toma de decisiones. Esta matriz se elabora dividiendo el valor de la comparación colocado entre la suma de los valores de cada columna.

Tabla 22.5 Matriz de comparación de criterios

CRITERIO	VOLUMEN	ACCESO	DISTANCIA	SEGURIDAD
VOLUMEN	1	9	9	9
ACCESO	1/9	1	5	5
DISTANCIA	1/9	1/5	1	1/3
SEGURIDAD	1/9	1/5	3	1
TOTAL	1.33	10.40	18.00	15.33

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de la matriz normalizada de criterios (tabla 23.5) podemos inferir que el factor más importante al momento de la toma de decisiones será el criterio de volumen.

Tabla 23.5 Matriz normalizada de criterios.

CRITERIO	VOLUMEN	ACCESO	DISTANCIA	SEGURIDAD	VECTOR PRIORIDAD
VOLUMEN	0.75	0.87	0.50	0.59	0.68
ACCESO	0.08	0.10	0.28	0.33	0.20
DISTANCIA	0.08	0.02	0.06	0.02	0.04
SEGURIDAD	0.08	0.02	0.17	0.07	0.08

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se obtuvo la matriz normalizada de criterios se procede a realizar la comparación de cada refugio temporal por cada criterio establecido, es decir, del criterio de volumen se comparan los datos de los refugios temporales entre ellos, para obtener la matriz de comparación de volumen (tabla 24.5), una vez realizada la comparación se suman los valores obtenidos de cada columna para posteriormente dividir el valor obtenido entre la sumatoria, y así obtener la matriz normalizada de volumen (tabla 25.5). Al finalizar se suman los valores obtenidos en cada fila para obtener el vector de prioridad.

Tabla 24.5 Matriz de comparación de volumen

NO. REF.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	3	1/7	1/3	3	1/5	1/3	1/9	1/3	1	1/3	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1
2	1/3	1	1/9	1/3	3	1/5	1/5	1/9	1/3	1/3	1	1/5	1/3	1/5	1/7	1/7	1/7	1
3	7	9	1	7	9	5	5	1	3	3	7	3	7	3	5	5	5	7
4	3	3	1/7	1	3	1/5	1/3	1/9	1/5	1	1/5	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1
5	1/3	1/3	1/9	1/3	1	1/9	1/5	1/9	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3
6	5	5	1/5	5	9	1	1/3	1/9	1	1	3	1	3	3	1	1	1	3
7	3	5	1/5	3	5	3	1	1/9	1	1	1	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1
8	9	9	1	9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
9	3	3	1/3	5	5	1	1	1/9	1	1	5	1	1/3	1	1/3	1/3	1/3	5
10	1	3	1/3	1	5	1	1	1/9	1	1	5	1	5	1	1	1	1	5
11	3	1	1/7	5	3	1/3	1	1/9	1/5	1/5	1	1/3	1	1/3	1/5	1/5	1/5	1
12	1	5	1/3	1	5	1	1	1/9	1	1	3	1	5	1	3	3	3	5
13	5	3	1/7	5	3	1/3	1	1/9	3	1/5	1	1/5	1	1/5	1/5	1/5	1/5	3
14	5	5	1/3	5	5	1/3	1	1/9	1	1	3	1	5	1	1	1	1	3
15	5	7	1/5	5	5	1	3	1/9	3	1	5	1/3	5	1	1	1	1	3
16	5	7	1/5	5	5	1	3	1/9	3	1	5	1/3	5	1	1	1	1	3
17	5	7	1/5	5	5	1	3	1/9	3	1	5	1/3	5	1	1	1	1	3
18	1	1	1/7	1	3	1/3	1	1/9	1/5	1/5	1	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	3
Total	62.66	77.33	5.26	64	86	26.04	32.4	3.77	31.46	24.13	55.86	22.13	53.73	24.66	25.14	25.14	25.14	55.33

Nota: El nombre de cada refugio se encuentra en la tabla 21.5, en esta tabla solo se representa el número que le corresponde.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25.5 Matriz normalizada de volumen

NO. REF.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	VEC PRIO
1	0.02	0.04	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.018
2	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.012
3	0.11	0.12	0.19	0.11	0.10	0.19	0.15	0.26	0.10	0.12	0.13	0.14	0.13	0.12	0.20	0.20	0.20	0.13	0.150
4	0.05	0.04	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.04	0.00	0.05	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.020
5	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.009
6	0.08	0.06	0.04	0.08	0.10	0.04	0.01	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.12	0.04	0.04	0.04	0.05	0.054
7	0.05	0.06	0.04	0.05	0.06	0.12	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.05	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.038
8	0.14	0.12	0.19	0.14	0.10	0.35	0.28	0.26	0.29	0.37	0.16	0.41	0.17	0.36	0.36	0.36	0.36	0.16	0.254
9	0.05	0.04	0.06	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.09	0.05	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.09	0.043
10	0.02	0.04	0.06	0.02	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.09	0.05	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.09	0.047
11	0.05	0.01	0.03	0.08	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.022
12	0.02	0.06	0.06	0.02	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.09	0.04	0.12	0.12	0.12	0.09	0.059
13	0.08	0.04	0.03	0.08	0.03	0.01	0.03	0.03	0.10	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.032
14	0.08	0.06	0.06	0.08	0.06	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.050
15	0.08	0.09	0.04	0.08	0.06	0.04	0.09	0.03	0.10	0.04	0.09	0.02	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.059
16	0.08	0.09	0.04	0.08	0.06	0.04	0.09	0.03	0.10	0.04	0.09	0.02	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.059
17	0.08	0.09	0.04	0.08	0.06	0.04	0.09	0.03	0.10	0.04	0.09	0.02	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.059
18	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.017

Nota: El nombre de cada refugio se encuentra en la tabla 21.5, en esta tabla solo se representa el número que le corresponde.

VEC PRIO = Vector Prioridad\*

Fuente: Elaboración propia

De la matriz normalizada (tabla 25.5) de volumen se puede inferir que el refugio 8 (WTC) es preferible sobre las demás, dado que este refugio tiene más capacidad para refugiar a los damnificados.

A continuación, se realiza el procedimiento anterior para obtener la matriz de comparación de acceso (tabla 26.5) y la tabla normalizada de acceso (27.5).

Tabla 26.5 Matriz de comparación de acceso

NO. REF.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
2	3	1	3	3	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3
3	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
9	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
10	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
11	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
12	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
15	3	1	3	3	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3
16	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1/3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
Total	20	6.93	20	20	20	20	20	20	52	52	52	20	20	20	6.93	20	20	20

Nota: El nombre de cada refugio se encuentra en la tabla 21.5, en esta tabla solo se representa el número que le corresponde.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27.5 Matriz normalizada de acceso.

NO. REF.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	VEC PRIO
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
2	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.140
3	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
6	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
7	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
8	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
9	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.018
10	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.018
11	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.018
12	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
13	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
14	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.140
16	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
17	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051
18	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.051

Nota: El nombre de cada refugio se encuentra en la tabla 21.5, en esta tabla solo se representa el número que le corresponde.

VEC PRIO = Vector Prioridad\*

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la matriz de acceso se puede apreciar que los refugios con mayor cantidad de calles principales son el CETis 12 y la PREP #01 (tabla 27.5).

Resultado de la matriz de comparación de distancia (tabla 28.5) y matriz normalizada de distancia (tabla 29.5).

Tabla 28.5 Matriz de comparación de distancia

NO. REF.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1/3	1/7	1/7	7	3	1/9	1/9	3	3	3	9	5	9	1	5	5	5
2	3	1	1/5	1/5	7	1	5	5	1	1	1	7	3	7	1	5	5	5
3	7	5	1	1	9	3	1	3	5	5	5	9	5	9	3	7	7	7
4	7	5	1	1	9	5	1	5	3	3	3	9	3	9	3	5	5	5
5	1/7	1/7	1/9	1/9	1	1/7	1/9	1/5	1/9	1/9	1/9	1	1/9	1	1/9	1/7	1/7	1/7
6	1/3	1	1/3	1/5	7	1	1/9	3	1/3	1/3	1/3	7	3	7	1/3	3	3	3
7	9	1/5	1	1	9	9	1	7	5	5	5	9	7	9	5	7	7	7
8	9	1/5	1/3	1/5	5	1/3	1/7	1	1/5	1/5	1/5	7	1	7	1/3	1	1	1
9	1/3	1	1/5	1/3	9	3	1/5	5	1	1	1	9	3	9	1	5	5	5
10	1/3	1	1/5	1/3	9	3	1/5	5	1	1	1	9	3	9	1	5	5	5
11	1/3	1	1/5	1/3	9	3	1/5	5	1	1	1	9	3	9	1	5	5	5
12	1/9	1/7	1/9	1/9	1	1/7	1/9	1/7	1/9	9	1/9	1	1/7	1	1/9	1/7	1/7	1/7
13	1/5	1/3	1/5	1/3	9	1/3	1/7	1	1/3	1/3	1/3	7	1	7	1/5	1/3	1/3	1/3
14	1/9	1/7	1/9	1/9	1	1/7	1/9	1/7	1/9	1/9	1/9	1	1/7	1	1/9	1/7	1/7	1/7
15	1	1	1/3	1/3	9	3	1/5	3	1	1	1	9	5	9	1	5	5	5
16	1/5	1/5	1/7	1/5	7	1/3	1/7	1	1/5	1/5	1/5	7	3	7	1/5	1	1	1
17	1/5	1/5	1/7	1/5	7	1/3	1/7	1	1/5	1/5	1/5	7	3	7	1/5	1	1	1
18	1/5	1/5	1/7	1/5	7	1/3	1/7	1	1/5	1/5	1/5	7	3	7	1/5	1	1	1
Total	39.50	18.10	5.90	6.34	122	36.10	10.07	46.60	22.80	31.69	22.80	124	51.40	124	18.80	56.76	56.76	56.76

Nota: El nombre de cada refugio se encuentran la tabla 21.5, en esta tabla solo se representa el número que le corresponde.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29.5 Matriz normalizada de distancia.

NO. REF.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	VEC PROM
1	0.03	0.08	0.03	0.03	0.06	0.09	0.02	0.05	0.03	0.03	0.03	0.07	0.09	0.07	0.04	0.10	0.10	0.10	0.06
2	0.01	0.03	0.03	0.03	0.06	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07	0.05	0.07	0.01	0.07	0.07	0.07	0.04
3	0.23	0.18	0.19	0.19	0.08	0.20	0.21	0.24	0.17	0.17	0.17	0.07	0.12	0.07	0.20	0.10	0.10	0.10	0.15
4	0.23	0.18	0.19	0.19	0.08	0.20	0.21	0.24	0.17	0.17	0.17	0.07	0.12	0.07	0.20	0.10	0.10	0.10	0.15
5	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
6	0.01	0.03	0.03	0.03	0.06	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.07	0.01	0.07	0.07	0.07	0.04
7	0.29	0.23	0.19	0.19	0.08	0.15	0.21	0.24	0.30	0.30	0.30	0.07	0.16	0.07	0.28	0.13	0.12	0.12	0.19
8	0.03	0.08	0.04	0.04	0.08	0.09	0.04	0.05	0.10	0.10	0.10	0.07	0.09	0.07	0.04	0.07	0.10	0.10	0.07
9	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07	0.05	0.07	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04
10	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07	0.05	0.07	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04
11	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07	0.05	0.07	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04
12	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
13	0.01	0.01	0.03	0.03	0.06	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
14	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
15	0.03	0.08	0.04	0.04	0.06	0.09	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.07	0.09	0.07	0.04	0.10	0.10	0.10	0.06
16	0.00	0.01	0.03	0.03	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
17	0.00	0.01	0.03	0.03	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
18	0.00	0.01	0.03	0.03	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

Nota: El nombre de cada refugio se encuentra en la tabla 21.5, en esta tabla solo se representa el número que le corresponde.

VEC PRIO = Vector Prioridad

Fuente: Elaboración propia

De la matriz normalizada de distancia (Tabla 29.5) se puede apreciar que CONALEP plantel Temixco es el refugio que se encuentra más cerca del CEDI propuesto.

Resultado de la matriz de comparación de seguridad (tabla 30.5) y matriz normalizada de seguridad (tabla 31.5).

Tabla 30.5 Matriz de comparación de seguridad

NO. REF.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1/3	5	5	5	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1	3	1	3	3	1	5
2	3	1	5	5	5	1	1	3	1	1	1	3	5	3	5	5	3	9
3	1/5	1/5	1	1	1	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1/3	1	1	1/3	5
4	1/5	1/5	1	1	1	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1/3	1	1	1/3	5
5	1/5	1/5	1	1	1	1/3	1/3	1	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1/3	1	3	1/3	5
6	1	1	5	5	3	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1	3	1	3	5	1	5
7	1	1	5	5	3	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1	3	1	3	5	1	5
8	1	1/3	3	3	1	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1	3	1	3	5	1	5
9	3	1	5	5	5	3	3	3	1	1	1	1	5	3	5	7	5	9
10	3	1	5	5	5	3	3	3	1	1	2	1	5	3	5	7	5	9
11	3	1	5	5	5	3	3	3	1	1	1	1	5	3	5	7	5	9
12	1	1/3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	5	3	3	5	1	9
13	1/3	1/5	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1	1	1	1/3	3
14	1	1/3	3	3	3	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1	3	1	5
15	1/3	1/5	1	1	1	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1	1	3	1/3	5
16	1/3	1/5	1	1	3	1/5	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1/5	1	1/3	1/3	1	1/5	5
17	1	1/3	3	3	3	1	1	1	1/5	1/5	1/5	1	3	1	3	5	1	7
18	1/5	1/9	1/5	1/5	3	1/5	1/5	1/5	1/9	1/9	1/9	1/9	1/3	1/5	1/5	1/5	1/7	1
Total	20.80	8.98	53.20	53.20	49.20	18.80	18.80	21.73	8.12	8.12	9.12	14.18	47.33	24.53	44.53	67.20	27	106

Nota: El nombre de cada refugio se encuentran la tabla 21.5, en esta tabla solo se representa el número que le corresponde.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31.5 Matriz normalizada de seguridad

NO. REF.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	VEC PROM
1	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.04	0.02
2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.04	0.01
3	0.11	0.09	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.11	0.09	0.09	0.09	0.08	0.05	0.10	0.16	0.04	0.15	0.04	0.09
4	0.11	0.09	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.11	0.09	0.09	0.09	0.08	0.05	0.10	0.16	0.04	0.15	0.04	0.09
5	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09	0.09	0.08	0.02	0.03	0.05	0.01	0.11	0.07	0.07
6	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.07	0.04	0.02
7	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.07	0.04	0.02
8	0.05	0.04	0.01	0.01	0.02	0.05	0.05	0.02	0.06	0.06	0.06	0.05	0.01	0.03	0.02	0.00	0.02	0.04	0.03
9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.01
10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.01
11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.01
12	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.04	0.02
13	0.11	0.12	0.06	0.06	0.17	0.12	0.12	0.11	0.09	0.09	0.09	0.11	0.05	0.17	0.16	0.01	0.00	0.05	0.09
14	0.08	0.09	0.02	0.02	0.06	0.08	0.08	0.02	0.06	0.06	0.06	0.08	0.01	0.03	0.05	0.01	0.07	0.05	0.05
15	0.08	0.09	0.02	0.02	0.06	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.02	0.03	0.05	0.01	0.11	0.05	0.06
16	0.14	0.12	0.06	0.06	0.17	0.15	0.15	0.20	0.11	0.11	0.11	0.15	0.15	0.17	0.01	0.04	0.00	0.04	0.11
17	0.05	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.06	0.06	0.05	0.25	0.01	0.26	0.39	0.02	0.04	0.07
18	0.14	0.12	0.55	0.55	0.28	0.15	0.15	0.20	0.11	0.11	0.11	0.15	0.35	0.24	0.01	0.39	0.20	0.33	0.23

Nota: El nombre de cada refugio se encuentra en la tabla 21.5, en esta tabla solo se representa el número que le corresponde.

VEC PRIO = Vector Prioridad

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la matriz normalizada de seguridad (Tabla 31.5) el refugio llamado UAEM (GIMNASIO) es el que cuenta con mayor seguridad respecto al resto de refugios.

Haciendo la multiplicación entre la matriz conformada por los vectores prioridad de cada criterio y el vector prioridad de criterios, se obtiene el vector de prioridad global (Tabla 32.5).

Tabla 32.5 Matriz de prioridad global

CRITERIO/ REFUGIO	VOLUMEN	ACCESO	DISTANCIA	SEGURIDAD	PRIORIDAD GLOBAL
CBTis 166	0.02	0.05	0.06	0.02	0.03
CETis 12	0.01	0.14	0.04	0.01	0.04
UTEZ	0.15	0.05	0.15	0.09	0.13
CECyTE 03	0.02	0.05	0.15	0.09	0.04
I.T.Z	0.01	0.05	0.01	0.07	0.02
UPEMOR	0.05	0.05	0.04	0.02	0.05
CONALEP	0.04	0.05	0.19	0.02	0.05
WTC	0.25	0.05	0.07	0.03	0.19
SEC #02	0.04	0.02	0.04	0.01	0.04
PREP #02	0.05	0.02	0.04	0.01	0.04
CETis 44	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02
CBTA 08	0.06	0.05	0.01	0.02	0.05
COBAEM 01	0.03	0.05	0.02	0.09	0.04
CETis 136	0.05	0.05	0.01	0.05	0.05
PREP #01	0.06	0.14	0.06	0.06	0.07
UAEM POLI 1	0.06	0.05	0.02	0.11	0.06
UAEM POLI 2	0.06	0.05	0.02	0.07	0.06
UAEM GIM	0.02	0.05	0.02	0.23	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla 32.5, nuestro refugio con prioridad global es el World Trade Center, esto se debe a que es el refugio temporal con mayor capacidad para albergar a la población damnificada por ello es necesario que se abastezca de manera regular.

Como ya se había mencionado, las metodologías de centro de gravedad y AHP nos arrojan diferentes tipos de resultados, un resultado cuantitativo y un cualitativo, respectivamente. Considerando los resultados del centro de gravedad nos arroja que las coordenadas idóneas para la localización del CEDI son 18.870 – 99.212,

esta ubicación pertenece al municipio de Temixco, y los resultados del método AHP mencionan que se debe ubicar cerca del World Trade Center, en Alpuyecá. Por lo tanto, si consideramos los dos resultados podemos inferir que la mejor opción para la ubicación de un CEDI es la propuesta planteada con anterioridad, ubicarlo en la Ex Hacienda de Temixco ya que se cuenta con las instalaciones, entradas y salidas con las que se puede maximizar el flujo de los bienes, y el espacio suficiente para el funcionamiento de un almacén y centro de distribución. La distancia de la Ex hacienda de Temixco hacia el WTC es de 11.36 km con la ventaja de que se cuenta con la autopista para trasladarse entre estos puntos.

### 5.3 Conclusiones

Con toda la investigación realizada en este trabajo se puede inferir que la logística humanitaria va más allá de solo pedir y recibir ayuda, es un trabajo que se debe realizar con mayor esfuerzo al momento de distribuir los bienes adquiridos, y no solo hablamos de bienes, la información que cada día surge en un evento del tipo desastre se tiene que manejar con precaución para que no se cree caos en la población, aquí es donde también trabaja la logística. En el capítulo 2, donde hablamos de este tema nos damos cuenta de que no solo se hace mención teórica, también se lleva en casos matemáticos, esa fue la base para la elaboración de este trabajo, probar que al utilizar modelos matemáticos podemos localizar un CEDI para maximizar el abastecimiento de cualquier refugio, y que no todos los modelos matemáticos arrojan solo números. De acuerdo con los resultados obtenidos la identificación de la ubicación idónea para establecer un CEDI, en caso de que algunos de los riesgos que el volcán Popocatepetl podría presentar para la entidad morelense, es la Ex Hacienda de Temixco.

Como se analizó durante este trabajo el riesgo potencial para el estado de Morelos es el volcán Popocatepetl, la respuesta que tiene el gobierno morelense para ubicar a las personas damnificadas en los refugios temporales puestos por la Secretaría de Educación es muy bajo, solo cubre el 11%. Los refugios temporales tienen la capacidad de alojar a 9,925 personas y la estimación de personas que se deben desplazar en caso de una catástrofe fuerte es de 92,078. Es un porcentaje muy bajo considerando que este rubro no solo le compete al gobierno del estado, también es algo que le corresponde al gobierno federal.

Al realizar primero, una investigación teórica, segundo, buscar el problema potencial que se podría presentar, por último, los modelos matemáticos adecuados para resolver la problemática, me di cuenta de que todo se puede solventar si lo haces de manera sistemática, y que las herramientas que los catedráticos me brindaron en la carrera no solo se usan en la industria, como lo observamos se puede aplicar para el día a día o para ayudar a las personas que fueron desplazadas de sus hogares por un desastre.

## BIBLIOGRAFIA

Abbas, A. & Haghani, A. (2012) *Modeling integrated Supply Chain Logistics in Real-time Large-Scale Disaster Relief Operations*. Socio-Economic Planning Sciences. Elsevier, Vol. 46(4), pages 327-338. Doi: 10.1016/j.seps.2011.12.003

Adiguzel, S. (2019) *Logistics Management in disasters*. Harran University. DOI: 10.17261/Pressacademia.2019.1173

Arrieta, J. (2011) *Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, CEDIS)*. Journal of Economics, Finance and Administrative Science, 16 (30).

Arroyo, P., Gaytán, J. & Mejía, C. (2016). *Retos para el desarrollo de estrategias de apoyo ante desastres naturales*. Logística y cadenas de suministros: tendencias y desafíos en México.

Garcia, J., Mena, U. & Bermudez, F. (2018). *El terremoto 19S en Morelos: La experiencia operativa del INEEL en la evolución del riesgo estructural*. Mexico: Salud Pública en México. Doi. 10.21149/9408

Giraldo, M. & Bacca, A. (2014). *Proponer un modelo para la ubicación del centro de distribución de los vehículos importados*. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.

Balcik, B., Beamon, B., Krejci, C., Muramatsu, K. & Ramirez, M. (2010). *Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities*. International Journal of Production Economics, 126(1), 22–34. doi: 10.1016/j.ijpe.2009.09.008

Ballou, R. (2004) *Logística: Administración de la cadena de suministros*. Pearson Educación.

Bastian, N., Griffin, P., Spero, E. & Fulton, L. (2015). *Multi-criteria logistics modeling for military humanitarian assistance and disaster relief aerial delivery operations*. Optimization Letters, 10(5), 921–953. doi:10.1007/s11590-015-0888-1

Berger, E., Velásquez, C., Huaroto, C., Zacarías, M., Núñez, L., & Arriola, J. (2019). *Logística Humanitaria: modelos para la atención de poblaciones afectadas por desastres naturales*. *Pesquimat*, 21(2), 17-29.

Carrasco, J. (2017). *Aplicación de la Logística Humanitaria para atender la emergencia ocasionada por El Niño Costero en Piura*. Tesis. Universidad de Piura.

Caunhye, A., Nie, X. & Pokharel, S. (2011) *Optimization models in emergency logistics: A literature review*. *Socio-Economic Planning Sciences* 46 (2012), 4-13. Doi: 10.1016/j.seps.2011.04.004

Çelik, M., Ergun, Ö., Johnson, B., Keskinocak, P., Lorca, Á., Pekkün, P., & Swann, J. (2012). *Humanitarian Logistics*. *Tutorials in Operations Research*, 18–49. Doi:10.1287/educ.1120.0100

Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (s/f). *Manual de atención a la salud ante desastres: refugios temporales*. México: Secretaría de prevención y promoción de la salud.

Chandes, J & Paché, G. (2009) *Pensar la acción colectiva en el contexto de la logística humanitaria: las elecciones del sismo de Pisco*. *Journal Economics, Finances and administrative science*.

Cozzolino A. (2012) *Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*. In: *Humanitarian Logistics*. Springer Briefs in Business. Springer, Berlin, Heidelberg. Doi:10.1007/978-3-642-30186-5\_2

Cozzolino, A., Rossi, S., & Conforti, A. (2012). *Agile and lean principles in the humanitarian supply chain*. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 2(1), 16–33. doi:10.1108/20426741211225984

Dasaklis, T., Pappis, C. & Rachaniotis, N. (2012). *Epidemics control and logistics operations: A review*. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 393–410. Doi: 10.1016/j.ijpe.2012.05.023

Ergun, O., Karakus, G., Keskinocak, P., Swann, J. & Villareal, M. (2009) *Humanitarian Supply Chain Management – An Overview*. Georgia Institute of Technology

Falasca, M. & Zobel, C. (2011). *A two-stage procurement model for humanitarian relief supply chains*. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, Vol. 1 No. 2, pp. 151-169. Doi: 10.1108/20426741111188329

Flórez, N. (2018) *Desarrollo de la logística humanitaria: una revisión de la literatura*. Universidad Nacional de Colombia

Frazelle, E. H. (2002). *World Class Warehousing and Material Handling*. New York: McGraw Hill.

García, M., Barcellos, V. & De Mello, R. (2014). *Logistics processes in a post-disasters relief operation*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 111 (2014) 1175 – 1184. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.01.152

Gobierno del Estado de Morelos (2018) *Programa Operativo de Protección Civil del Volcán Popocatepetl del Estado de Morelos*. Coordinación estatal de protección civil Morelos.

Gobierno del estado de Morelos, SINAPROC, CENAPRED & Protección civil (2019) *Coordinación estatal de Protección Civil del Estado de Morelos: Plan Popocatepetl*. Morelos, México.

Gómez, D., Sarache, W. & Trujillo, M. (2017). *Identificación y Análisis de una Red de Ayuda Humanitaria: Un Caso de Estudio*. Información Tecnológica, 28(2), 115–124. doi:10.4067/s0718-07642017000200013

González, L., Kalenatic, D., Rueda, F. & López, C. (2012) *Potencial uso de la logística focalizada en sistemas logísticos de atención de desastres. Un análisis conceptual*. Revista de la facultad de ingeniería. Universidad de Antioquia

Grange, R., Heaslip, G. and McMullan, C. (2019) *Coordination to choreography: the evolution of humanitarian supply chains*. Journal of Humanitarian Logistics and

Supply Chain Management, Vol. 10 No. 1, pp. 21-44. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-12-2018-0077>

Hernández, J., Sanchez, R. & Neira, L. (2016). Sistema multiagentes: un panorama de aplicación de distribución de ayuda en especie para logística humanitaria en situaciones post-desastres naturales. *International Journal of Good Conscience*. 11(1)156-167.

Holguín-Veras, J., Jaller, M., Van Wassenhove, L., Pérez, N. & Wachtendorf, T. (2012). *On the unique features of post-disaster humanitarian logistics*. *Journal of operations management*. Volume 30 (7-8), pp. 494-506. Doi: 10.1016/j.jom.2012.08.003

Holguín-Veras, J., Pérez, N., Jaller, M., Van Wassenhove, L. N. & Aros-Vera, F. (2013). *On the appropriate objective function for post-disaster humanitarian logistics models*. *Journal of Operations Management*, 31(5), 262–280. Doi: 10.1016/j.jom.2013.06.002

Holguín-Veras, J., Pérez, N., Ukkusuri, S., Wachtendorf, T., & Brown, B. (2007). *Emergency Logistics Issues Affecting the Response to Katrina*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2022(1), 76–82. doi:10.3141/2022-09

Juárez, C. (2019) *Volcanes activos: el Popocatepetl*. Ciencias UNAM: Divulgación de las ciencias.

Kandel, C., Abidi, H. & Klumpp, M. (2011). *Humanitarian Logistics depot location model*. The 2011 European Simulation and Modelling Conference

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:10.1108/17410400910928752

Kovács, G., & Spens, K. M. (2011). *Humanitarian logistics and supply chain management: the start of a new journal*. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 1(1), 5–14. doi:10.1108/20426741111123041

Kunz, N., & Reiner, G. (2012). *A meta-analysis of humanitarian logistics research*. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 2(2), 116–147. doi:10.1108/20426741211260723

López, J. & Cárdenas, D. (2017). *Gestión de la logística humanitaria en las etapas previas al desastre: revisión sistemática de la literatura*. Revista de investigación, desarrollo e innovación, 7(2), 203-216. <https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n2.2017.6094>

Moreno, V. & González, L. (2011). *Relación entre recursos, eficiencia y tiempo de respuesta del sistema logístico de atención humanitaria desde un enfoque sistemático*. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.

Mustafa, A., Melike, İ. & Ayşenur, Ş. (2017). Review of intermodal freight transportation in humanitarian logistics. European Transport Research Review 9: 10

Osorio, C. (2016) *Mecanismos de coordinación para la optimización del desempeño de la cadena de logística humanitaria mediante modelismos estocásticos. Caso colombiano*. Universidad Nacional de Colombia

Overstreet, R., Hall, D., Hanna, J. & Rainer, R. (2011) *Research in humanitarian logistics*. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, Vol. 1 No. 2, pp. 114-131. Doi: 10.1108/20426741111158421

Özdamar, L., Ekinci, E., & Küçükyazici, B. (2004). *Emergency Logistics Planning in Natural Disasters*. Annals of Operations Research, 129(1-4), 217–245. doi:10.1023/b: anor.0000030690.27939.39

Pedraza Martínez, A. & Van Wassenhove, L. (2012). *Transportation and vehicle fleet management in humanitarian logistics: challenges for future research*. EURO Journal on Transportation and Logistics, 185–196. Doi: 10.1007/s13676-012-0001-1

1

- Perera, N., y M. Sustrina (2011). *The Use of Analytic Hierarchy Process (AHP) in the Analysis of Delay Claims in Construction Projects in the UAE*. *The Built & Human Environment Review* 3(1).
- Radilla, L. (2015) *Consideraciones para la gestión de la logística humanitaria post-desastre*. *Secretaría de Comunicación y Transporte (SCT)*.
- Ramírez, M. (2004) *El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables*. Facultad de humanidades, Argentina.
- Reyes, L. (2015) *Localización de instalaciones y ruteo del personal especializado en logística humanitaria post-desastre - caso inundaciones*. Universidad de la Sabana
- Salam, M. & Khan, S. (2020) *Lessons from the humanitarian disaster logistics management: A case study of the earthquake in Haiti*. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 27 No. 4, pp. 1455-1473. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2019-0165>
- Salazar, F., Cavazos, J. & Vargas, G. (2014) *Logística humanitaria: un enfoque del suministro desde las cadenas agroalimentarias*. *Inf. tecnol.* [online]. 2014, vol.25, n.4, pp.43-50 DOI: 10.4067/S0718-07642014000400007
- SEGOB, CENAPRED & Sistema Nacional de Protección Civil (2007) *Desastres: guía de prevención*. México: Dirección de Difusión del Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- Seifert, L., Kunz, N., & Gold, S. (2018). *Humanitarian supply chain management responding to refugees: a literature review*. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*. doi:10.1108/jhlscm-07-2017-0029
- Sheu, J. (2007) *Challenges of emergency logistics management*. *Transportation Research Part E* 43 (2007) 655–659. Doi: 10.1016/j.tre.2007.01.001
- Sheu, J. (2010). *Dynamic relief-demand management for emergency logistics operations under large-scale disasters*. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(1), 1–17. Doi: 10.1016/j.tre.2009.07.005

Sieron, K. (2014). Vulcanismo. Universidad Veracruzana, México.

Soto, A., Castaño, C., & Vasquez, A. (2004). *Propuesta metodológica y ejemplo de aplicación para localización y dimensionamiento de un centro de distribución*. Medellín, Colombia.

Tatham, P. & Christopher, M. (2018). *Humanitarian Logistics: Meeting the challenge of preparing for and responding to disasters* Christopher, *Humanitarian Logistics: Meeting the challenge of preparing for and responding to disasters* page: 21 Third edition

Tavana, Madjid, Dennis T. Kennedy, y Barbara Mohebbi (1997). *An applied study using the analytic hierarchy process to translate common verbal phrases to numerical probabilities*. Journal of Behavioral Decision Making 10(2), 133–150.

Thomas, A. & Kopczak, L. (2005) *From logistics to supply chain management: the path forward in the humanitarian sector*. Fritz Institute.

Tomasini, R. & Van Wassenhove, L. (2009) *Humanitarian Logistics*. Reino Unido, Palgrave Macmillan.

Urango, O., Pérez, G. y Romo, G. (2015). *Aplicación de las técnicas de gravedad y AHP para la localización de un centro de distribución de productos industriales en Colombia*. Revista CEA, 1(2), 79-97.

Van Wassenhove, L. (2006) *Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear*. Journal of the Operational Research Society 57, 475–489. doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602125

Velasteguí, R. (2017). Logística humanitaria en caso de eventos adversos para optimizar los recursos y ayuda disponible en el Cantón Ambatoelasteguí, R. Universidad Técnica de Ambato

Vertiz, G., Hernández, P. & Ibarra, M. (2016). *Logística Humanitaria para resolver problemas de emergencia mediante la aplicación de modelos de investigación de operaciones*. Congreso Academia Journals Celaya, Volumen 8, No. 5, 2016

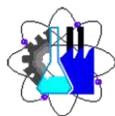
Viera, O., Moscatelli, S. & Tansini, L. (2012). *Logística Humanitaria y su aplicación en Uruguay*. Gerenc. Tecnol. Inform. Vol. 11 N° 30 May - Ago pp 47 - 56.

Villar, M. & José, R. (2018). Diseño de almacenes y gestión de stocks en procesos de logística humanitaria para la atención de poblaciones ante situación de catástrofe. Universidad de Sevilla.

Vitoriano, B., Ortuño, M., Tirado, G. & Montero, J. (2011). *A multi-criteria optimization model for humanitarian aid distribution*. Journal of Global Optimización, 51(2), 189–208. doi:10.1007/s10898-010-9603-z



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Facultad de Ciencias  
Químicas e Ingeniería



## FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS e INGENIERÍA

Programas educativos de calidad reconocidos por CIEES, CACEI y CONACYT  
SGC Certificada en la norma ISO 9001:2015

FORMA T-4A  
NOMBRAMIENTO COMITÉ REVISOR

Cuernavaca, Mor., a 7 de Noviembre del 2022

**DRA. JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA**  
**DR. ROY LOPEZ SESENES**  
**DRA. MARIA DEL CARMEN TORRES SALAZAR**  
**MTRA. EMILIA ALDAMA CASIAS**  
**MTRA. ELIZABETH MILLAN BENITEZ**  
**P R E S E N T E**

Me permito comunicarles que han sido designados integrantes del **COMITÉ REVISOR** del trabajo de:

### TESIS

Titulado:

**Modelos matemáticos para la ubicación de un CEDI en caso de contingencia por el volcán Popocatépetl.**

Que presenta (el) o (la) **C. CAROLINA SCARLETT CHÁVEZ MARCHAN**

Del programa educativo de: **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

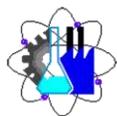
Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DRA. VIRIDIANA AYDEÉ LEÓN HERNÁNDEZ**

Directora de la FCQel  
Firmado Electrónicamente



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



Facultad de Ciencias  
Químicas e Ingeniería



## FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS e INGENIERÍA

Programas educativos de calidad reconocidos por CIEES, CACEI y CONACYT  
SGC Certificada en la norma ISO 9001:2015

### DICTAMEN

DRA. VIRIDIANA AYDEÉ LEÓN HERNÁNDEZ  
DIRECTORA DE LA FCQeI  
P R E S E N T E

En respuesta a su amable solicitud para emitir DICTÁMEN sobre el trabajo que se menciona, me permito informarle que los abajo firmantes otorgan su voto aprobatorio y firman electrónicamente para dar validez.

VOTO	NOMBRE	FIRMA
	DRA. JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA	
	DR. ROY LOPEZ SESENES	
	DRA. MARIA DEL CARMEN TORRES SALAZAR	
	MTRA. EMILIA ALDAMA CASIAS	
	MTRA. ELIZABETH MILLAN BENITEZ	



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**VIRIDIANA AYDEE LEON HERNANDEZ** | Fecha:2022-11-08 00:14:09 | Firmante

C8Wu9lrPe6Y6sRZSyiiAmwWs8sMUZvSjyHki5vzvO03CpM4QMzEV/OBwJl8vf4WI90uyF0QGgVVELNTZ1zJKQurFtlfh/89YKgTZOOZweqfJDnD6pRdLsJaELop3sosTA+RgGWp624XAXZvGge1LR5qkmWchN4Mv461zlfRFww4L1PB3v8dy+D+XpabBPzZfewQl3waZHX9bAlcyCuTqrKRyItCLUeDWrw3e/DIPt5mHSx5bm/nK7Lky3z0qq3cljG6Gb+srLvUrOSqFUHTH8/79k7/yOhtUP1gwnUA3vLnLzKz/DfI2Ufh0a5MIM8/ShUhdRxwvqGImyXSbBegA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[pG3rhwFtX](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Ha7jDCjxXgs3YaKfi2m7Dzi8UcBxMs9J>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ROY LOPEZ SEENES | Fecha:2022-11-22 15:00:10 | Firmante**

pbl4YHz94Y15tlXoOYajA3v4STmn6g/mCB0T8otxMy+SlrUtBJIIL000BHGXafwj/i1JSYCoLIP/Of9Vx469qBoalHkOThW4M3VccwkjhjQsP6W2nsS+iZT1/02rjZERhKvq3liEmlDmqUdsx3tWo2CYunVQsAxLSVcdTjuMaVAanpOyUha/3QVBHdoz6jQhlaXK9ls8tyrtiq/IPeWkPcE6lo3VMcaSe3ddSQlBfa5ILD+IrU3oCvKfVx9cTeA0yYtrp6f5gfbHzDzepy+QPjn9fqc5CPw0wSy/0pwLTwmmMPYbu+7QVN+29Q8w/vnjHqZJ+SZ0IIRqU1KtlBUSw==

**ELIZABETH MILLAN BENITEZ | Fecha:2022-11-22 20:26:29 | Firmante**

qhjz0WE/X5lsNFg4bTTd7HjTW/OwCH2mBALxclZOiR14EETeorFbj0iZ7U/RA4g6VhCKUSBZ6Nn+bd/BHTQL0Tdv44m84P4KGx3hnggK+dTDLsJc8bvGv/OCCPLbeyRI39gtO9yMnVGNtzjOQxaeUkhTZ0Gc+FzS/tf6Uxewxv4a2fbrW1am/0OoMQPM97yOROPnxJjxVC0jWkpOBV+6XsCuwl72FQpkmuVPYSXhdv+Ai4JMII/VytdnkuUfrbSx/6j9h48bKfvcJwL1/4rsTV+n4bf/8KqA+/MnNmZhsaeqlnvzFla1viYtko9CQ1hGTQWOKfsO9YHOKB0/T05Q==

**EMILIA ALDAMA CASIAS | Fecha:2022-11-25 12:28:50 | Firmante**

OswGx3MbUAzdZwCq+uVjfyGUrurvz8Z3PIFS0VeoZfM5q5wyZRpC95FWrkOXRhb6eW9Gz+vgrVvLvzECryE03lv/nTAHoffpEFJmF74fvBAivuuUQIqygUCv5sdPVJ7eLPYKG8srO7zhdsMmjDX2yN89pBMPtNMAtQXCWjDhy2ll6a1nuhOBFXO+DEHDCfDBXOCJrw/acmijlOzH7WnN3TXDAxk6Fye9YHtmJ9DEJy8rS/4wfaAkfLSUzWVWom+5kzXAdew/mjRSbbUuCNJY8dBMQT52S7doSUNiSlpieihlgr9Rd/nGhGT2RgIMLegiR7NaYpod85kh3RWRQ==

**JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA | Fecha:2022-12-02 22:51:39 | Firmante**

Khli3QMgc6L0ON17pnLKOJaKEVKT/k6jdce8qmdbcylloEXuP9upTFI3354X5YSYUz03r038gRSmGHpPrDt+eU8vnagbwW1+ZOI58CSGYcEfAtNefYChogQqkEfSuMsXBotX/zF1O/z/aPkPpOBUCYe67a/v47r0tcEzhch6BHQo+raZxJv3Wxu1k4poZcQce25cqBPDp9FJKjS3c6Omx4vAmiiWiz5KSZRk6OZNEPGNt9tkUA8O515ayvMoaavP3qLkvWioA7IVyzU7660cBG+fxFYIecNPIC1Niit4G0SwZvChBMs6W/WC9xeColraMdoMsZn/bqODX2fy/i9qg==

**MARIA DEL CARMEN TORRES SALAZAR | Fecha:2023-01-18 18:34:31 | Firmante**

AyTEI7hbKq3ydPcM/C1ImocyNNss/iWczQaWks41nlWNBtchriOtlPq2dGJVgQi/nljAhFxDg4VOJrFUSH39bPMdE2LshItFSarUe/Ezgg+fz0hShR/qpaDJWleDxFAFzMCi5jci7VpqqEyDLSOMObwDFcmDW5EuaBVJGvdf47oswO0Vl6EWU6UYzpu5nlBo1Wjc9e01pemTJGnT6p+9dmHdjw4THD9CbZpRSJJYtEIB8VDFdnofKo/ICRYfPYtZ4EQOCH9wekiYDhl0in/yyqHt/x1ffZT8QZz8GR57NwnO4eRHT2ooHNOttNtZUGw28wbmyK4fBih9MnilE2g==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



kzi7HZEMR

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/OB5qowZMIEo7m4CVMm1MT38B0laSbmhU>

