



# Principios de la Industria 4.0 aplicados a los desafíos de la Gestión de Crisis

William J. Guerrero, PhD  
Facultad de Ingeniería, Universidad de La Sabana



[www.linkedin.com/in/wiguerrero/](https://www.linkedin.com/in/wiguerrero/)

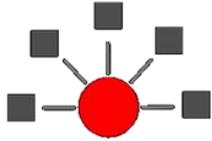
Correo: [william.guerrero1@Unisabana.edu.co](mailto:william.guerrero1@Unisabana.edu.co)



# Matemáticas de la Industria 4.0



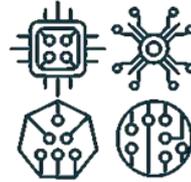
automation



conection



cloud  
computing



internet  
of things



big data

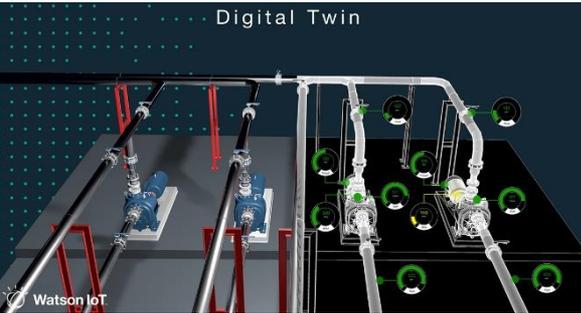


integrated  
systems

# INDUSTRY 4.0

Inicialmente definida en la Feria de Hannover de 2011

Oficialmente anunciada en 2013 como la **iniciativa estrategica** del gobierno aleman para impulsar el desarrollo innovador del sector manufacturer alemán, y continua revolucionando las operaciones



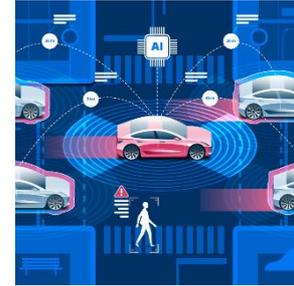
- Cyber-Physical Systems & Digital Twins



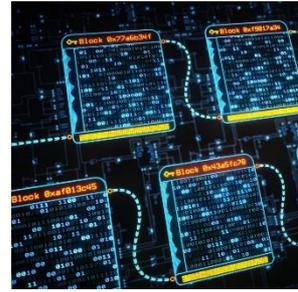
- Virtual Reality



- Augmented Reality



- Autonomous Vehicles and Hyperloop

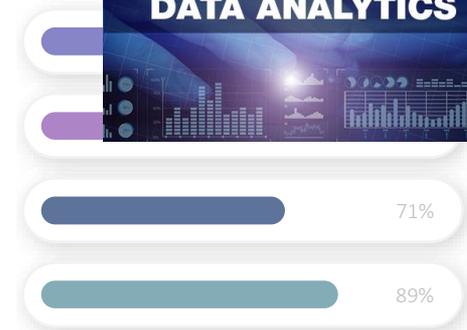


- Blockchains

**IMPACTOS:**

- Service Oriented operations
- Global Supply Chain Control towers
- Automated business processes
- Autonomous Supply chains

# INDUSTRY 4.0 - PILARES TECNOLÓGICOS



# Ciclo de un Desastre





Localización-ruteo para un sistema  
de reconocimiento basado en  
Drones para la logística humanitaria



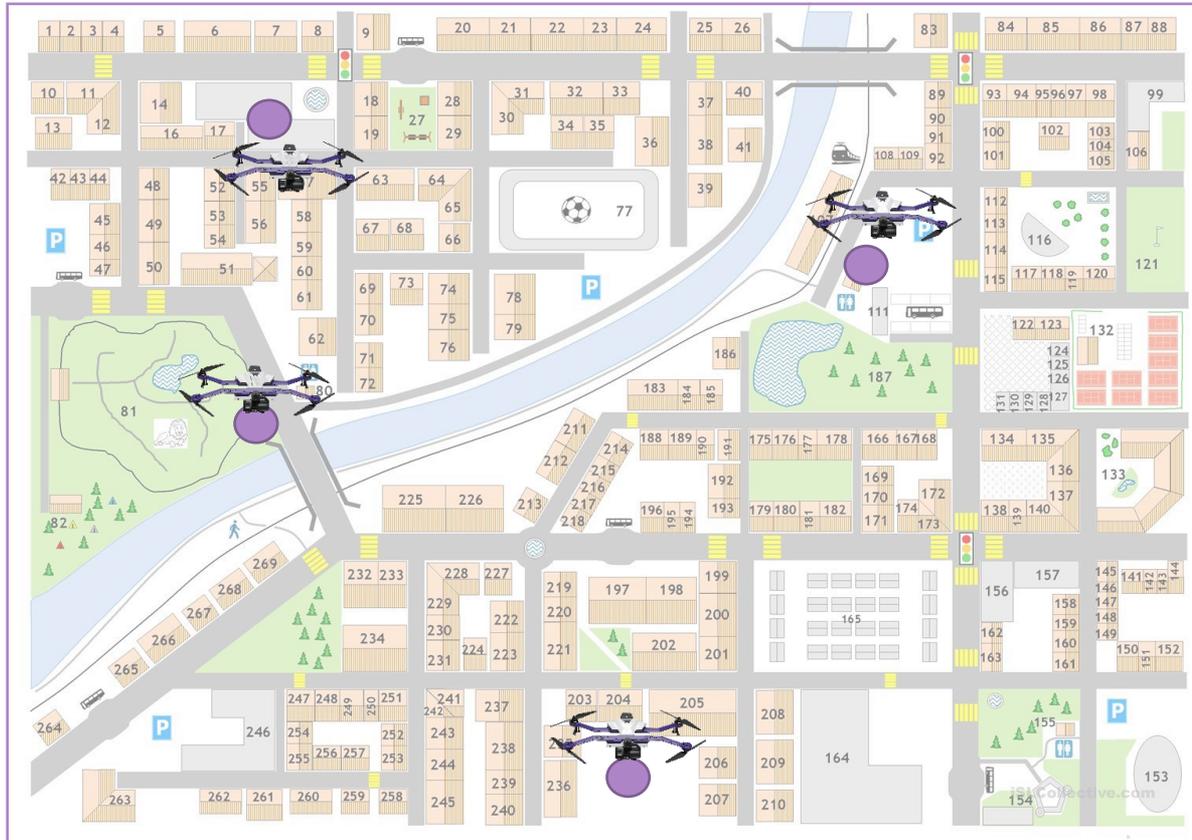
**Paula Saavedra**  
**Alejandro Pérez**  
**William J. Guerrero PhD.**

# Retos del Ciclo del Desastre:



- T1  
Obtener Información
- T2  
Recolectar recursos
- T3  
Planear operaciones
- T4  
Reaccionar contra  
disrupciones inesperadas

# Solución Propuesta



# Solución Propuesta



## IMPACTOS

- Evaluación más rápida de la ubicación de las víctimas y de las regiones en peligro.
- Mejor distribución de la ayuda en caso de catástrofe
- Posibles decisiones que pueden salvar vidas tras una catástrofe

# Solución Propuesta



## Requerimientos Fundamentales

- Localizar hubs para drones
- Ruteo optimo de drones

# Modelo Matemático:

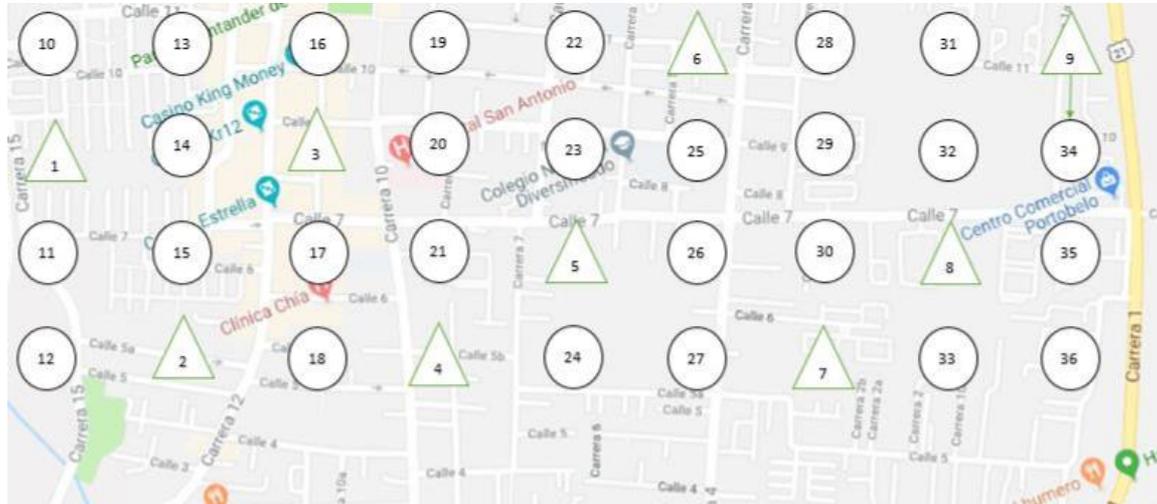
## A. Index an Sets

**V** set of nodes,  $V = I \cup J$

**I** set of potential hubs nodes,  $I = \{1, 2, \dots, m\}$

**J** set of customer to be served,  $J = \{1, 2, \dots, n\}$

**K** set of UAVs available (fleet size)



# Estructura del modelo matemático:



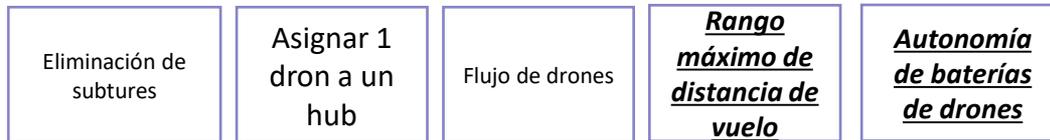
- Variables de Decisión



- Función Objetivo

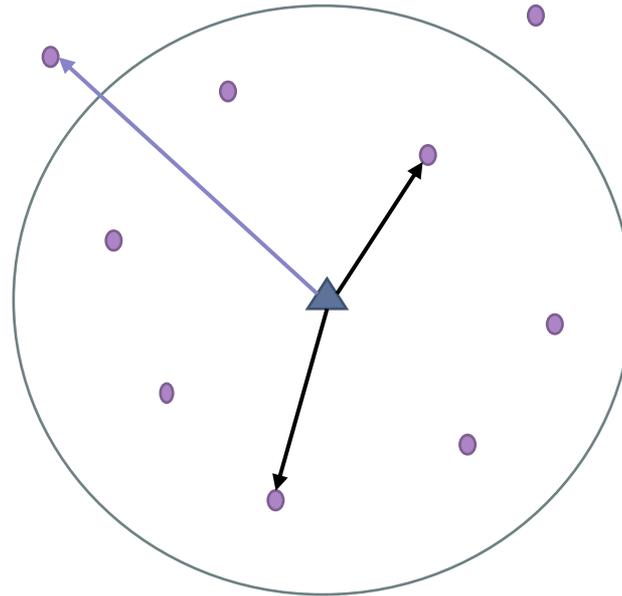


- Restricciones



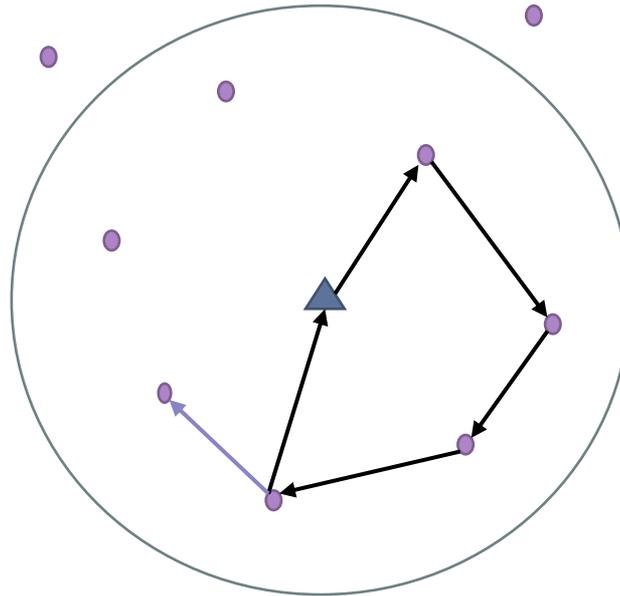
# Restricciones

**Rango máximo**  
**de distancia de**  
**vuelo**

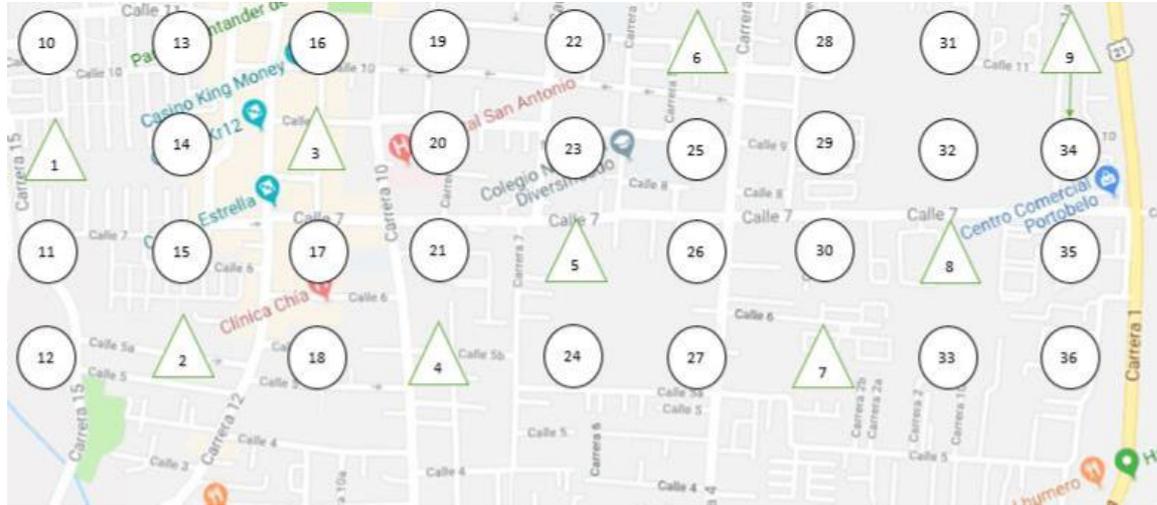


# Restricciones

Autonomía de  
baterías de  
drones



# Estudio de Caso



Conjunto de Drones: 9  
Hubs Candidatos: 9  
ZONAS: 27

Geolocalización de Google maps® matriz de distancias  
Geogebra® (Euclidian distance).

**Ciudad:** Chía,  
Cundinamarca

**Población:** 132.691 personas

**Superficie:** 79 km<sup>2</sup>





# CONCLUSIONES DE LA SECCIÓN



- La **obtención de información** sobre la localización de las víctimas es una tarea vital en la logística humanitaria.
- El modelo propuesto puede aplicarse a **problemas reales** de planificación logística en la ayuda humanitaria.
- Este modelo permite **obtener ubicaciones y rutas** para los vehículos aéreos no tripulados.
- Se realizaron **pruebas** para validar las soluciones propuestas al problema.

See more  
details in the  
paper...



[International Workshop on Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing](#)

SOHOMA 2021: [Service Oriented, Holonic and Multi-Agent Manufacturing Systems for Industry of the Future](#) pp 197-207 | [Cite as](#)

## Location-Routing for a UAV-Based Recognition System in Humanitarian Logistics: Case Study of Rapid Mapping

Authors

[Authors and affiliations](#)

Paula Saavedra, Alejandro Pérez Franco, William J. Guerrero

Conference paper

First Online: 29 July 2021

21

Downloads

Part of the [Studies in Computational Intelligence](#) book series (SCI, volume 987)

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-80906-5\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-80906-5_13)



Modelo de  
Analítica para  
identificación de  
Requerimientos  
en Logística  
Humanitaria

**Ing. Mateo Barón,  
William J. Guerrero PhD.**

# Retos del Ciclo del Desastre:



- T1  
Obtener Información
- T2  
Recolectar recursos
- T3  
Planear operaciones
- T4  
Reaccionar contra  
disrupciones inesperadas

# Twitter ES UNA FUENTE DE INFORMACIÓN



Twitter

*One of the most used social networks*

**330 millones de**  
usuarios activos al mes

● 3 desastres de 2019  
In Colombia and USA

● 3,000 original Tweets  
Genuinos

● +15,000 Tweets  
sobre desastres en 2019

¿Podemos usar esta información para mejorar la respuesta humanitaria?

# Twitter ES UNA FUENTE DE INFORMACIÓN



Descargar y limpiar los datos

Algoritmo de identificación de usuarios relevantes y clasificación basado en análisis previo. Entrevistas via Direct Message

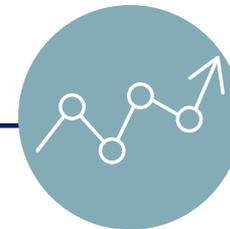
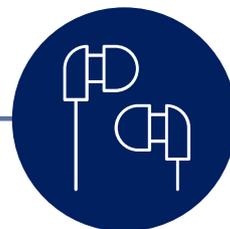
**Diseño de modelos automatizados para facilitar la replicación en cualquier catástrofe futura**



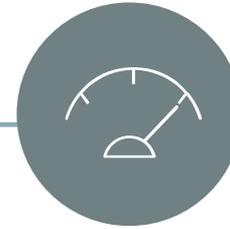
Revisar la literatura científica



Análisis de los datos de texto: Análisis de sentimientos, verificarlos y análisis de contenido (Logistic terms)



Almacenamiento y procesamiento de la información de entrevistas





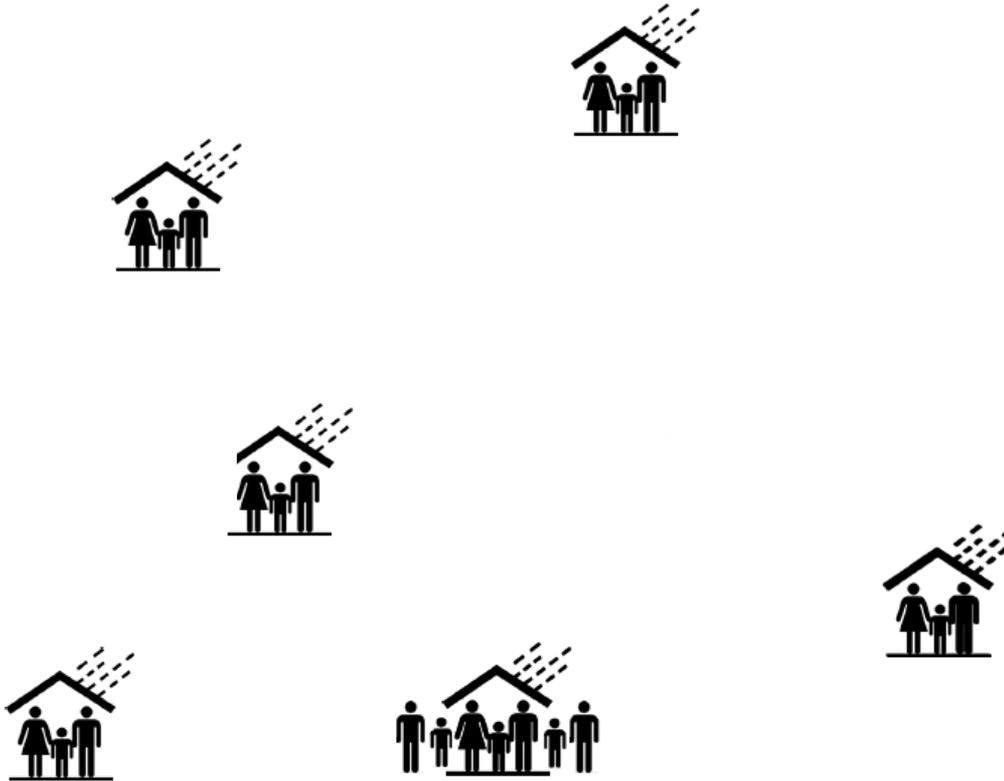


Multi-agent Simulation for Disaster  
Response: Inventory-routing  
optimization model

**Julian Alberto Espejo, MSc**  
**William J. Guerrero PhD.**

# DYNAMIC INVENTORY-ROUTING PROBLEM

---



Inventory management  
Humanitarian Kits

Routing Decisions  
Multiple periods

Word-of Mouth  
Dynamic change of the demand

Risk of keeping stock  
Minimize risk

# Simulation-Optimization Framework

Simulation-based optimization

Simulation models enable decision-makers to set-up “what if” questions, but they are not equipped with search techniques to find and suggest optimal decision(s).

## Multi-Agent Simulation

- Impact of Shortage and WoM
- Changes in demand

## Optimization Model

- Inventory-Routing decisions
- Stock levels



Java Cplex API

Class IloCplex



# Simulation-Optimization Framework

Multi-Agent Simulation

Victims



Depot



Distribution points



Vehicles



Crisis Room

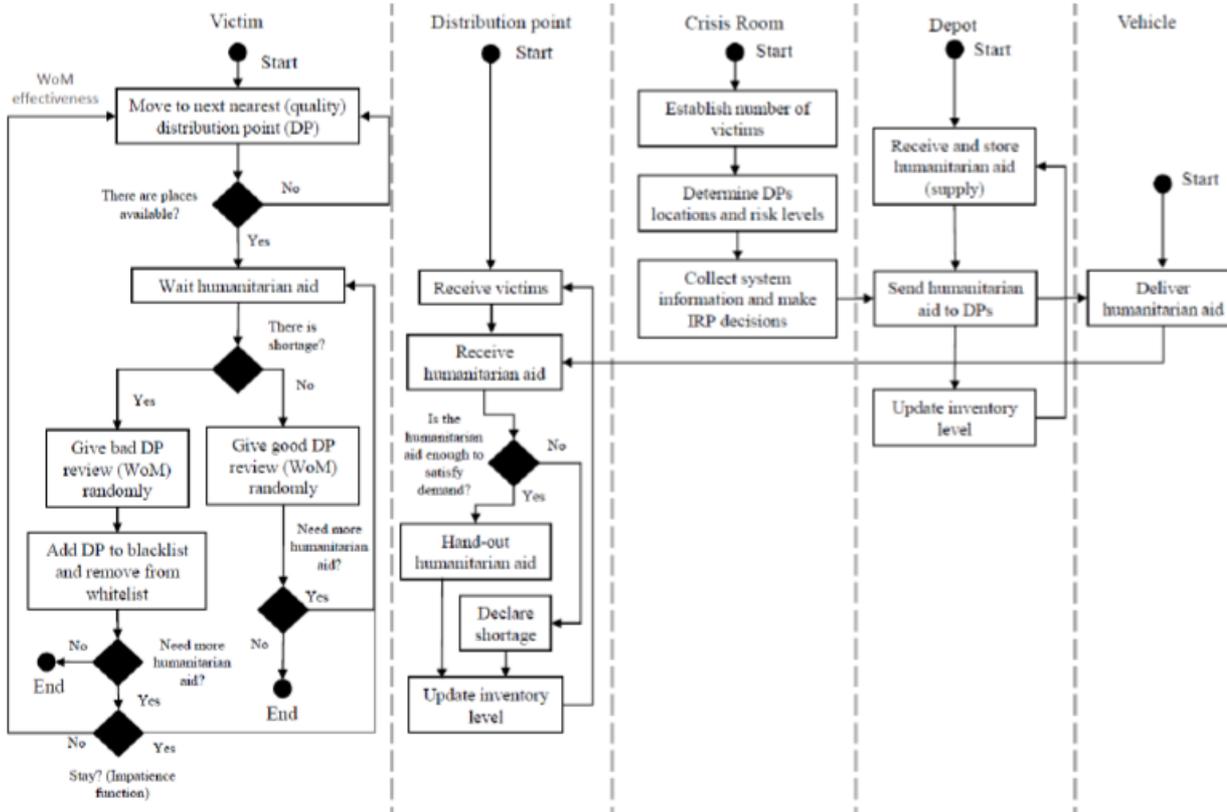


Blacklist and Whitelist  
Impatience function



# Simulation-Optimization Framework

## Multi-Agent Simulation



# Simulation-Optimization Framework

## Optimization Model

**Bi-objective mixed  
integer lineal model**

$$\text{Min OF1 } \sum_{n \in M} \sum_{t \in T} S_{nt}$$

Shortage

$$\text{Min OF2 } \sum_{n \in M} \sum_{t \in T'} I_{nt} R_n$$

Inventory at risk

**Subject to:**

(MV)IRP constraints (lost sales)

- Budget constraint
- No partial deliveries
- No three consecutive periods in shortage or more.

# Experimental Case

EL ESPECTADOR

Miércoles 14 De Agosto

## **Avalancha en Mocoa, una de las peores tragedias de 2017**

Nacional 27 Dic 2017 - 3:07 PM  
Por: -Redacción Nacional

El primero de abril de este año, una tragedia azotó a la capital putumayense: una avalancha, producto del desbordamiento de tres ríos por cuenta de las incesantes lluvias, acabó con la vida de más de 300 personas.



Más de 300 personas fallecieron tras la avalancha y miles resultaron damnificadas / Archivo El Espectador

## Mocoa-Colombia 2017 Landslide



A pesar de que las ayudas no dejan de llegar, estas han resultado pocas, ante la magnitud de la tragedia. Por otra parte, en algunas partes del municipio, el fluido eléctrico ya está volviendo a la normalidad.

Foto: Santiago Saldamiga / EL TIEMPO

OTRAS CIUDADES 30 DE ABRIL DE 2017, 06:04 P.M.

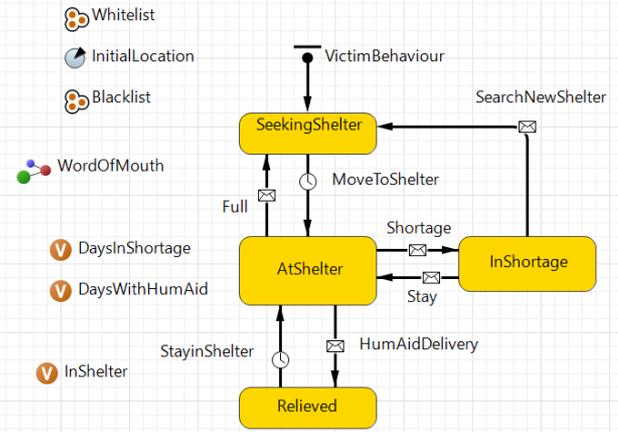
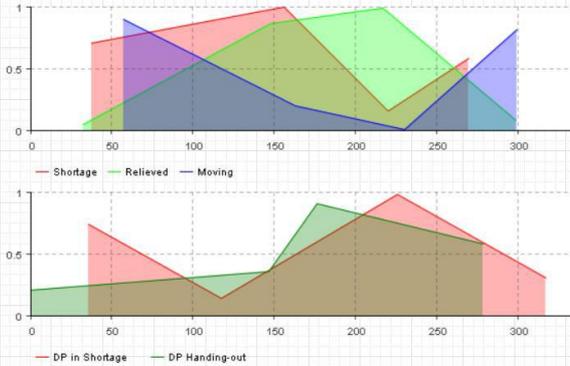
## **La vida en los albergues después de la avalancha en Mocoa, Putumayo**

En total, son 5 los centros de atención instalados para ayudar a los damnificados.

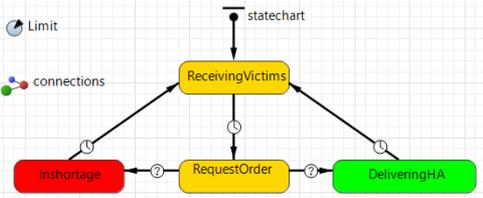
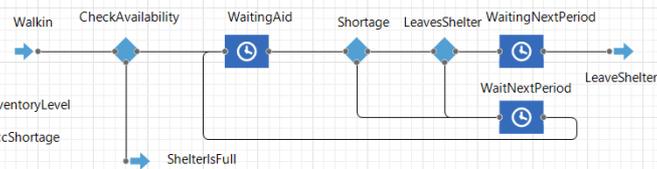
f t G+ i



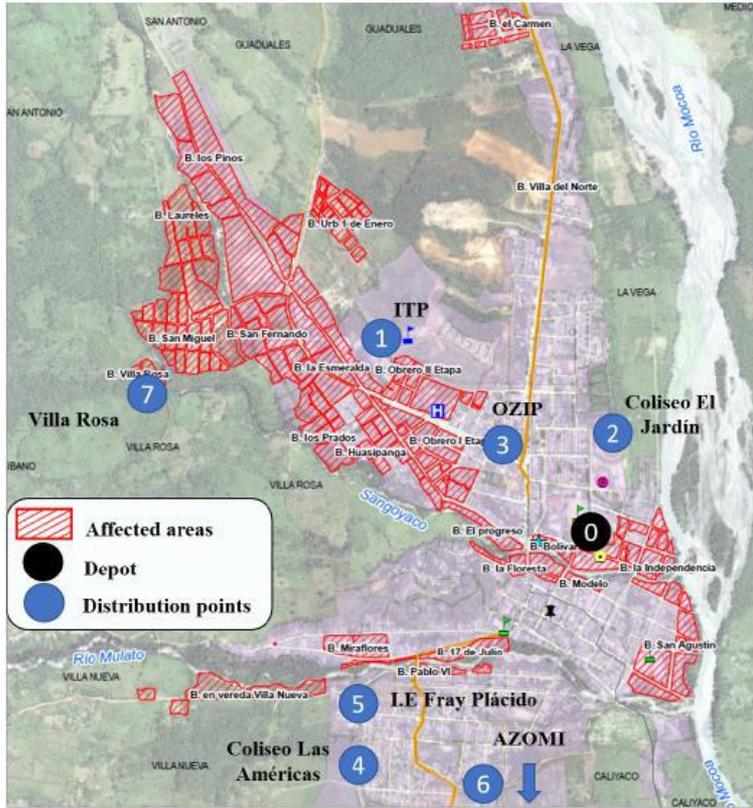
- InitialAffected
- victims [...]
- shelters [...]
- depot
- numofShelters
- TShortage
- TRelieved
- CapacityofVehicles
- LengthofSimulation
- LengthofPH
- DPSHORTAGE
- DPRelieved
- TMoving
- ParcialHumAid
- WoMEffectiveness



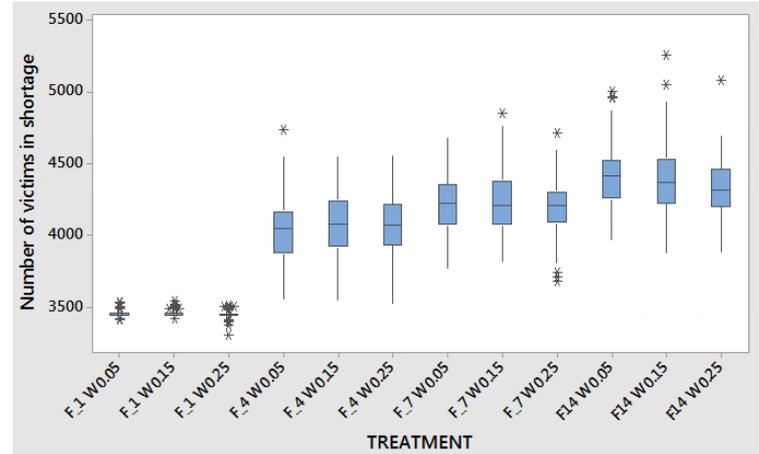
- id
- name
- latitude
- longitude
- maxCapacidad
- riesgo
- invInicial
- NumVictimsInShelter
- Shelterqualification
- NumVictimsDenied
- ProbVictimsLeaving
- InventoryLevel
- AccShortage
- Delivery
- Limit
- connections



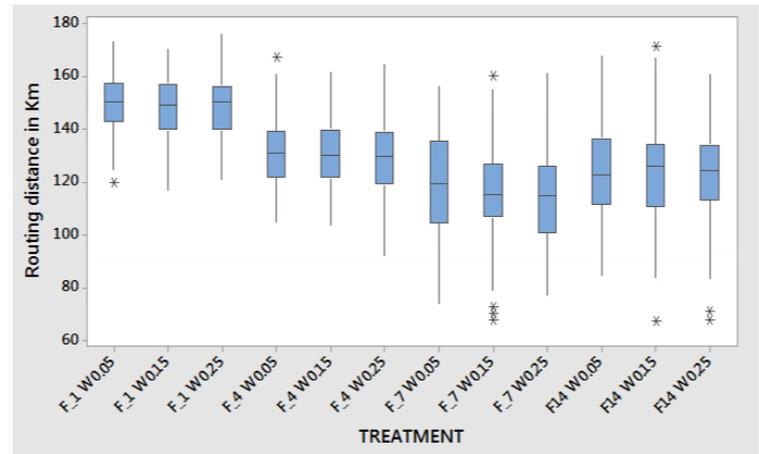
# PRUEBAS COMPUTACIONALES



Shortage levels



Routing Cost



See more  
details in the  
paper...



Published: 17 April 2021

## A multiagent approach to solving the dynamic postdisaster relief distribution problem

[Julián Alberto Espejo-Díaz](#) & [William J. Guerrero](#) 

*Operations Management Research* **14**, 177–193 (2021) | [Cite this article](#)

**248** Accesses | [Metrics](#)

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12063-021-00192-1>

# CONCLUSIÓN: ---



# Perspectivas en Gestión de Crisis

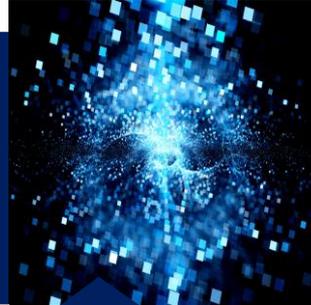
Usando tecnología de Industria 4.0



Decision Making  
Technologies



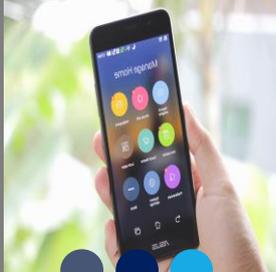
Infraestructura IT



Internet of Things



Cyber-Physical  
Systems



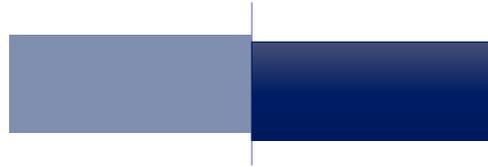
Interacción  
hombre-maquina



Manejo de Datos & Cloud  
Computing



Digital transformation



GRACIAS



# Principios de la Industria 4.0 aplicados a los desafíos de la Gestión de Crisis

William J. Guerrero, PhD  
Facultad de Ingeniería, Universidad de La Sabana



[www.linkedin.com/in/wiguerrero/](https://www.linkedin.com/in/wiguerrero/)

Correo: [william.guerrero1@Unisabana.edu.co](mailto:william.guerrero1@Unisabana.edu.co)