



## II FORO TÉCNICO DE LA CIVIL UAVs INITIATIVE

30 de junio y 1 de julio de 2020



## Simulador de comunicaciones

Fernando Carmona Pérez  
Investigador

## Contenido

1. Contexto
2. Objetivos del proyecto
3. Solución desarrollada
4. Fundamentos de la herramienta
  - a) Modelos de propagación radioeléctrica
  - b) Parámetros de equipos de comunicaciones
  - c) Modelos digitales de elevación
  - d) Información del teatro de operaciones
  - e) Configuraciones de simulación
5. Resultados de simulación
6. Ejemplos de casos de uso
  - a) Recomendación de ubicación para una estación base
  - b) Disponibilidad de enlace a lo largo de ruta
  - c) Recomendación de altura de vuelo recomendada

## Contexto

- **Interés** en la aplicación de **UAVs** (*Unmanned Aerial Vehicles*) en situaciones de **emergencia**
  - Incendios forestales
  - Operaciones SAR
  - Etc.
- **Disponibilidad** de enlace de **comunicaciones** aspecto **crítico** en este contexto
  - Emergencias
  - UAVs (control remoto)
- **Escenarios** muy **diversos y a priori desconocidos**
  - Incertidumbre acerca de dicha disponibilidad



## Objetivos de la herramienta

- Analizar la viabilidad y calidad de los enlaces de comunicaciones entre equipos desplegados en un teatro de operaciones
- Evaluar la cobertura de los sistemas de comunicaciones terrestres a lo largo de la ruta de una aeronave con el fin de identificar zonas para la descarga de datos o posibles puntos de pérdida de comunicación
- Ofrecer recomendaciones de la ubicación sobre el terreno para desplegar los equipos de comunicaciones auxiliares para el soporte de las operaciones
- Proporcionar parámetros de vuelo (en concreto, la altura de vuelo) que permitan la planificación de rutas mejorando la disponibilidad de comunicaciones

## Solución desarrollada

- Herramienta de **apoyo** en la **toma de decisiones** en situaciones de emergencia
- Capaz de realizar **estimaciones de disponibilidad** de enlace de **comunicaciones en distintos escenarios** operacionales
  - Para UAVs
  - Para otros agentes (helicópteros, PMAs, bomberos...)

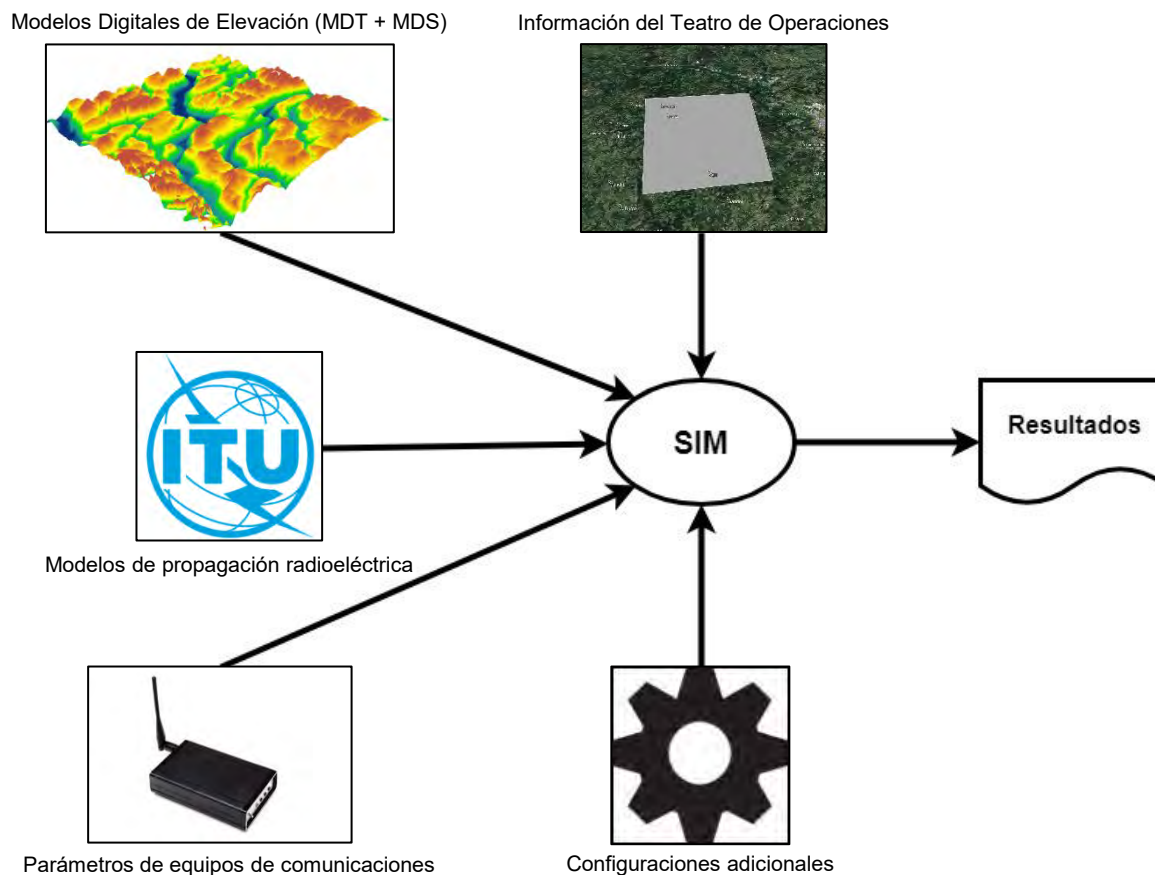


- **Representa** dichas **estimaciones** de forma gráfica para que puedan ser **consideradas en la toma de decisiones**

# Fundamentos de la herramienta

## Fundamentos

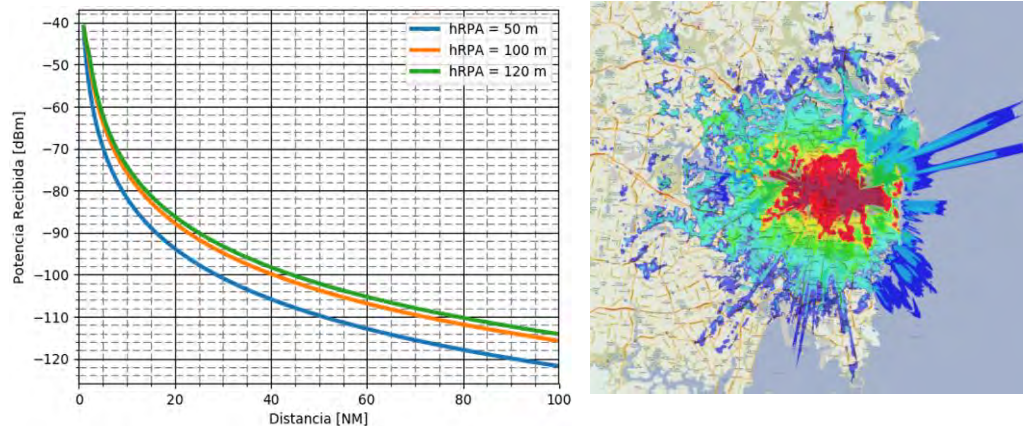
- Fuentes de **información + algoritmia** → **estimaciones** de disponibilidad





## Modelos de propagación radioeléctrica

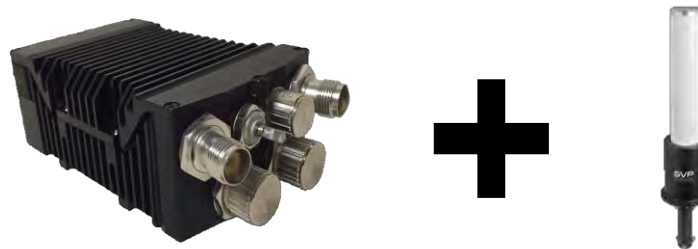
- Se emplean para estimar **pérdidas propagación** en señales de radio
  - Atenuación de una señal radioeléctrica a medida que aumenta la distancia recorrida desde su emisión
    - + Modelado de efectos adicionales (lluvia, obstáculos...)



- **Gran variedad de modelos** disponibles en la literatura
  - Estrechamente ligados al tipo de escenario a considerar: rural, urbano, comunicaciones celulares...

## Parámetros de equipos de comunicaciones

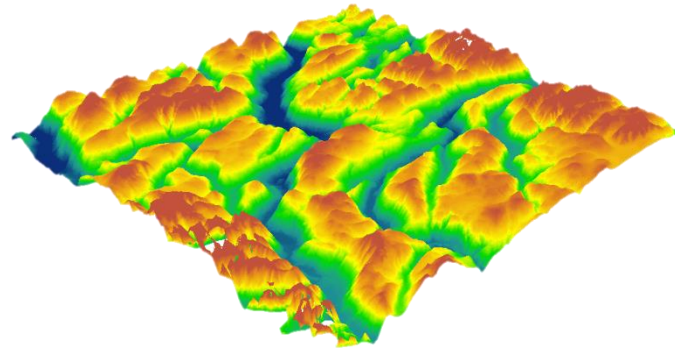
- Equipo de comunicaciones: **transceptor** (Capacidad TX – RX) + **antena**



- Permiten **caracterizar** enlaces de **comunicaciones**, independientemente de la tecnología empleada
- Parámetros **fundamentales**
  - Frecuencia de enlace
  - Sensibilidad
  - Polarización
  - Ganancia

## Modelos digitales de elevación

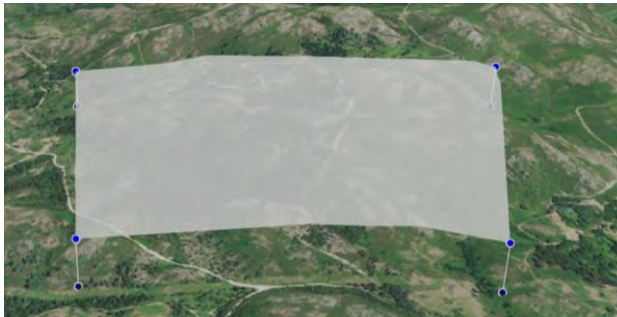
- **Información altimétrica** que representa el relieve de una **superficie geográfica** dada



- Cada modelo empleado se enfoca a ciertos elementos:
  - MDT: relieve del terreno
  - MDS: elementos presentes sobre la superficie (vegetación, edificaciones, etc.)
- Permiten **considerar** efectos de **irregularidades** del **terreno** en **estimaciones de calidad** de enlace de **comunicaciones**

## Información del teatro de operaciones

- **Ubicaciones** geográficas sobre la que desea **estimarse** la **calidad** del enlace de **comunicaciones**
- **Opciones básicas** → **Siempre** presentes
  - Área
  - Ruta

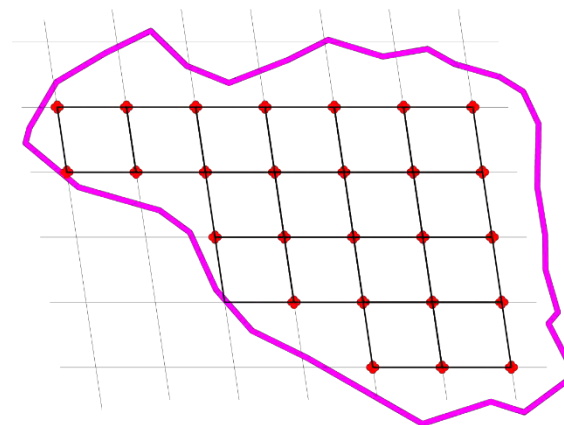


- **Situacionales** → **dependen** del tipo de **escenario**
  - Altura de vuelo
  - Ubicación de la Estación Base (BS)



## Configuración de simulación

- Permiten **definir aspectos generales** de una simulación
- **Granularidad del estudio**
  - Mallado del teatro de operaciones
  - Resolución del perfil de elevación entre dos ubicaciones
  - Intervalo de alturas a considerar
- **Modo de elevación**
  - AGL: altura sobre el nivel del suelo
  - ABSL: altura sobre el nivel de la estación base
  - AMSL: altura sobre el nivel del mar
- **Tolerancias y márgenes adicionales**
  - Relaciones de protección
  - Parámetros del modelo de propagación
  - *Backhaul* a emplear
  - Restricciones de accesibilidad (pendiente, proximidad a vías de comunicación...)
  - Etc.



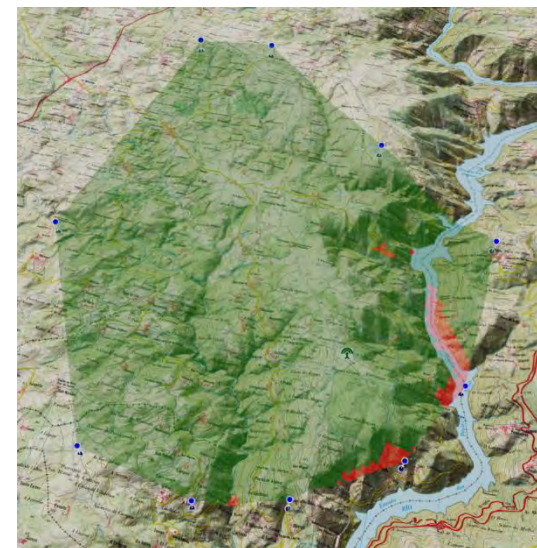
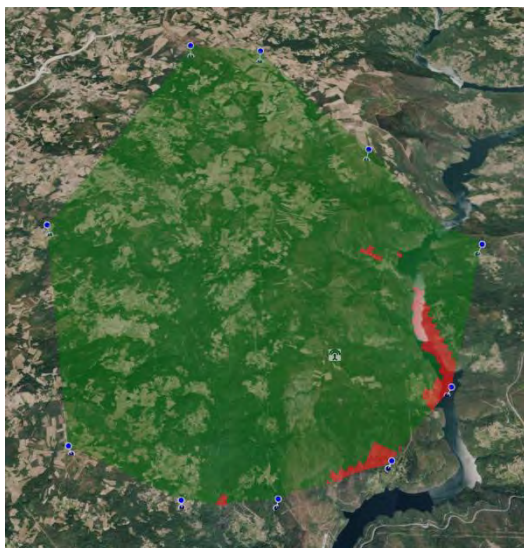


## Resultados de simulación

- Presentación de **resultados gráficos** → Interfaz de usuario
  - Acceso alternativo vía API para integración con terceras herramientas
- **Visor geográfico 3D** con capacidad para añadir capas a visualización

- **Dos vistas principales**

- Satélite
- Mapa topográfico



- **Resultados de alto nivel** (Si / No) para **estimaciones de disponibilidad de enlace de comunicaciones**

- Posibilidad de visualizar resultados de bajo nivel (potencia recibida estimada)

**gradient** 

# Ejemplos de casos de uso

### Recomendación de ubicación para una estación base

- Dentro de una operación, se necesita desplegar una estación base que preste comunicaciones con aeronaves.
- Se conoce el área sobre la que van a operar, y los equipos de comunicaciones que van a utilizar.
- Se quiere saber dónde ubicar la estación base para proporcionar las mejores comunicaciones posibles sobre el área de operaciones.
- Existen ciertas restricciones para la ubicación: accesibilidad, zona con poca pendiente, etc.
- **Resultado:** Recomendaciones de ubicación, informando sobre la disponibilidad de enlaces para cada una de esas ubicaciones.



### Disponibilidad de enlace a lo largo de ruta

- En una operación, una aeronave va a tener que recorrer una ruta determinada (por ejemplo, descenso para carga de agua).
- Se conoce la ubicación de la estación base, la ruta que va a seguir la aeronave, y los equipos de comunicaciones que emplean.
- Se quiere saber si la estación base va a poder mantener la comunicación con la aeronave durante toda la ruta.
- **Resultado:** Estimación de disponibilidad de enlace para cada punto de la ruta.

### Recomendación de altura de vuelo recomendada

- Durante una operación, una aeronave que realiza tareas de vigilancia necesita recorrer una ruta dada, manteniendo su elevación dentro de cierto rango.
- Se conoce la ubicación de la estación base, la ruta que va a seguir la aeronave, y los equipos de comunicaciones que emplean.
- Se conocen los límites del rango entre los que la aeronave se debe mantener para realizar su misión con éxito.
- Se quiere saber cuál sería la elevación para la misión de la aeronave que proporcione un mejor enlace de comunicaciones.
- **Resultado:** Recomendación de la altura de la aeronave para cada punto de la ruta.



# Gracias por su atención



