

Autores:

R. Mercedes, L. Sznajderman y A. Di Bernardi  
Grupo de Transporte Aéreo - GTA,

UIDET GTA- GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

E-mail: leo09083@gmail.com

## I. INTRODUCCIÓN

De las actividades realizadas en un aeropuerto, además de las operaciones de las aeronaves, están las operaciones de los vehículos de acceso al aeropuerto y la de los *vehículos de apoyo en tierra* a los que se denomina **GSE** (Ground Support Equipment), siendo estas las principales fuentes de emisión de contaminantes gaseosas.

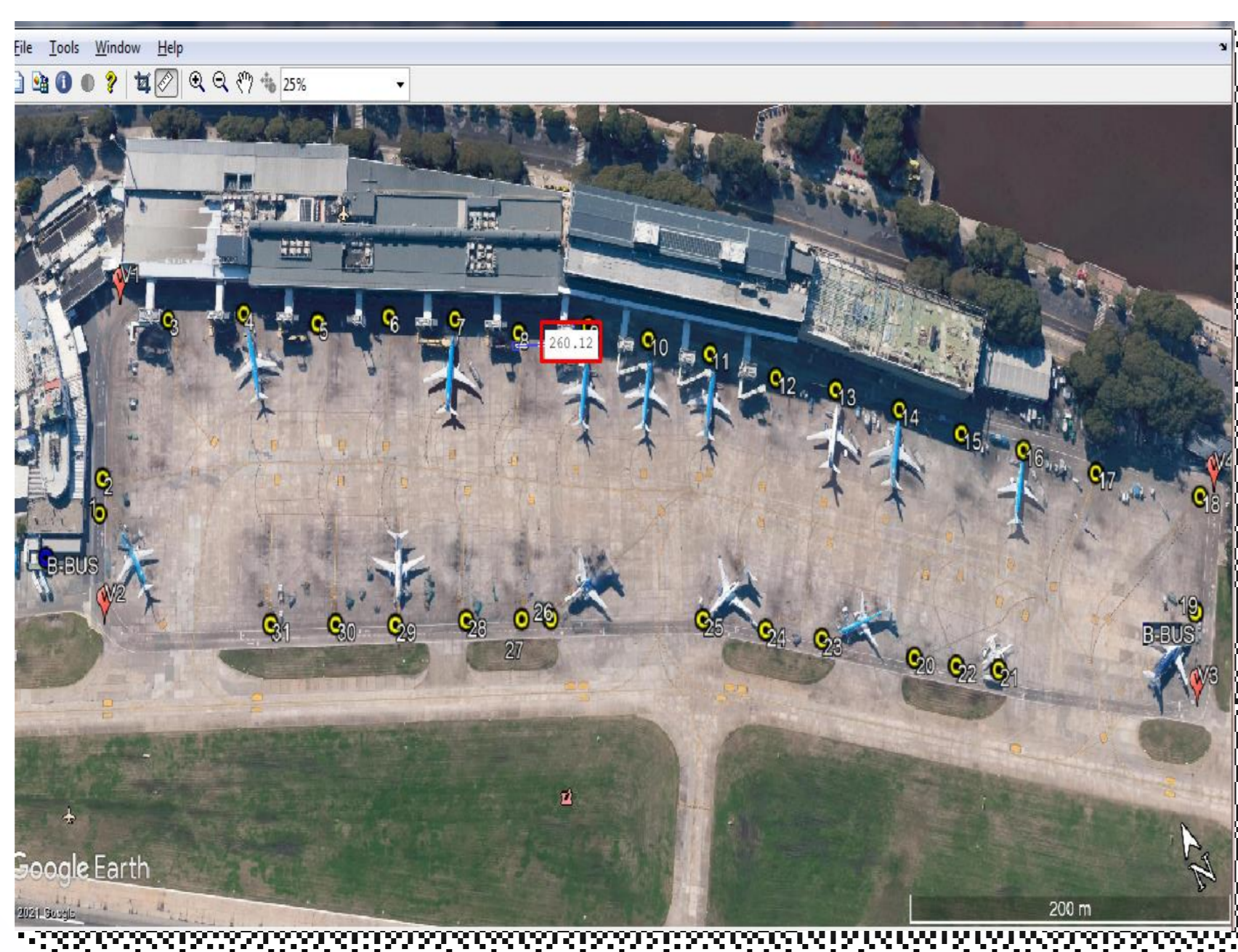
Este trabajo presenta un modelo matemático, desarrollado en Matlab, con el que es posible cuantificar las emisiones y optimizar el uso de una cantidad necesaria de vehículos de asistencia durante el servicio y la circulación, obteniendo la mejor distribución gracias a la simulación de ubicaciones de las bases de los GSE dentro del aeropuerto.

## II. DESARROLLO

El modelo desarrollado necesita datos de entrada como horarios y tipos de operaciones, y la distribución de los puestos de estacionamiento de la aeronaves. En base a esto el flujo de trabajo es el siguiente:

### ➤ Tomar medidas de distancias entre puestos de estacionamiento.

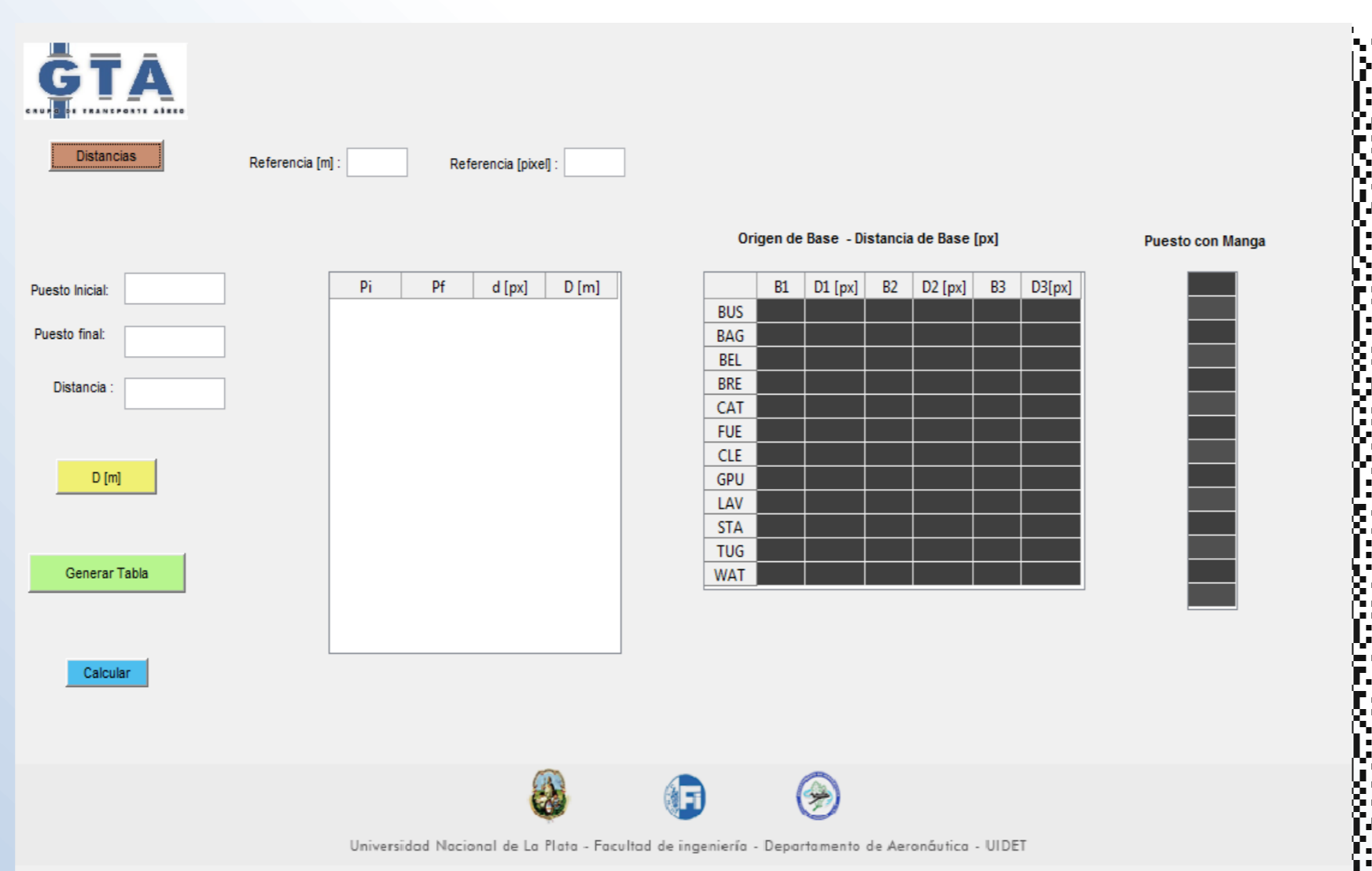
Con una imagen del aeropuerto editada que muestre la escala y los puestos marcados, se realiza las medidas de las distancias entre puestos de estacionamiento mediante el programa desarrollado. Estas indican el recorrido de cada GSE en plataforma.



### ➤ Representación virtual de la plataforma del aeropuerto.

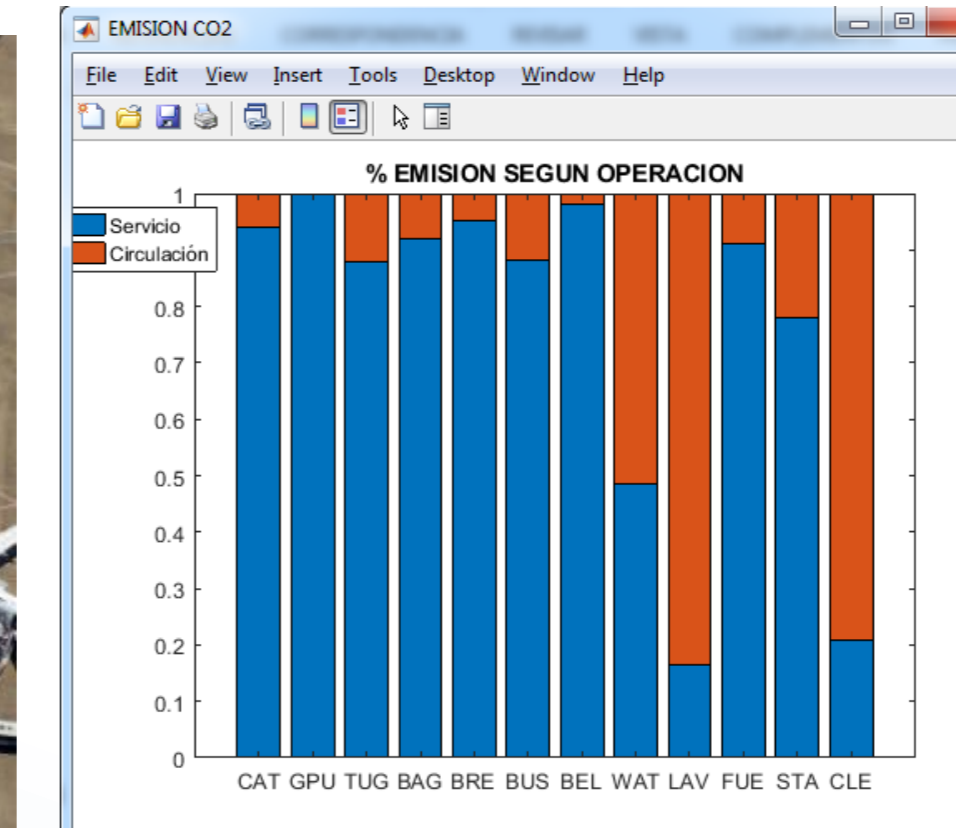
Se agrega de forma manual los puestos existentes en plataforma y sus distancias, por otro lado se ingresa la ubicación de cada base de cada.

GSE junto a su distancia respecto al puesto mas cercano. A su vez, el modelo permite identificar los puestos que contengan mangas, permitiendo también agregar una puerta de embarque de pasajeros



## IV. CONCLUSIONES - MITIGACIONES

- Ante distintas evaluaciones y aplicaciones del modelo para diferentes aeropuertos en estudio como Ezeiza, Aeroparque y el Palomar, se verifica que el contaminante con mayor proporción es el CO<sub>2</sub>.
- En cuanto a las emisiones por servicio se obtiene que son aproximadamente el 1% de las emisiones generadas por circulación.
- La principal propuesta de mitigación es la implementación de vehículos eléctricos, otra propuesta es la anulación de algunos GSE mediante la implementación de mangas.
- Es posible trabajar ampliamente con cualquier geometría de plataforma existente
- La aplicación de esta herramienta presenta permite realizar inventarios anuales de emisiones gaseosas producto de la actividad de los vehículos de transporte de pasajeros a las aeronaves que operaron puestos de plataforma remotos
- La visualización de resultados de las emisiones por puesto permite identificar cuáles son los críticos.
- dado que el modelo cuantifica las emisiones según los puestos, es posible visualizar aquellos que más emisiones asociadas en circulación poseen
- Teniendo en cuenta la distancia a la base, y la dificultad operativa debido a la estrategia respecto a cuestiones de capacidad, permite recomendar posibles redistribuciones de operaciones en mayor medida de los diversos puestos a otros más cercanos o viceversa.



## III. ANÁLISIS

Con el diseño virtual de la plataforma, el modelo identifica cada operación, diferenciando el tipo y tamaño de aeronave que está operando. Debido a esto se define la cantidad de vehículos necesarios por aeronave, siendo estos: transporte de pasajeros, limpieza, catering, push tractor, GPU, equipaje, agua, combustible.

De la misma manera diferencia si es una operación de aterrizaje o despegue siendo esto importante ya que para el caso de los buses lleva pasajeros desde o hacia la puerta de embarque según sea el caso, pudiendo elegir así la distancia mas corta para realizar el servicio u optimizar el recorrido al retornar a la base mas cercana.

El modelo también es sensible a cambios en la velocidad de desplazamiento, a los tiempos de ejecución de actividad discriminando si se encuentra operando en servicio o en circulación.

Con base y ejecución de los parámetros anteriores, se puede obtener la cantidad optimizada de los GSE necesarios para la demanda ingresada, identificando a su vez las emisiones gaseosas (CO<sub>2</sub>, CO, HC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM10) por puesto y totales, y las distancias recorridas de cada uno.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] World Health Organization, "WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide," Glob. Updat. 2005 Summ. risk Assess., 2005.
- [2] ICAO, Airport air quality manual, vol. 1. 2011.
- [3] Airport Cooperative Research Program, Airport Ground Support Equipment (GSE): Emission Reduction Strategies, Inventory, and Tutorial. 2012.
- [4] L. Sznajderman, "Cuantificación del aporte contaminante gaseoso producto de las operaciones de GSE en plataforma: metodología según tiempos operativos," CAIA V, pp. 1–11, 2018.
- [5] L. Sznajderman, G. Ram, and C. A. Di Bernardi, "Influence of the Apron Parking Stand Management Policy on Aircraft and Ground Support Equipment ( GSE ) Gaseous Emissions at Airports," MDPI, p. 25, 2021.
- [6] Y. L. Tan, "Differences in Ground Handling in the Global Market Yik Lun Tan," pp. 1–34, 2010.