



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE TELECOMUNICACIONES
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA JOSÉ ANTONIO ECHEVERRÍA



Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica
ACIMUTT

Planificación de Redes de Frecuencia Única para Televisión Digital

AUTORES: Alejandro Sánchez Domínguez

Leandro Boucourt Ferrer

TUTORES: MSc. Ing. Reinier Díaz Hernández,
Ing. Dalila Garrido Mirabal

La Habana, 2018

TEMÁTICAS A TRATAR

- Introducción
- Radio Mobile
- Programa Desarrollado en MATLAB
- Metodología de Planificación y Resultados

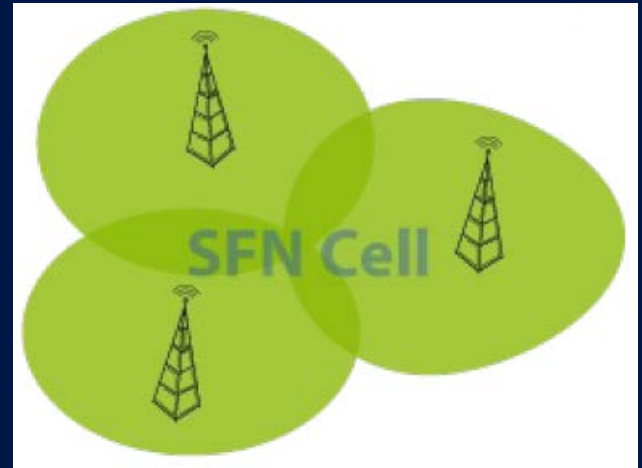
TEMÁTICAS A TRATAR

- Introducción
- Radio Mobile
- Programa Desarrollado en MATLAB
- Metodología de Planificación y Resultados

INTRODUCCIÓN

Redes de Frecuencia Única (SFN)

- Todos los Transmisores (Tx) sincronizados trabajan en una misma frecuencia transmitiendo exactamente el mismo símbolo.



INTRODUCCIÓN

Características de DTMB para SFN

- Utilización de la modulación OFDM
- Incremento del tamaño de símbolo (Intervalo de Guarda)
- Los 3 tamaños de cabecera de los modos de trabajo de DTMB definen los intervalos de guarda posibles para la planificación

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Desarrollar una metodología de planificación de Redes de Frecuencia Única (SFN) logrando un uso más eficiente del espectro radioeléctrico y que sea aplicable al sistema de Televisión Digital empleado en Cuba.

TEMÁTICAS A TRATAR

- Introducción
- **Radio Mobile**
- Programa Desarrollado en MATLAB
- Metodología de Planificación y Resultados

RADIO MOBILE

Herramientas:

- cálculo de radioenlaces (Radio Link)
- cálculo de coberturas (Radio Coverage) entre una o varias estaciones transmisoras y un receptor
- estudios de interferencia

RADIO MOBILE

- Herramienta para estudio de interferencia
- Solo analiza interferencia entre pares de transmisores
- Parámetros:
 - ❖ Mínima Relación Señal – Interferencia (S/I)
 - ❖ Mínimo nivel de intensidad de recepción
 - ❖ Máximo retardo entre las señales (Intervalo de Guarda)

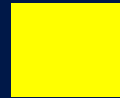
RADIO MOBILE

➤ Herramienta para estudio de interferencia

- Representación



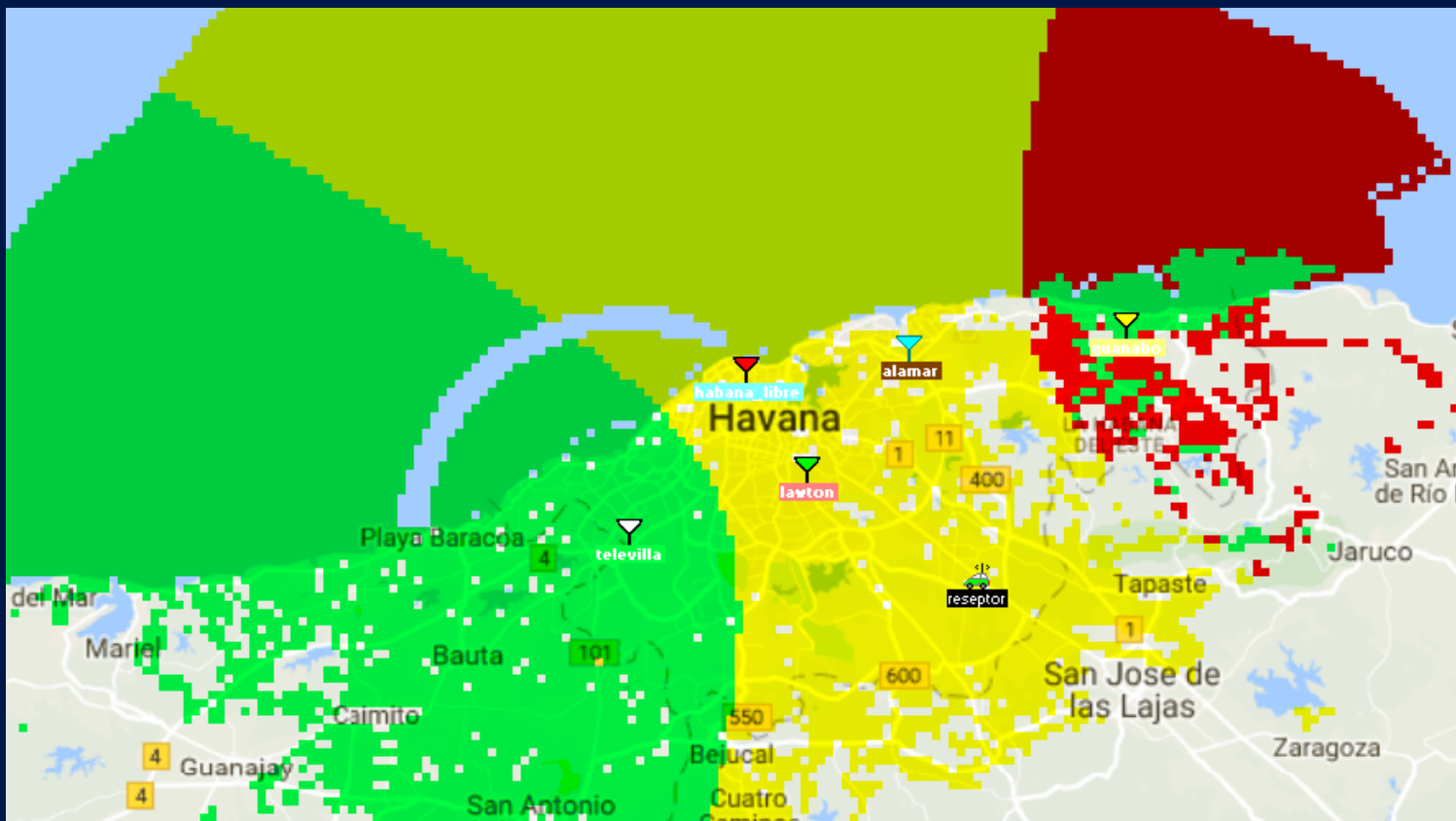
Si se alcanza la mínima S/I



Si no se alcanza el mínimo S/I pero el retardo es menor que el intervalo de guarda



Si no se alcanza el mínimo S/I y el retardo es mayor que el intervalo de guarda (caso crítico)



Ejemplo de cálculo de interferencia

TEMÁTICAS A TRATAR

- Introducción
- Redes de Frecuencia Única (SFN)
- Características de DTMB para SFN
- Criterios de Planificación para SFN
- Radio Mobile
- Programa Desarrollado en MATLAB
- Metodología de Planificación y Resultados

PROGRAMA DESARROLLADO

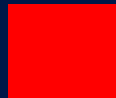
- Desarrollado sobre MATLAB
- Análisis de interferencia entre dos o más transmisores
- Trabaja con los datos de intensidad en cada punto coordinado del mapa proporcionados por Radio Mobile de las simulaciones de cobertura en el fichero Cartasianraster.txt.

PROGRAMA DESARROLLADO

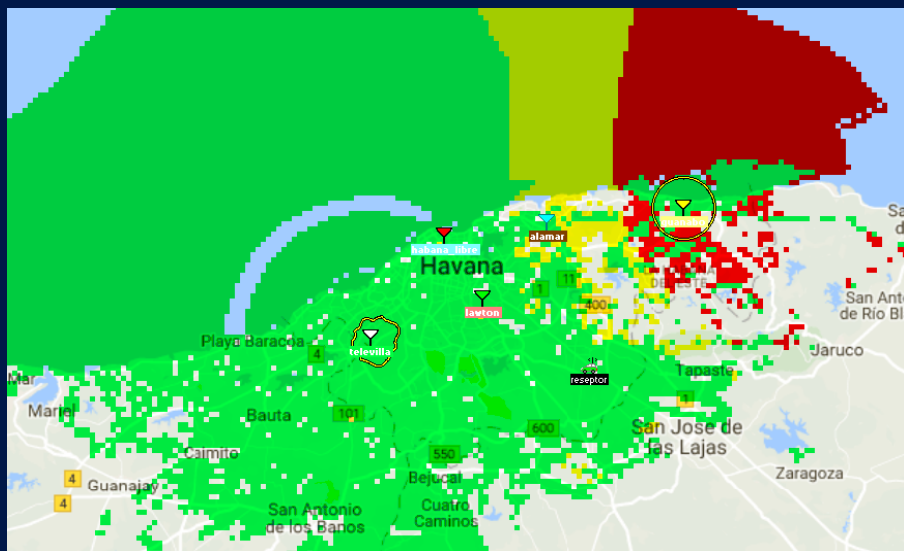
- Representación

 Si el retardo es menor que el intervalo de guarda

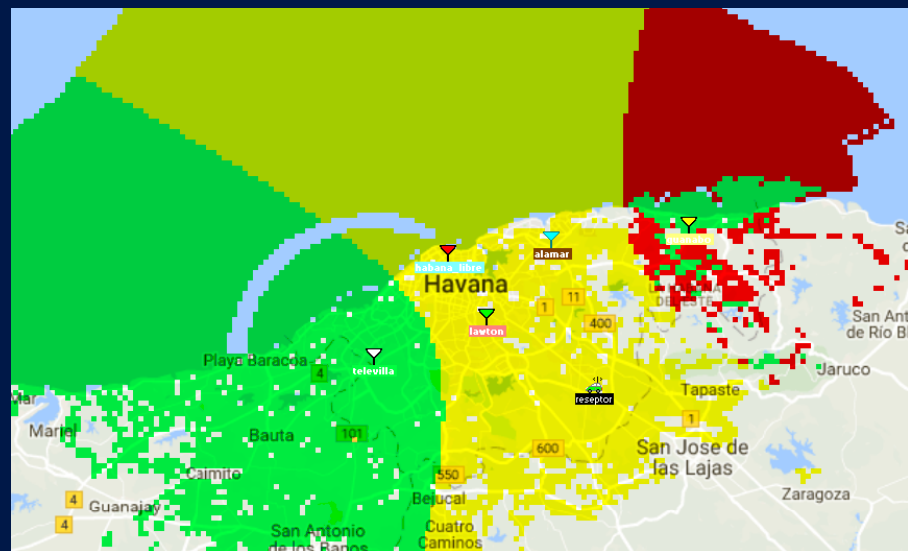
 Si el retardo es mayor que el intervalo de guarda pero se alcanza el mínimo S/I

 Si no se alcanza el mínimo S/I y el retardo es mayor que el intervalo de guarda (caso crítico)

Simulación de Interferencia entre Televilla y Guanabo



Radio Mobile



Programa Desarrollado

TEMÁTICAS A TRATAR

- Introducción
- Redes de Frecuencia Única (SFN)
- Características de DTMB para SFN
- Criterios de Planificación para SFN
- Radio Mobile
- Programa Desarrollado en MATLAB
- Metodología de Planificación y Resultados

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

- Simulación de cobertura de los transmisores utilizando Radio Mobile.
- Simulación de Interferencia utilizando el programa desarrollado.

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

- Búsqueda del mínimo intervalo de guarda sin afectar la cobertura existente.(margen de protección)
- Simulación para una relación S/I mayor (margen de protección)

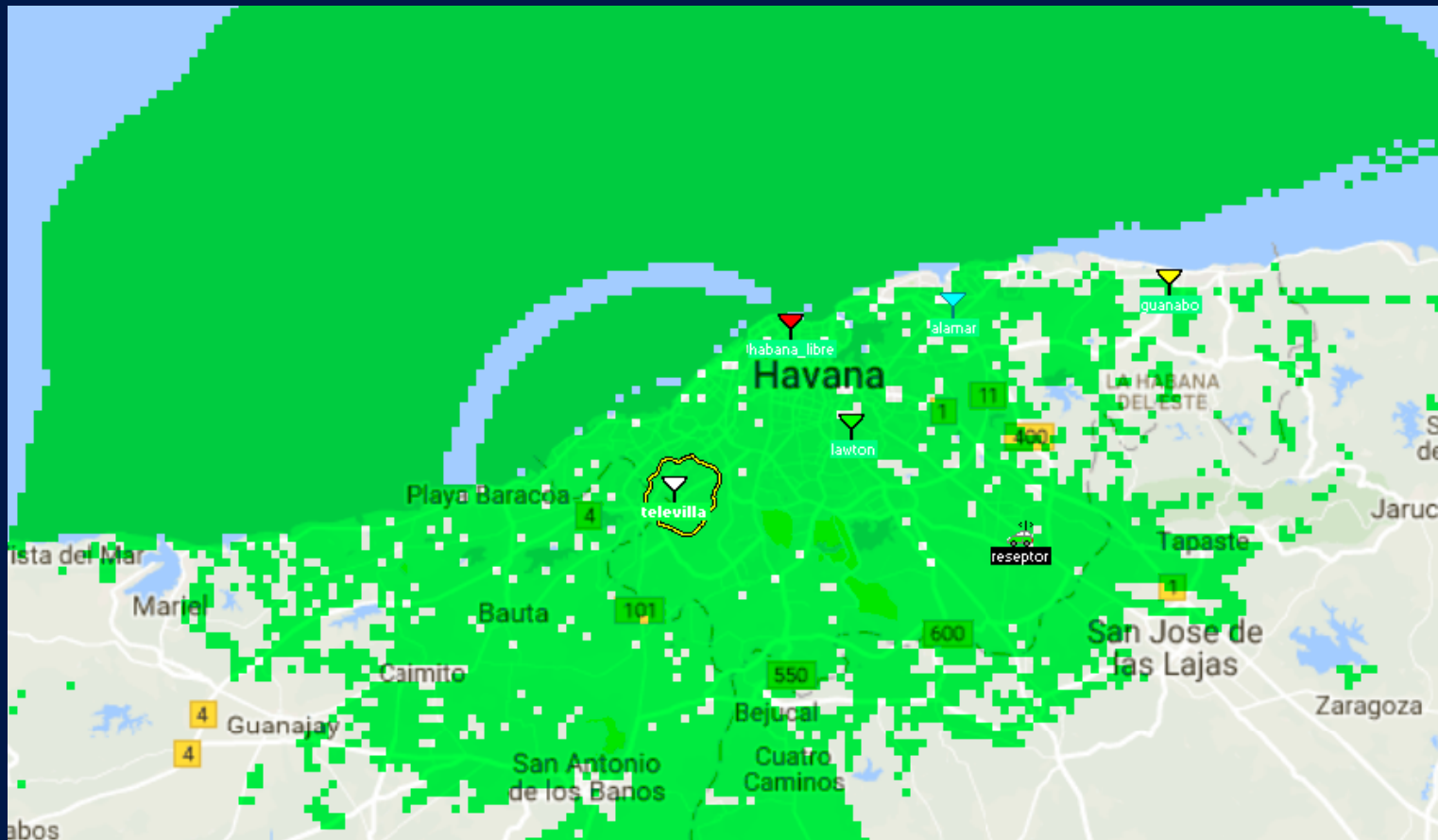
PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

Características de los transmisores

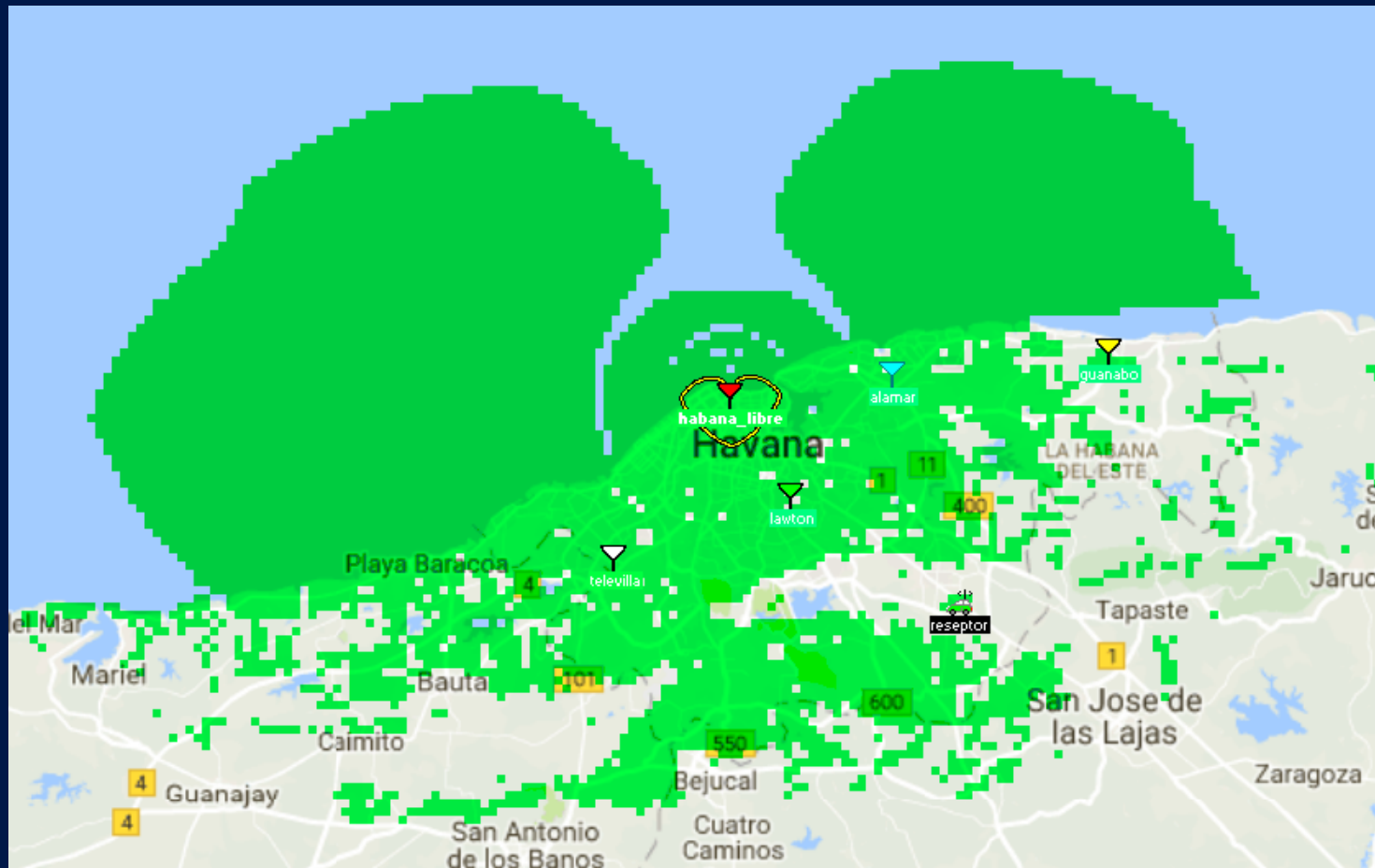
Trasmisor	Altura	Altura de la antena TX	Canal	F _o	Potencia
	m	m		MHz	Wrms
Guanabo	60	25	38	617	100
Lawton	40	40	38	617	100
Televilla	50	212	38	617	5,000
Habana Libre	130	18	38	617	1,000
Alamar	55	25	38	617	500

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

- Simulación de cobertura de los transmisores utilizando Radio Mobile.
- Simulación de Interferencia utilizando el programa desarrollado.



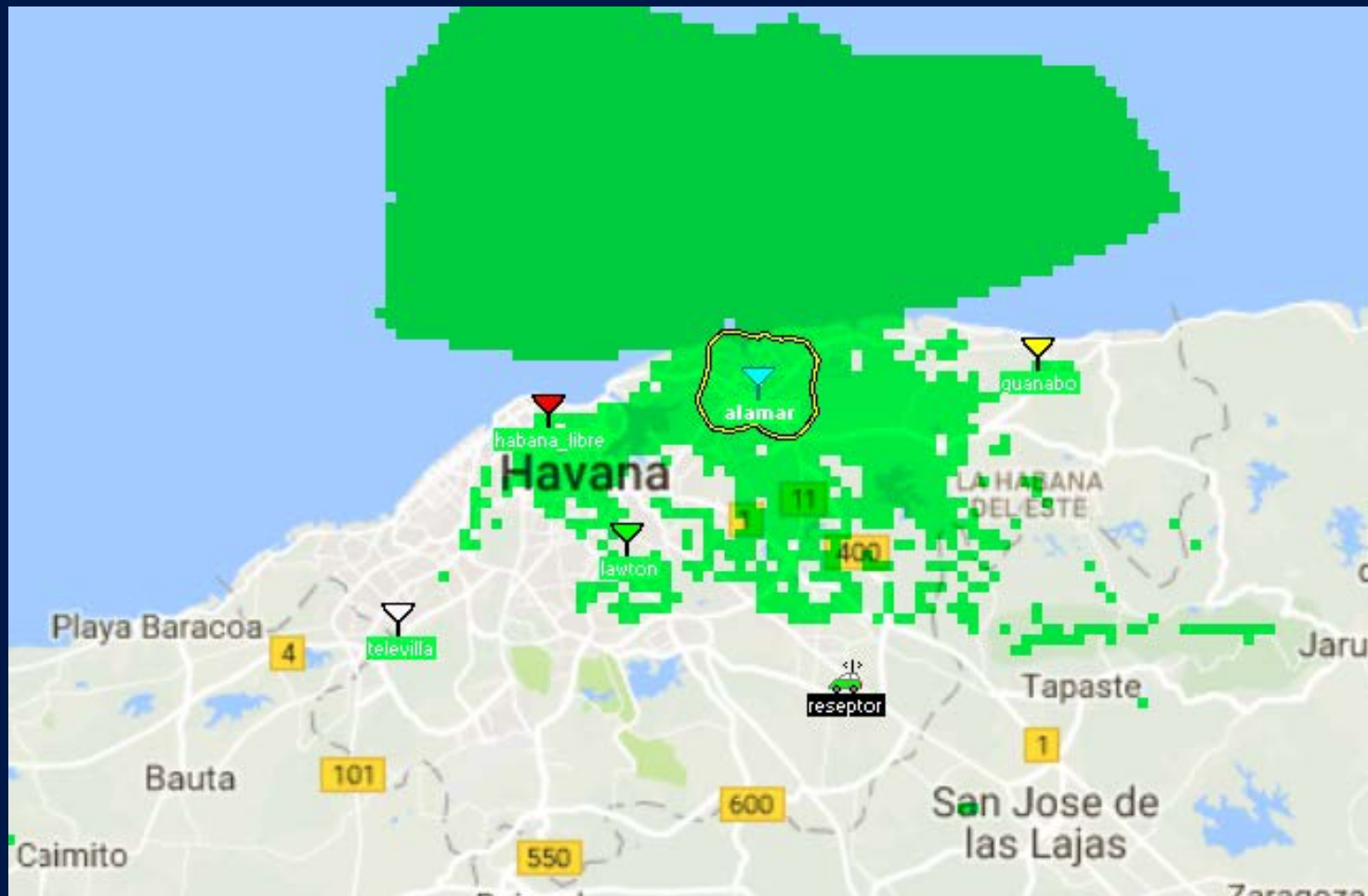
Cobertura del transmisor de Televilla



Cobertura del transmisor de Habana Libre



Cobertura del transmisor de Lawton



Cobertura del transmisor de Alamar



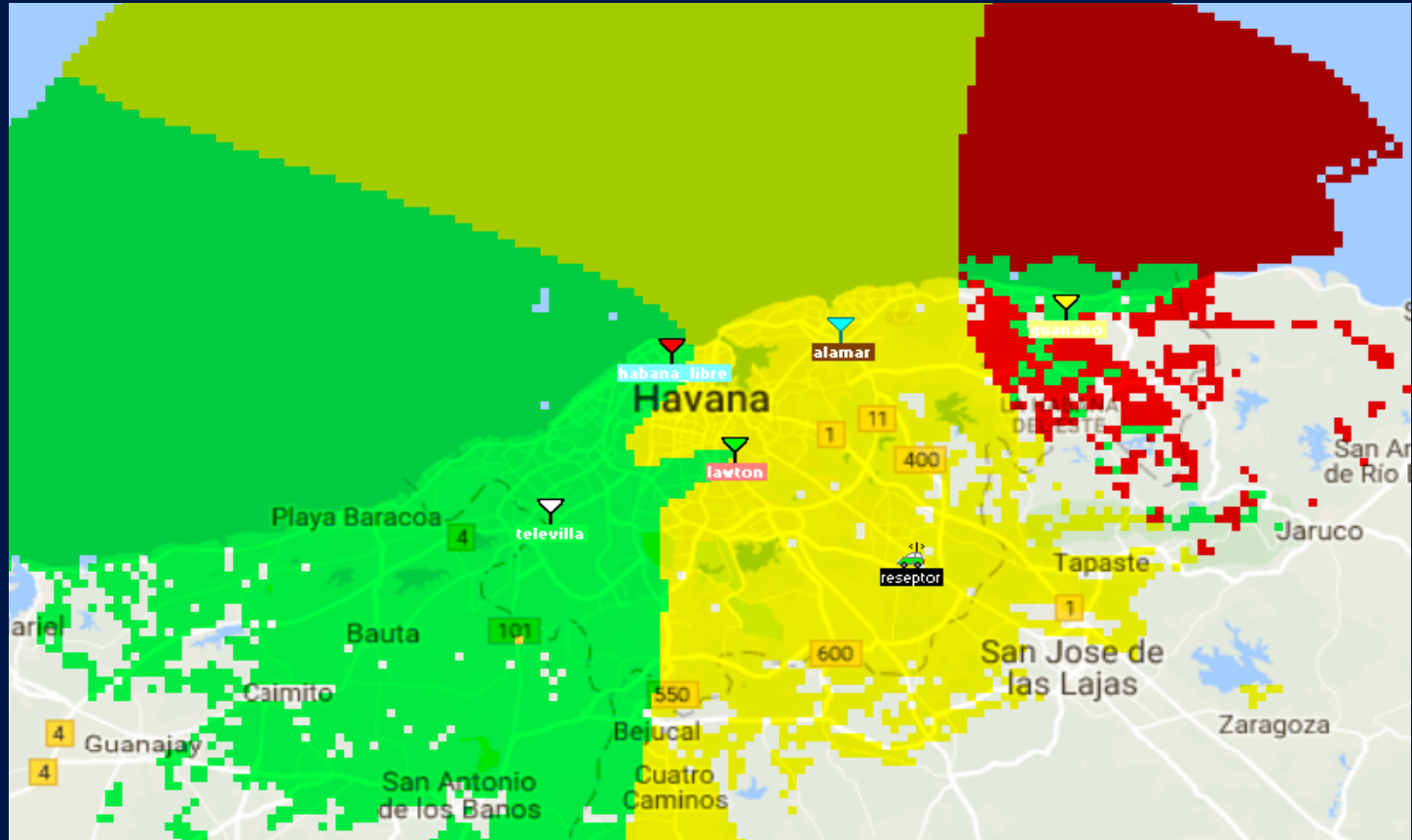
Cobertura del transmisor de Guanabo



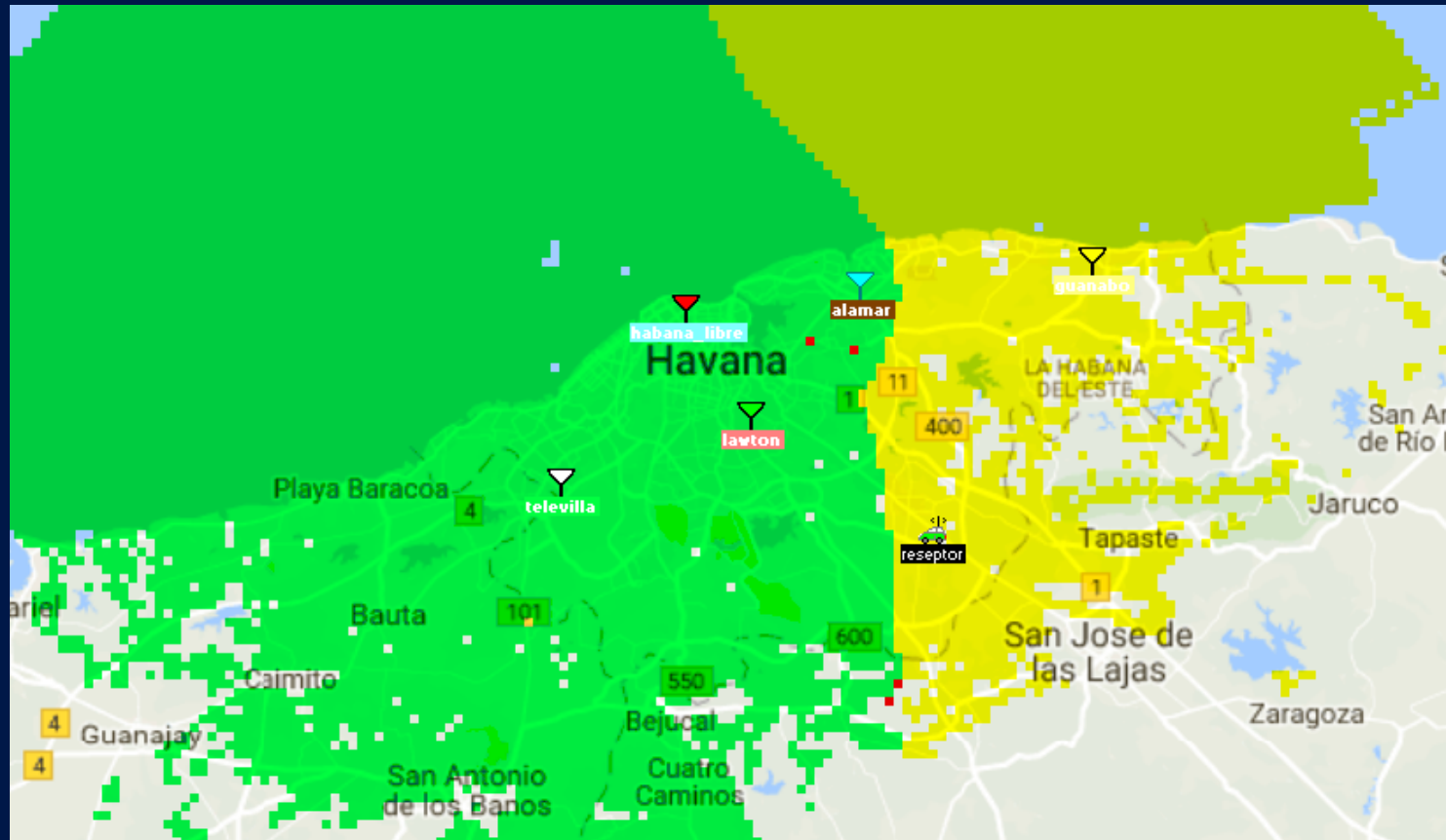
Cobertura total

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

- Simulación de cobertura de los transmisores utilizando Radio Mobile.
- Simulación de Interferencia utilizando el programa desarrollado.



Interferencia atendiendo a la contibución de todos los transmisores

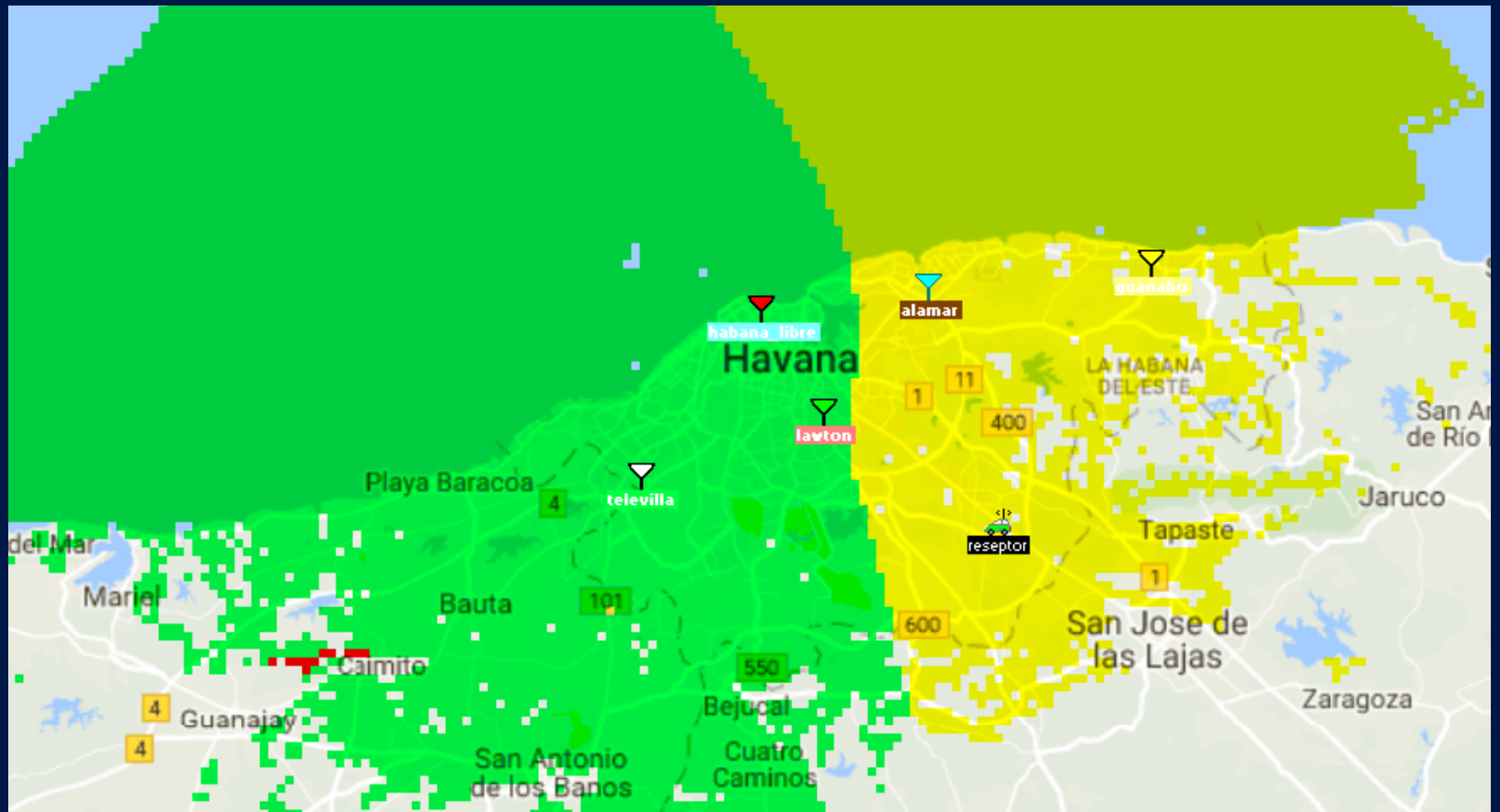


Interferencia atendiendo a la contibución de todos los transmisores con Guanabo retardado 40 us

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

Ajustes de retardos de los transmisores

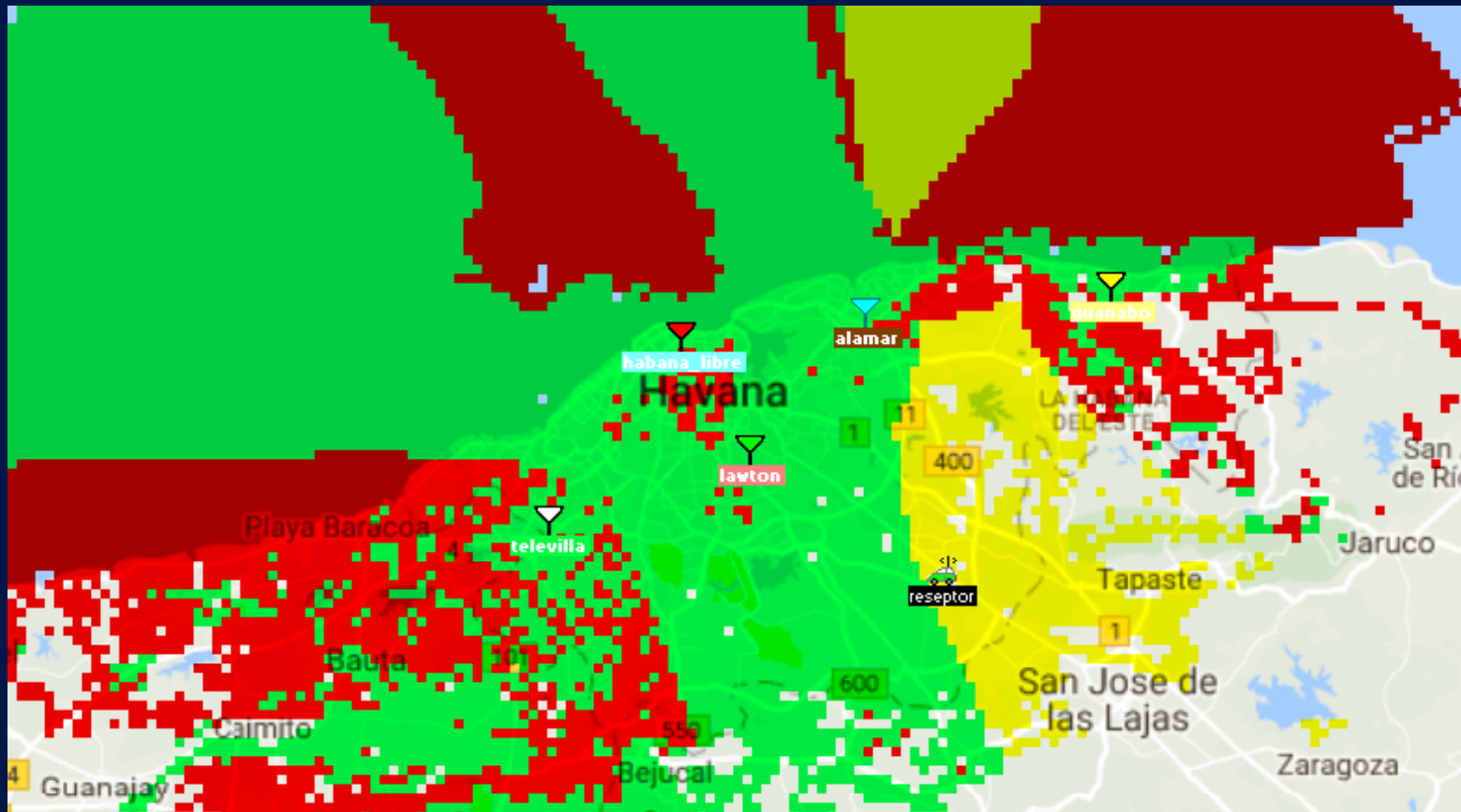
Transmisores	Retardos(us)
Televilla	0
Habana Libre	10
Lawton	30
Alamar	30
Guanabo	40



Interferencia atendiendo a la contibución de todos los transmisores con los retardos recogidos en la Tabla

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

- Búsqueda del mínimo intervalo de guarda sin afectar la cobertura existente.(margen de protección)
- Simulación para una relación S/I mayor (margen de protección)

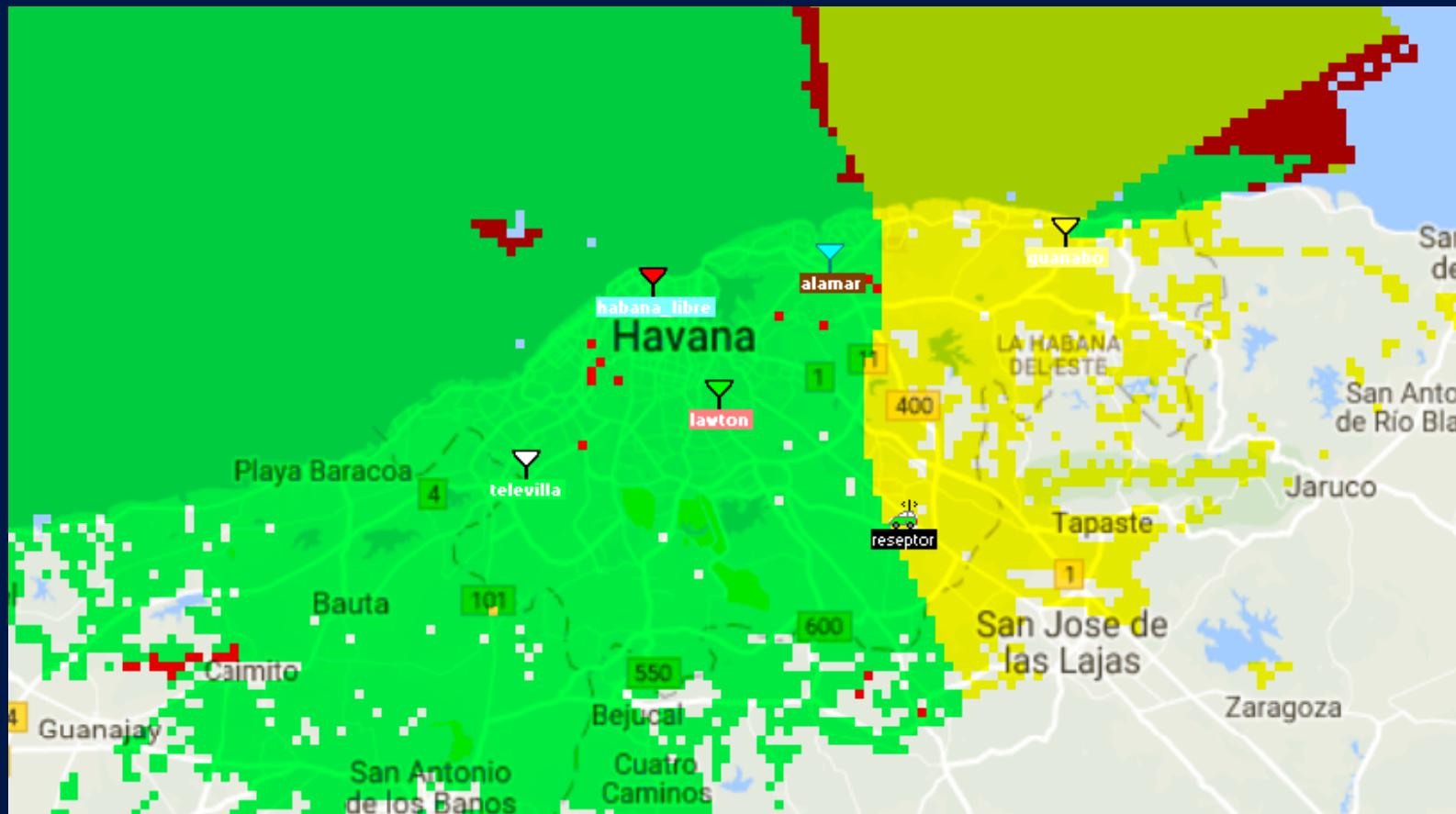


Interferencia atendiendo a la contribución de todos los transmisores con intervalo de guarda de 35 us

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

Retardos para cada transmisor con intervalo de guarda de 51 us.

Transmisores	Retardos(us)
Televilla	0
Habana Libre	10
Lawton	35
Alamar	30
Guanabo	57

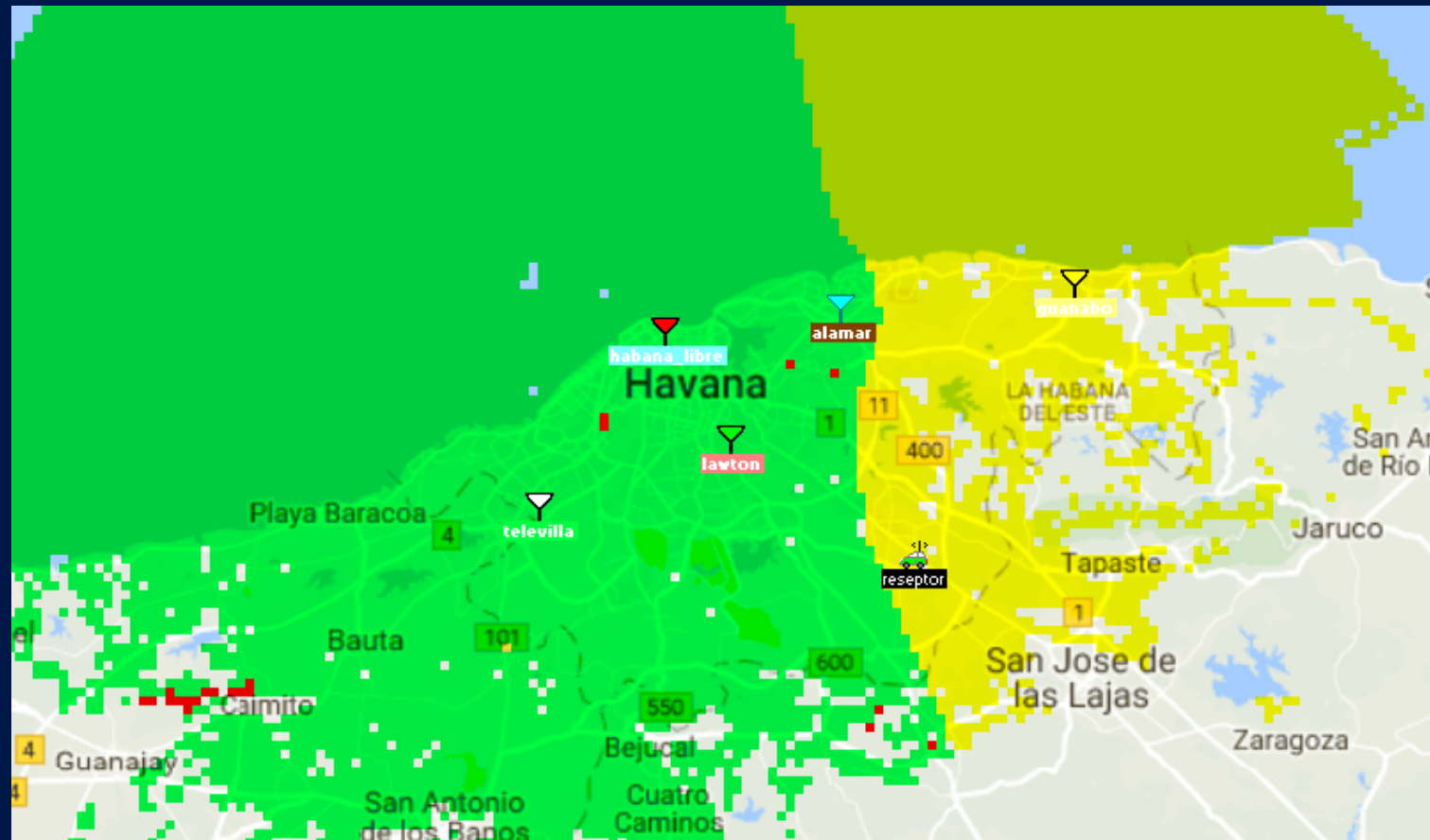


Interferencia con intervalo de guarda de 51 us con los retardos recogidos en la Tabla

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

Retardos para cada transmisor con intervalo de guarda de 55 us.

Transmisores	Retardos(us)
Televilla	0
Habana Libre	10
Lawton	30
Alamar	30
Guanabo	55



Interferencia con intervalo de guarda de 55 us con los retardos recogidos en la Tabla 3.5

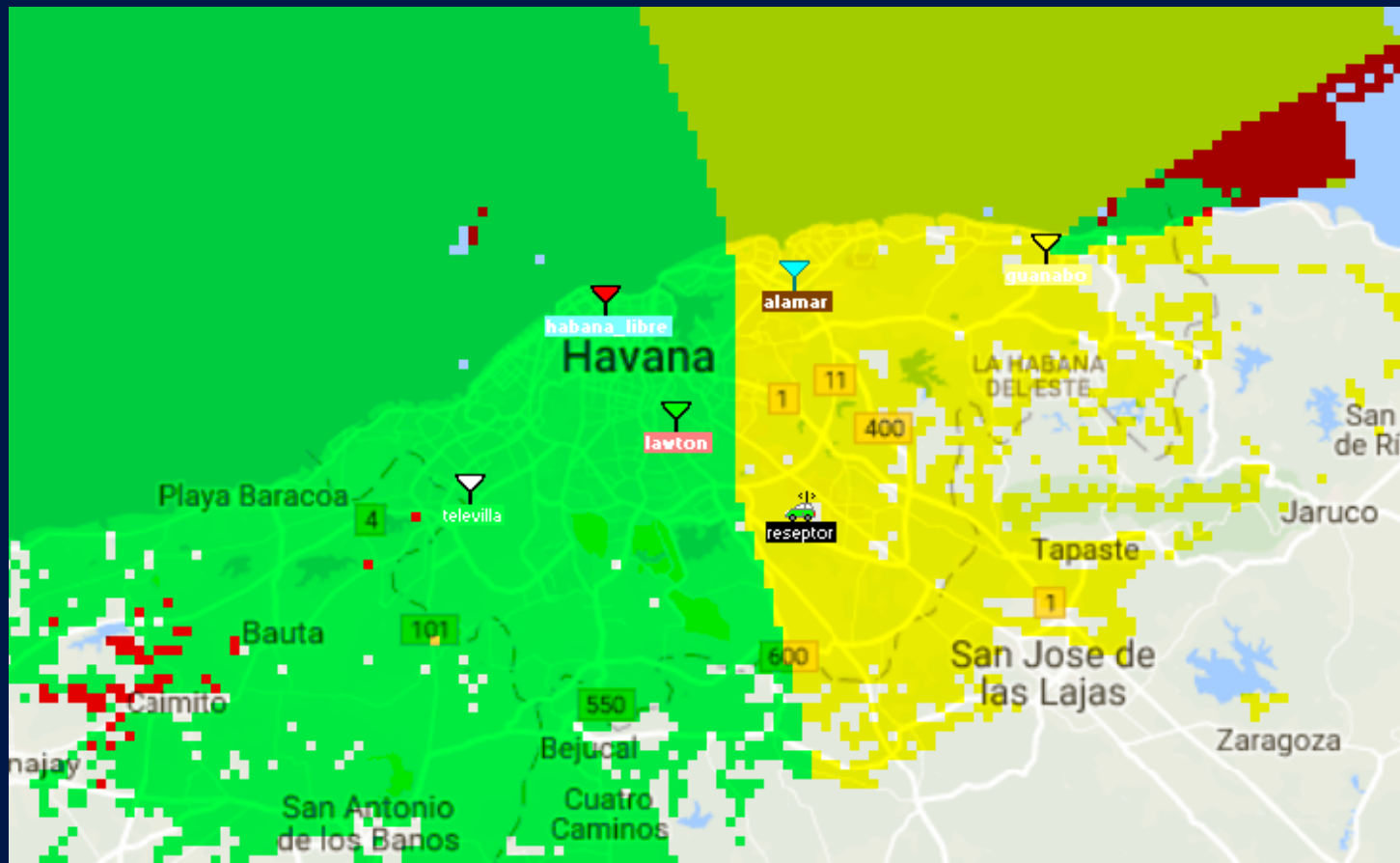
PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

- Búsqueda del mínimo intervalo de guarda sin afectar la cobertura existente.(margen de protección)
- Simulación para una relación S/I mayor (margen de protección)

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN

Tabla 3.8 Retardos con intervalo de guarda de 60 us y S/I=19dB.

Transmisores	Retardos(us)
Televilla	0
Habana Libre	10
Lawton	30
Alamar	30
Guanabo	43



Interferencia intervalo de guarda de 65 us con los retardos recogidos en la Tabla y S/I de 19dB.

CONCLUSIONES

- Se utilizó Radio Mobile como herramienta para el cálculo de cobertura e interferencias para la planificación de SFNs, con la limitante de que solo se puede analizar la interferencia entre pares de transmisores.
- Se desarrolló un programa en MATLAB que complementa a Radio Mobile permitiendo el análisis de interferencia entre múltiples transmisores.
- Se obtuvieron los retardos necesarios en los transmisores para desplegar una SFN en la provincia de La Habana.

CONCLUSIONES

- Se logró mejorar la SFN para un intervalo de guarda menor al límite teórico en la norma DTMB, obteniendo un margen de protección de 15 y 19 us.
- Se logró mejorar la SFN obteniendo un margen de protección de 4 dB adicionales a la S/I mínima necesaria para los receptores.



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE TELECOMUNICACIONES
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA JOSÉ ANTONIO ECHEVERRÍA



Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica
Azimut

Planificación de Redes de Frecuencia Única para Televisión Digital

AUTORES: Alejandro Sánchez Domínguez

Leandro Boucourt Ferrer

TUTORES: MSc. Ing. Reinier Díaz Hernández,
Ing. Dalila Garrido Mirabal

La Habana, 2018