

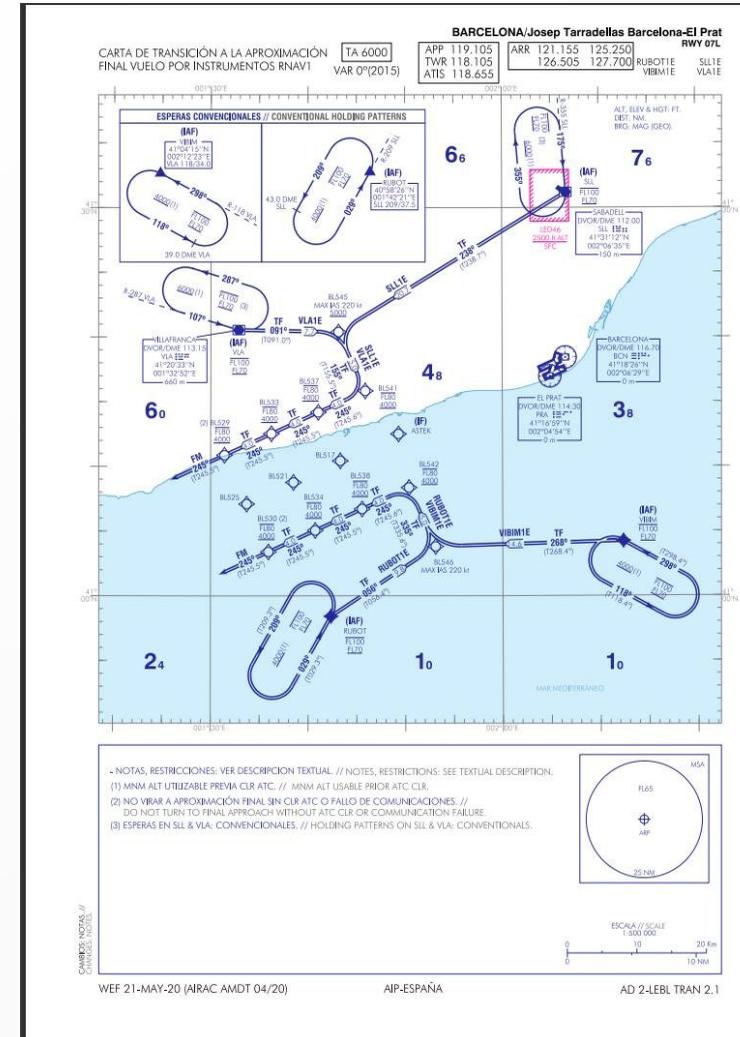
# Localització d'Interferències en procediments aeronàutics

**Daniel García García**

**Consultor: Daniel Egea Roca**

# Índex

- Objectius
- GNSS a l'aeronàutica
- Interferències
  - Tipus
  - Detecció
  - Localització
- Implementació
- Anàlisis de resultats
  - Escenaris
  - Comparació
- Conclusions



# Objectius

- Definir un mètode de detecció i localització d'interferències GNSS per procediments aeronàutics.
- Implementar una eina en MATLAB per validar el mètode escollit. Analitzar la qualitat a partir dels resultats.
- Estudiar les tècniques actuals de detecció i localització d'interferències en GNSS.

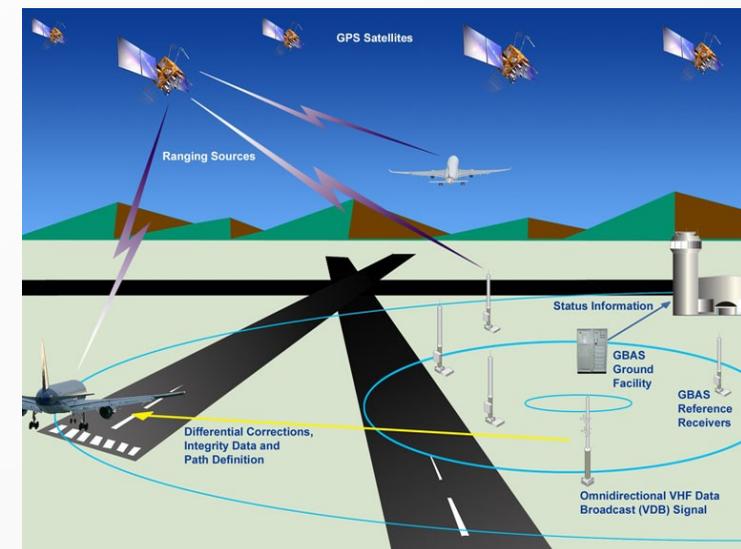
# GNSS a l'aeronàutica

- Substitueix les cares ajudes en terra
- Permet aterrar en condicions de poca visibilitat
- Millora de precisió, sobretot en el domini vertical
- Sistemes d'augmentació per millorar precisió, disponibilitat i integritat

## SBAS



## GBAS





# Interferències: Tipus

- Una interferència és una senyal externa diferent a la senyal útil que afecta al sistema
- En aeronàutica, les interferències poden deixar sense servei de navegació a les aeronaus.
- Spoofing: Transmissió de senyals GNSS falses
- Jamming: Transmissió de soroll a alta potència



# Interferències: Detecció

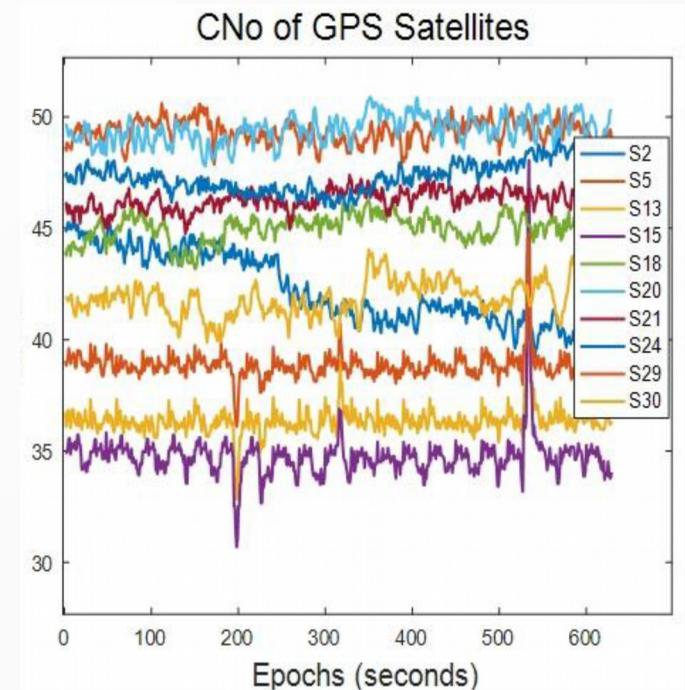
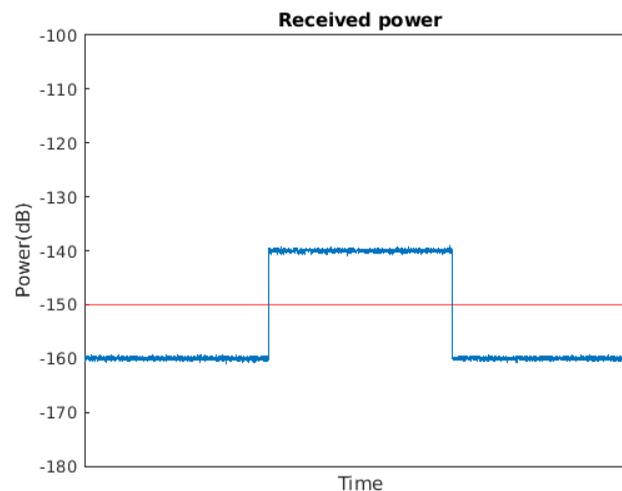
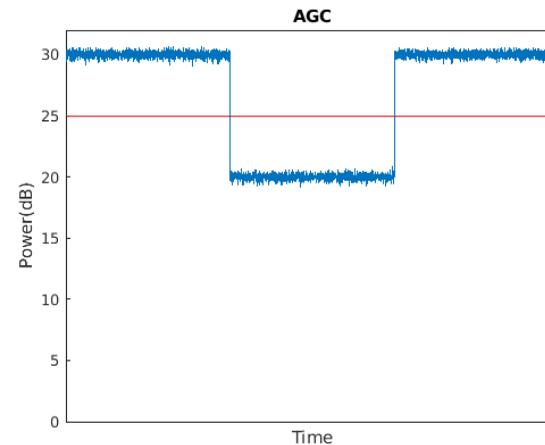
- Detecció: Determinar la presència d'interferències en la senyal

- A partir d'observables, definint un llindar:

- AGC

- CNo

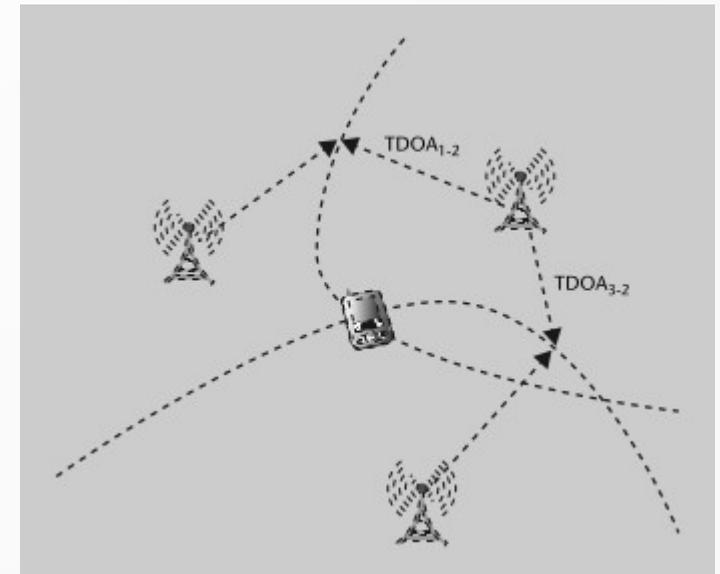
- Potència rebuda



# Interferències: Localització

- Localització: Posicionar la font d'interferència
- TDOA: *Time Difference of Arrival*
- Utilitza múltiples receptors fixes amb posicions conegudes
- Es fa ús de la diferència de temps de recepció entre parells de receptors
- Depèn de la sincronització entre receptors

$$d_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2}$$
$$t_i - t_j = \Delta t_{i,j}$$
$$d_i - d_j = \Delta t_{i,j} \cdot c$$



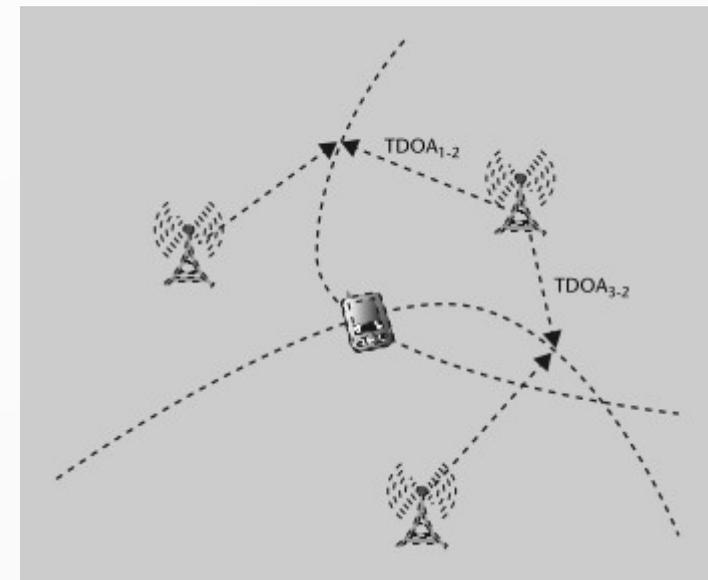
# Interferències: Localització

- DRSS: *Difference of Received Signal Strength*
- Utilitza múltiples receptors fixes amb posicions conegudes
- Es fa ús de la diferència de potència rebuda entre parells de receptors
- S'ha de definir un model de propagació
- No depèn del temps

$$P_{R,i}(dBW) = P_0 - 20 \log(d_i)$$

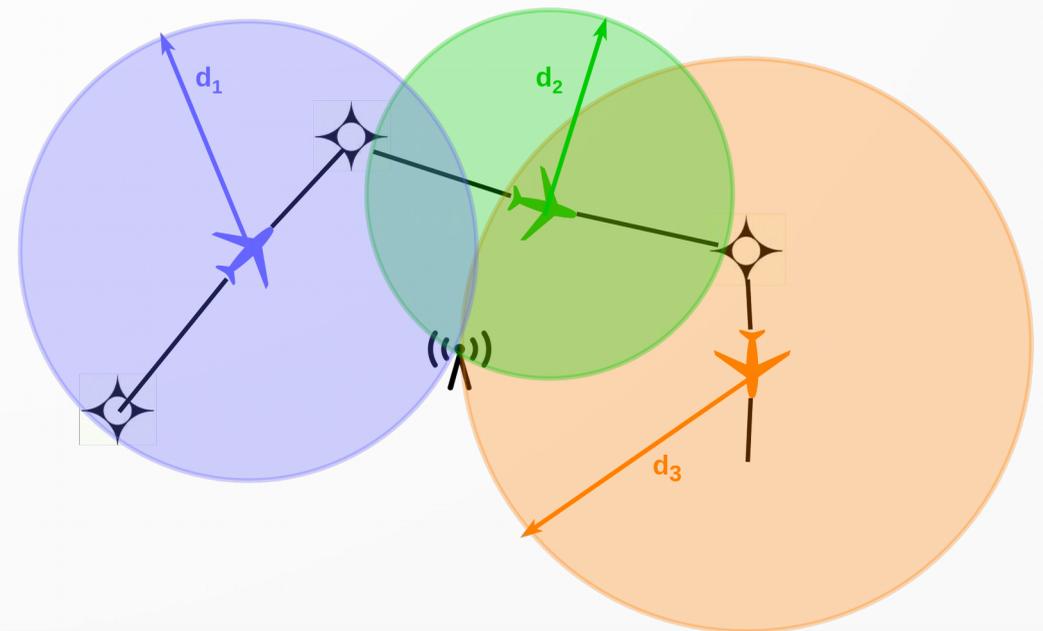
$$d_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2}$$

$$P_{R,i}(dBW) - P_{R,j}(dBW) = 20 \log(d_j) - 20 \log(d_i)$$



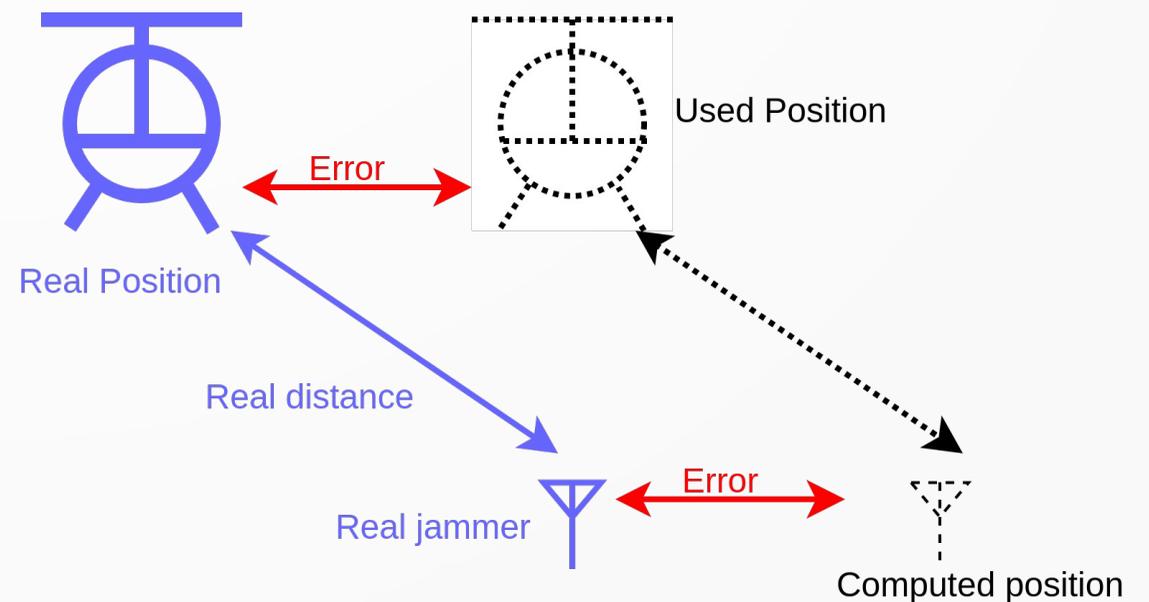
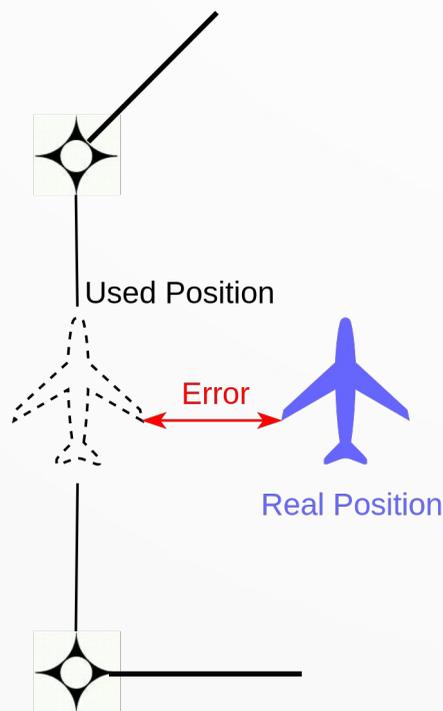
# Implementació

- Localització d'interferències amb condicions:
  - Es coneix la ruta (procediment aeronàutic)
  - Només es té una antena i un receptor
  - La potència transmesa de la interferència és constant
  - Només una font de interferència
  - Font d'interferència estàtica
- Detecció per potència rebuda
- Localització per DRSS



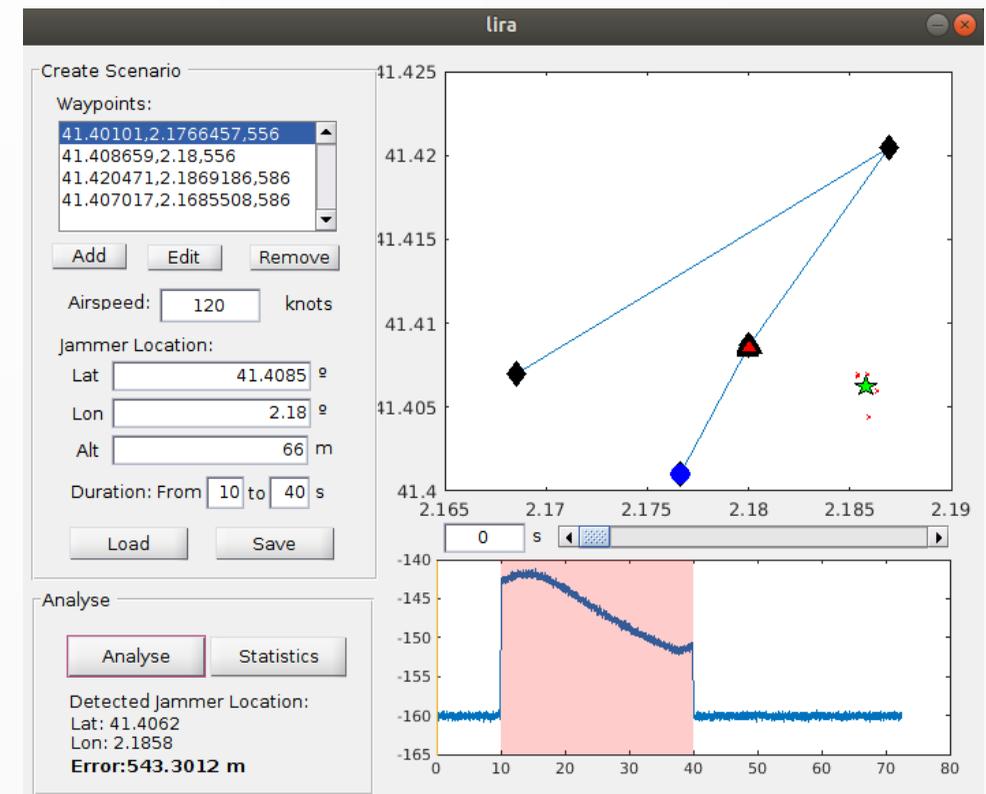
# Implementació

- Errors:
  - Soroll
  - Geometria
  - Diferència de posició respecte ruta



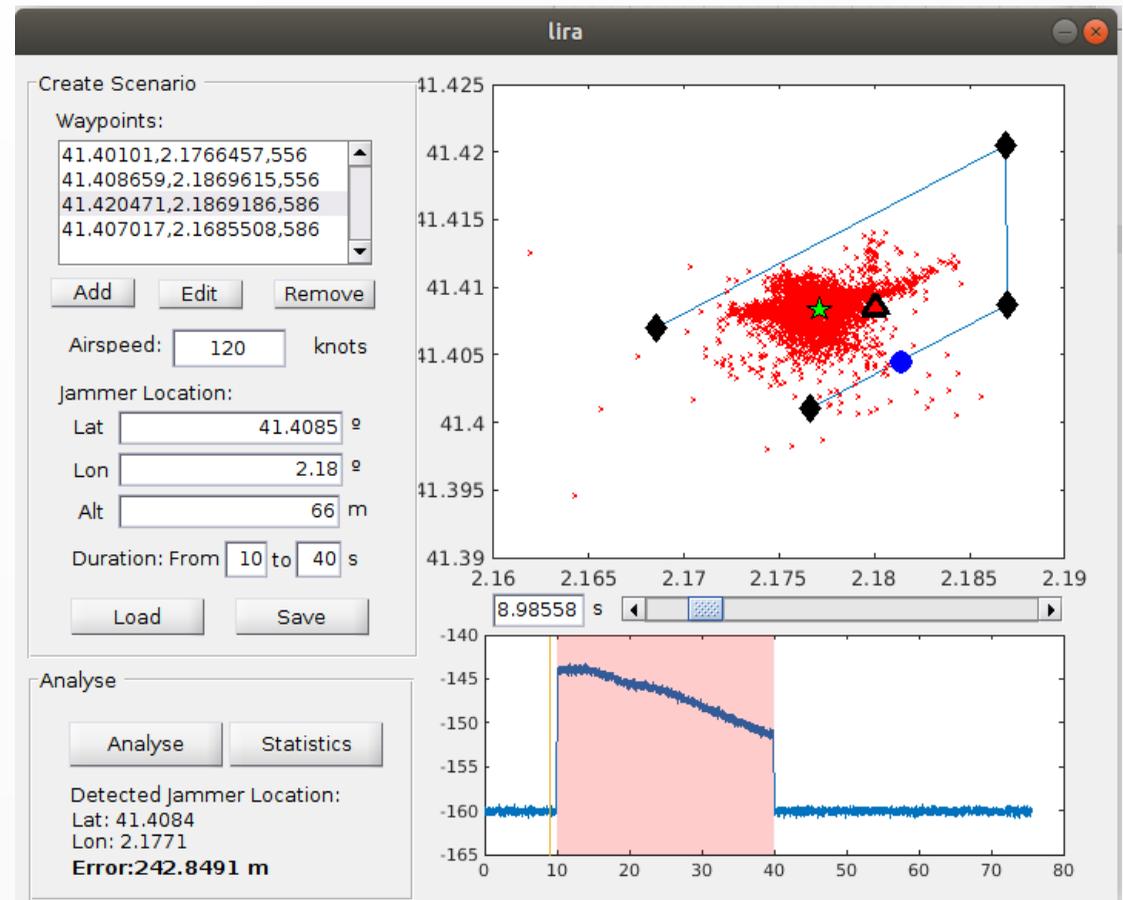
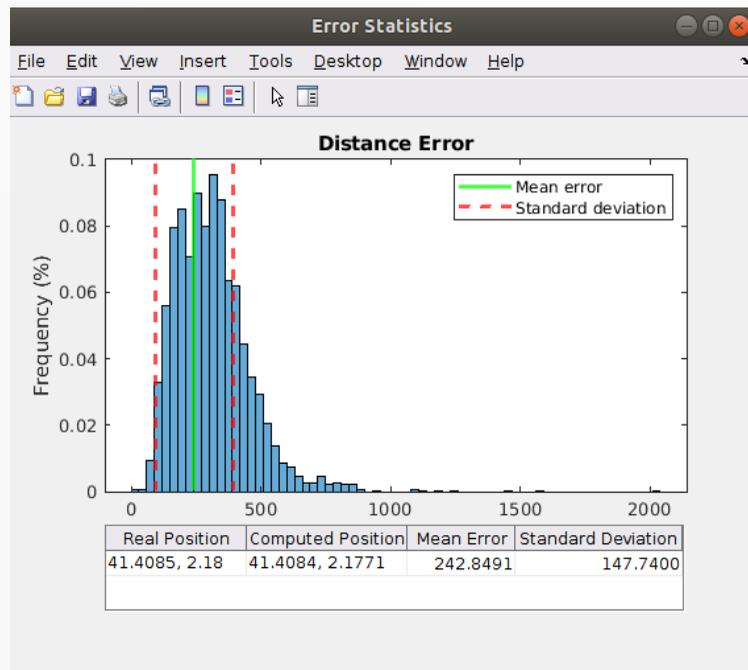
# Anàlisi de resultats

- Validació a partir d'eina de MATLAB: LIRA
- LIRA: Localització de Interferències en Rutes Aeronàutiques
- Permet:
  - Definir una ruta per punts i velocitat
  - Definir posició del jammer i durada de la interferència
  - Guardar i carregar escenaris
  - Detectar i localitzar interferències
  - Analitzar estadístiques d'error



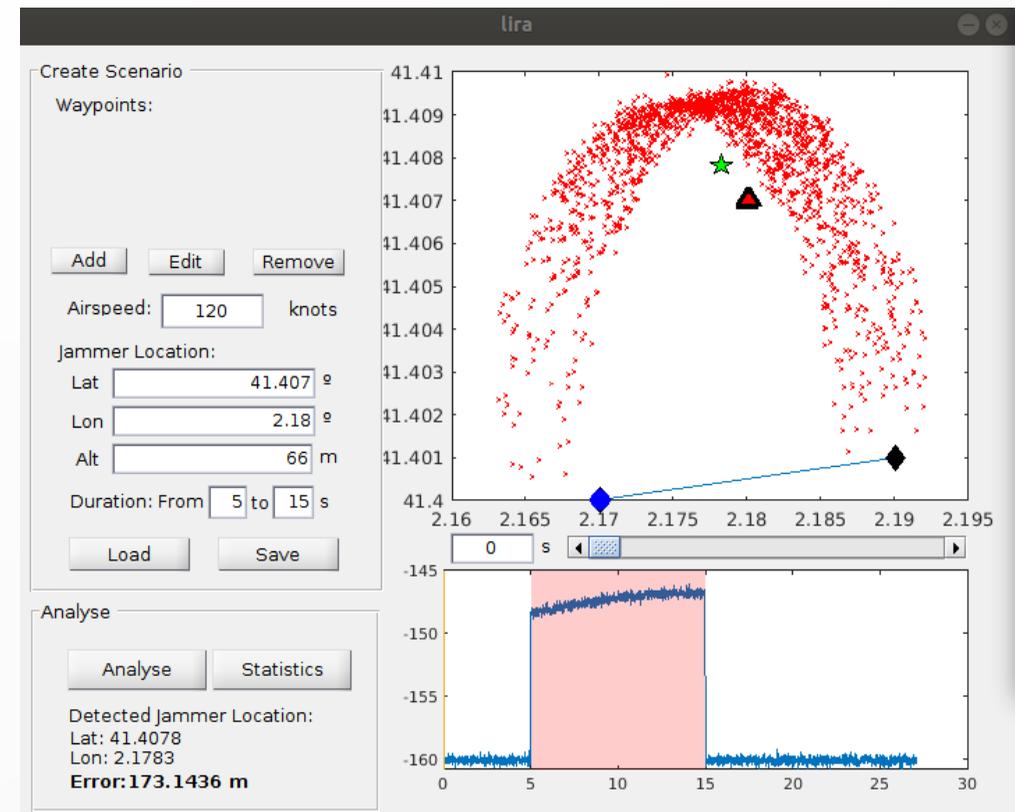
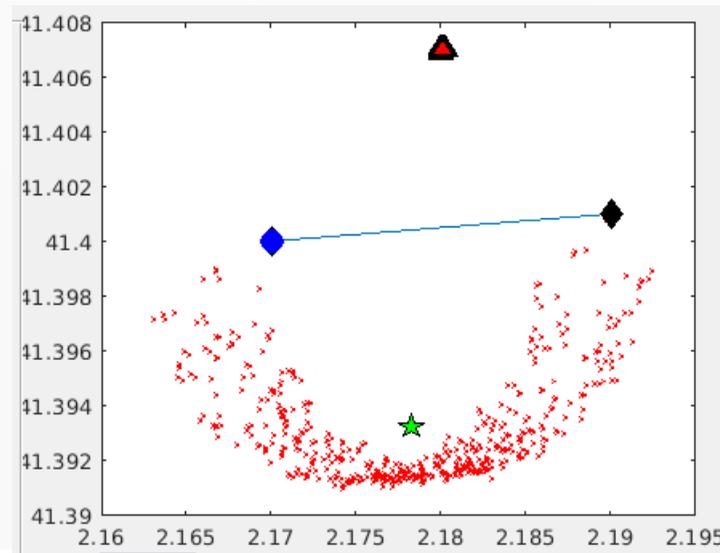
# Anàlisi de resultats: Escenaris

- Bona geometria: ruta envoltant la interferència
- Poca dispersió
- Menor error si les mesures es prenen des de punts separats



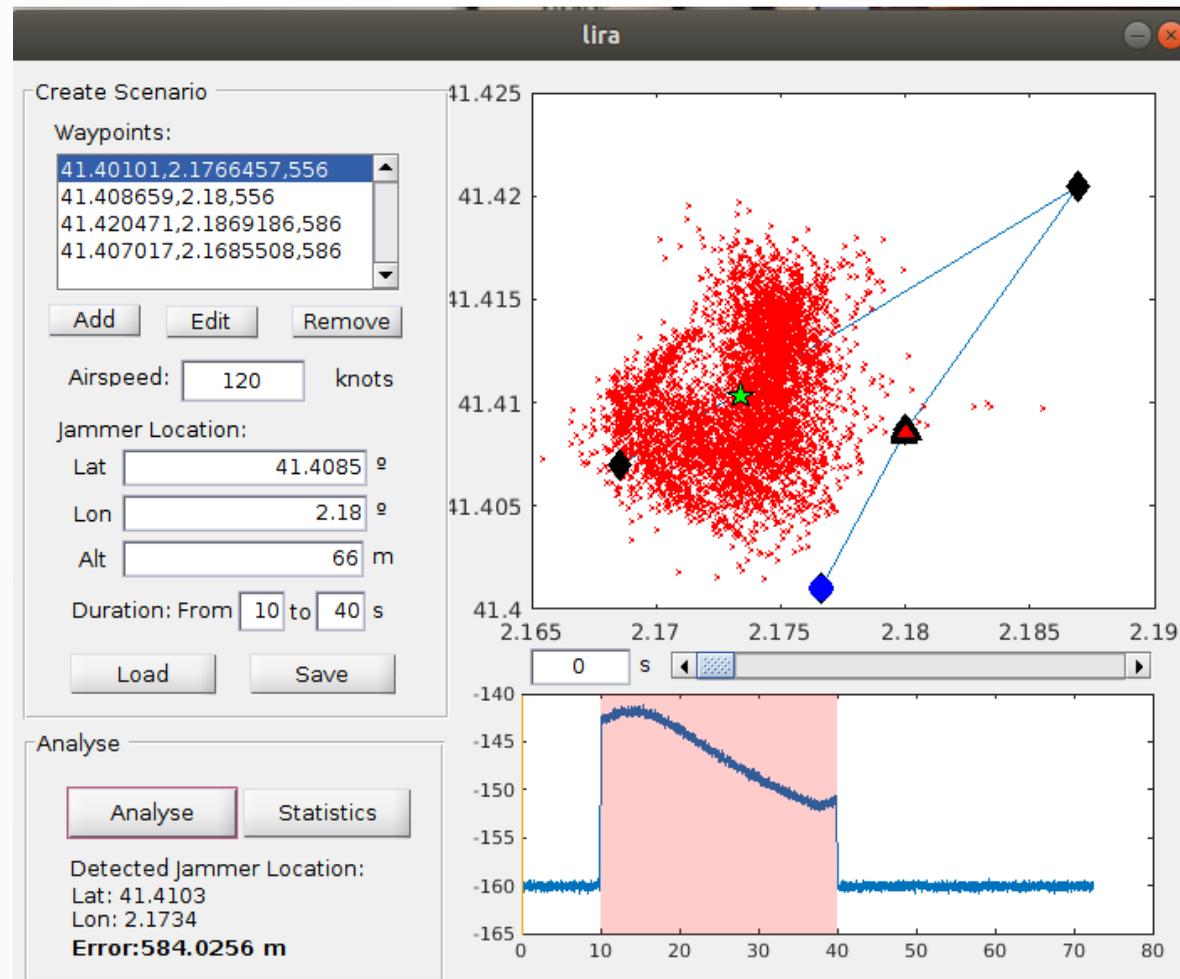
# Anàlisi de resultats: Escenaris

- Mala geometria: punts amb poca obliquïtat
- Molta dispersió
- Menor error si les mesures es prenen des de punts separats
- Posicions errònies si les mesures es prenen molt juntes



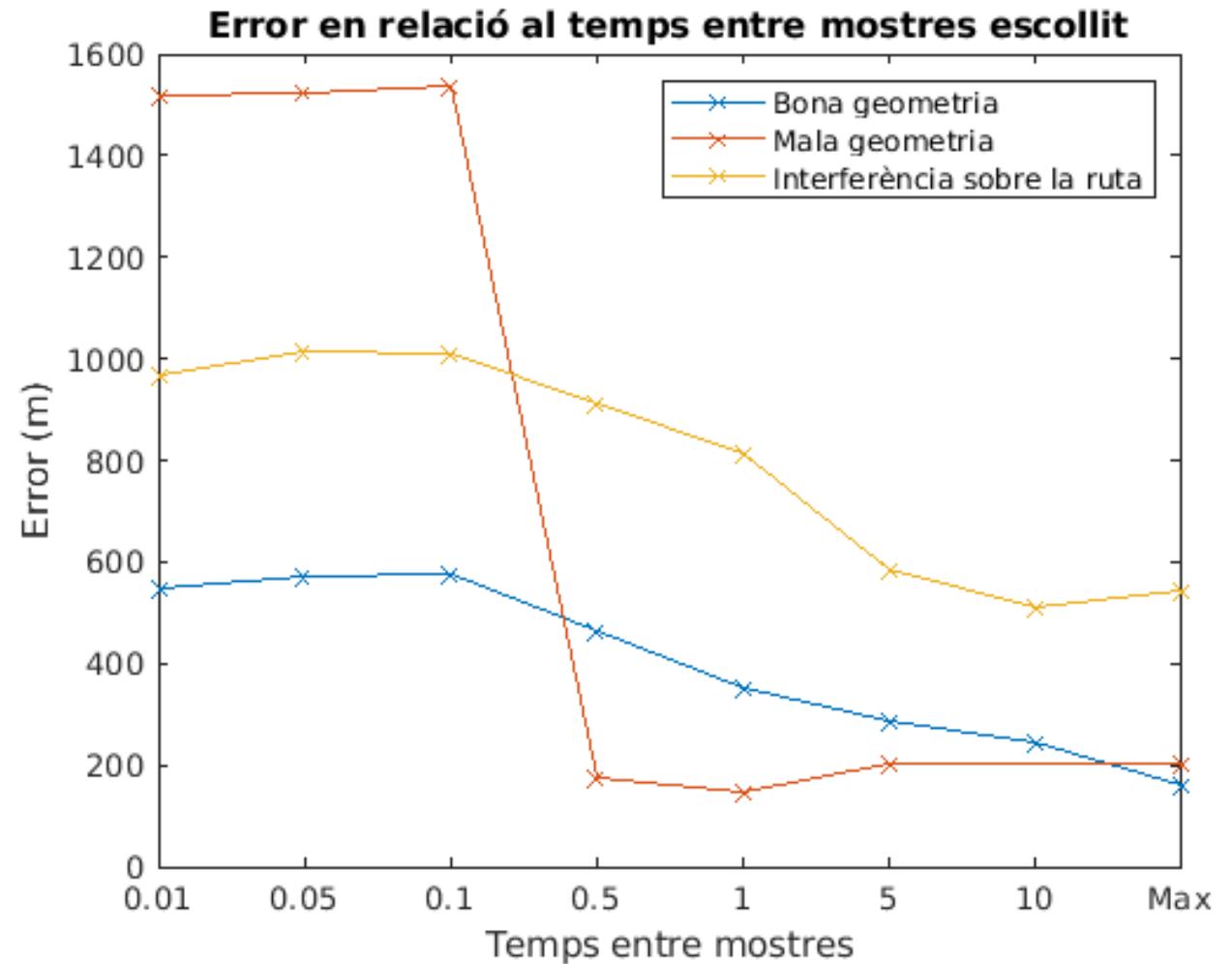
# Anàlisi de resultats: Escenaris

- Interferència sobre la ruta: la posició trobada es errònia



# Anàlisi de resultats: Comparació

- Més temps entre mostres, menys error
- Temps mínim per resultats acceptables de 2 s
- Error per sobre de 100 m



# Conclusions

- S'ha validat la viabilitat del sistema de localització
- Permet acotar la interferència en uns 2 segon
- No és gaire eficient, amb errors  $> 100\text{m}$
- Es pot millorar el sistema reduint l'error i afegint la possibilitat de detectar interferències dinàmiques

**Moltes gràcies!**