

# **Comparativa y representación en base a la precisión de un receptor en combinación con diferentes sistemas de transmisión GNSS**

Iria Dopico Fernández

Máster en Ingeniería de Telecomunicación

Enero de 2018

# Índice

Objetivos del proyecto

Transmisores

Cálculo de la posición

Desarrollo de la ecuación de posición

Matriz de geometría y DOP

DOP ponderado

Demostración

Planificación

Riesgos

Presupuesto

Conclusiones

Trabajos futuros

# Objetivos

Realizar análisis teórico de los parámetros de calidad de la precisión con la que se puede posicionar un vehículo según:

- La distribución de los transmisores
- La calidad de los observables

Con una herramienta visual y configurable

# Transmisores

## GNSS

GPS

Glonass

Galileo

Beidou

IRNSS - QZSS

## SBAS

WAAS  
(EE.UU.)

EGNOS  
(UE)

MSAS  
(Japón)

GBAS

AGPS

# Cálculo de la posición

1. Se obtiene la posición de cada satélite.
2. Se estima el pseudorrango  $P(t) = c(t_r(t) - t_s(t - \tau))$

$$P = r + c(\delta t_r - \delta t_s) + (I\rho + T\rho + \varepsilon_p)$$

3. Solución de navegación a través de las ecuaciones de posición.

$$\begin{bmatrix} Pc(1) \\ Pc(2) \\ \dots \\ Pc(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1(x_r) \\ r_2(x_r) \\ \dots \\ r_k(x_r) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix} c\delta t_r$$

# Desarrollo de la ecuación de posición

$$\Delta Pc = \mathbf{H} \cdot \Delta \mathbf{c} = \begin{bmatrix} P1 - d_1 \\ P2 - d_2 \\ \dots \\ Pk - d_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{(x_{s1} - x_{pr})}{d_1} & -\frac{(y_{s1} - y_{pr})}{d_1} & -\frac{(z_{s1} - z_{pr})}{d_1} & 1 \\ -\frac{(x_{s2} - x_{pr})}{d_2} & -\frac{(y_{s2} - y_{pr})}{d_2} & -\frac{(z_{s2} - z_{pr})}{d_2} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -\frac{(x_{sk} - x_{pr})}{d_k} & -\frac{(y_{sk} - y_{pr})}{d_k} & -\frac{(z_{sk} - z_{pr})}{d_k} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_r - x_{pr} \\ y_r - y_{pr} \\ z_r - z_{pr} \\ cdt_r \end{bmatrix}$$



# Matriz de geometría y DOP

$$G = (H^T \cdot W \cdot H)^{-1} = \begin{bmatrix} \sigma_{xx}^2 & \sigma_{xy}^2 & \sigma_{xz}^2 & \sigma_{xt}^2 \\ \sigma_{yx}^2 & \sigma_{yy}^2 & \sigma_{yz}^2 & \sigma_{yt}^2 \\ \sigma_{zx}^2 & \sigma_{zy}^2 & \sigma_{zz}^2 & \sigma_{zt}^2 \\ \sigma_{tx}^2 & \sigma_{ty}^2 & \sigma_{tz}^2 & \sigma_{tt}^2 \end{bmatrix}$$

$$HDOP = \sqrt{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2}$$

$$TDOP_i = \sqrt{\sigma_{ti}^2}$$

$$VDOP = \sqrt{\sigma_{zz}^2}$$

$$GDOP = \sqrt{PDOP^2 + TDOP^2}$$

$$PDOP = \sqrt{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 + \sigma_{zz}^2}$$

# DOP ponderado

*Weighted* DOP (WDOP)

$$G = (H^T \cdot W \cdot H)^{-1}$$

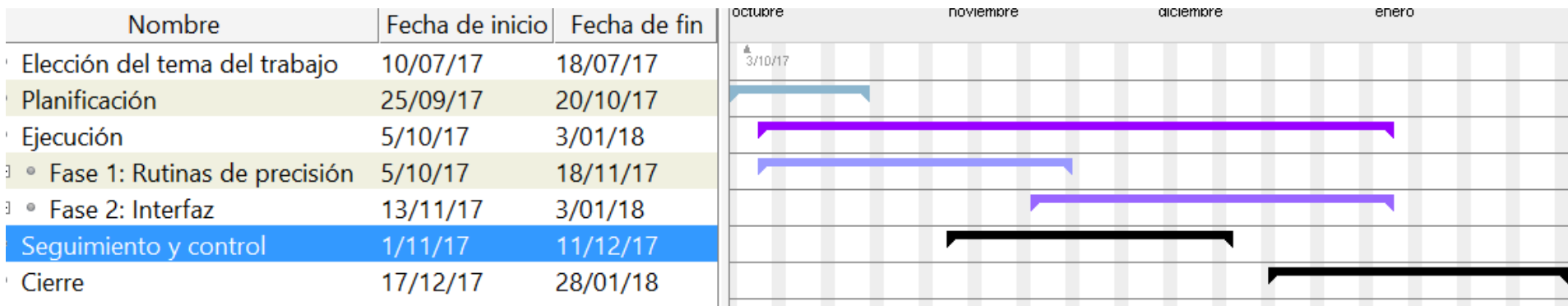
- Distancia: vector distancia respecto al punto de referencia.
  - Máximo 2
  - Mínimo 0.5
- Tiempo: máx  $\sigma_{ti}^2$  0.25
- Elevación en coordenadas esféricas, el de mayor elevación: máx 0.25



# Demostración

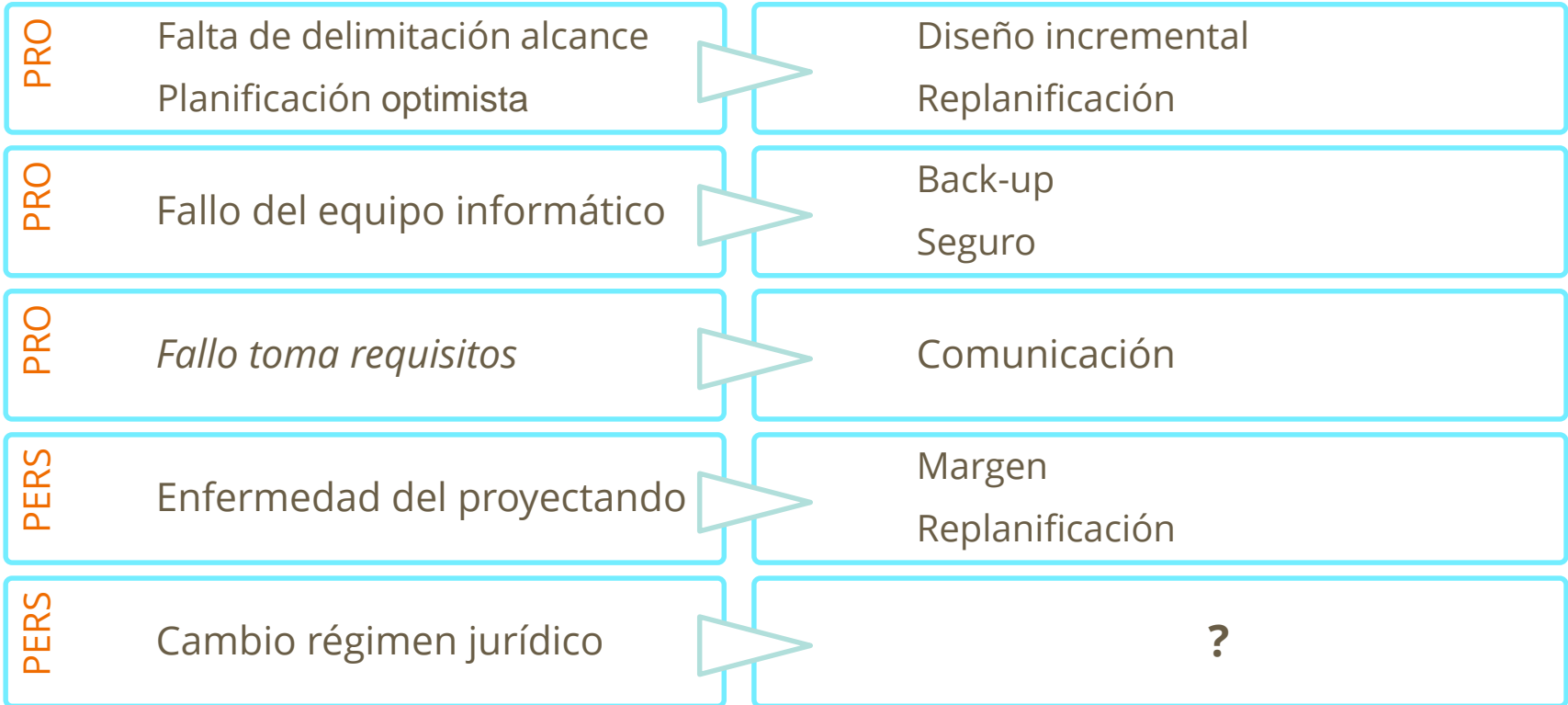
# Planificación

Fase	301 Horas	Hitos
Inicio	4	-
Planificación	26	9/10: Entrega de planificación e inicio del proyecto
Ejecución	163	
Fase 1	77	9/11: Entrega de rutinas de
Fase 2	86	13/12: Entrega de Interfaz
Seguimiento y Control	26	-
Cierre	82	15/01: Entrega final



# Riesgos

Se han evaluado los siguientes riesgos:



# Presupuesto

Personal	Coste/hora	Horas	Total (€)
Consultor Senior	54,44 €	25	1363.75
Consultor Junior	45,21 €	301	13608.21
Material	Coste	Tasa amortización	Total
Equipo de trabajo	1100 €	4 meses de proyecto Uso al 75% = $1100 \cdot (4/48) \cdot 0.75$	68.75
Espacio de trabajo (co-working)	200 €/mes	4 meses	800.00
Office 365 personal	69 € /año	5 meses de proyecto Uso al 100% = $69 \cdot (4/12)$	23.00
Matlab Student	35€	Uso específico para el proyecto	35.00
GanttProject	0€		0.00
<b>Total proyecto (€)</b>			<b>15898.71</b>

# Conclusiones

- Es posible analizar distintos métodos de medida de precisión DOP
- No es necesario conocer la posición del receptor
- Los factores DOP no sufren variaciones drásticas por norma general
- Programáticamente se puede visualizar el análisis con la herramienta de cálculo

# Trabajos futuros

- Introducir otros sistemas de medidas: AOA
- Matriz de pesos conjunta
- Adaptar la ponderación
- Interfaz gráfica

# Gracias por su atención

Iria Dopico Fernández

[irdopico@uoc.edu](mailto:irdopico@uoc.edu)