

# Un modelo de la distribución geográfica de la frecuentación de visitantes en espacios naturales

Agustín Lobo\*  
Cristina Arjona

*Institut de Ciències de la Terra “Jaume Almera” CSIC*  
*Agustin.Lobo@ictja.csic.es*

# MOTIVACIÓN

Las Áreas Protegidas tienen dos Misiones que entran en conflicto

Uso Público

*Conservación  
Valores Naturales  
y Etnológicos*



# En el peor de los casos...



# MOTIVACIÓN

Para evitar resultados indeseables, es necesaria una Ordenación basada en el conocimiento de:

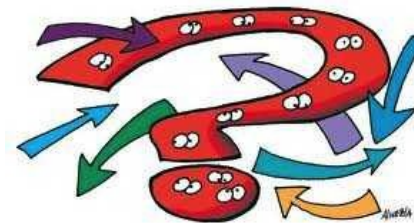
- Distribución de los Visitantes
- Distribución de los Valores a conservar
- Impacto potencial de la actividad de los Visitantes en los Valores a conservar

# INDICE

- Planteamiento del Problema
- Objetivo
- Modelo **VDISP**
- Implementación
- Datos necesarios
- Ejemplo de Aplicación: PNRB del Montseny
- Conclusiones
- Perspectivas

# PROBLEMA

La Distribución de los Visitantes no puede ser evaluada en todo momento y lugar



***(aunque las evaluaciones a partir de la actividad de telefonía móvil devengan factibles, es probable que sólo sean realmente posibles en casos puntuales y sirvan, por tanto, más bien como validaciones)***

## **OBJETIVO**

**Estimar la Distribución geográfica de los Visitantes a partir de los recuentos en puntos discretos**

## OBJETIVO

**Estimar la Distribución geográfica de los Visitantes a partir de los recuentos en puntos discretos**

*...pero la Distribución geográfica de los Visitantes en un punto dado no es simplemente función de la distancia a los puntos de recuento cercanos, por lo que los métodos comunes de interpolación no son aplicables*



# MODELO

**VDISP** es un modelo de dispersión que extrapola los datos de Presión de Visitantes obtenidos en posiciones discretas a una distribución geográfica continua mediante la formalización cuantitativa de propiedades del movimiento humano y del paisaje.

# MODELO

1. El espacio geográfico del área de estudio es representado como un retículo de malla cuadrada Raster
2. Para cada celda, la presión de visitantes se estima como la suma del número de visitas que ésta recibe a partir de los visitantes contabilizados en todos los puntos de recuento
3. El número de visitas que una celda  $X$  recibe desde un centro de recuento  $r$  :

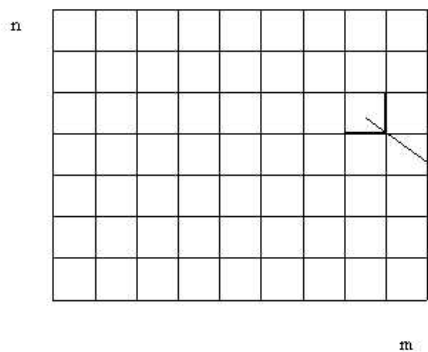
$$V = \sum p \times n$$

*p*: probabilidad de que un visitante llegue desde  $r$  a  $X$

*n*: núm. de visitantes contabilizados en el punto  $r$

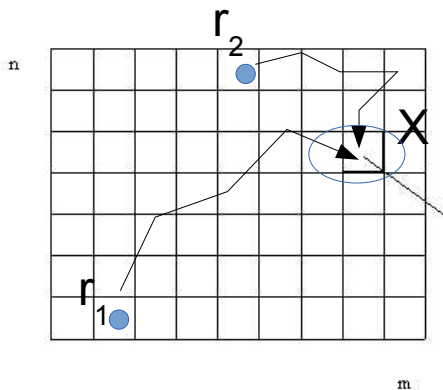
# MODELO

1. El espacio geográfico del área de estudio es representado como un retículo de malla cuadrada Raster



# MODELO

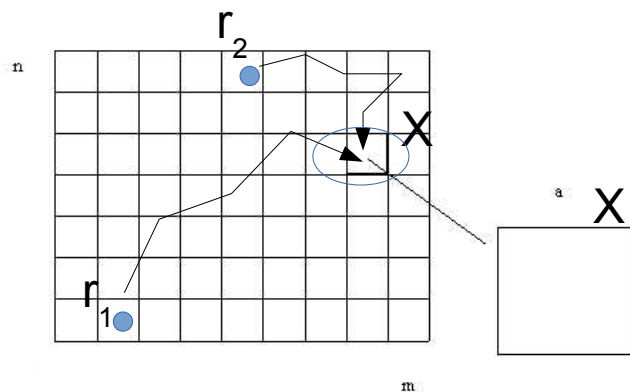
1. El espacio geográfico del área de estudio es representado como un retículo de malla cuadrada Raster
2. Para cada celda  $X$ , la presión de visitantes se estima como la suma del número de visitas que ésta recibe a partir de los visitantes contabilizados en todos los puntos de recuento  $r$



# MODELO

1. El espacio geográfico del área de estudio es representado como un retículo de malla cuadrada Raster

2. Para cada celda  $X$ , la presión de visitantes se estima como la suma del número de visitas  $V$  que ésta recibe a partir de los visitantes contabilizados en todos los puntos de recuento  $r$



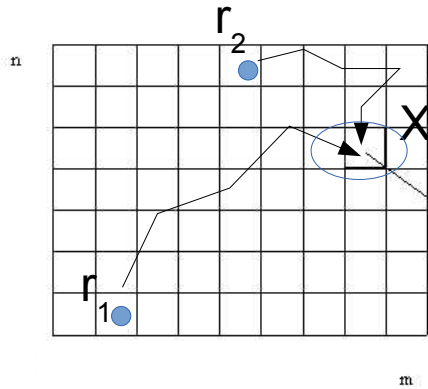
3. El número de visitas  $V$  que una celda  $X$  recibe desde un centro de recuento  $r$ :

$$V = \sum p \times n$$

$p$ : probabilidad de que un visitante llegue desde  $r$  a  $X$

$n$ : núm. de visitantes contabilizados en el punto  $r$

# MODELO



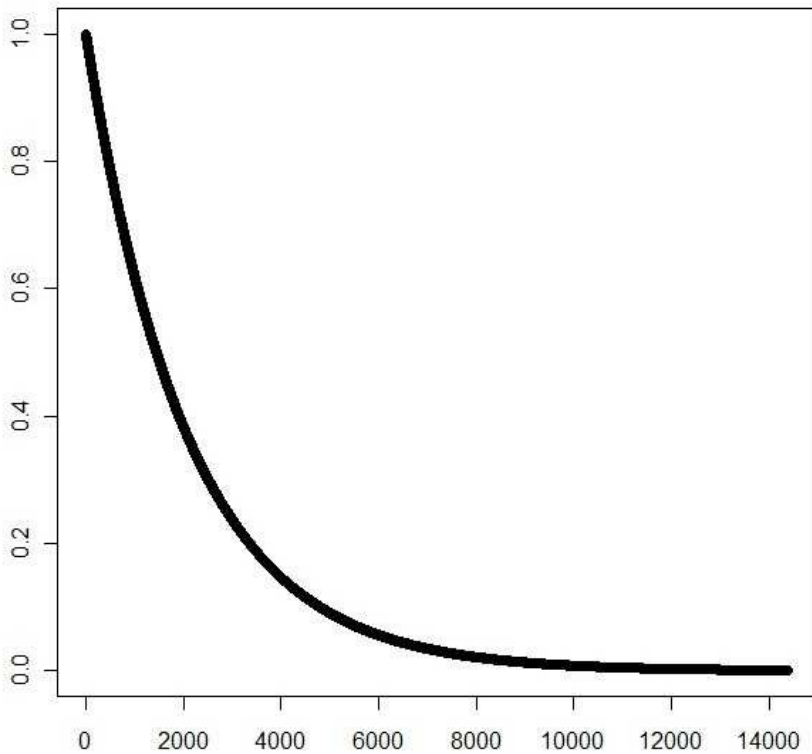
núm. de visitantes contabilizados en el punto r

$$V = \sum p \times n$$

probabilidad de que un visitante llegue desde r a X decae exponencialmente con el tiempo de recorrido t

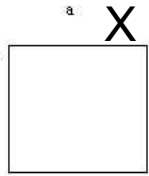
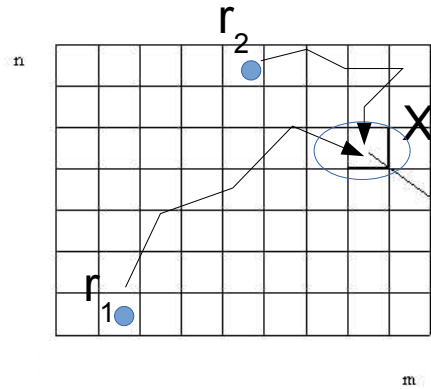
$$P_0(t) = e^{-\lambda t}$$

probabilidad de que un visitante llegue desde r a X



Time (s) from r to X

# MODELO



núm. de visitantes contabilizados en el punto  $r$

$$V = \sum p \times n$$

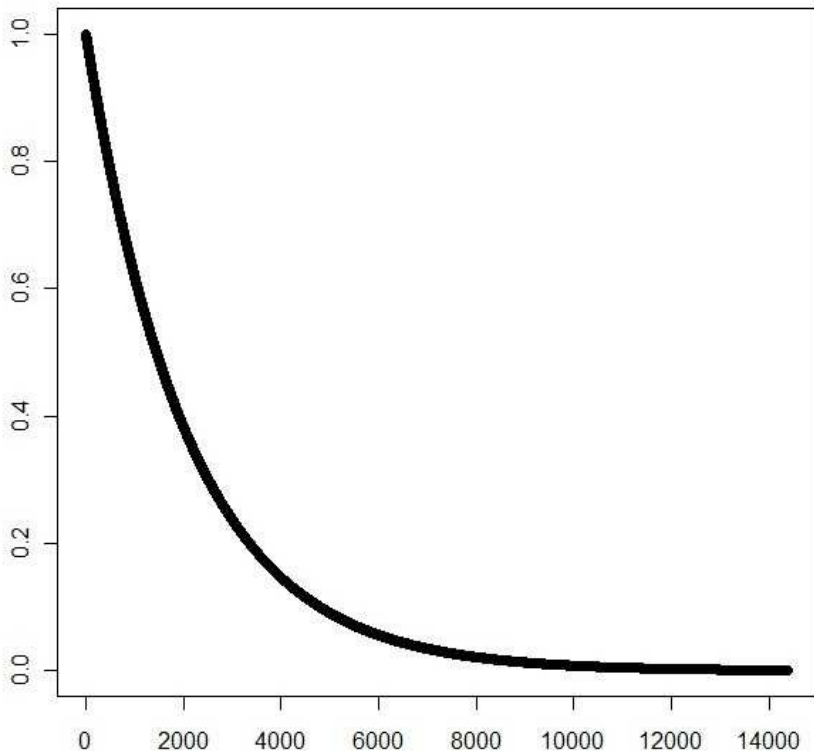
probabilidad de que un visitante llegue desde  $r$  a  $X$  decae exponencialmente con el tiempo de recorrido  $t$

$$P_0(t) = e^{-\lambda t}$$

$\lambda$  parametrizado de forma que menos de 1 de cada 1000 visitantes caminan durante más de 4 h (*Homo sapiens?* *Var. dominicus vulgaris*)

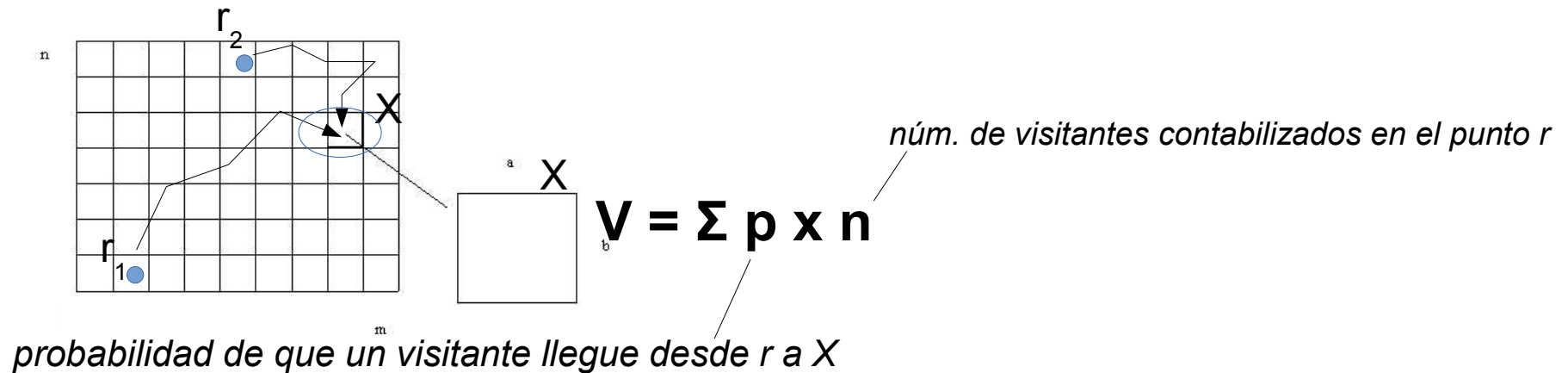
$\lambda$  puede utilizarse para definir tipologías de visitantes

probabilidad de que un visitante llegue desde  $r$  a  $X$



Time (s) from  $r$  to  $X$

# MODELO



$$P_0(t) = e^{-\lambda t}$$




Tiempo (s) de recorrido de r a X

Basado en

- Aiteken (1977) y Langmuir (1984) que desarrollaron la “regla de Naismith”:
  - 5 km/h en llano +
  - 1 h por cada 600 m en ascenso (pendientes > 5°)
  - 10' por 300 m en descenso suave (pendientes 5°-12°) +
  - 10' por cada 300 m en descenso pronunciado (pendientes > 12°)
- Retardo según el tipo de terreno (“fricción” en terminología de Theobalt 2010)



# IMPLEMENTACIÓN

- Raster del Tiempo de Recorrido desde un punto de recuento a todas las celdas: ***r.walk*** GRASS 6.4 
- Bucle en R: para cada punto de recuento  $r_i$   
*spgrass6* (Bivand 2007) permite utilizar instrucciones GRASS 6.4 dentro de scripts de R 
  - *r.walk* -> tiempo de recorrido desde  $r_i$  a todas las celdas del raster
  - Producto por número de visitantes  $n_i$  contabilizados en  $r_i$  -> número de visitas  $V_i$  desde  $r_i$
- Suma de todos los raster  $V_i$  -> **V**
- Visualización y exploración interactiva de los resultados en QGIS 

# IMPLEMENTACIÓN

Tiempo de recorrido

- r.walk GRASS 6.4

$$T = [a * \Delta S] + [b * \Delta H_{uph}] + [c * \Delta H_{dwh}] + [d * \Delta H_{sdwh}] + [I * F]$$

$\Delta S$  distancia horizontal

$\Delta H$  desnivel

*a, b, c, d: parametrización de Langmuir 1984*

*0.72, 6.0, -1.9998 y 1.9998 s/m*

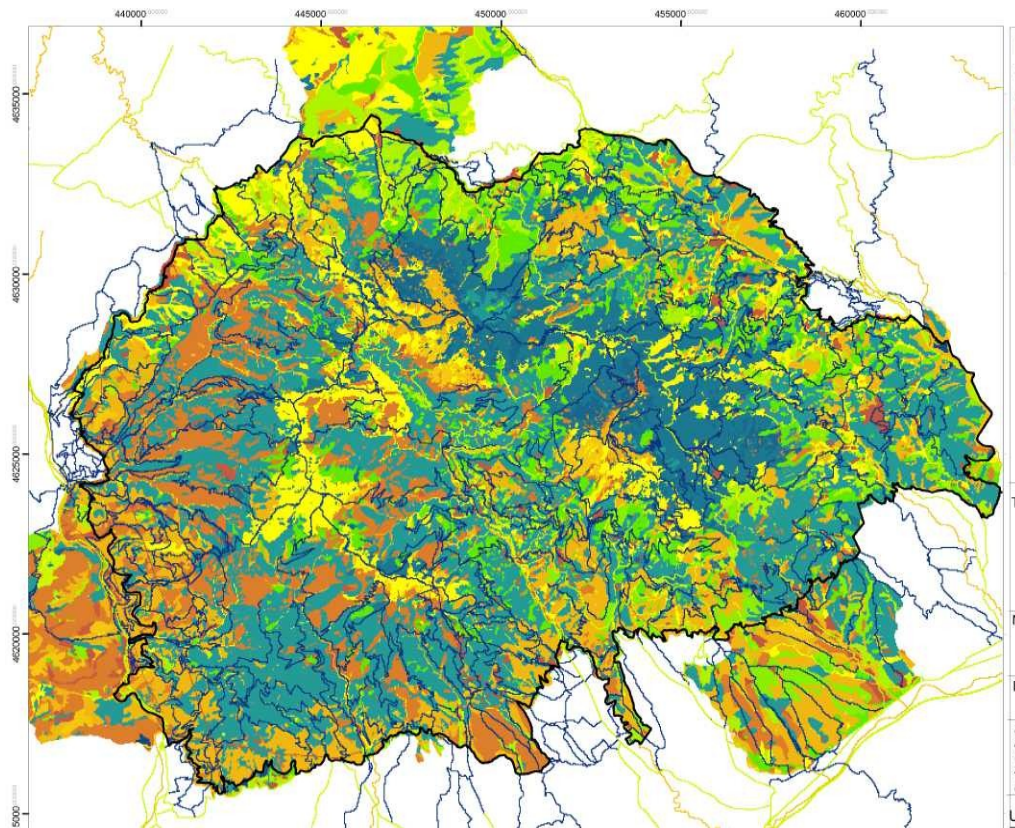
“Fricción” dependiente  
del tipo de cubierta

<http://grass.osgeo.org/grass64/manuals/r.walk.html>



# IMPLEMENTACIÓN

“Fricción” dependiente del tipo de cubierta



Mapa de cubiertas + Caminos + Red Viaria + Itinerarios de actividades

Valores para las cubiertas modificados de los propuestos por Theobalt (2010) según discusión con el personal del PNRBM pero no comprobados experimentalmente.

# DATOS

1. “Fricción” dependiente del tipo de cubierta
2. Modelo digital de elevaciones
3. Recuentos de visitantes
  - 3.1. Posiciones de los puntos de recuento
  - 3.2. Número de visitantes contabilizados

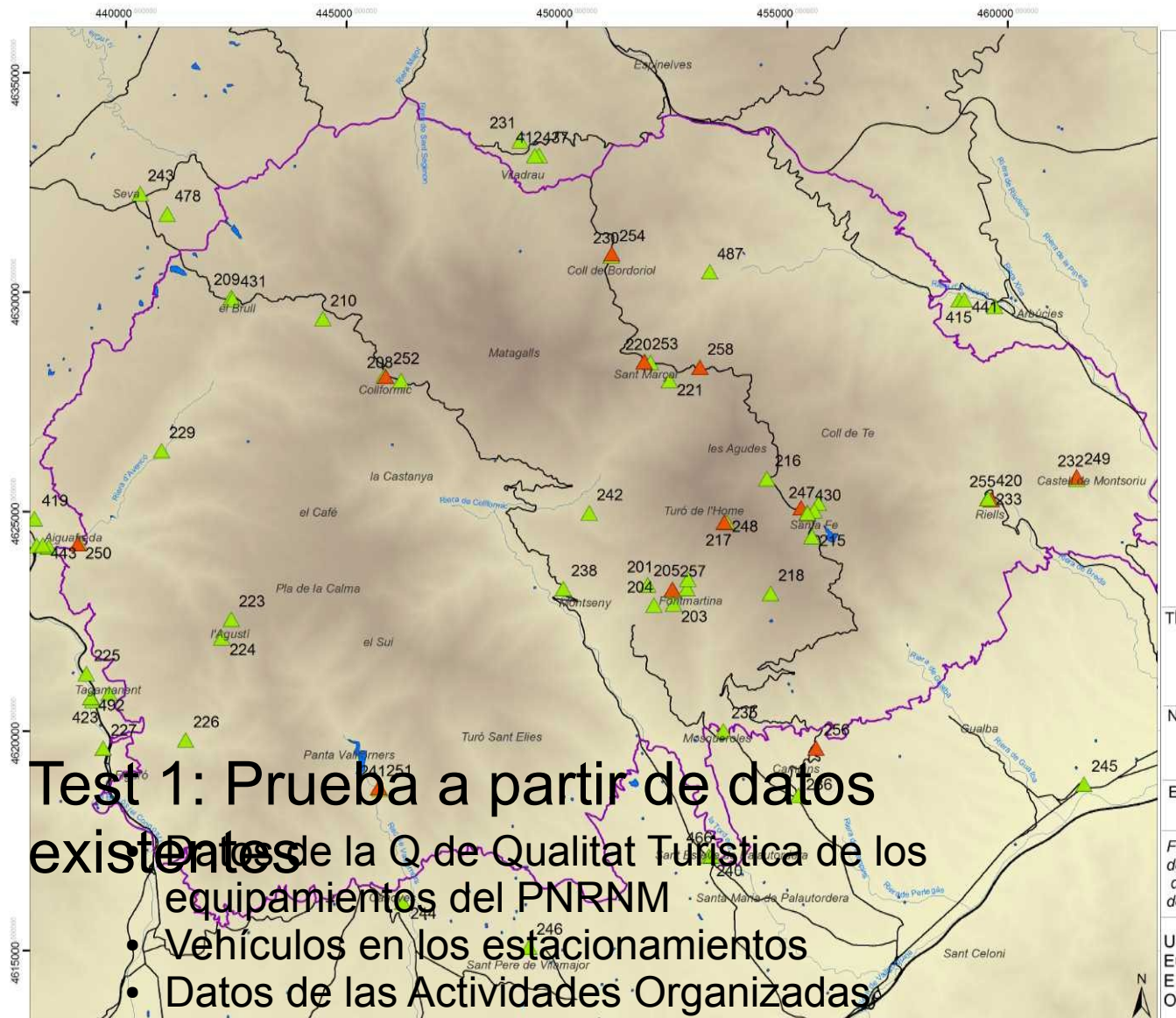
# EJEMPLO DE APLICACIÓN

## Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny PNRM

### Recuentos de visitantes

- Test 1: Prueba a partir de datos existentes. Integración de:
  - Datos de la Q de Qualitat Turistica de los equipamientos del PNRNM
  - Vehículos en los estacionamientos
  - Datos de las Actividades Organizadas
- Test 2: Prueba de recuento de vehículos

# EJEMPLO DE APLICACIÓN

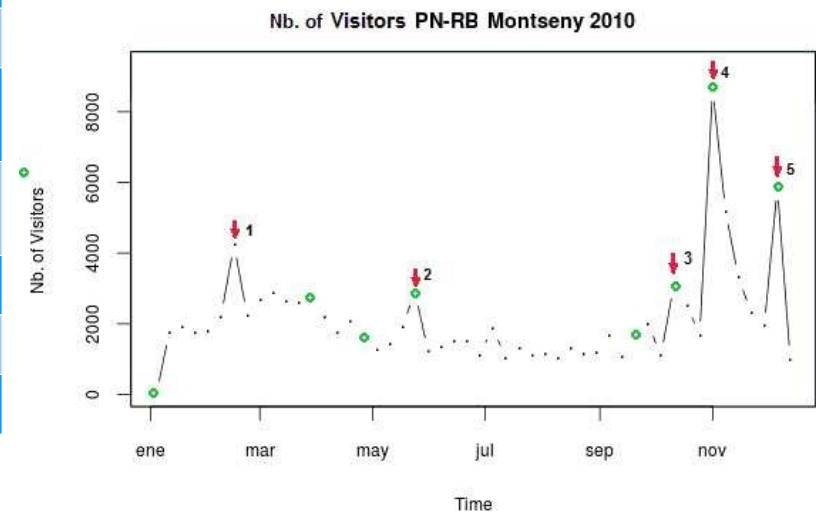


# EJEMPLO DE APLICACIÓN

## Test 1: Integración de datos existentes

TIPO DE PRV	ACRONIMO	Nº de PRV	TOTAL	MEDIA	% TOTAL
Actividades Programadas	ACT	16	5378	336	2.64
Áreas de Descanso	AE	1	890	890	0.44
Aparcamientos	AP	12	73431	6119	36.05
Alojamiento Rural	AR	2	1139	570	0.56
Camping	C	1	4493	4493	2.21
Centro de Información	CI	6	48413	8069	23.77
Dispositivo de Información Personalizada	DIP	2	11177	5589	5.49
Equipamientos de Educación Ambiental	EN	4	14020	3505	6.88
Museos	M	3	21126	7042	10.37
Punto de Información	PI	8	23541	2943	11.56
Centro de Investigación	R	1	91	91	0.04

210821 visitantes  
“contabilizados” en 2010

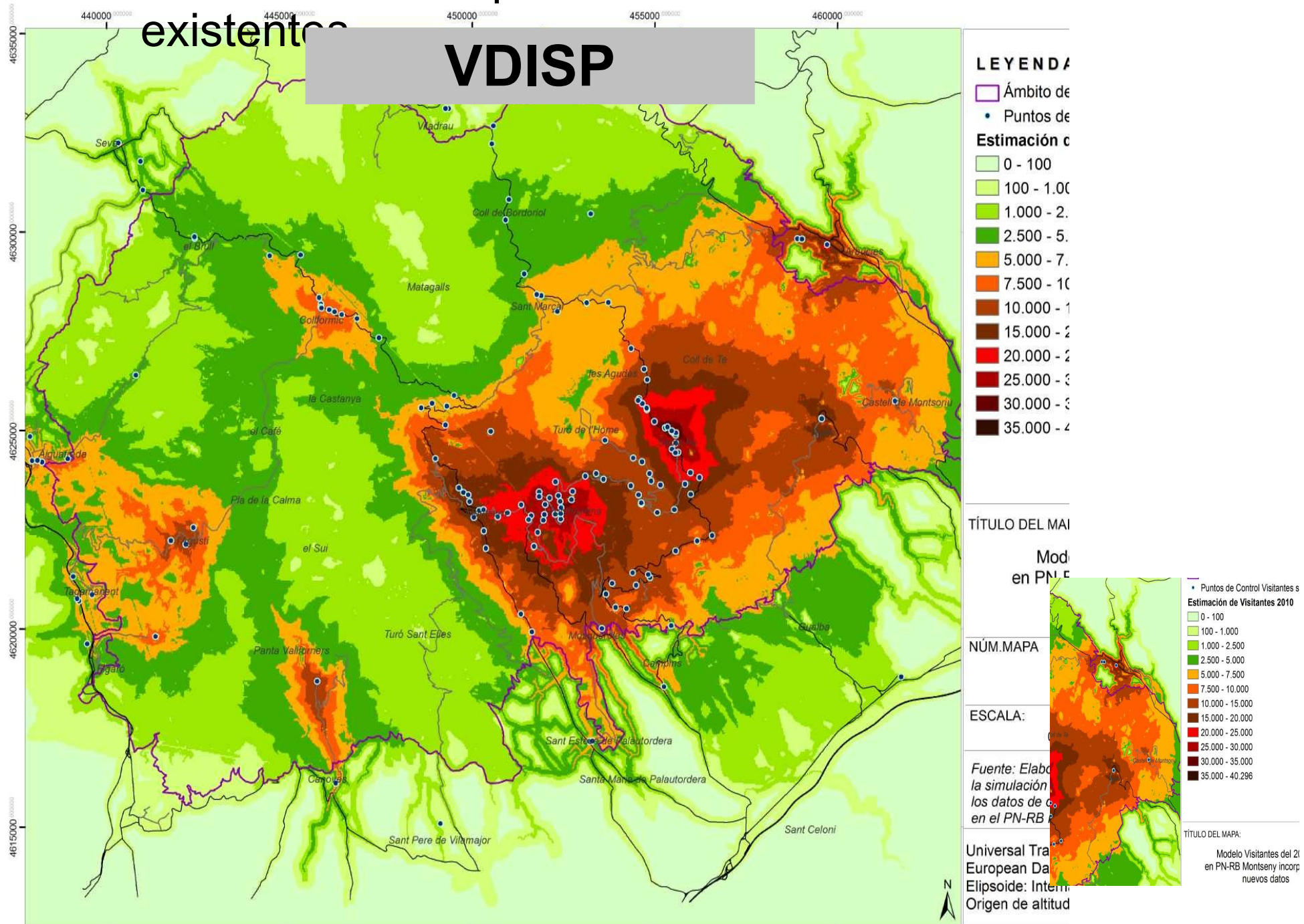


# Test 1: Prueba a partir de datos

idos

existentes

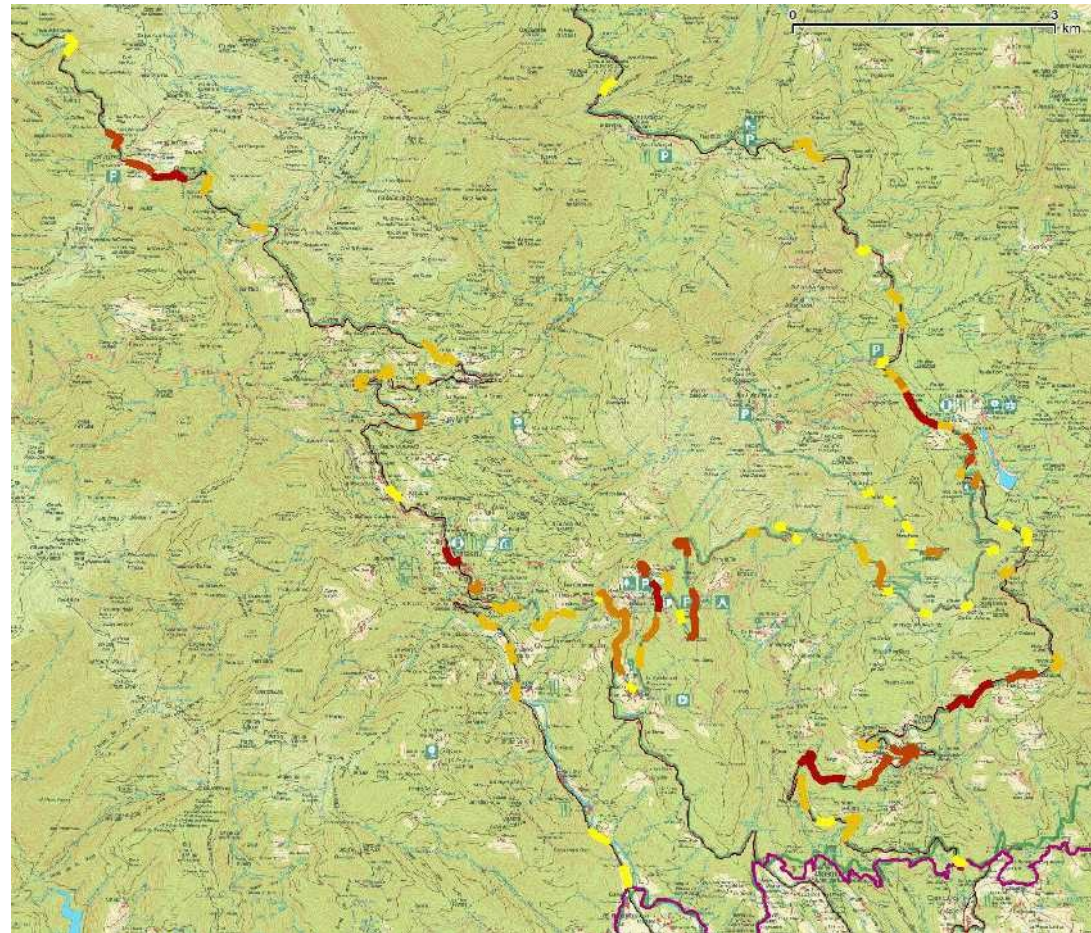
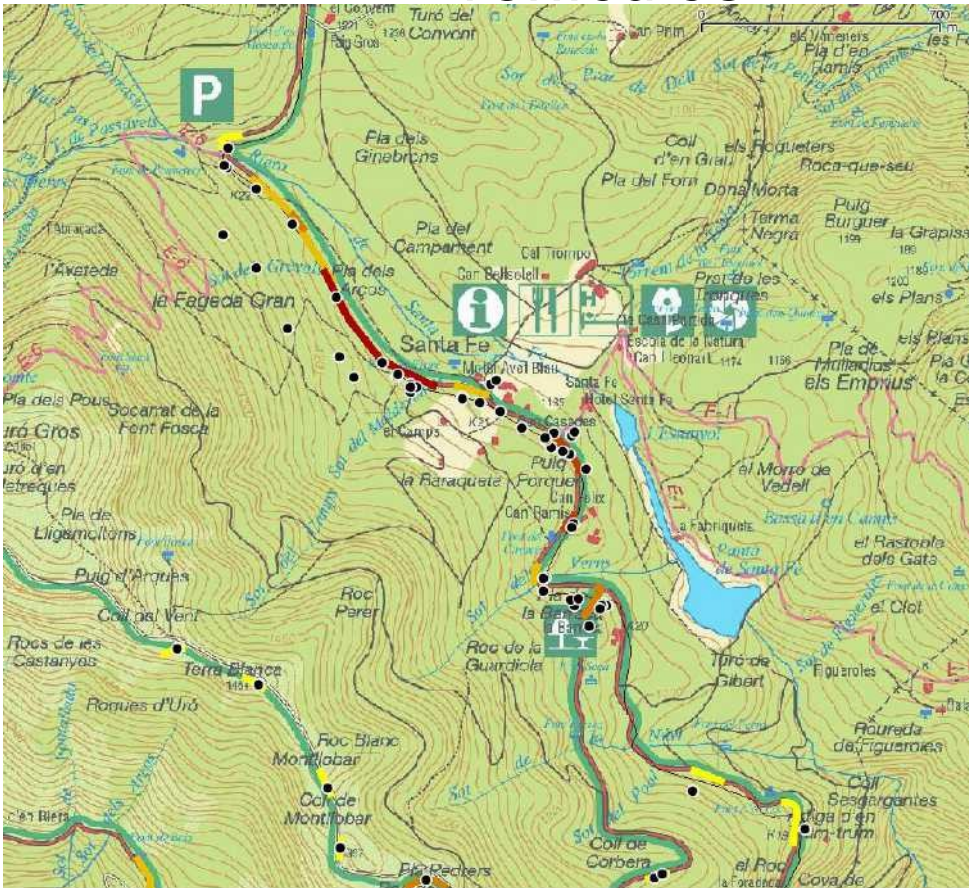
## VDISP





# VDISP: EJEMPLO DE APLICACIÓN

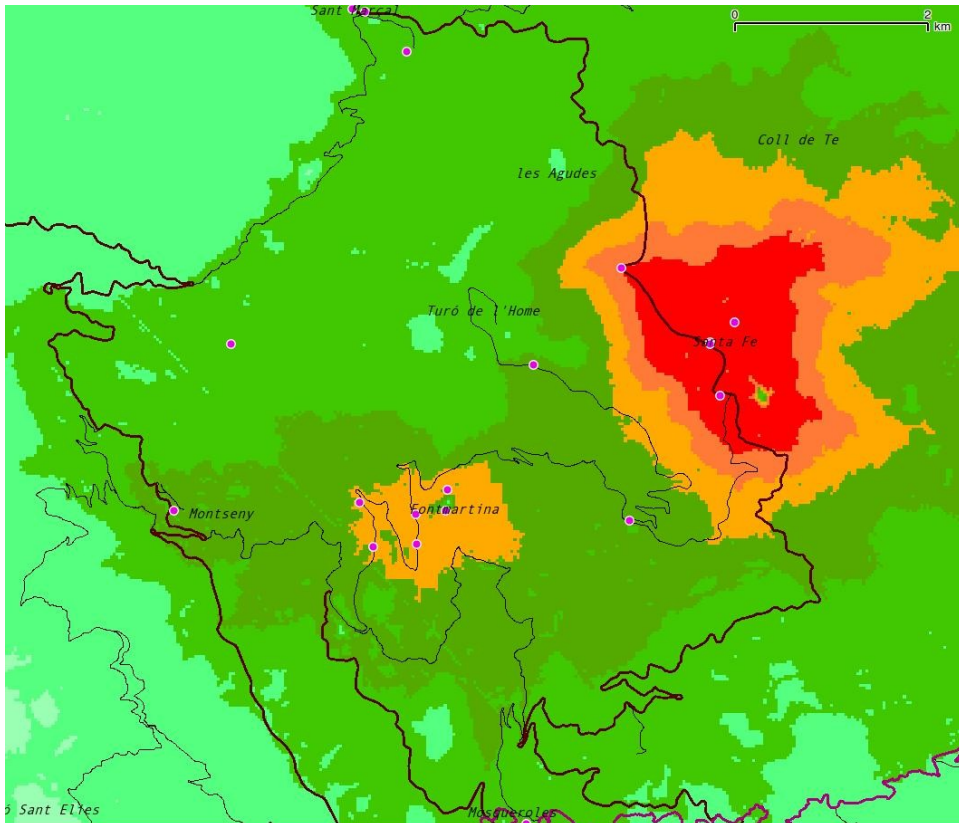
## Test 2: Prueba de recuento de vehículos



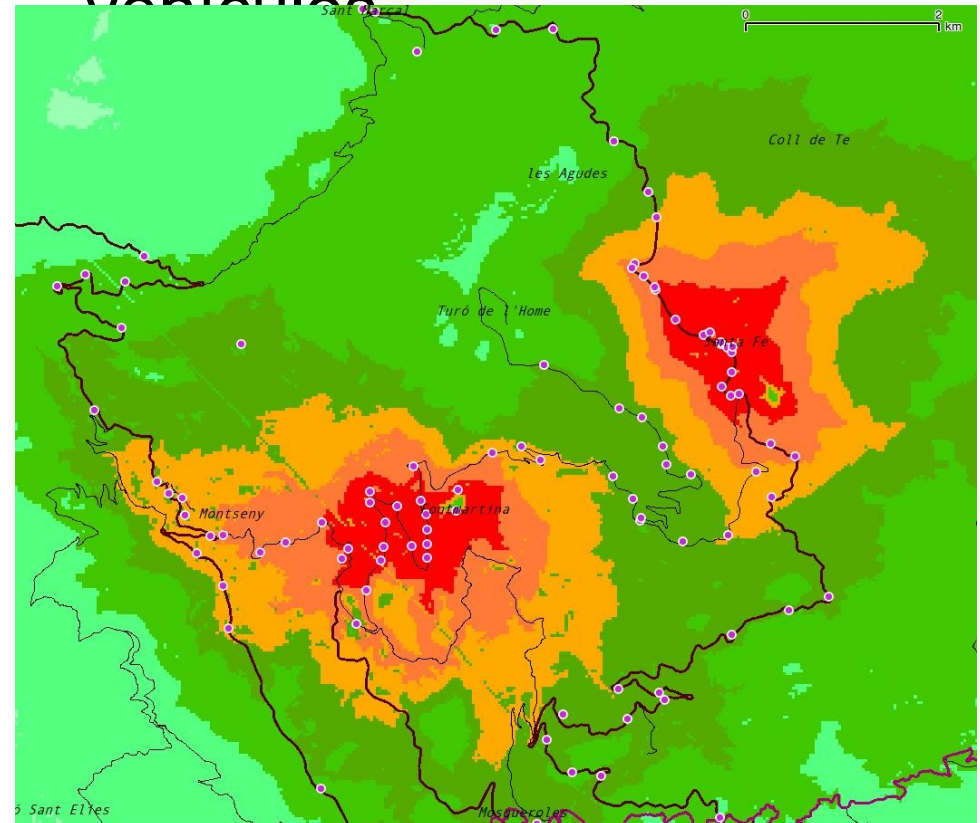
# VDISP: EJEMPLO DE APLICACIÓN

## COMPARACIÓN DE LAS 2 EJECUCIONES

Test 1: A partir Integración de datos existentes



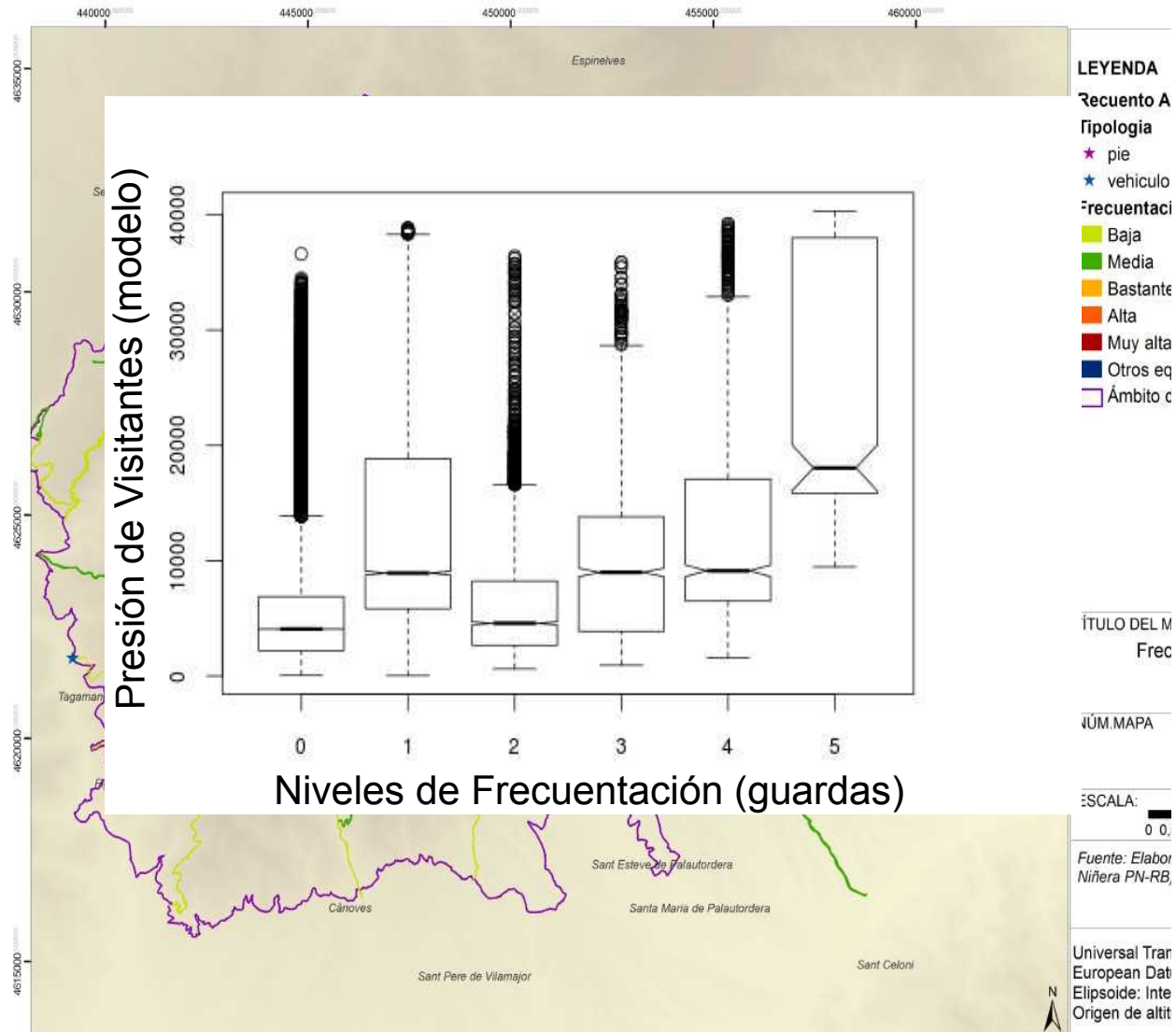
Test 2: A partir de la Prueba de recuento de vehículos



# VDISP: EJEMPLO DE APLICACIÓN “VALIDACIÓN”



# VDISP: EJEMPLO DE APLICACIÓN “VALIDACIÓN”



## CONCLUSIONES

- El modelo **VDISP** basado en la dispersión de visitantes a partir de los puntos de recuento produce resultados coherentes con la apreciación subjetiva pero experta de los guardas en el ámbito del PNRB del Montseny en 2010.
- **VDISP** es muy dependiente de la adecuada distribución de los puntos de recuento y de la calidad de éstos.
- La prueba de recuento de vehículos indica que estos datos son más fáciles de coleccionar y más

## PERSPECTIVAS

- Los resultados de **VDISP** pueden combinarse con los mapas de Espacios de especial relevancia para Conservación para detectar aquellas zonas que sufren una excesiva frecuentación.
- **VDISP** puede utilizarse para simular el efecto del ordenamiento y limitación del estacionamiento de vehículos
- **VDISP-2** incluirá un Mapa de Atractivos para considerar movimientos en dirección a zonas específicas.

***Gracias por su atención...***

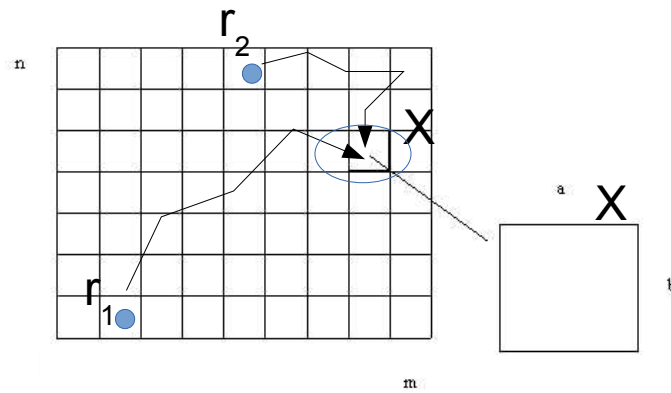
*Con la colaboración y financiación de:*



Diputació  
Barcelona  
xarxa de municipis



Diputació de Girona





# MODELO

1. El espacio geográfico del área de estudio es representado como un retículo de malla cuadrada Raster
2. Para cada celda, la presión de visitantes se estima como la suma del número de visitas que ésta recibe a partir de los visitantes contabilizados en todos los puntos de recuento
3. El número de visitas que una celda  $X$  recibe desde un centro de recuento  $r$  :

$$V = p \times n$$

*p*: probabilidad de que un visitante llegue desde  $r$  a  $X$

*n*: núm. de visitantes contabilizados en el punto  $r$