



Diminuer le risque inondation et
restaurer les cours d'eau du territoire
Arga-Aragón : de l'état de référence
vers l'objectif à atteindre



0.- CARACTERÍSTICAS DE LA RED HIDROGRÁFICA DE NAVARRA



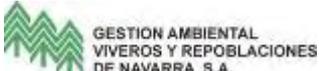
- Superficie: 10.391,08 km²
- 90% cuenca hidrográfica del Ebro y 10% Cantábrico
- Aportación natural: 5.219 Hm³
- Aport total circul: 10.048 Hm³

- Precipitación: 925 mm/año.
- T^a media anual: 12 (6 a 14 °C)
- Evapotranspiración: 442 mm/año



1.- EJEMPLO DE ESTUDIO INTEGRAL

Estudio de alternativas de actuación de restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la zona de confluencia de los ríos Arga y Aragón (Años 2009-10)

- Encomienda a  GESTION AMBIENTAL VIVEROS Y REPOBLACIONES DE NAVARRA S.A.
- Localidades: Falces, Peralta, Funes, Marcilla, Caparroso y Villafranca
 - * Arga desde ag arr de Falces hasta desembocadura en el Aragón (18 km de río)
 - * Aragón desde confluencia con el río Cidacos, ag arr de Caparroso, hasta Villafranca (26 km de cauce)

Comisión de seguimiento:

Gobierno de Navarra:

Dpto. Desarrollo Rural y Medio Ambiente

Dpto. Vivienda y Ordenación Territorio

CHE: Área Medioambiental e Hidrología

Empresas/organismos
redactores:

CEDEX

IC INCLAM
Ingeniería del Agua



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



Laboratorio de Hidrobiología
Escuela de Ingenieros de Montes
Universidad Politécnica de Madrid



NOS ENCONTRAMOS EN:

- Una zona con fuerte presión urbana, industrial y agrícola.
- Una zona inundable de riesgo alto frecuente: graves daños inundaciones de febrero de 2003 y abril de 2007
- Una zona de alto valor ecológico: LIC fluvial de Tramos bajos del los ríos Arga-Aragón y presencia del visón europeo



ALBERTO VILLAFRANCA

5 febrero 2003
 $Q=930.2 \text{ m}^3/\text{s}$



5 2'03
RECORRIDO DEL ARGÁ:
LOCALIDAD DE FUNES



Gobierno
de Navarra



3 abril 2007

$Q=910 \text{ m}^3/\text{s}$



3 abril 2007

Arga $Q=910 \text{ m}^3/\text{s}$
Aragón $Q= 1394 \text{ m}^3/\text{s}$



CONFLUENCIA ARGA-ARAGÓN, 15 de enero de 2010

Río Aragón, $Q= 806 \text{ m}^3/\text{s}$ $T= 3$ años

Río Arga, $Q= 730 \text{ m}^3/\text{s}$ $T= 3-4$ años

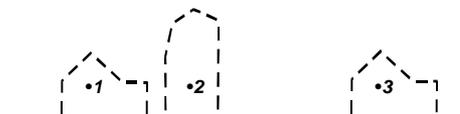
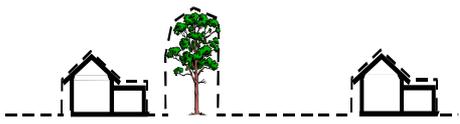
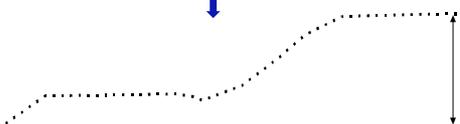
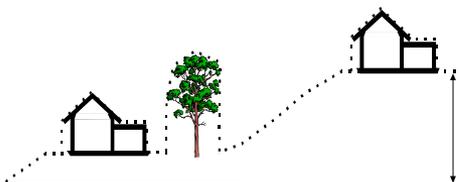
CARTOGRAFÍA LIDAR DE LOS TRAMOS BAJOS ARGA-ARAGÓN (AÑO 2008)

• Encomienda a



• Superficie volada: 8.500 ha

• Resultado: MDT 1x1 m, precisión 15 cm.



MDS



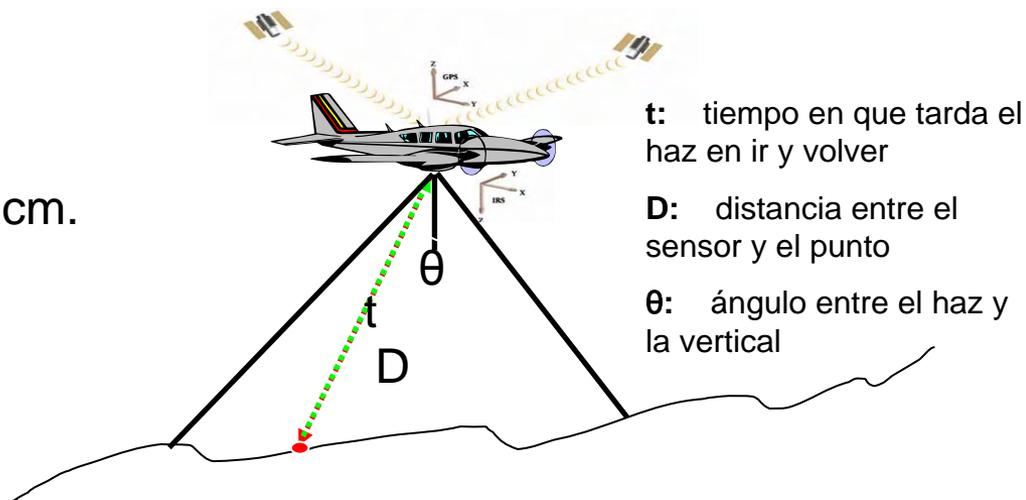
MDT



MDS - MDT

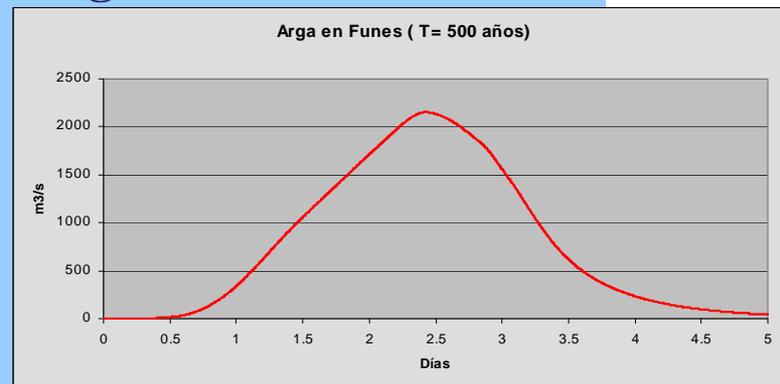


vector





- **Estudio hidrológico-hidráulico y elaboración de mapas de peligrosidad de inundaciones en la zona de los ríos Arga y Aragón en Navarra**
 - Estudio hidrológico
 - Caudales característicos (Q1,Q2 y Q3)
 - Mapas de peligrosidad
 - Mapa de Dominio Público Hidráulico
 - Zona de flujo Preferente
- **Elaboración de mapas de riesgo de inundación**
 - Mapas de riesgo asociados a los escenarios de peligrosidad (Directiva 2007/60/CE)
 - Criterios de Protección Civil (A-1,A-2, A-3,B y C)
 - Criterios del Gobierno de Navarra
- **Elaboración de un Plan de Gestión de Inundación**



Período de retorno	2,33	5	10	25	50	100	500	1000
Caudal m³/s	540	782	996	1.282	1.505	1.736	2.302	2.561

Estudio hidráulico: simulación bidimensional (GUAD 2D)

Modelos de cálculo : Modelo Arga

2.679 x 1.257 celdas
de 6x6 metros

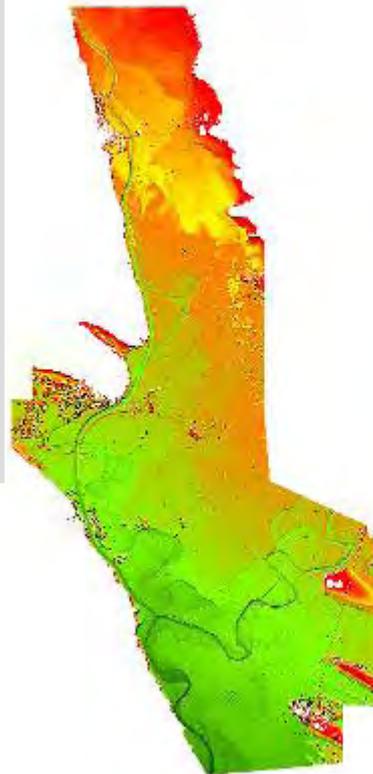
1.191.940 Triángulos
de cálculo

Puentes de:

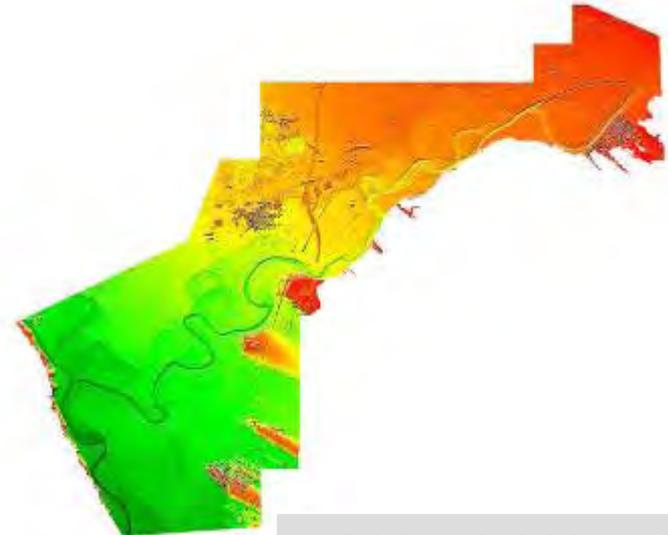
Falces

Peralta antiguo

Funes



Modelo Aragón



1.836 x 2.213 celdas de
6x6 metros

1.169.695 Triángulos de
cálculo

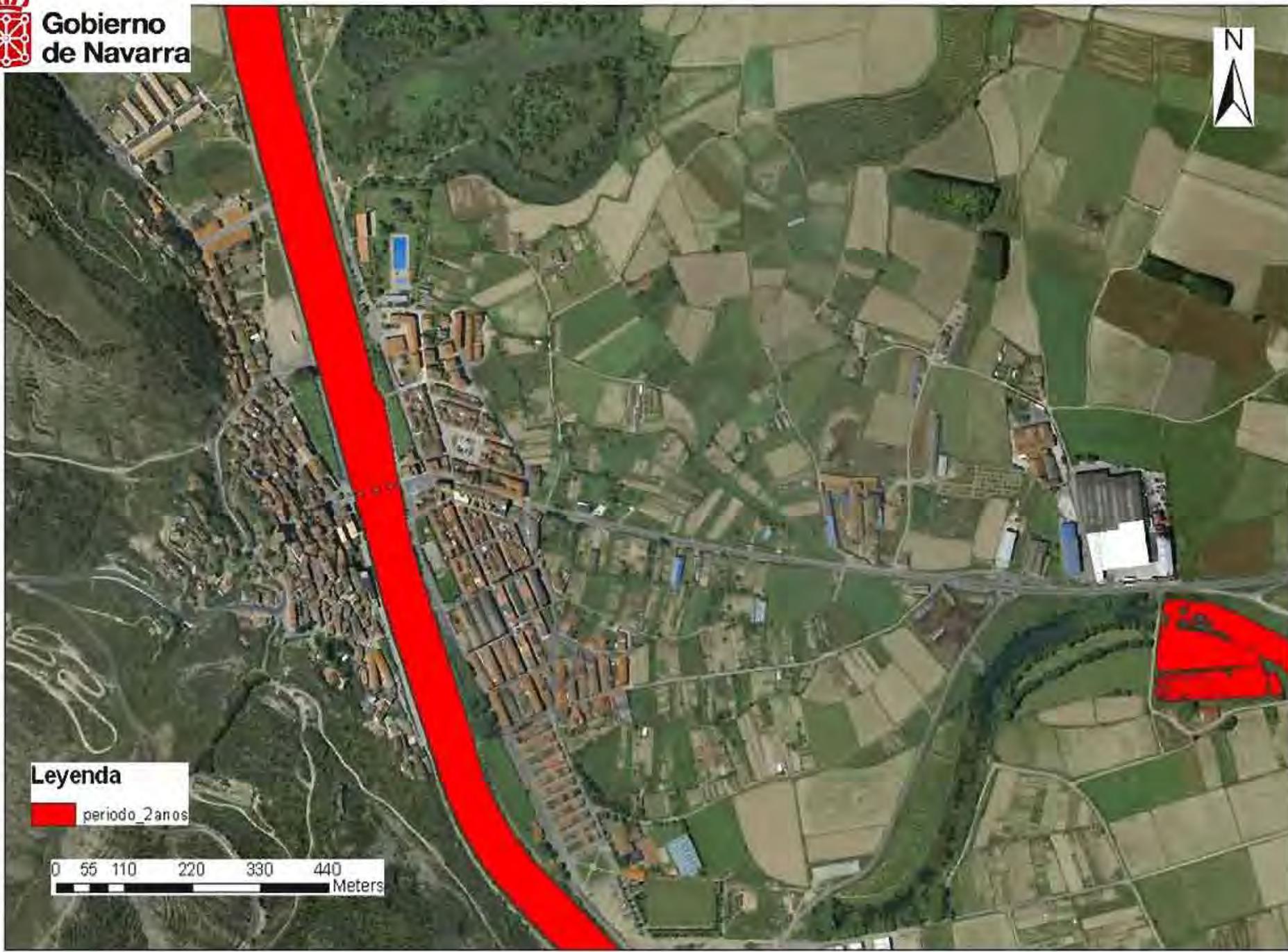
Puentes de:

Caparroso antiguo

Calibración

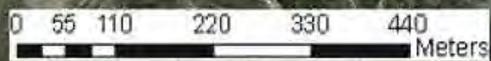
- Depuradora. Avenida del 2007

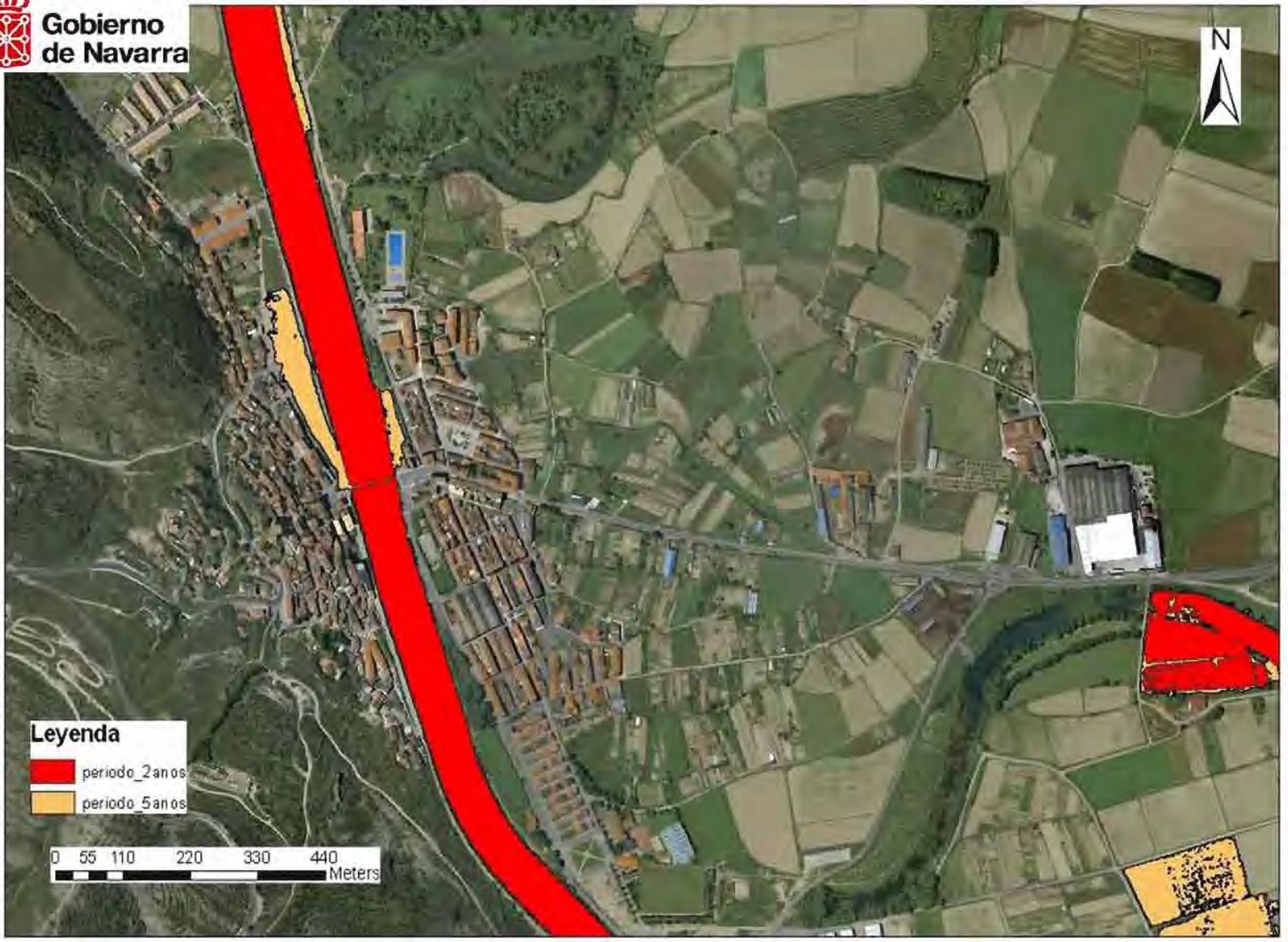




Leyenda

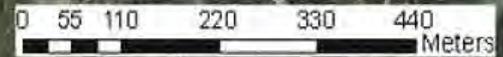
 periodo_2años





Leyenda

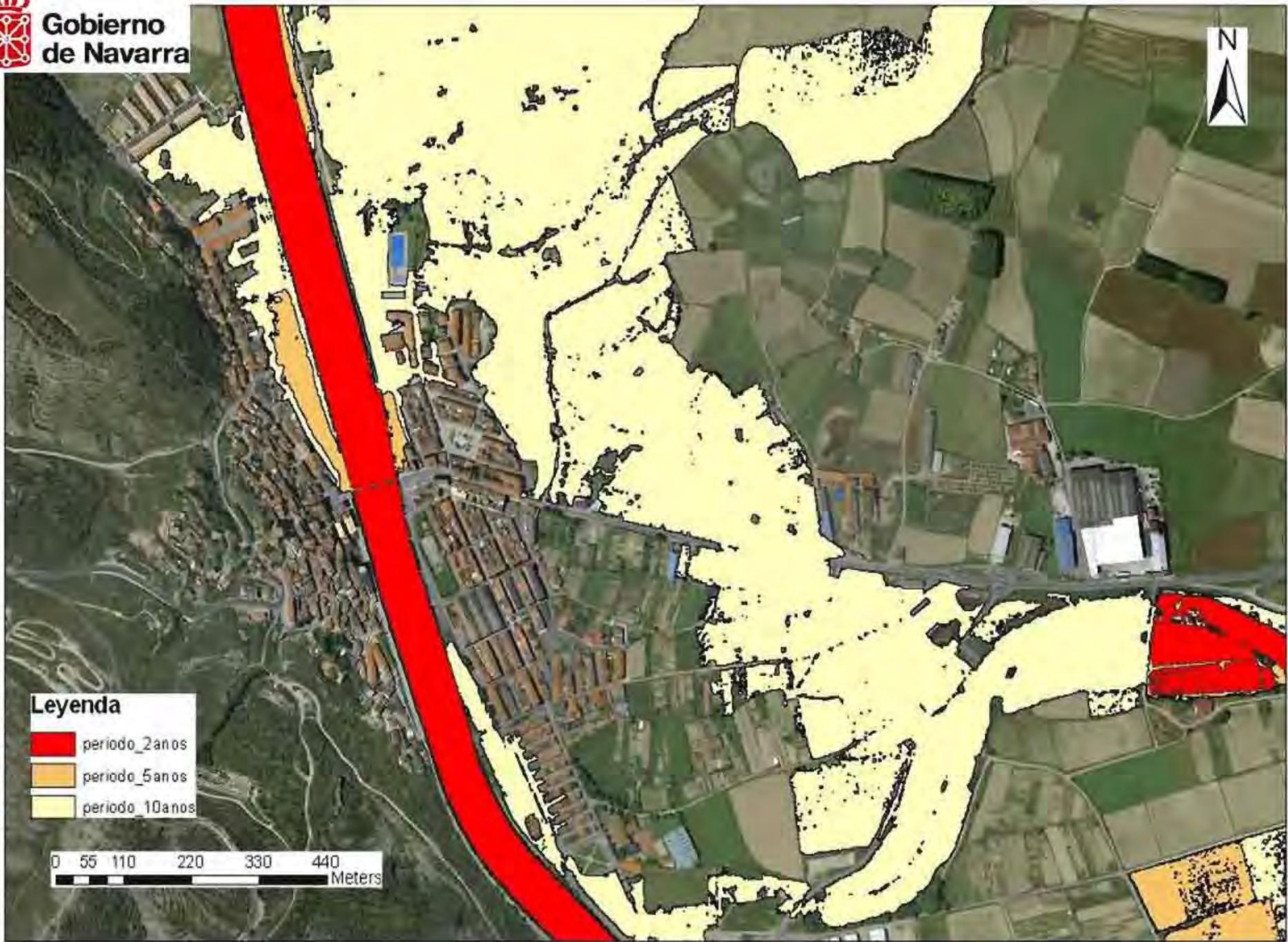
-  periodo 2 años
-  periodo 5 años





Leyenda

-  periodo_2anos
-  periodo_5anos
-  periodo_10anos

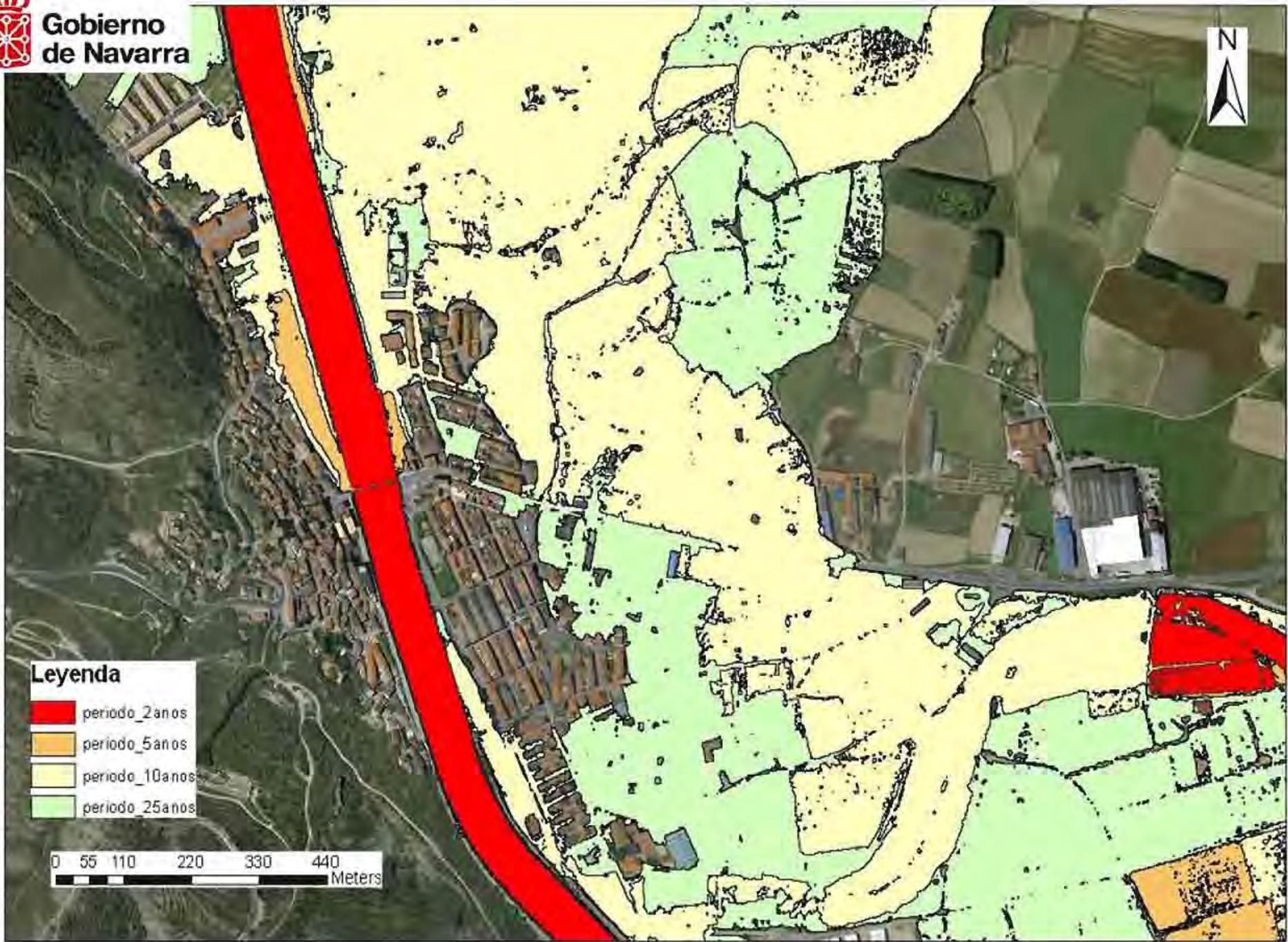




Leyenda

-  periodo_2anos
-  periodo_5anos
-  periodo_10anos
-  periodo_25anos

0 55 110 220 330 440
Meters

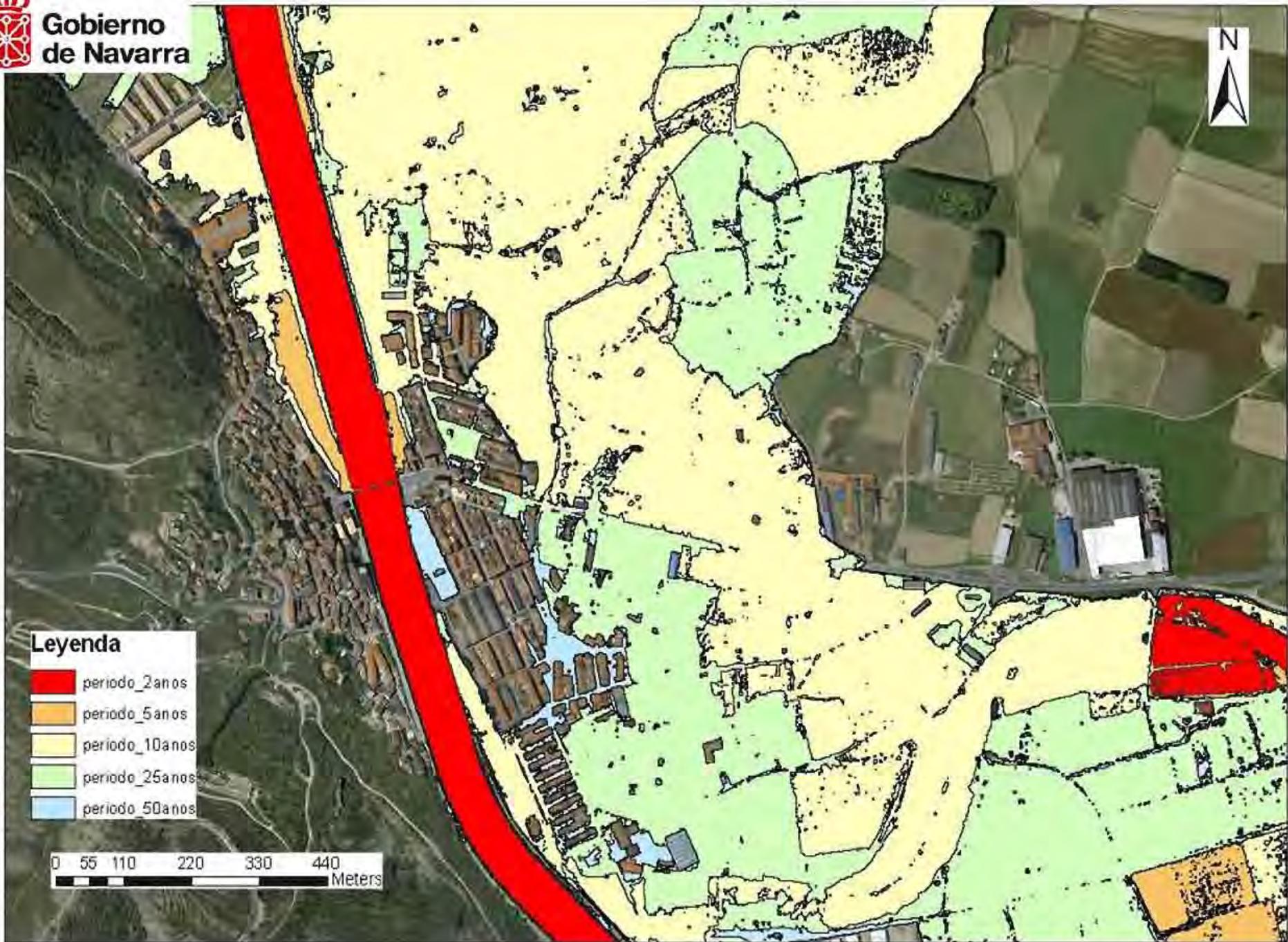




Leyenda

- periodo_2anos
- periodo_5anos
- periodo_10anos
- periodo_25anos
- periodo_50anos

0 55 110 220 330 440
Meters

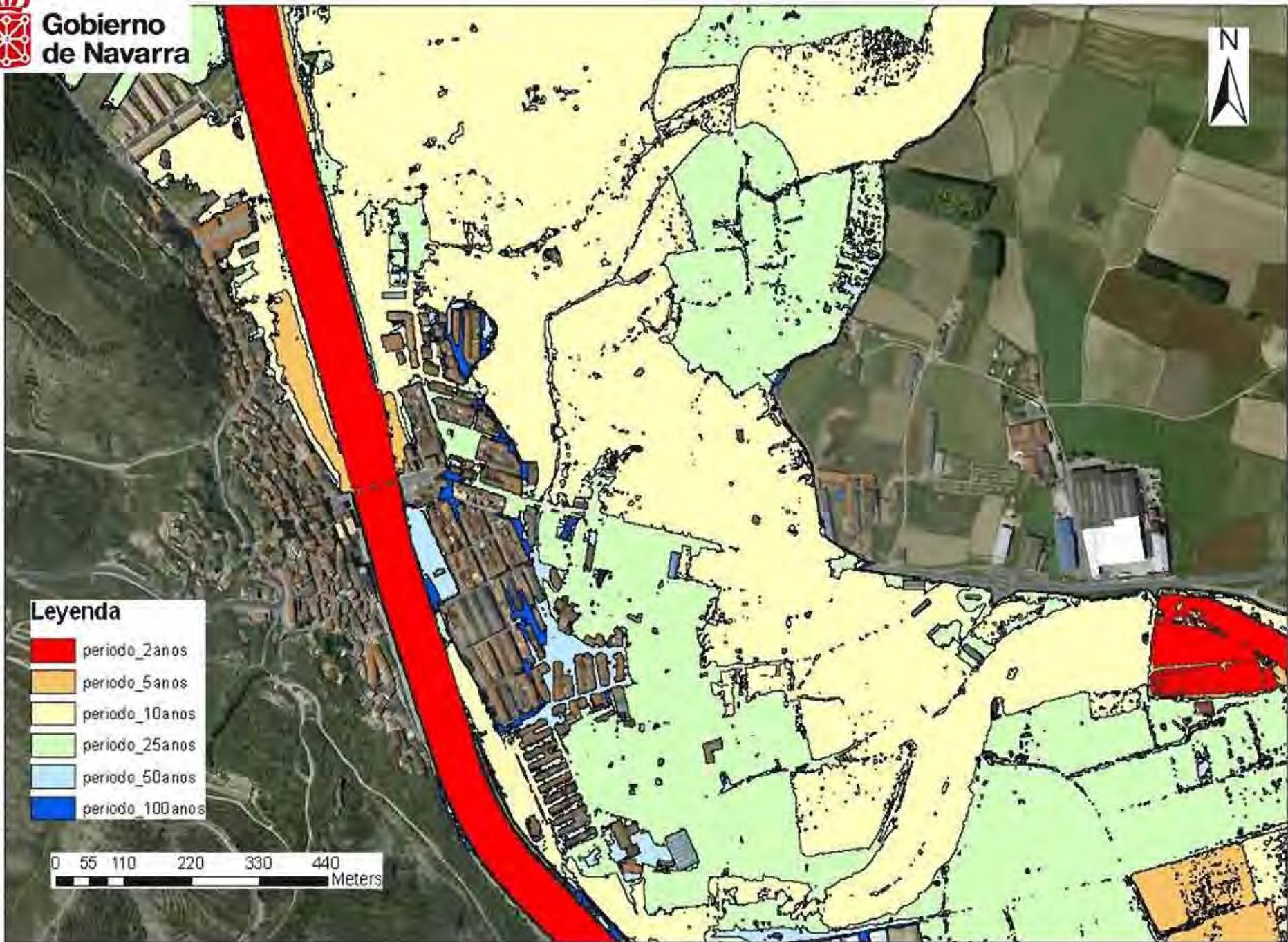




Leyenda

- periodo_2anos
- periodo_5anos
- periodo_10anos
- periodo_25anos
- periodo_50anos
- periodo_100anos

0 55 110 220 330 440
Meters

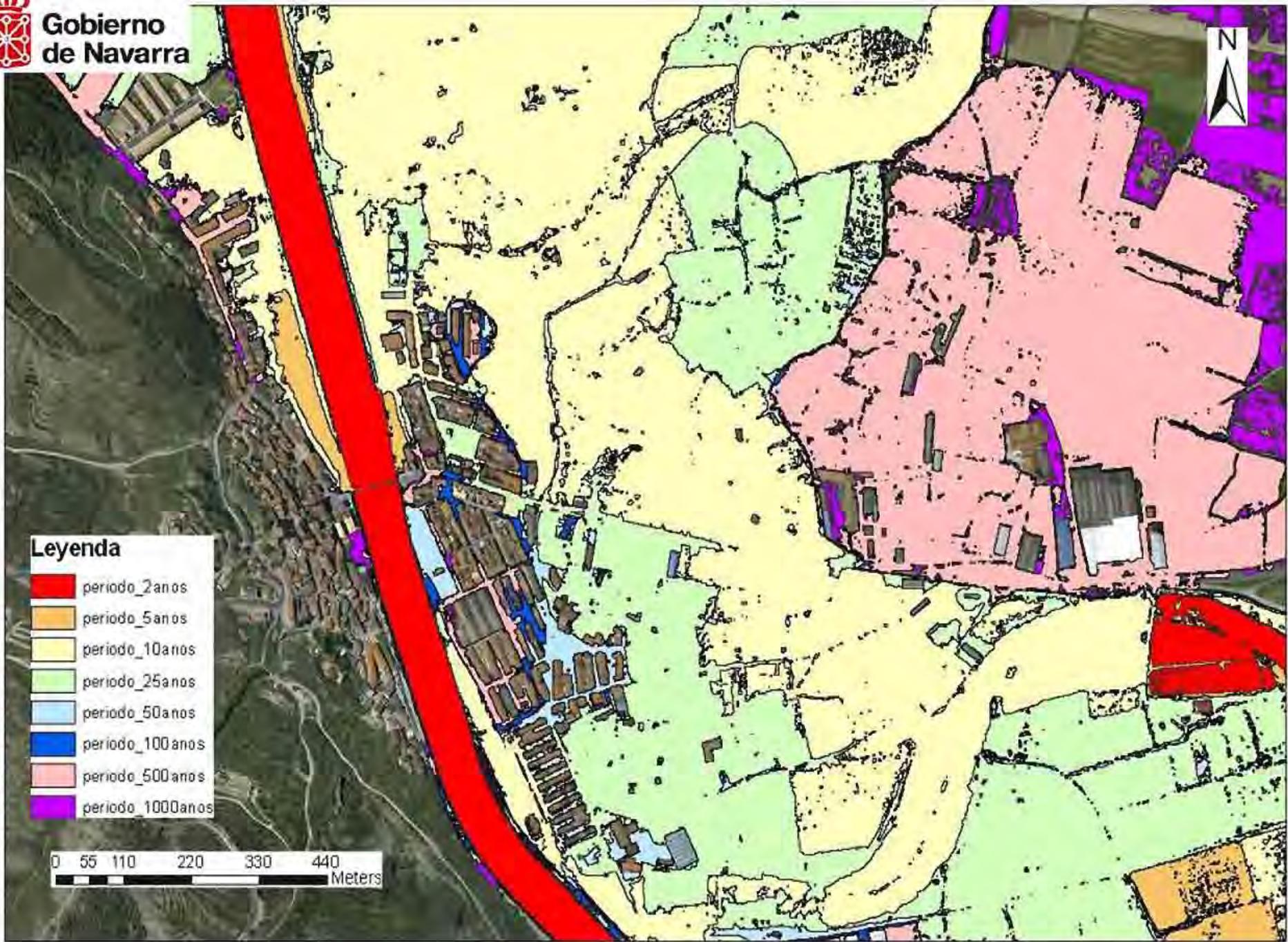




Leyenda

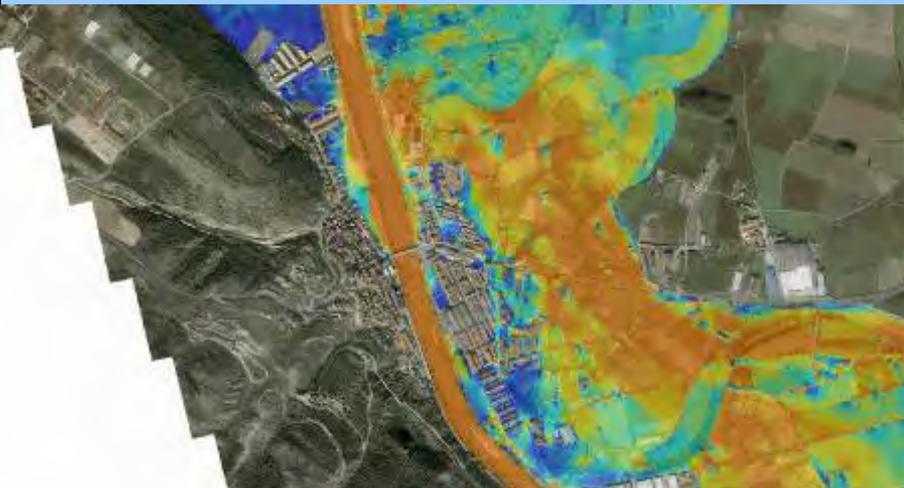
-  periodo_2anos
-  periodo_5anos
-  periodo_10anos
-  periodo_25anos
-  periodo_50anos
-  periodo_100anos
-  periodo_500anos
-  periodo_1000anos

0 55 110 220 330 440
Meters

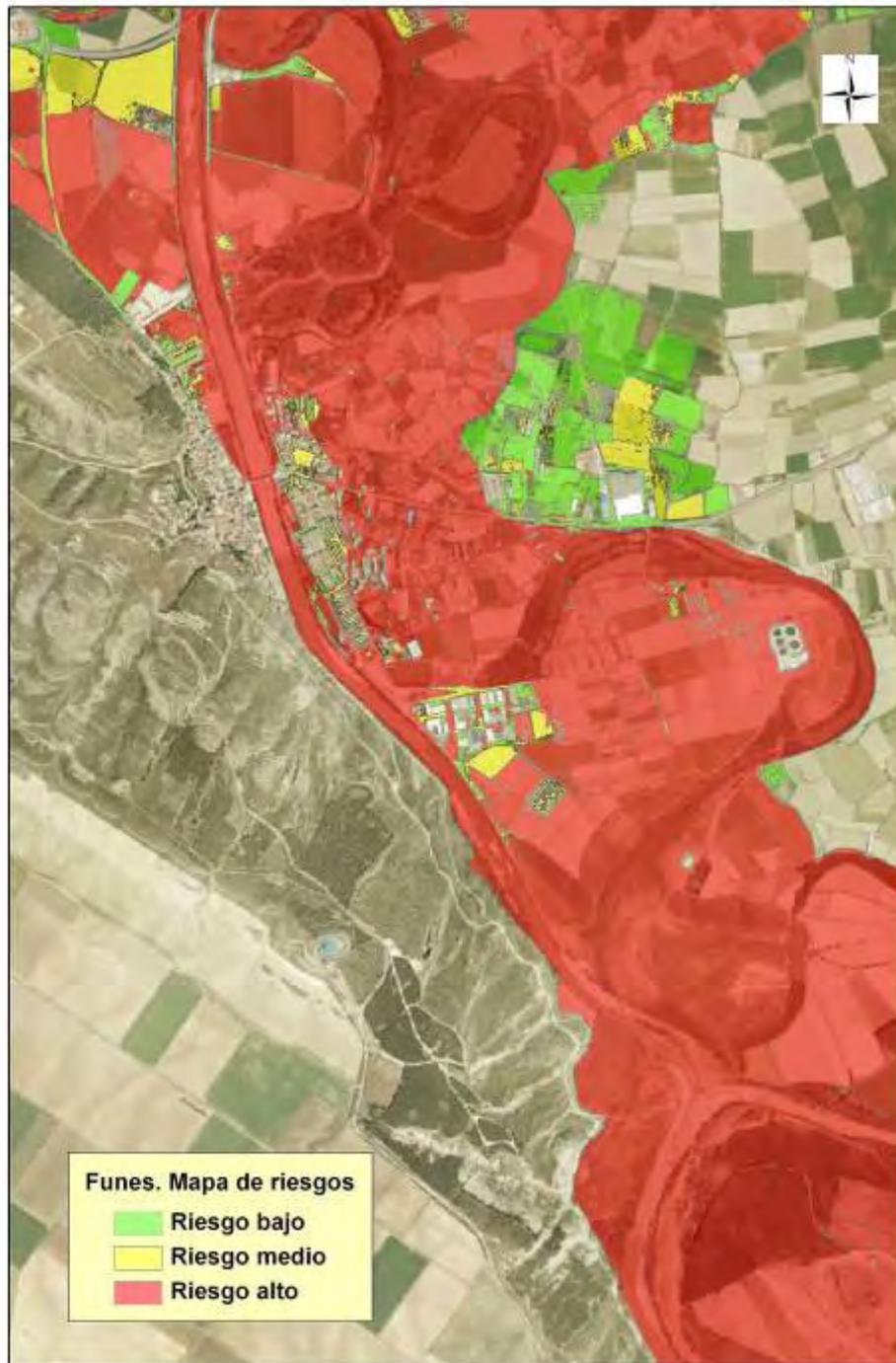




- Plano de velocidades

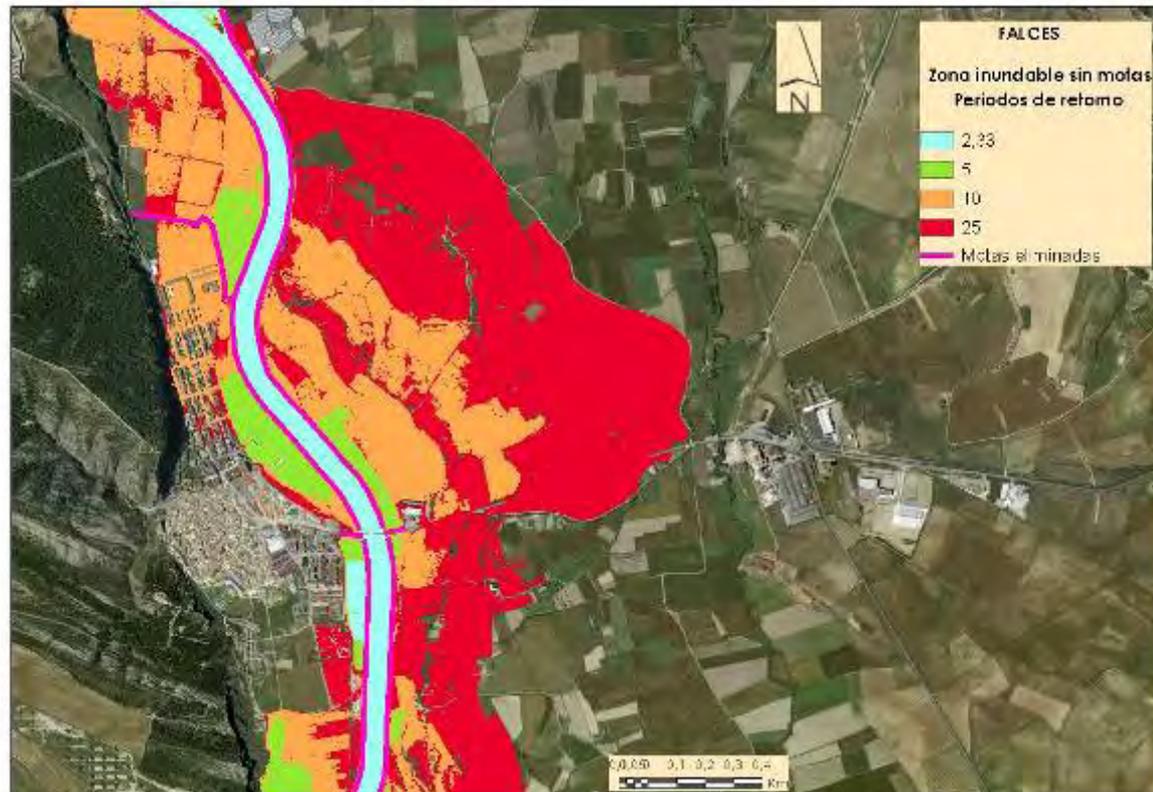
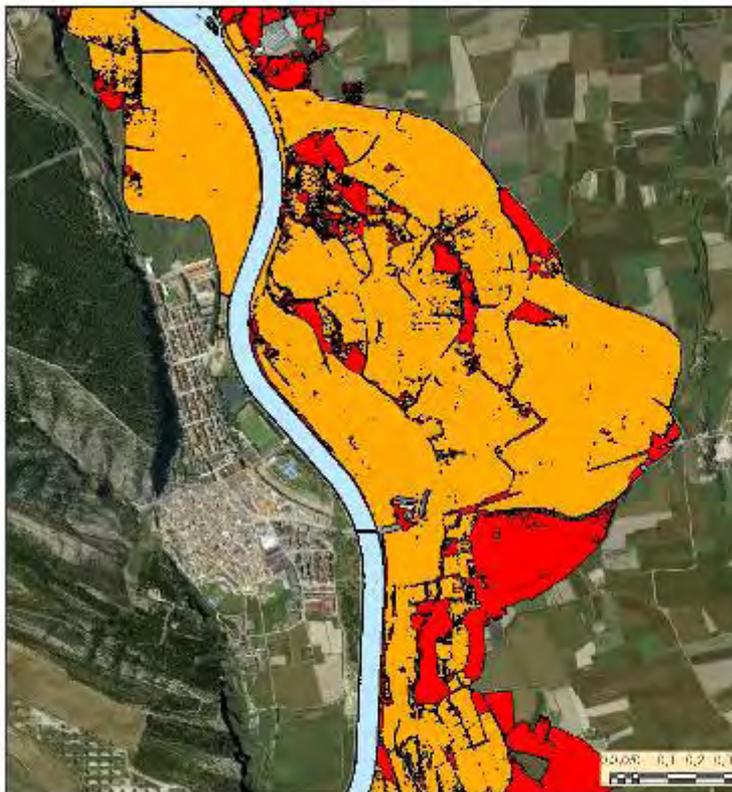


Mapas de riesgo



Simulación de inundaciones con o sin motas

- Falces con motas (izda) y sin motas (drcha)



•Realizado por: elaboración propia a partir de simulaciones de

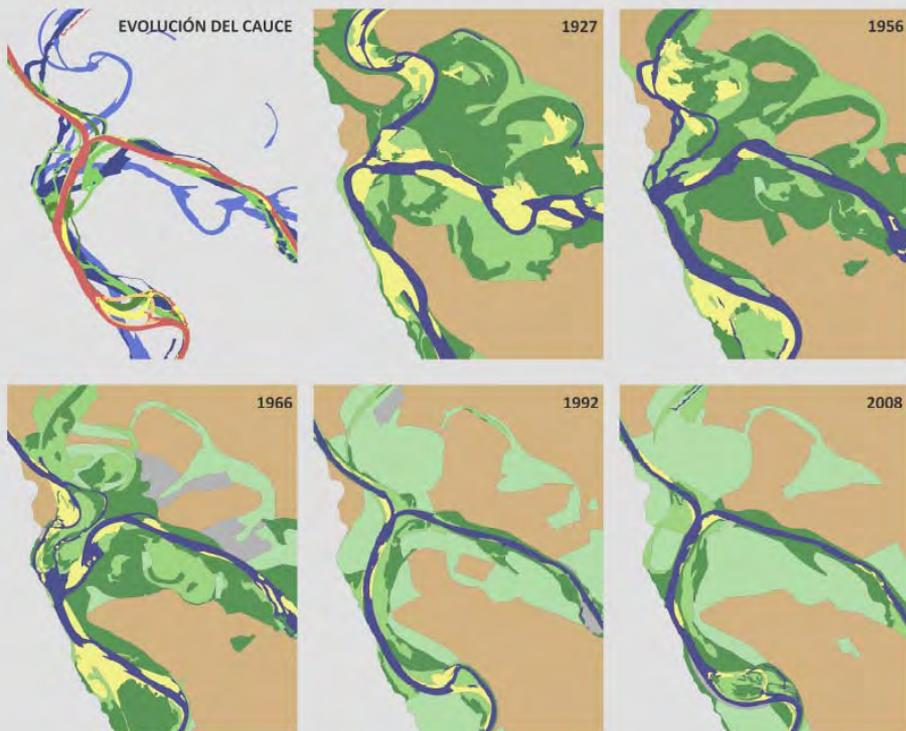


ESTUDIOS GEOMORFOLÓGICOS

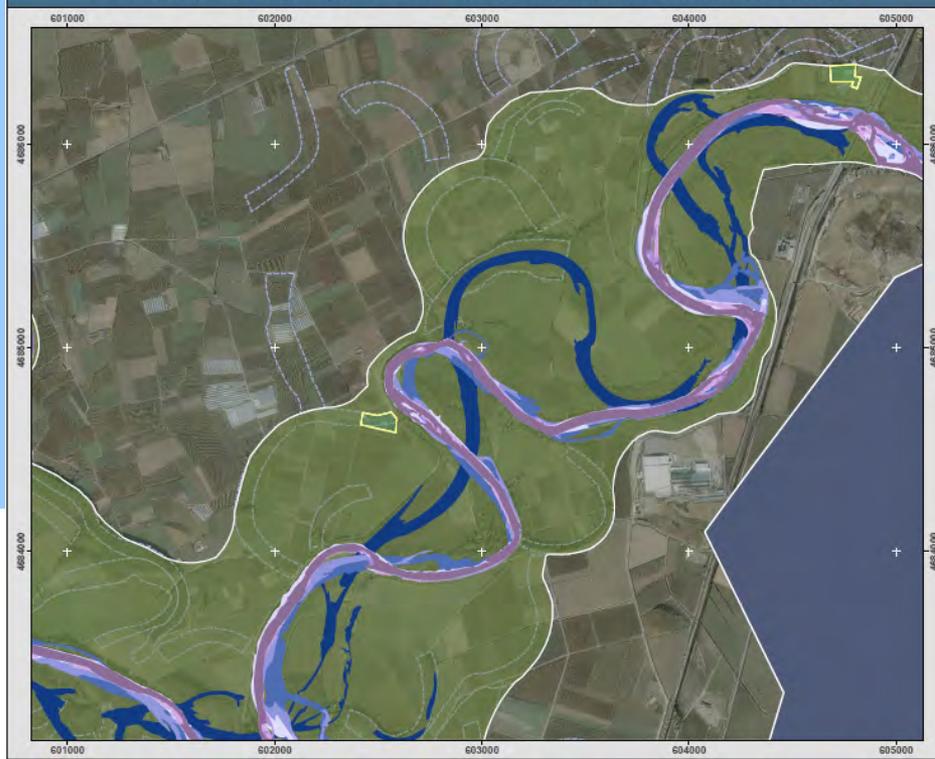
- Estudio histórico de los usos de suelo y trazado de los ríos Arga-Aragón (1927-2008)
- Caracterización geomorfológica de las playas de gravas y las formas fluviales.
- Propuesta de territorio fluvial
- Estudio de la incisión y efectos de la canalización en el río Arga



CARTOGRAFÍA DIACRÓNICA DE TRAZADO Y USOS DE SUELO DE LOS RÍOS ARGA Y ARAGÓN: ARAGON 5

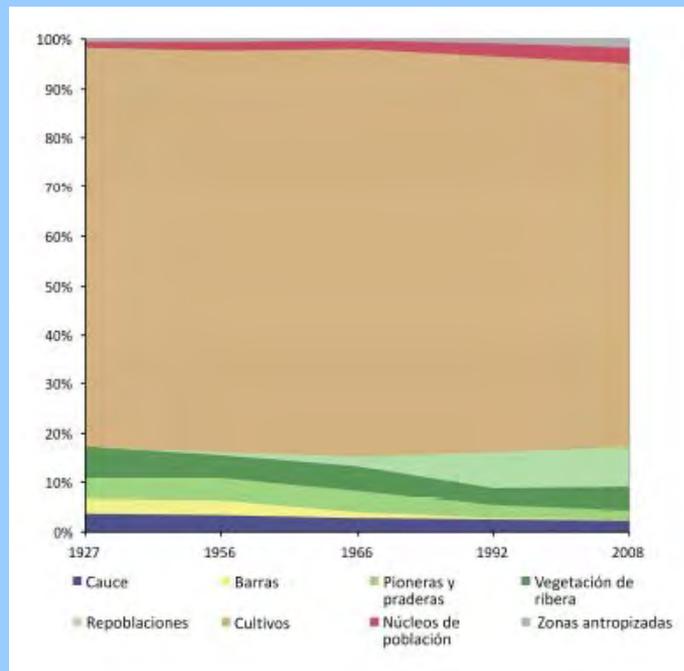
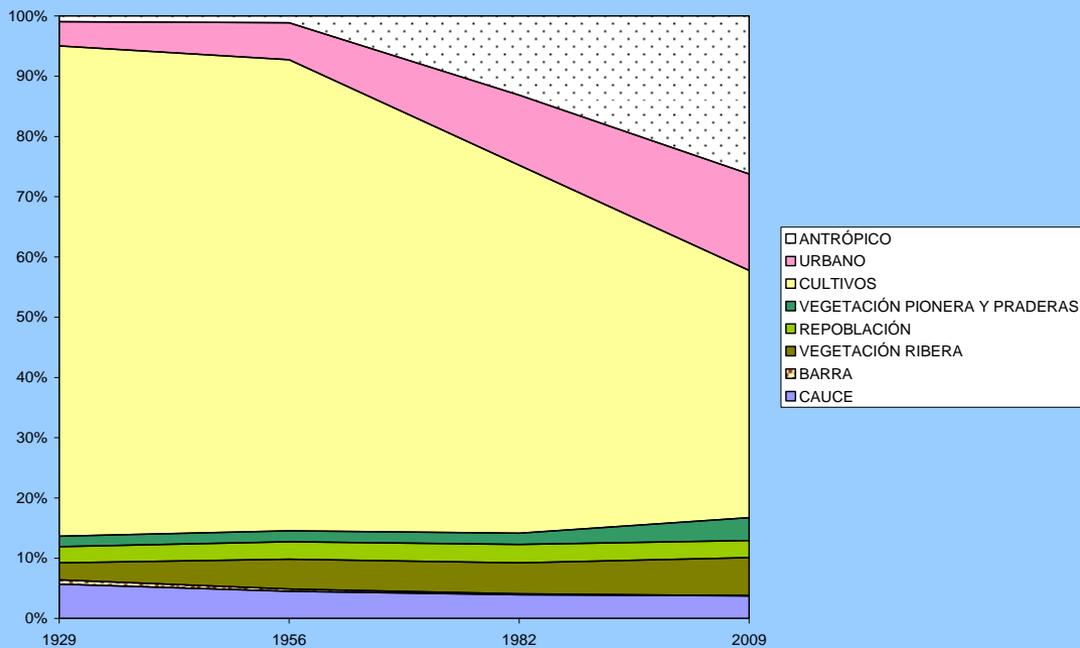


PROPUESTA DE TERRITORIO FLUVIAL EN LOS RÍOS ARGA Y ARAGÓN: ARAGON 3

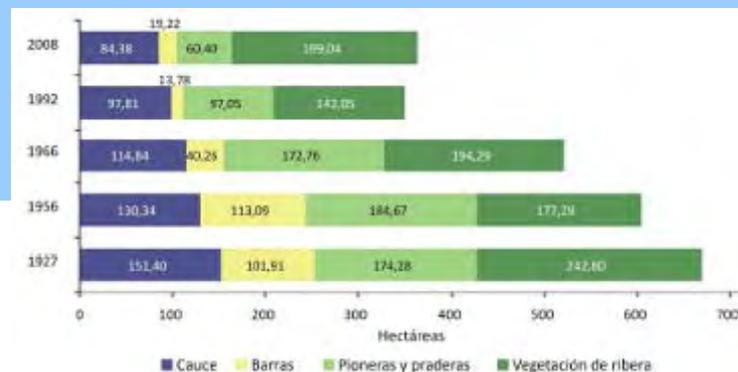


ESTUDIOS GEOMORFOLÓGICOS

- *Evolución de las superficies de usos del suelo en la zona inundable en la Comarca de Pamplona en valores porcentuales y en la confluencia Arga-Aragón*

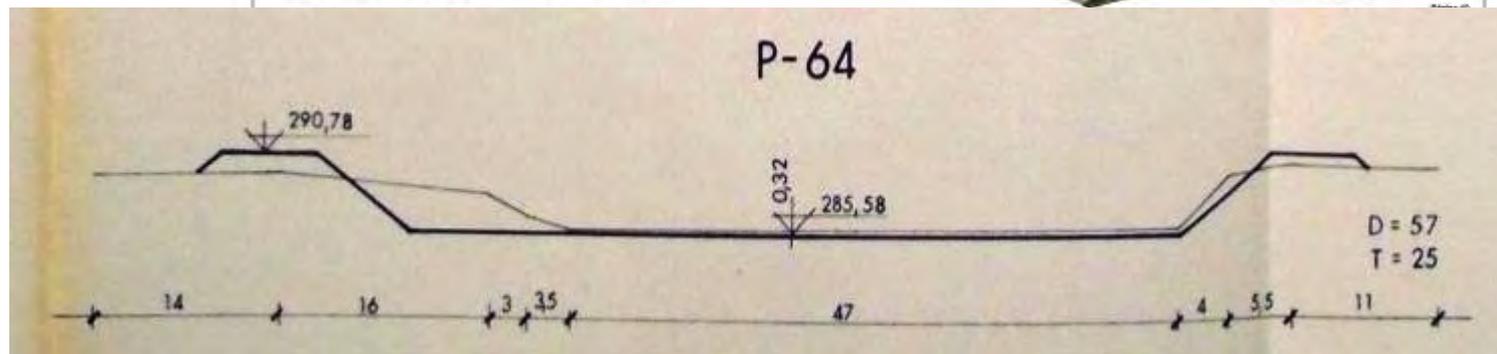
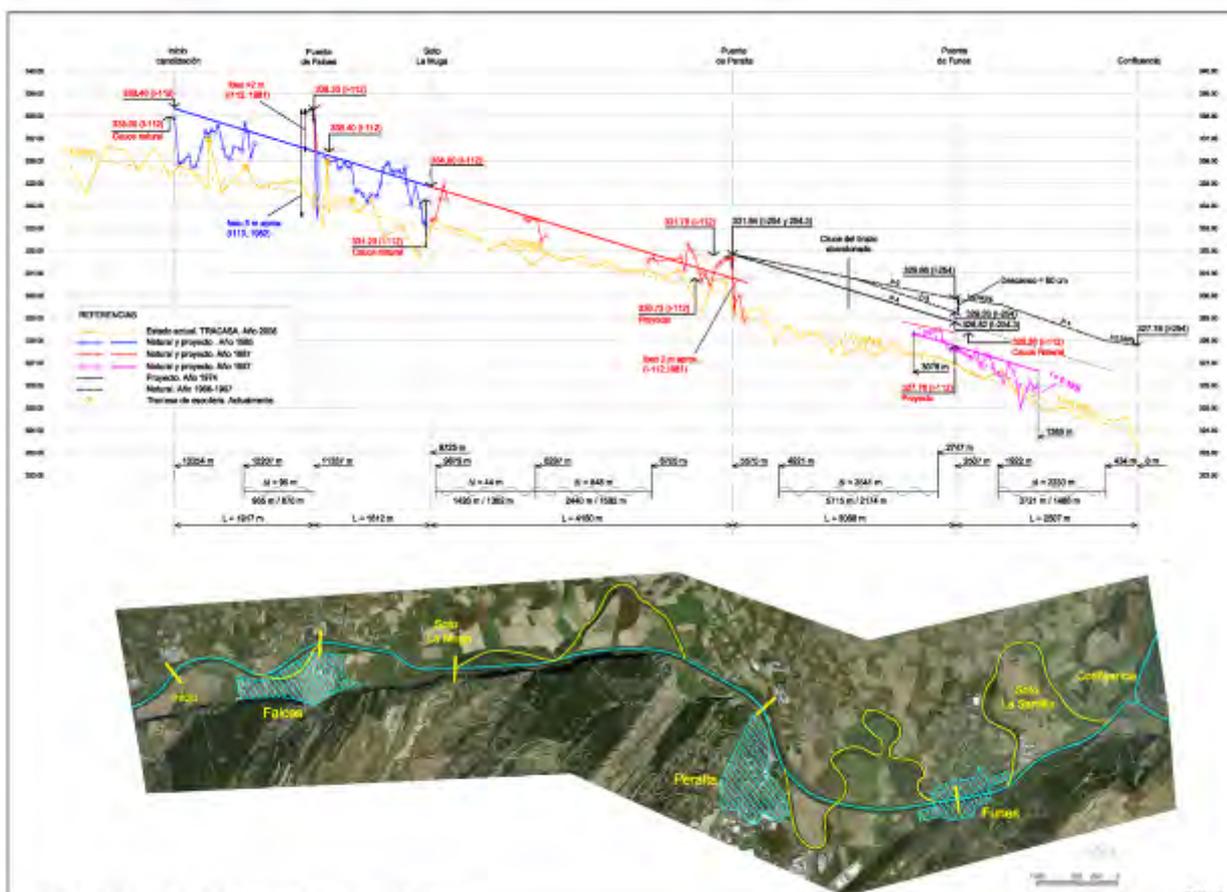


CATEGORIAS	1929	1956	1982	2009
CAUCE	5.70	4.51	3.93	3.75
BARRA	0.71	0.38	0.18	0.02
VEGETACIÓN RIBERA	2.81	4.95	5.12	6.32
REPOBLACIÓN	2.70	2.89	3.04	2.86
VEGETACIÓN PIONERA Y PRADERAS	1.72	1.82	1.88	3.77
CULTIVOS	81.37	78.19	61.08	41.05
URBANO	4.04	6.13	11.64	16.01
ANTRÓPICO	0.94	1.14	13.14	26.21
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00





- Cortas y rectificaciones entre el año 1966-1997.
- Reducción de 7,3 km, de 20,5 km a 13.2 km.
- Erosión regresiva de 2,5-3 m
- Perfil del Arga no está en equilibrio (efecto acortamiento cumplido, el de la canalización no)





Funes:
 Estrato arbóreo: Sauceda blanca mixta con chopo, fresno y olmo
 Estrato arbustivo: tarays
 Lianoides: lúpulo
 Barras con *Polygonum persicaria*, *Datura stramonium*



- Estudio y diagnóstico del estado actual del medio acuático, las riberas y la llanura de inundación
- Determinación de la imagen de referencia
- Propuesta de imagen objetivo

Manchas de orilla

	Arga		Aragón	
	m.drerecha	m. izquierda	m.derecha	m.izquierda
Número de manchas	18	23	32	35
Longitud media (m)	734	581	630	511
Anchura media (m)	16	16	45	33
Cobertura (%)	71	76	70	70
Longitud de orilla cubierta por vegetación (%)	89	90	79	71
Número de espacios abiertos	17	22	30	33
Longitud media (m)	94	61	173	217



- **Régimen ambiental de caudales en el río Aragón:** magnitud, frecuencia y época de crecidas siguiendo las pautas del régimen natural, capaces de asegurar la dinámica geomorfológica esencial del río y las comunidades acuáticas nativas
- **Espacio disponible** en ambos ríos (“territorio fluvial”) **en crecidas**, albergando usos del suelo compatibles con la inundación. Propuesta **T=10 años** por ambas márgenes.
- **Tramos urbanos** protegidos frente la inundación de a un **T de 100 años**, con estricto control en sus planes urbanísticos de su expansión en zonas inundables.
- **Carreteras** de acceso a los núcleos urbanos sobreelevadas, evitando su afección por avenidas un **T de 50 años**, y permeabilizadas
- Disposición de **motas y diques longitudinales** en tramos **locales**, restringidos a tramos justificadas social y económicamente y lo más alejados posibles del cauce
- **Cauces de orillas móviles**, desarrollando procesos de ajuste dentro del espacio del territorio fluvial, sin restricciones a la movilidad ni al desbordamiento
- **Funcionalidad de los meandros** y brazos antiguamente cortados por intervenciones humanas, y abandono gradual del canal del Arga
- **Regeneración natural de la vegetación de ribera**, manteniendo los ciclos de recolonización y sucesión vegetal que corresponden a su región biogeográfica
- **Permeabilización de las estructuras transversales** que puedan suponer una retención de sedimentos o un obstáculo para el tránsito de la fauna piscícola



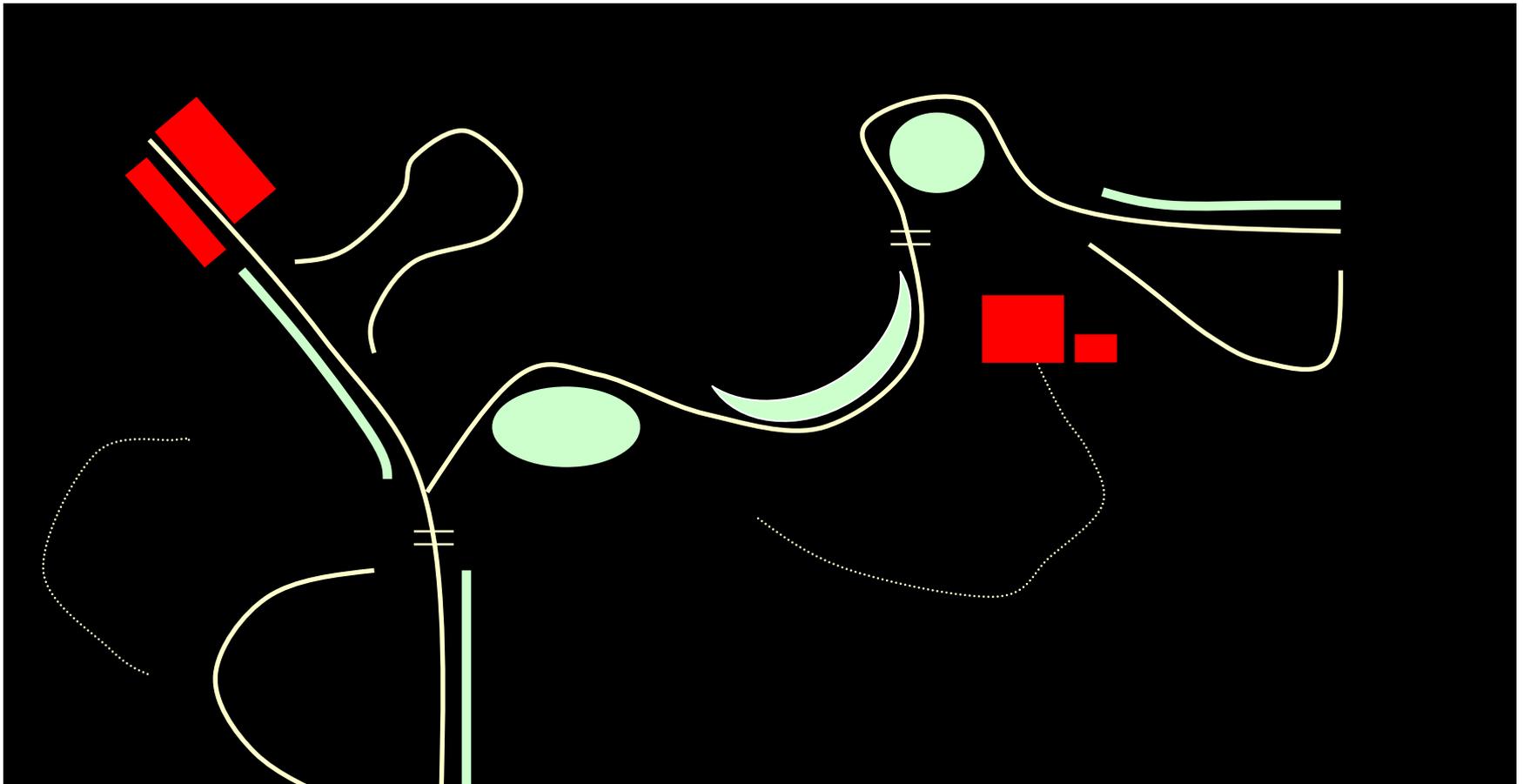


ALTERNATIVAS de restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la zona de confluencia de los ríos Arga y Aragón: Objetivos

1. Protección de elementos y zonas críticas
2. Restauración de las llanuras aluviales de los ríos Arga y Aragón:
 - i. Mejora del estado hidrogeomorfológico del sistema Arga-Aragón
 - ii. Conexión de zonas de elevado valor ambiental
 - iii. Mejora de hábitats prioritarios y de especial interés
 - iv. Creación de corredores longitudinales y transversales
 - v. Incremento de la heterogeneidad del sistema fluvial

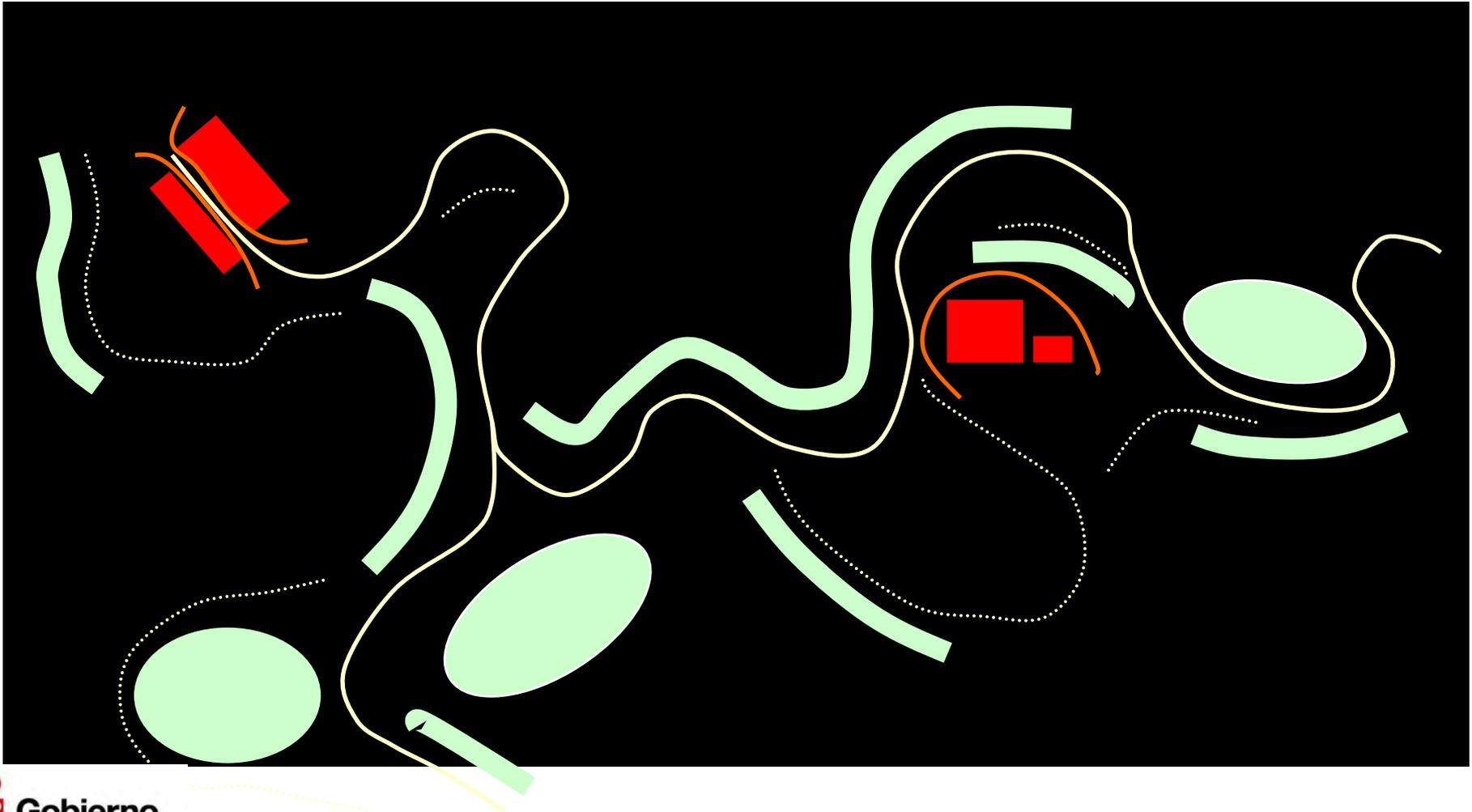
Objetivo básico del estudio: Restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la zona de confluencia de los ríos Arga y Aragón - **Actuaciones**

Situación actual - 2010



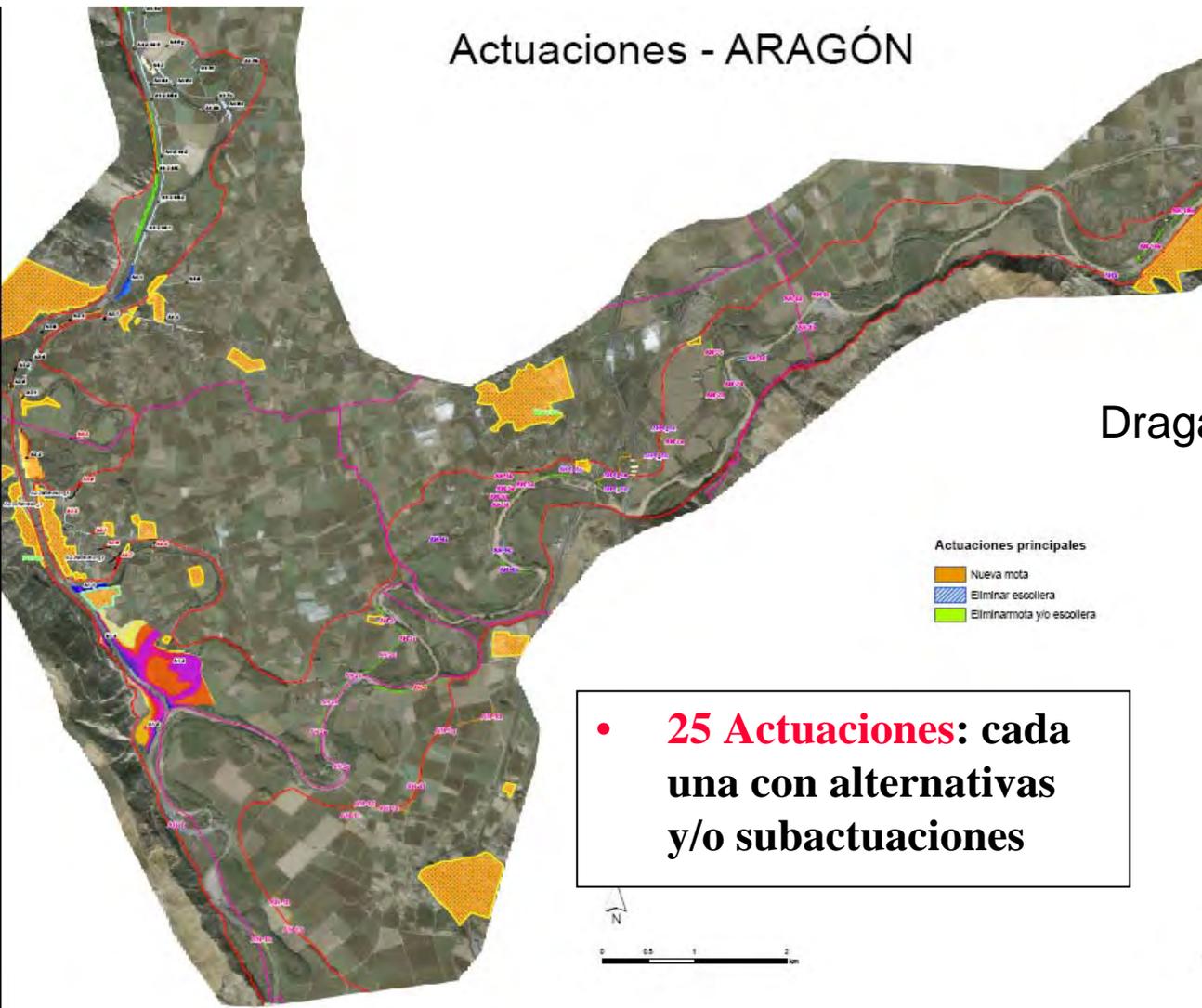
Objetivo básico del estudio: Restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la zona de confluencia de los ríos Arga y Aragón - **Actuaciones**

Situación objetivo – 20xx





Actuaciones - ARAGÓN



Dragados con dif. niveles T:100



Dragados con dif. niveles T:10



Planos de Concentración parcelaria FUNES



Gobierno REGOS de NAVARRA S.A.

MAI 2011

APROBADO EN CONSEJO ADMINISTRATIVO DE LA COMARCABILIDAD REGATORIA Y DE LA TRANSFERENCIA DE LA PROPIEDAD DEL SUELO

PLANTA GENERAL

RED DE DISTRIBUCIÓN Y CANTER

2

CLM

Propuesta inicial



Gobierno REGOS de NAVARRA S.A.

MAI 2011

APROBADO EN CONSEJO ADMINISTRATIVO DE LA COMARCABILIDAD REGATORIA Y DE LA TRANSFERENCIA DE LA PROPIEDAD DEL SUELO

PLANTA GENERAL

ALTERNATIVA DE CONDUCCIÓN DE PARQUEO DE REGATORIA DE 4.00 m

3

CLM

Propuesta final



ACTUACIÓN A2

Leyenda simplificada de actuaciones

- Límite municipios
- Territorio Fluvial
- Núcleos consolidados

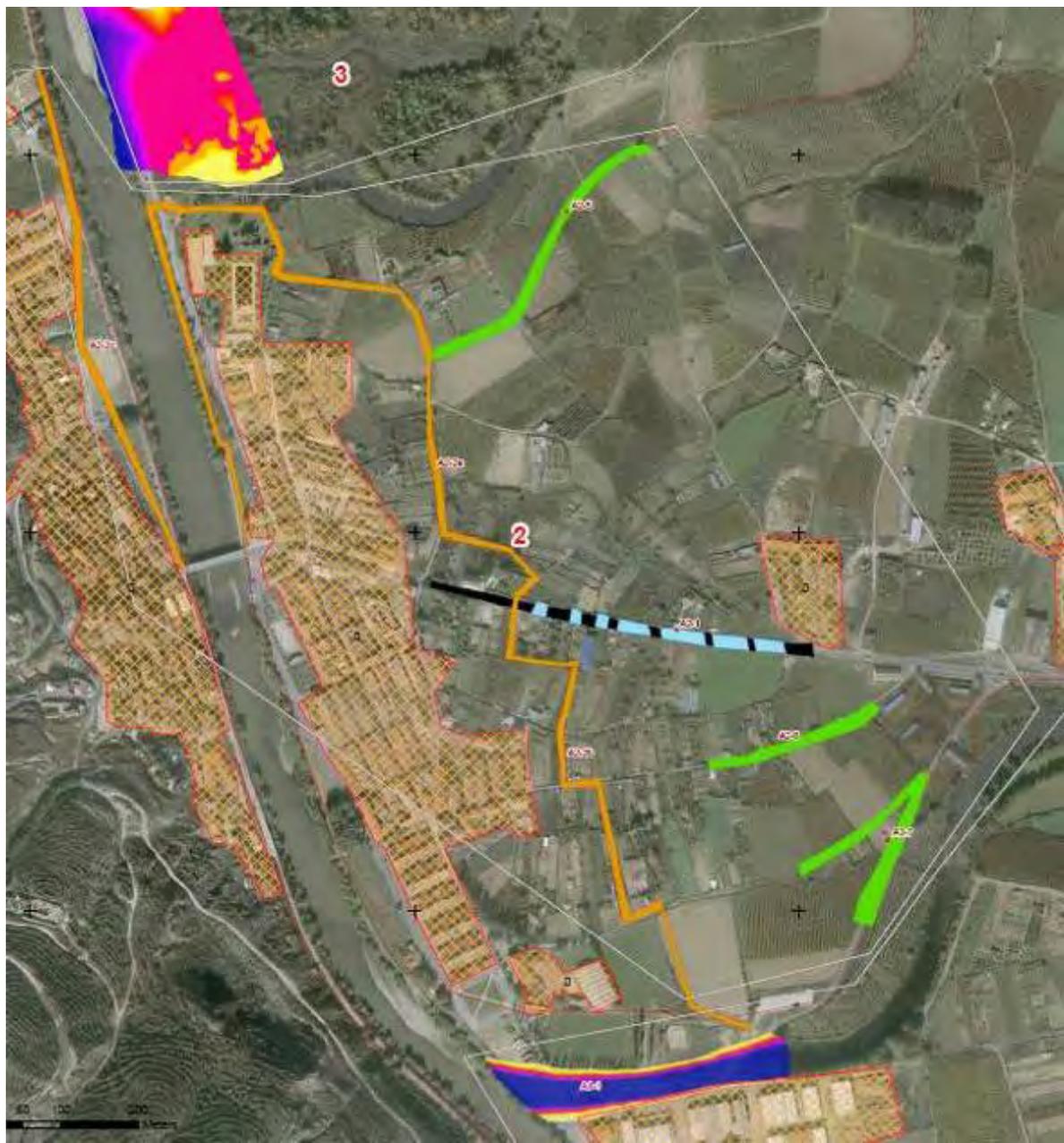
Actuaciones

- Nueva mota / recrecimiento mota-camino
- Rebaje terreno / eliminación de mota
- Eliminar escollera
- Eliminación/retranqueo mota y escollera

Mov. Tierras

- Cota mayor
- Cota menor
- Carretera elevada
- Drenaje carretera
- Válvulas de alivio / conexión hidráulica
- Posible eliminación/reubicación de escollera hasta terreno privado

Elemento	Descripción	Mediciones
A2-2ª	Mota de defensa de Funes frente a T-100. Cotas: 333→ 334.1 Instalación de clapetas / compuertas de vaciado de 1.5 m cada 80 m. En la Revisión_1 se ha prolongado y unido con el puente para evitar la entrada de flujo. Su trazado podría modificarse junto al puente para ceder la zona de parque al río, es decir, alejar la mota del río.	Longitud: 1370 m Altura: 1.1 m Ancho: 6 m
A2-2b	Mota de defensa de sur de Funes frente a T-100. Cotas: 331.5→ 333.5 Instalación de clapetas / compuertas de vaciado de 1.5 m cada 80 m.	Longitud: 872 m Altura: 2 m Ancho: 5 m
A2-2c	Mota de defensa de margen derecha Funes frente a T-100. Cotas: 333.4→ 334.1 En la Revisión_1 se ha prolongado y unido con el puente para evitar la entrada de flujo.	Longitud: 680 m Altura: 0.7 m Ancho: 5 m



Arga: A2 Paso de Funes

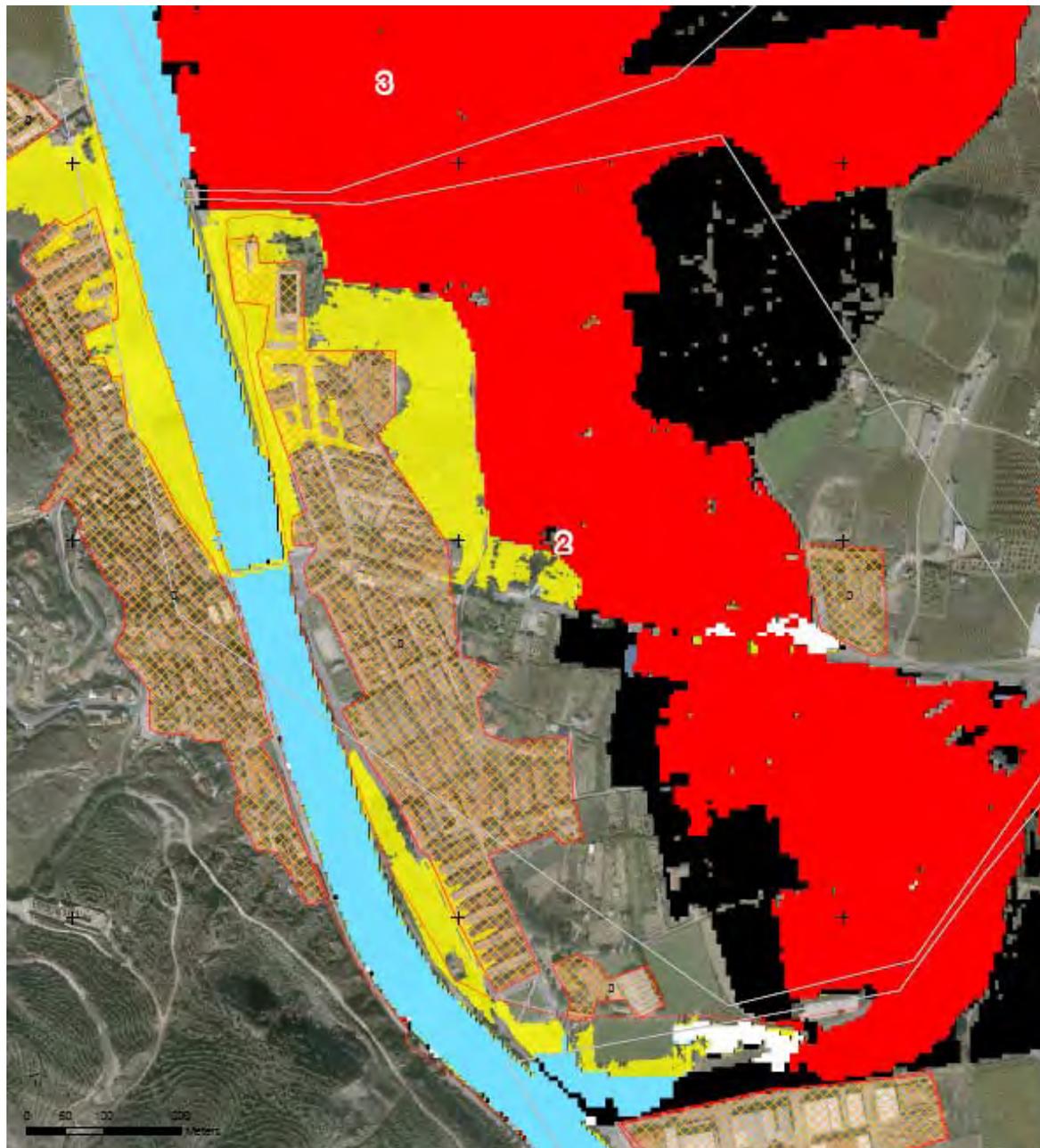
Presupuesto:
3 mill €
+compras /comp.



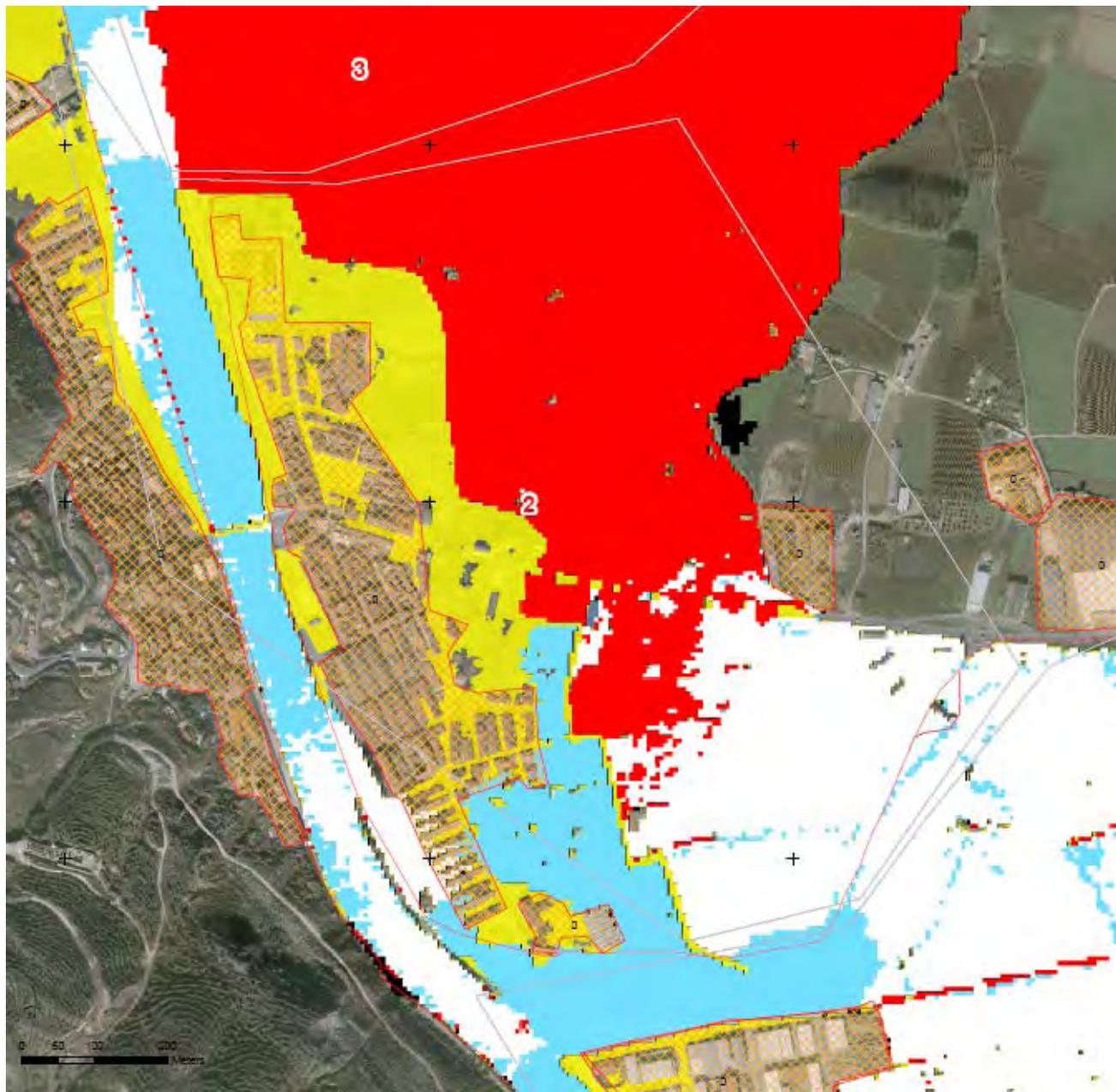
T-10: 900 mcs
T-50: 1000 mcs
T-100: 1000 mcs

T-10: 96 mcs
T-50: 505 mcs
T-100: 736 mcs

ACTUACIÓN A2 T=10 años

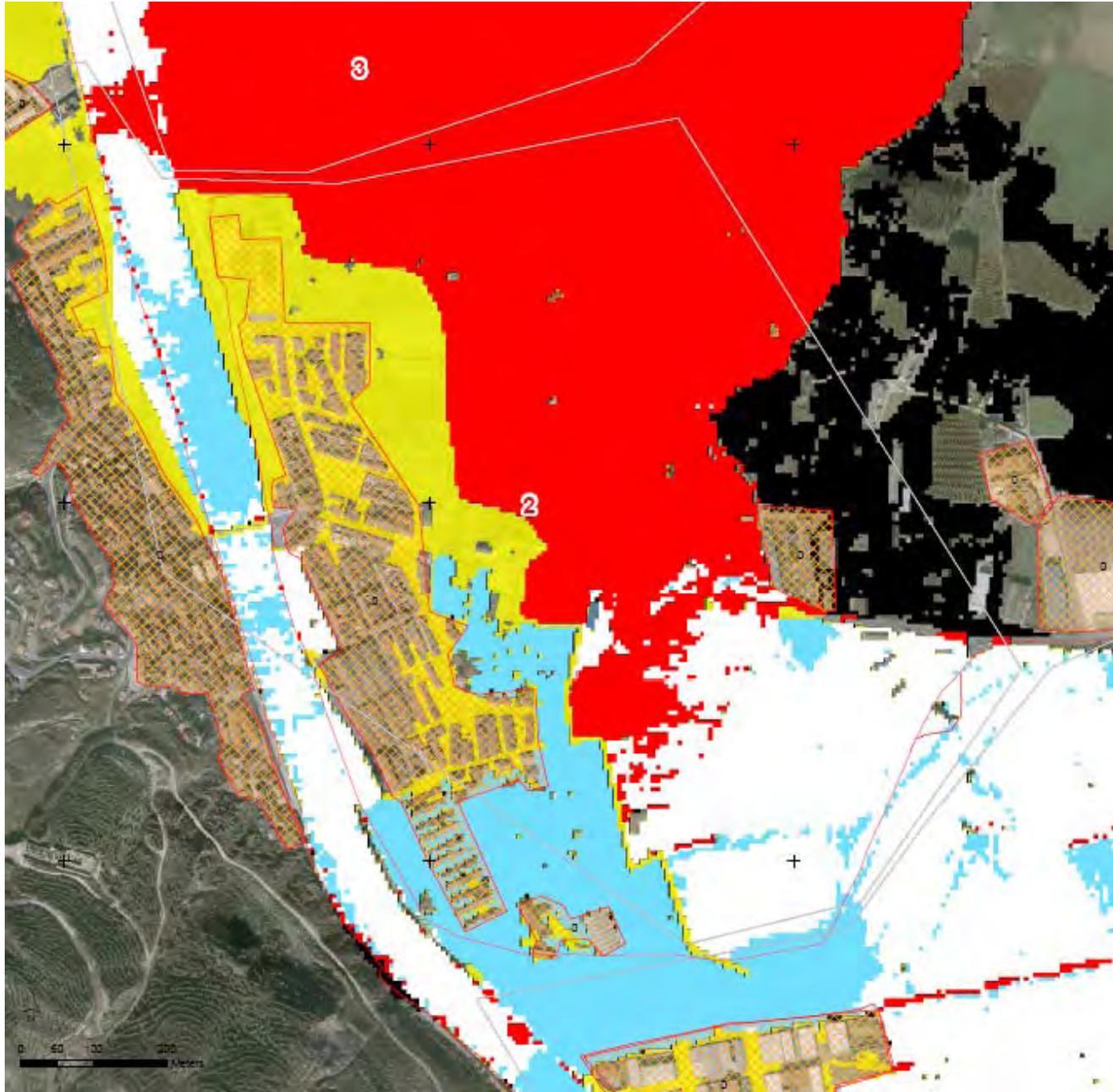


ACTUACIÓN A2 T=50 años



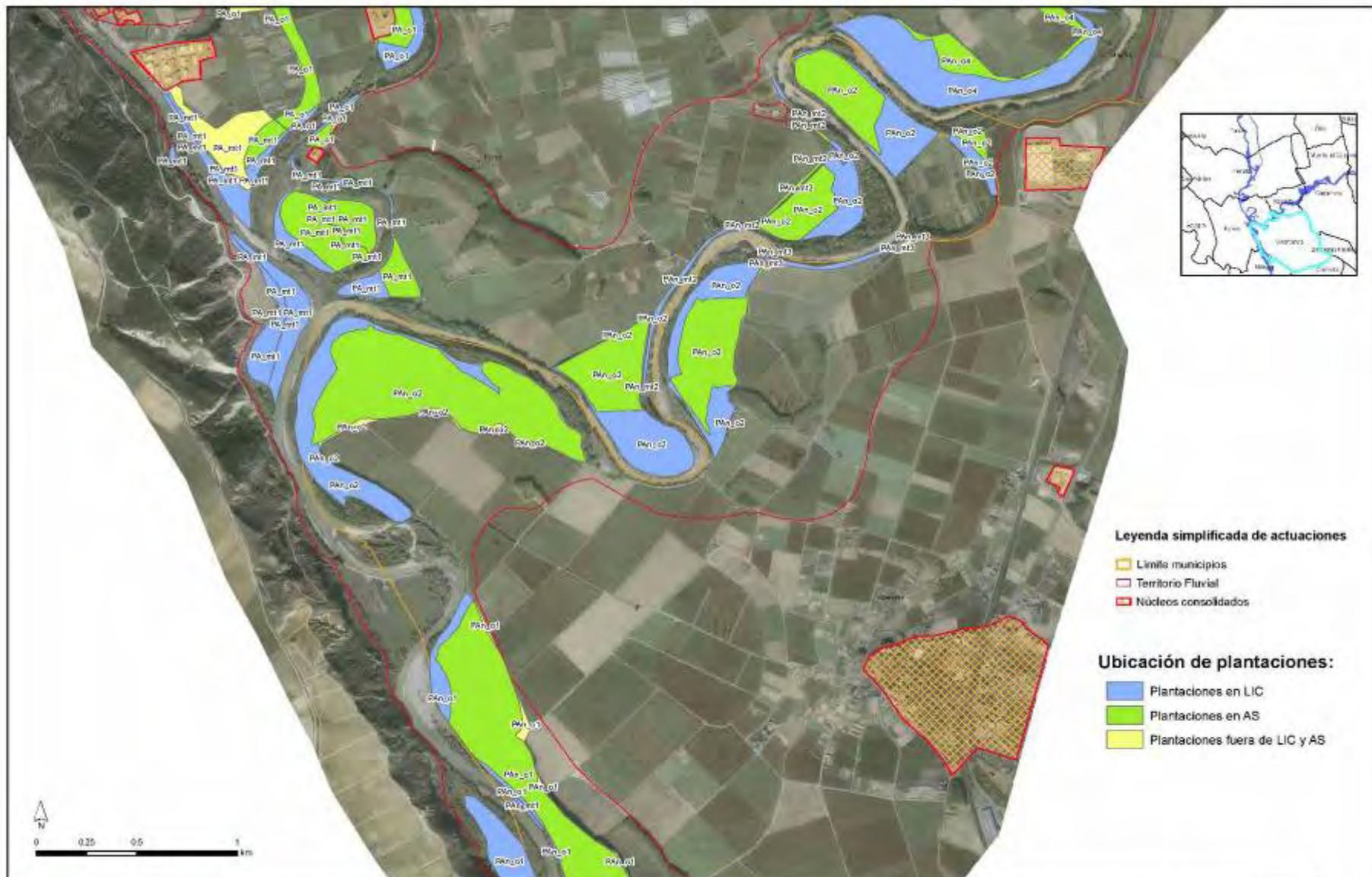


ACTUACIÓN A2 T=100 años





PLANTACIONES



Legenda simplificada de actuaciones

-  Límite municipios
-  Territorio Fluvial
-  Núcleos consolidados

Ubicación de plantaciones:

-  Plantaciones en LIC
-  Plantaciones en AS
-  Plantaciones fuera de LIC y AS

2.- ACTUACIONES DERIVADAS DEL ESTUDIO

FUTURO: financiación de actuaciones



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

ESTRATEGIA NACIONAL DE RESTAURACIÓN DE RÍOS:

Soto Sardillas (declarado de interés general del Estado)

LIFE + : TERRITORIO VISIÓN

Nature and Biodiversity

Presupuesto: 6.033.406 euros

Socios: Gobierno de Navarra (GAVRN)
MMARM (TRAGSA)



Gobierno
de Navarra

PRESUPUESTOS GOBIERNO DE NAVARRA

- Línea restauración de riberas y protección de ecosistemas
- Línea mejora de ríos y Obras Hidráulicas (Subvenciones 70%)



for Actions in Euro (excluding overhead costs)

Action number	Short name of action	1. Personnel	2. Travel and subsistence	3. External assistance	4.a Infrastructure	4.b Equipment	4.c Prototype	5. Purchase or lease of land	6. Consumables	7. Other costs	TOTAL
A.1	Redacción de proyectos constructivos	122,361	3,500	210,000							335,861
A.2	Producción planta autóctona	159,200	1,740	10,000	50,000						220,940
A.3	Diagnóstico presencia especies alóctonas invasoras	2,400	203	24,000							26,603
B.1	Pagos compensatorios	63,680	609	28,656				1,438,500			1,531,445
B.2	Compras de terrenos particulares	12,736	244	7,164				446,322			466,466
C.1	Eliminación de motas	355,730	742	97,350					64,900		518,722
C.2	Reconexión hidráulica de meandros abandonados	411,080	789	115,800					77,200		604,869
C.3	Recuperación hábitats del visón	347,180	696	94,500					63,000		505,376
C.4	Restauración otros hábitats fluviales de interés	595,203	4,640	155,948					103,965		859,756
C.5	Eliminación especies alóctonas e invasoras	12,736	232	100,000							112,968
D.1.1	Programa de comunicación del proyecto	23,500	3,800	85,000					35,000		147,300
D.1.2	Programa de Comunicación sobre problemas ambientales	6,000	700	13,000							19,700
D.1.3	Campaña de animación	9,000		27,000							36,000
D.1.4	Punto de Información	10,000		54,000						3,000	67,000
D.2	Campaña comunidad escolar y asociaciones juveniles	7,000		30,000					12,000	3,000	52,000
D.3.1	Seminarios y otras acciones formativas	17,800	6,900	24,000					12,000		60,700
D.3.2	Programa de apoyo a la formación profesional	9,000	6,500	32,000							47,500
D.4	Proceso participación social	8,000	4,000	32,000					3,118	5,000	52,118
E.1	Gestión del proyecto por GAVRN	181,488	742								182,230
E.2	Supervisión	25,472	2,076	90,000		9,200					126,748
E.3	Red de trabajo con otros proyectos	19,104	30,000								49,104
E.4	Auditoría			10,000							10,000
	TOTAL	2,398,670	68,113	1,240,418	50,000	9,200	0	1,884,822	371,183	11,000	6,033,406



Redacción proyecto:



Fecha de ejecución: Proyecto en redacción (CHE)

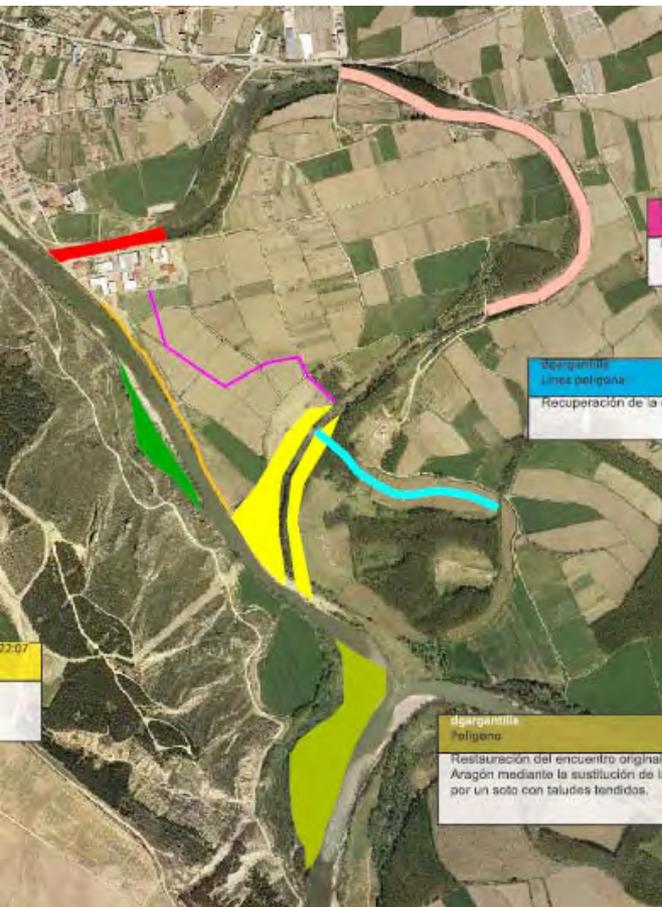
Lugar: Funes **Terrenos:** Comunal del Ayto

Coste total: ¿? euros € **Financiación:** ¿LIFE, ENRR?

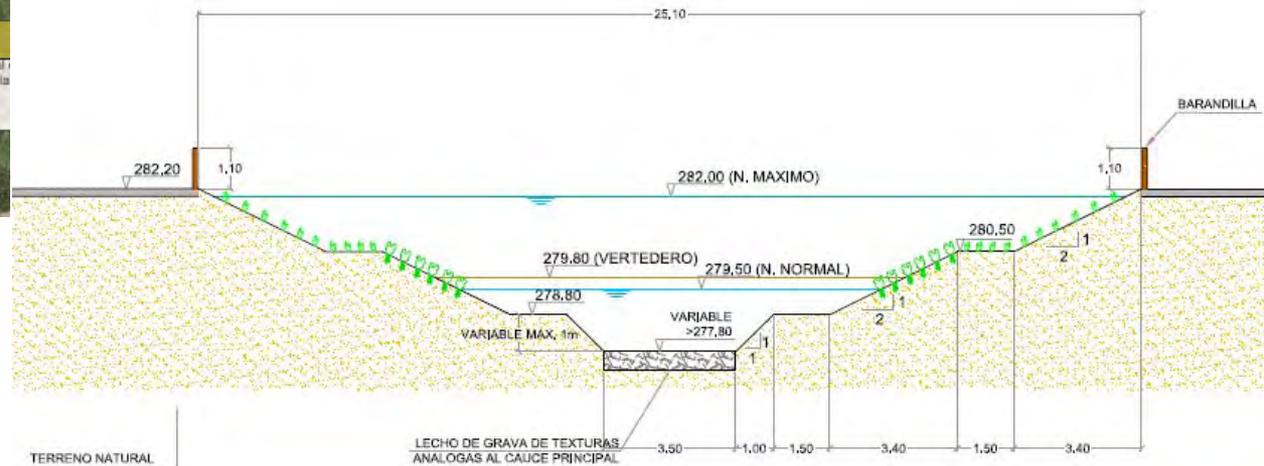
Objetivos de la actuación:

- Reconexión del meandro, recuperar la sinuosidad originaria y disminuir la pendiente longitudinal del cauce activo
- Retranqueo de motas y ensanche de la sección del cauce en la zona de confluencia con el Aragón favoreciendo los procesos de erosión y sedimentación con aporte y transporte de sedimentos l
- Excavación y disminución de la altura de las orillas para incrementar la conectividad lateral del cauce con sus riberas
- Revegetación de márgenes y la recuperación del hábitat fluvial.

Conexión hidrológica y mejora de hábitats en el meandro del Soto Sardillas (Funes), en el río Arga



Trazado en planta del cauce de conexión de entrada del cauce activo con el meandro del Soto Sardillas Fuente: CHE



SECCIÓN TIPO

Plano de planta actuaciones. Fuente CHE

Sección tipo del cauce de conexión de entrada del cauce activo con el meandro del Soto Sardillas. Fuente: CHE

Recuperación del espacio fluvial y creación de hábitat de visón en Soto del Manolo (Caparroso), en el río Aragón



Fecha de ejecución: Previsto 2012

Objetivos de la actuación:

- creación de hábitats de alta calidad para el visón europeo
- creación de zona de laminación de avenidas
- restauración de ríos

Lugar: Caparroso

Terrenos: Comunal del Ayto

Coste total: 454.152,79 euros €



Leyenda

Rodal 1 Restauración motas; varlos marcos

75% Sauces a 3x3m; 1.111 pl/ha (25% *S. fragilis*, 25% *S. elaeagnus* y 25% *S. purpurea*); 15% Allsos a 4x3m; 833 pl/ha (*Alnus glutinosa*). y 1.4 y 1.5 Idem más un 25% Zarza (*Rubus ulmifolius*).

Rodal 2 Restauración zonas húmedas; marco 4x3; 833 pl/ha 30% Sauces (10% *S. fragilis*, 10% *S. elaeagnus* y 10% *S. purpurea*); 15% Tamariz (*Tamarix gallica*), 15% Zarza (*Rubus ulmifolius*), 15% Sauco (*Sambucus nigra*).

Rodal 3 Revegetación taludes balsas y canales

Estaquillado sauce en balsas en los taludes a 2500 pl/ha (*S. fragilis*, *S. elaeagnus*, *S. Purpurea* a 16,66% cada una).

Estaquillado sauce en canales en los taludes a 5000 pl/ha, (*S. fragilis*, *S. elaeagnus*, *S. Purpurea* a 16,66% cada una)

Trasplante carrizo (*Phragmites australis*) en balsas 5% de la longitud

Planta de Lirio (*Iris pseudoacorus*) a 5% de la sup a 10.000pl/ha (1x1m)

Mantas junco; 10% en balsas 5%, en canales (tamaño manta 5x1m)

Mantas de enea; 5% en balsas, 4% en canales

Blorrollo de Iris y junco 5% de la longitud de los canales

Rodal 4 Restauración Fresneda Alameda marco 7x7m 204pl/ha

Alamo (30% de la sup. *Populus alba*); 20% Fresno (*Fraxinus angustifolia*), Chopo (10% de la sup *Populus nigra*), 10% Sauco, 10% Cornejo, 10% Escaramujo, 10% Aligustre. Bosquetes de Fresno (*Fraxinus angustifolia*) 20% de la superficie a 5x5 (400pl/ha)

Rodal 5 Orla Espinosa Marco 6x5,5; 303 pl/ha

Espino (*Crataegus monogyna*) 15%, Patxaran (*Prunus spinosa*) 20%, Escaramujo (*Rosa canina*) 15%, Zarza (*Rubus ulmifolius*) 20%, Bosquetes de olmo (*Ulmus minor*) 10% de la superficie a 4x4 (625pl/ha).

Rodal 6 Mantenimiento repoblado

Labores de escarda, repaso de alcorques y riegos durante 1 año.

Rodal 7 Revegetación de escollera

Acondicionamiento de huecos y estaquillado con *Salix purpurea*, *fragilis*, *elaeagnos*.

Rodal 8 Eliminación de sps exóticas

Rodal 9 Aporte y talizado tierras en escollera Interior Marco 2x2; 2500 pl/ha.

Espino 40% (*Crataegus monogyna*), Patxarán 50% (*Prunus spinosa*), Zarza 10% (*Rubus ulmifolius*).



Fecha de ejecución: Previsto 2012, proyecto en redacción

Lugar: Caparroso

Terrenos: Comunal del Ayto

Objetivos de la actuación:

Coste total: 1.500.000 euros €
(estimado)

- Recuperar y naturalizar el trazado del cauce
- Dar movilidad lateral al cauce

Recuperación del espacio fluvial y creación de hábitat de visión en Soto Contiendas (Marcilla), en el río Aragón



Inundación abril 2007



Foto vuelo Ruiz de Alda para CHE (1927). Fuente: CHE



Foto vuelo americano (1956) Servicio Cartográfico del Ejército



Merci pour votre attention

