



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería de Montes

*Evolución de la distribución espacial del
visón americano (Neovison vison)
relacionada con la presencia de cangrejo
exóticos en la subcuenca del río Arlanzón
(Burgos) mediante el uso de redes
geométricas.*

Alumno: Alberto Vitoria Amor

Tutor: Salvador Hernández Navarro

Directora: Consuelo Temiño Fernández

Co-Director: Sebastián Camarero Pascual

Cotutor: Roberto San Martín Fernández

Junio 2017



Copia para el tutor

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas esas personas que han hecho posible este trabajo, sobre todo a Sebastián Camarero Pascual, codirector de este proyecto, que me dedicó esfuerzo y sacrificio durante innumerables horas.

A mi tutor Salvador Hernández Navarro, y a mi cotutor Roberto San Martín Fernández, por saber transmitir positividad en el tramo final del camino y por su paciencia y apoyo.

Agradecer también al equipo que conforma el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos, y particularmente a Consuelo Temiño, directora del presente trabajo, por su incommensurable aporte de información y tiempo, puesto que de lo contrario este trabajo no sería posible.

Agradecer por último, a todas aquellas personas que de manera indirecta colaboraron en la realización de este proyecto, y que también forman parte del mismo.

ÍNDICES

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN.....	2
2. ANTECEDENTES	4
2.1. INTRODUCCIÓN	4
2.2. ESTUDIOS PREVIOS.....	5
2.2.1. <i>Metodología previa</i>	5
2.3. ANTECEDENTES NATURALES.....	13
2.3.1. <i>El cangrejo de patas blancas</i>	13
2.3.2. <i>El cangrejo rojo</i>	14
2.3.3. <i>El cangrejo señal</i>	15
2.3.4. <i>El visón europeo</i>	16
2.3.5. <i>El visón americano</i>	18
2.4. ANTECEDENTES LEGALES.....	20
2.4.1. <i>Antecedentes legales nacionales</i>	21
2.4.1.1. Anteriores a la Ley 42/2007	21
2.4.1.2. La Ley 42/2007	22
2.4.1.3. El Real Decreto 139/2011	24
2.4.1.4. El Real Decreto 630/2013.....	25
2.4.1.4.1. Sentencia del Tribunal Supremo 1274/2016	28
2.4.2. <i>Antecedentes legales autonómicos y provinciales</i>	29
2.4.2.1. La Ley 6/1992	29
2.4.2.1.1. El Real Decreto 1628/2011.....	29
2.4.2.2. La Ley 9/2013	30
2.5. ANTECEDENTES SOCIOECONÓMICOS.....	30
2.6. ANTECEDENTES SIG.....	33
2.6.1. <i>Perspectivas de un SIG</i>	33
2.6.2. <i>Las geodatabases</i>	34
2.6.3. <i>Las relaciones topológicas</i>	34
2.6.4. <i>Las redes geométricas</i>	35
2.6.5. <i>Aplicación de un SIG en ecología</i>	36
3. OBJETIVOS.....	38
3.1. OBJETIVOS GENERALES	38
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	38
4. MATERIAL Y MÉTODO.....	40
4.1. MATERIAL.....	40
4.1.1. <i>Equipo empleado para los trabajos de campo</i>	40
4.1.1.1. Ubicación de trampas	40
4.1.1.2. Retirada de trampas	41
4.1.2. <i>Equipo empleado para los trabajos de gabinete</i>	42
4.2. MÉTODO.....	42
4.2.1. <i>Metodología en trabajos de campo</i>	42
4.2.1.1. Planificación.....	42
4.2.1.2. Permanencia de las trampas	43
4.2.1.3. Método de captura “in vivo”	44
4.2.1.4. Capturas	44
4.2.1.5. Toma de muestras y eutanasia.....	45

4.2.2. Metodología en gabinete	46
4.2.2.1. Entrada y verificación de datos	46
4.2.2.1.1. Estaciones de muestreo	46
4.2.2.1.2. Datos de capturas	47
4.2.2.2. Manejo y preparación de datos	49
4.2.2.3. Análisis tabular y gráfico	50
4.2.2.4. Análisis espacial	50
4.2.2.4.1. Obtención y preparación de clases de entidad	50
4.2.2.4.1.1. Archivos descargados directamente	51
4.2.2.4.1.2. Archivos descargados y editados	51
4.2.2.4.1.3. Archivos editados relacionados con los datos de muestreo	51
4.2.2.4.2. Creación de la Geodatabase	53
4.2.2.4.3. Creación de los datasets de entidades	54
4.2.2.4.4. Creación de las redes geométricas	56
4.2.2.4.4.1. Demarcaciones Hidrográficas y Unidades Hidrográficas de Análisis	56
4.2.2.4.4.2. Conectividad entre entidades	58
4.2.2.4.4.3. Sentido del flujo	58
4.2.2.4.4.5. El análisis con redes geométricas	59
4.2.2.5. Elaboración de los mapas de la U.H.A. Arlanzón	60
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
5.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS TABULAR PARA EL VISÓN AMERICANO <i>NEOVISON VISON</i>	62
5.1.1. Río Arlanzón	63
5.1.2. Río Ausín	66
5.1.3. Río Cogollos	68
5.1.4. Río Hormazuela	70
5.1.4. Río Rioseras	72
5.1.5. Río Ubierna	74
5.1.6. Río Úrbel	76
5.1.7. Río Vena	79
5.1.8. Río Viejo	81
5.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESPACIAL	83
5.2.1. Evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano <i>Neovison vison</i> en la U.H.A. "Arlanzón" entre los años 2002 y 2008 (Plano 2.1)	83
5.2.2. Evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano <i>Neovison vison</i> en la U.H.A. "Arlanzón" entre los años 2010 y 2016 (Plano 2.2)	84
5.2.3. Comparativa de la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano <i>N. vison</i> con las de cangrejos exóticos en la U.H.A. "Arlanzón" entre los años 2002 y 2004 (Plano 3.1)	85
5.2.4. Comparativa de la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano <i>N. vison</i> con las de cangrejos exóticos en la U.H.A. "Arlanzón" entre los años 2006 y 2008 (Plano 3.2)	86
5.2.5. Distribución actual de las poblaciones de visón americano <i>N. vison</i> y densidad de capturas totales (Plano 4)	86
6. CONCLUSIONES	89
7. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	92
8. BIBLIOGRAFÍA	94
ANEJOS	99

ANEJO I: CALENDARIO DE MUESTREOS.....	100
ANEJO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO: LOCALIZACIÓN DE CADA ESTACIÓN.	103
ANEJO III: DETERMINACIÓN DE LOS RANGOS DE CLASE EMPLEADOS EN LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Código identificativo de las estaciones o puntos de muestreo</i>	9
<i>Tabla 2: Resumen de los muestreos realizados en el río Úrbel entre los años 2001 y 2008.</i>	
<i>Datos para el cangrejo señal P. leniusculus</i>	11
<i>Tabla 3: Resumen de los muestreos realizados en el río Úrbel entre los años 2001 y 2008.</i>	
<i>Datos para el cangrejo rojo P. clarkii</i>	12
<i>Tabla 4: Código identificativo de las estaciones o puntos de muestreo</i>	47
<i>Tabla 5: Resumen de los muestreos realizados en el río Úrbel entre los años 1999 y 2016</i>	50
<i>Tabla 6: Resumen de los muestreos de visón americano Neovison vison realizados en el río Arlanzón entre los años 1999 y 2016</i>	63
<i>Tabla 7: Resumen de los muestreos de visón americano Neovison vison realizados en el río Ausín entre los años 1999 y 2016</i>	66
<i>Tabla 8: Resumen de los muestreos de visón americano Neovison vison realizados en el río Cogollos entre los años 1999 y 2016</i>	68
<i>Tabla 9: Resumen de los muestreos de visón americano Neovison vison realizados en el río Hormazuela entre los años 1999 y 2016</i>	70
<i>Tabla 10: Resumen de los muestreos de visón americano Neovison vison realizados en el río Rioseras entre los años 1999 y 2016</i>	72
<i>Tabla 11: Resumen de los muestreos de visón americano Neovison vison realizados en el río Ubierna entre los años 1999 y 2016</i>	74
<i>Tabla 12: Resumen de los muestreos de visón americano Neovison vison realizados en el río Úrbel entre los años 1999 y 2016</i>	77
<i>Tabla 13: Resumen de los muestreos de visón americano Neovison vison realizados en el río Vena entre los años 1999 y 2016</i>	79
<i>Tabla 14: Resumen de los muestreos de visón americano Neovison vison realizados en el río Viejo entre los años 1999 y 2016</i>	81

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Aparejo de captura pasiva tipo trampa (butrón de doble entrada) utilizado para atrapar ambas especies de cangrejos.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2: Ejemplo de ficha de “Datos de capturas” de la trampa número 1 de la estación de muestreo URB-1.01.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3: Diferenciación de rostro y quelas de las tres especies de cangrejos presentes en la provincia de Burgos.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4: Medición del peso de un buen ejemplar macho adulto de cangrejo señal P. leniusculus.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 5: Ficha de “Características generales de la estación de muestreo”.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 6: Ejemplo de hoja de cálculo de Microsoft Excel utilizada para incorporar los datos extraídos de las fichas “Resumen de capturas” de cada estación de muestreo.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 7: Huella de visón americano Neovison vison avistada en la ribera del río Arlanzón</i>	<i>20</i>
<i>Figura 8. Capa de vías de comunicación sin topología (a) o con ella (b)..</i>	<i>35</i>
<i>Figura 9: Trampa de vida para la captura de visón americano Neovison vison colocada en la ribera e integrada con el medio.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 10: Retirada de trampas de vida de visón americano Neovison vison por dos agentes. 41</i>	
<i>Figura 11: Fotografías realizadas a cada ejemplar haciendo hincapié en la dentadura y el diseño de la mancha.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 12: “Ficha tipo de control estación de trampeo”.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 13: Ejemplo de hoja de cálculo de Microsoft Excel utilizada para incorporar los datos extraídos de las fichas “Resumen de capturas total” de cada estación de muestreo</i>	<i>48</i>
<i>Figura 14: Modelo de tabla de Microsoft Excel utilizada para crear la capa de estaciones de muestreo GEOVIS_SUB_ARLANZON</i>	<i>52</i>
<i>Figura 15: Modelo de tabla de Microsoft Excel utilizada para crear la capa de datos asociados a cada estación de muestreo SUB_VIS_UHA_AÑO.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 16: Esquema de la geodatabase de archivos GEO_VISON y de sus datasets de entidades.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 17: Propiedades del dataset de entidades. Sistema geodésico de referencia empleado</i>	<i>55</i>
<i>Figura 18: Demarcaciones Hidrográficas de la provincia de Burgos</i>	<i>56</i>
<i>Figura 19: Unidades Hidrográficas de Análisis (U.H.A.) utilizadas en el estudio previo de Camarero para la provincia de Burgos..</i>	<i>57</i>
<i>Figura 20: Barra de herramientas de Edición Red Geométrica</i>	<i>58</i>
<i>Figura 21: Barra de herramientas de Análisis de Redes de Servicios de ArcMap®</i>	<i>58</i>
<i>Figura 22: Herramienta Establecer la Dirección de Flujo de ArcToolbox®.</i>	<i>59</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Ejemplo de gráfico de barras elaborado con Microsoft Excel y utilizado para comparar los índices de abundancia</i>	<i>12</i>
<i>Gráfico 2: Histograma “Día de trampeo – capturas”</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico 3: Ejemplo de gráfico de barras elaborado con Microsoft Excel y utilizado para comparar los índices de abundancia</i>	<i>50</i>
<i>Gráfico 4: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Arlanzón.</i>	<i>64</i>
<i>Gráfico 5: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Arlanzón entre 1999 y 2016.</i>	<i>65</i>
<i>Gráfico 6: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Ausín.</i>	<i>67</i>
<i>Gráfico 7: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Arlanzón entre 1999 y 2016.</i>	<i>67</i>
<i>Gráfico 8: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Cogollos..</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico 9: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Cogollos entre 1999 y 2016.....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico 10: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Hormazuela.....</i>	<i>71</i>
<i>Gráfico 11: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Hormazuela entre 1999 y 2016.</i>	<i>71</i>
<i>Gráfico 12: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Rioseras..</i>	<i>72</i>
<i>Gráfico 13: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Rioseras entre 1999 y 2016.</i>	<i>73</i>
<i>Gráfico 14: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Ubierna.</i>	<i>75</i>
<i>Gráfico 15: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Ubierna entre 1999 y 2016.</i>	<i>76</i>
<i>Gráfico 16: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Úrbel.....</i>	<i>77</i>
<i>Gráfico 17: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Úrbel entre 1999 y 2016.</i>	<i>78</i>
<i>Gráfico 18: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Vena.....</i>	<i>80</i>
<i>Gráfico 19: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Vena entre 1999 y 2016.</i>	<i>81</i>
<i>Gráfico 20: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Viejo..</i>	<i>82</i>
<i>Gráfico 21: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Viejo entre 1999 y 2016.</i>	<i>82</i>

RESUMEN

1. RESUMEN

El presente estudio pretende analizar la evolución de la distribución espacial del visón americano *Neovison vison*, especie depredadora catalogada como exótica invasora según el *Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*, en relación con la presencia de otras dos especies presa también incluidas en dicho *Catálogo*: el cangrejo rojo *Procambarus clarkii* y el cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus*.

Se toma como área de estudio la subcuenca del Arlanzón en la provincia de Burgos, basándonos en la disponibilidad de datos de campo obtenidos en muestreos y capturas realizadas durante una serie de años por el personal del Servicio Territorial de Medio Ambiente de esta provincia, y por presentar su área de influencia unas características geográficas muy particulares.

Se adopta a su vez una metodología que sirva de referencia a futuros inventarios, desde la planificación de los trabajos de campo hasta el posterior análisis informático utilizando los potentes y actuales Sistemas de Información Geográfica (SIG), y en particular la base de geodatos o geodatabase como nuevo formato de datos orientado a objetos y las redes geométricas como modelos para relacionar estos objetos topológicamente, dadas sus características esenciales de conectividad y dinamismo.

ANTECEDENTES

2. ANTECEDENTES

2.1. Introducción

Las invasiones biológicas son una de las mayores y crecientes amenazas para la diversidad biológica autóctona. Múltiples son los estudios que han manifestado su inquietud ante el impacto que las especies exóticas invasoras están realizando sobre la biodiversidad, la salud pública y la economía tanto a nivel europeo como nacional.

Por otro lado, hay que destacar, el desconocimiento que la sociedad (a nivel general) tiene sobre este problema, por lo que la educación ambiental se ha convertido en un factor clave a la hora de controlar y erradicar este tipo de problemas biológicos.

En el presente estudio, focalizado en la invasión del visón americano *Neovison vison* en la subcuenca del Arlanzón, se intenta determinar las causas de la dispersión de esta especie, así como la interacción con otras especies exóticas sobre las cuales depreda, el cangrejo rojo *Procambarus clarkii* y el cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus*. Estas dos últimas especies, ya fueron estudiadas mediante una metodología muy similar en el estudio “Análisis de la evolución poblacional de cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus* y cangrejo rojo *Procambarus clarkii* en la provincia de Burgos mediante redes geométricas en una geodatabase” (Camarero 2015), y aprovecharemos los resultados obtenidos en él, para intentar determinar la relación existente entre el visón americano *Neovison vison* y las especies exóticas de cangrejos que habitan en la subcuenca del Arlanzón.

Existe abundante normativa que atañe a estas especies objeto de estudio, la cual se desarrollará de manera más detallada en los siguientes apartados.

Todas estas especies están catalogadas como “Especies exóticas e invasoras” lo que aporta al presente estudio de un interés especial a la hora de conocer de manera precisa la distribución de estas especies y su abundancia, con el fin de poder tomar medidas preventivas y correctoras de cara a un futuro próximo.

La posibilidad de llevar a cabo este Trabajo de Investigación viene a consecuencia de un arduo trabajo de recogida de datos en campo, en gran medida, gracias a la puesta en marcha en 2001 del proyecto sobre “La conservación del visón europeo en Castilla y León. LIFE 00NAT/E/007299” (Temiño 2004). El proyecto LIFE finalizado en 2004 fue el punto de partida de un programa de control de visón americano en la provincia de Burgos que se ha mantenido de forma ininterrumpida hasta la actualidad. El control de visón americano constituye una herramienta muy eficaz para evitar su expansión hacia las zonas de presencia de visón europeo *Mustela lutreola* cuyo límite de distribución más occidental se encuentra en la provincia de Burgos en algunos ríos de la cuenca del Ebro.

Hay que destacar también la importancia que tienen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a la hora de trabajar con poblaciones vivas y ecosistemas, ya que integran de manera visual toda la información necesaria junto con atributos de carácter cuantitativo o de otro tipo. Mediante la creación de redes geométricas, permiten

conocer la conectividad entre ríos (líneas) y estaciones de muestreo (puntos), de modo que nos permitirán analizar de forma precisa los elementos que componen la red.

2.2. Estudios previos

El presente estudio, se fundamenta en gran parte, en el trabajo realizado en 2015 por Sebastián Camarero Pascual, “Análisis de la evolución poblacional de cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus* y cangrejo rojo *Procambarus clarkii* en la provincia de Burgos mediante redes geométricas en una geodatabase”.

En dicho trabajo, se puede observar la evolución de las poblaciones de las dos especies exóticas de cangrejo en la provincia de Burgos, así como sus índices de abundancia y su distribución espacial, durante el periodo comprendido entre 2001 y 2008.

Ese estudio previo, nos permitirá cumplir el objetivo principal de determinar el grado de influencia que ha tenido el cangrejo señal *P. leniusculus* y el cangrejo rojo *P. clarkii* en la dispersión del visón americano *N. vison*.

2.2.1. Metodología previa

Además de los resultados obtenidos en el estudio previo (Camarero 2015), se considera que la metodología seguida en dicho estudio, servirá de base al presente trabajo, dado que en muchos aspectos (ecológicos en su mayoría) coinciden o son muy similares.

Además, los resultados obtenidos van a verse condicionados, de una parte, por el grado de cualificación y experiencia de los muestreadores, y de otra, no menos importante, por su implicación en el proyecto (Camarero 2015).

La principal tarea, y en mi opinión la de mayor importancia, fue la de planificar todo el estudio, labor de gran esfuerzo económico y humano. Fue imprescindible concretar un calendario de trabajo para la realización de las tareas de campo, que básicamente se realizaron entre el 1 de septiembre y el 15 de noviembre de cada año.

Otro de los cometidos de mayor relevancia de cara a acciones futuras, fue la elección y geolocalización de las estaciones de muestreo. La utilización de GPS para la obtención de las coordenadas de cada estación de muestreo, permitió ubicar los mismo en el plano de manera sencilla y rápida gracias a la capacidad operativa de los sistemas de información geográfica (SIG) (Camarero 2015).

El siguiente paso fue el de ubicar las trampas en los puntos ya georreferenciados. En la realización del muestreo se utilizan aparejos de captura pasiva tipo trampa (**Figura 1**), que atrapan en su interior a los cangrejos que, a través de unas aberturas en forma de embudo, entran en ellas atraídos por el cebo. Estos aparejos sirven para estimar variedad de parámetros biológicos, tales como crecimientos, ciclos reproductivos, conductas migratorias, distribución en una masa de agua, tendencias de la actividad diurna y nocturna y dietas alimentarias. Se utilizan para la estimación de abundancias


y de posibilidades de aprovechamiento de las poblaciones piscícolas (García de Jalón et al. 1993).



Figura 1: Aparejo de captura pasiva tipo trampa (butrón de doble entrada) utilizado para atrapar ambas especies de cangrejos (Fuente: (Camarero 2015)).

Antes de sacar las trampas se observa si hay presencia de cangrejos vadeando por las inmediaciones, restos de ellos devorados por depredadores o excrementos de éstos (Arce 2011).

Una vez concluida la tarea de vaciado de una trampa, se procede a la toma de datos, siendo ésta una tarea sistemática, para evitar así la obtención de datos sesgados (Camarero 2015). Preparados los dos muestreadores, con todos los materiales necesarios, se dividen las tareas: mientras uno manipula las capturas, midiendo y pesando los cangrejos, el otro rellena la “*Ficha de datos de capturas*” (**Figura 2**) y determina la posición con el GPS.

 CONTROL DE POBLACIONES DE CANGREJOS FICHA DE DATOS DE CAPTURAS														
Río: URBEL		Fecha: 23/09/2004			Localidad: FRANDOVÍNEZ									
Punto de muestreo: URB - 1.01		Trampa nº: 1			Coordenadas: 30 T 431051 4685065									
	ESPECIE		SEXO		ESTADO SEXUAL		PUESTA		ÍNDICE DE PARASITACIÓN (de 0 a 4)	LONGITUD (mm) Rostro-Cefalotórax			PESO (g)	OBSERVACIONES
	Señal	Rojo	Macho	Hembra	Maduro	Inmaduro	Si	No		< 45	≥ 45	≥ 50		
1	1		1		1				1-2			57	59	
2	1		1		1				1			45		32
3	1			1		1			0-1	43				28
4	1			1	1				0-1			51	48	
5	1			1	1				0-1			52	50	
6	1		1		1				0-1		47			34
7	1		1		1				2-3			57	67	
8		1	1		1				0-1			50	27	
9		1	1		1				0-1			54	33	
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42														
43														
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														
TOTAL SEÑAL	7		4	3	6	1	3	0-3	7	6	4			
TOTAL ROJO		2	2	0	2	0		0-1	2	2	2			

OBSERVACIONES: Presencia de ambas especies. Se captura un visón americano *Neovison vison*.

Figura 2: Ejemplo de ficha de “*Datos de capturas*” de la trampa número 1 de la estación de muestreo URB-1.01. Se han modificados los datos para resaltar la información más relevante (Fuente: (Camarero 2015)).

Los elementos que se reflejan en la ficha de “*Datos de capturas*” pueden ser de utilidad para futuras investigaciones o estudios, por lo que se deben coger esos datos con la mayor rigurosidad posible. En el presente trabajo nos centraremos en la diferenciación de especies.

En los puntos en los que no se obtuvieron capturas, pero sí se observaron restos de cangrejos depredados, se utilizan las partes más resistentes del exoesqueleto de estos (rostro y quelas) para identificar (**Figura 3**) de que especie se trata (Arce 2011).

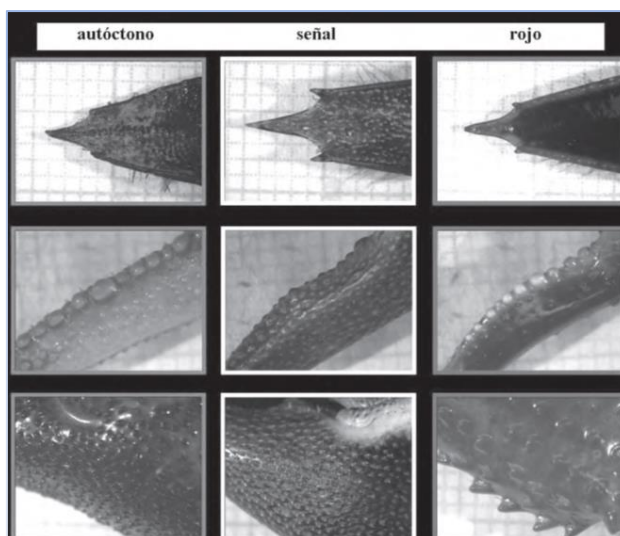


Figura 3: Diferenciación de rostro y quelas de las tres especies de cangrejos presentes en la provincia de Burgos. Cangrejo de patas blancas *Austropotamobius italicus* (izquierda), cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus* (centro) y cangrejo rojo *Procambarus clarkii* (derecha). (Fuente: (Arce 2011)).

Otros aspectos como el tamaño, son de suma importancia ya que junto con la densidad permitieron elaborar distintos índices de abundancia, los cuales pueden arrojar resultados muy diversos a la hora de determinar distintos procesos ecológicos (Camarero 2015).

Se tomaron los datos (en gramos) del peso de cada captura, sobre una submuestra de 10 individuos de cada especie (si los hubiera), por cada una de las trampas. La medición se realizó con una balanza digital y una precisión de 1 g (Figura 4).



Figura 4: Medición del peso de un buen ejemplar macho adulto de cangrejo señal *P. leniusculus* (Fuente: (Camarero 2015)).

Tras concluir las labores realizadas en campo, se procedió a la ejecución del trabajo de gabinete, el cual comienza por la elaboración de las “*Fichas de características generales*” (Figura 5).

En ellas, se recopilan los datos invariables que van a permitir la identificación y ubicación exacta del punto y su relación con los datos obtenidos en las fichas de captura:

Número de ficha: para nombrar e identificar los puntos de muestreo se establece el siguiente código:

- *Tres letras mayúsculas seguidas de un guion.* Generalmente coinciden con las primeras tres letras del nombre de la unidad hidrográfica básica de muestreo (río o arroyo), excepto cuando estas se repiten para diferentes cursos o el nombre de éste es compuesto. Los códigos asignados pueden verse en la única tabla del ANEJO II.

- *El número de orden de cada punto seguido de un punto ortográfico.* Como los puntos de muestreo se van creando año tras año, ampliando su número en función de la distribución natural de las poblaciones; y como esa distribución a menudo no coincide con los límites inferiores y superiores de los cursos fluviales, los puntos de muestreo no siempre son correlativos en cuanto a su ubicación. Así, puede ocurrir que el número de orden de los puntos de los tramos intermedios de los cursos fluviales comience desde 1, cuando en realidad este número de orden hubiera de haberse empleado para el punto del límite inferior más próximo a su desembocadura.

- *Las dos últimas cifras del año en que se creó.* Aunque el mismo punto se siga utilizando en años posteriores, siempre se utiliza el mismo código de año para nombrarlo. Si por cualquier motivo (mala accesibilidad, cambios de caudal, etc.) hubiera de encontrarse una nueva ubicación, se renombraría de la misma manera pero con los dígitos del año cambiados; y por supuesto se crearía un nuevo punto.

Tabla 1: Código identificativo de las estaciones o puntos de muestreo (Fuente: (Camarero 2015)).

CODIGO RIO	CODIGO PUNTO	CODIGO AÑO
Tres letras mayúsculas (-)	Número de orden de cada punto Letra mayúscula (punto) número de orden	(punto) dos últimas cifras del año de creación
AZO-	10	.05

Fecha: se especificó la fecha en que el punto se creó y muestreó por primera vez.

Nombre de la unidad hidrográfica básica de muestreo: se anotó el nombre de la masa de agua donde se ubica el punto (río, arroyo, laguna, etc.).

Término municipal en el que se encuentra: en caso de términos municipales muy extensos se utilizó el nombre de las Juntas Administrativas o pedanías.

Descripción abreviada del punto: se empleó una referencia significativa que ayudase a la localización espacial del punto (p.e. puente carretera, puente ferrocarril, final del camino, molino, presa, etc.)

Coordenadas: se utilizó la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM) al quedar el eje N-S de la provincia burgalesa muy centrado en su huso 30 N y ser el sistema de coordenadas más usual y conveniente utilizado por los SIG (Peña Llopis 2009a).

Junta de Castilla y León DELEGACIÓN TERRITORIAL DE BURGOS Servicio Territorial de Medio Ambiente BURGOS		CONTROL DE POBLACIONES DE CANGREJOS FICHA DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO	
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:			
Ficha Nº	URB-1.01	Fecha	06/11/2001
Río	URBEL	Localidad	FRANDOVÍNEZ
Punto de muestreo	salida del azud del molino de Santa Marta		Coordenadas
			30 T 431051 4685065
		Altitud (msnm)	816,5
CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO MUESTREADO:			
Anchura del cauce (m)	6-8	Tipo de fondo	Gravoso
Profundidad (m)	0,5-1	Refugios	Raíces y cuevas
		Tipo	Orilla
GRANULOMETRÍA:			
% Arcilla	5	% Arena	25
% Limo	5	% Grava	40
		% Canto	25
		% Roca	-
VELOCIDAD DE LA CORRIENTE:			
		Tipo de flujo	Tabla
VEGETACION:			
Vegetación de ribera	Salix sp.		% Cobertura
			5
Vegetación del cauce (sumergida)	Phragmites communis (carrizo), Typha sp. (espadañas), Sium latifolium (berraño).		% Cobertura
			80
FAUNA:			
Fauna	Ardea cinerea (garza real), Arvicola sapidus (rata de agua), Neovison vison (visón americano)		
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:			
Temperatura agua (°C)	13,5	pH	7,5-8
Temperatura ambiental (°C)	23	Dureza total (°d)	35
Eutrofización	Baja	Dureza de carbonatos (°d)	17
Turbidez	Baja	Amonio (mg/L NH4+)	0,5
		Nitritos (mg/L NO2-)	1,0
		Nitratos (mg/L NO3-)	10
		Conductividad (µS/cm)	-
		Oxígeno (mg/L)	-
OBSERVACIONES:			
Punto de fácil acceso desde la localidad de Frandovínez. Aguas arriba de la desembocadura y del puente del camino de concentración. Presencia de visón americano y de ambas especies de cangrejos (señal y rojo). Punto aguas abajo del acotado de Villarmentero.			

Figura 5: Ficha de "Características generales de la estación de muestreo" (Fuente: (Camarero 2015)).

Como se apuntaba anteriormente, el siguiente paso fue asociar la información recogida en la ficha anterior con los datos de las capturas obtenidas en esa localización o estación de muestreo (Camarero 2015). Para ello se elabora la "Ficha de datos de captura" de cata trampa (Figura 2).

De los datos de cada una de las estaciones de muestreo se obtiene la información y los valores para diseñar la tabla de la hoja de cálculo de Microsoft Excel que se muestra en la Figura 6.

RESULTADO MUESTREO CANGREJO SEÑAL Y ROJO. RÍO ÚRBEL.
 Fecha de muestreo: 22 - 24 de septiembre de 2004.

PUNTO	Nº INDIVIDUOS		SEX-RATIO				Nº MÁX. /BUTRON	Nº TRAMPAS			I.A.		I.A.(4,5)	I.A.(5)	ÍNDICE MEDIO PARASITACIÓN (de 0 a 4)	Nº INDIVIDUOS <i>P. leniusculus</i>		
	SEÑAL	ROJO	MACHO		HEMERA			SEÑAL	ROJO	SEÑAL	ROJO	SEÑAL				ROJO	>45 mm	>50 mm
	SEÑAL	ROJO	SEÑAL	ROJO	SEÑAL	ROJO	SEÑAL	ROJO	TOTAL	CON PESCA	VALIDAS	SEÑAL	ROJO	SEÑAL	ROJO			
URB-1.01	28	11	14	10	14	1	11	6	4	4	4	7,00	2,75	6,25	3,50	0-2	25	14
URB-2.01	42	1	19	1	23	0	18	1	4	3	3	14,00	0,33	9,33	5,67	1	28	17
URB-3.01	80	2	45	2	35	0	29	2	4	4	4	20,00	0,50	16,00	9,25	0-1	64	37
URB-3.03	42	0	24	0	18	0	25	0	2	2	2	21,00	0,00	19,00	13,00	0-1	38	26
URB-4.01	41	0	22	0	19	0	14	0	4	4	3	13,67	0,00	12,00	8,00	0-1	36	24
URB-5.01	80	0	49	0	31	0	28	0	4	4	4	20,00	0,00	17,75	10,25	0-1	71	41
URB-5.03	39	0	21	0	18	0	20	0	2	2	2	19,50	0,00	15,50	11,00	0-1	31	22
URB-6.01	64	0	44	0	20	0	27	0	4	4	4	16,00	0,00	9,25	4,25	0-1	37	17
URB-6.03	34	0	14	0	20	0	18	0	2	2	2	17,00	0,00	11,50	6,50	0-1	23	13
URB-7.01	44	0	19	0	25	0	16	0	4	4	4	11,00	0,00	10,00	5,25	1	40	21
URB-8.01	81	0	38	0	43	0	35	0	4	4	4	20,25	0,00	14,25	5,75	0-1	57	23
URB-8.02	65	0	27	0	38	0	22	0	4	4	4	16,25	0,00	10,25	5,75	1	41	23
URB-9.01	32	0	13	0	19	0	10	0	4	4	4	8,00	0,00	4,00	2,00	0-1	16	8
URB-10.03	67	0	33	0	34	0	19	0	4	4	4	16,75	0,00	9,75	3,50	0-1	39	14
14	739	14	382	13	357	1	35	6	50	49	48	15,74	1,19	11,77	6,69	0-1	546	300
2	70	12	33	11	37	1	18	6	8	7	7	10,50	1,54	7,79	4,58	1	53	31
4	243	2	140	2	103	0	29	2	14	14	13	18,67	0,50	16,19	10,13	0-1	138	87
4	181	0	98	0	83	0	27	0	12	12	12	15,88		11,56	6,75	0-1	202	114
4	245	0	111	0	134	0	35	0	16	16	16	15,31		9,56	4,25	0-1	153	68

Coto de "VILLARMENTERO 2004" Coto de "LADOSO 2004"

OBSERVACIONES: se mantienen las capturas de **cangrejo rojo** (puntos 1, 2 y 3.01) aguas abajo del límite inferior del acotado de "Villarmentero", a pesar de la expansión que ha experimentado la población de señal. Los **índices de abundancia** en ambos acotados son elevados, observándose una **fuerte expansión** (posibilidad de creación de nuevos acotados) aguas arriba de dichos tramos. El **índice de parasitación** se mantiene entre 0 y 1.

Figura 6: Ejemplo de hoja de cálculo de *Microsoft Excel* utilizada para incorporar los datos extraídos de las fichas "Resumen de capturas" de cada estación de muestreo (Fuente: (Camarero 2015)).

A partir de la información recopilada en la tabla de la **Figura 6** se elaboran los resúmenes generales, para ambas especies de cangrejo por separado, así como los muestreos realizados en la unidad hidrográfica básica determinada para un año en particular y para un periodo de tiempo determinado.

Tabla 2: Resumen de los muestreos realizados en el río Úrbel entre los años 2001 y 2008. Datos para el cangrejo señal *P. leniusculus* (Fuente: (Camarero 2015)).

Muestreo	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Fecha	5-6/11	14-15/10	17-19/9	22-24/9	19-21/9	6-8/9	10-12/9	6-8/10
Puntos muestreados	10	10	14	14	16	20	21	21
Puntos positivos	9	10	14	14	16	20	21	21
Puntos negativos	1	0	0	0	0	0	0	0
Trampas totales	40	40	49	50	64	58	54	42
Trampas con capturas	30	40	48	49	64	57	51	41
Trampas válidas	40	40	48	48	64	57	50	41
Total cangrejos	217	314	794	739	1137	1120	916	442
Nº machos	182	245	423	382	601	428	339	254
Nº hembras	35	69	371	357	536	692	577	188
Relación sexos (M:H)	1:0,2	1:0,3	1:0,9	1:0,9	1:0,9	1:1,6	1:1,7	1:0,7
Nº máx. cang./trampa	nd	21	39	35	46	48	37	27
I.A.	6,03	7,85	17,00	15,74	17,77	19,31	17,88	10,74
I.A.(45)	4,68	4,80	12,64	11,77	8,48	11,35	12,54	6,63
I.A.(50)	3,23	2,88	7,74	6,69	3,31	4,00	5,40	3,53
Índice de parasitación	0-2	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-2	0-1

Tabla 3: Resumen de los muestreos realizados en el río Úrbel entre los años 2001 y 2008. Datos para el cangrejo rojo *P. clarkii* (Fuente: (Camarero 2015)).

Muestreo	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Fecha	5-6/11	14-15/10	17-19/9	22-24/9	19-21/9	6-8/9	10-12/9	6-8/10
Puntos muestreados	10	10	14	14	16	20	21	21
Puntos positivos	1	2	4	3	1	3	2	1
Puntos negativos	9	8	10	11	15	17	19	20
Trampas totales	40	40	49	50	64	58	54	42
Trampas con capturas	1	3	7	6	1	4	3	1
Trampas válidas	40	40	48	48	64	57	50	41
Total cangrejos	1	3	10	14	1	8	12	1
Nº machos	1	0	9	13	1	6	9	1
Nº hembras	0	3	1	1	0	2	3	0
Relación sexos (M:H)	nd	nd	1:0,1	1:0,1	nd	1:0,3	1:0,3	nd
Nº máx. cang./trampa	1	1	3	6	1	4	7	1
I.A.	0,25	0,38	0,63	1,19	0,25	0,89	2,67	0,50
Índice de parasitación	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0

En las **Tablas 2 y 3** podemos ver resumido la información para las poblaciones de cangrejo señal *P. leniusculus* y para cangrejo rojo *P. clarkii* respectivamente, para el mismo periodo de tiempo. En el caso del cangrejo rojo solo se ha calculado un índice de abundancia (I.A.), por los motivos anteriormente explicados.

A partir de estos índices de abundancia se puede hacer un análisis gráfico, tal y como se muestra en el **Gráfico 1**, donde se puede analizar los resultados obtenidos en 2014 para el cangrejo señal *P. leniusculus*.

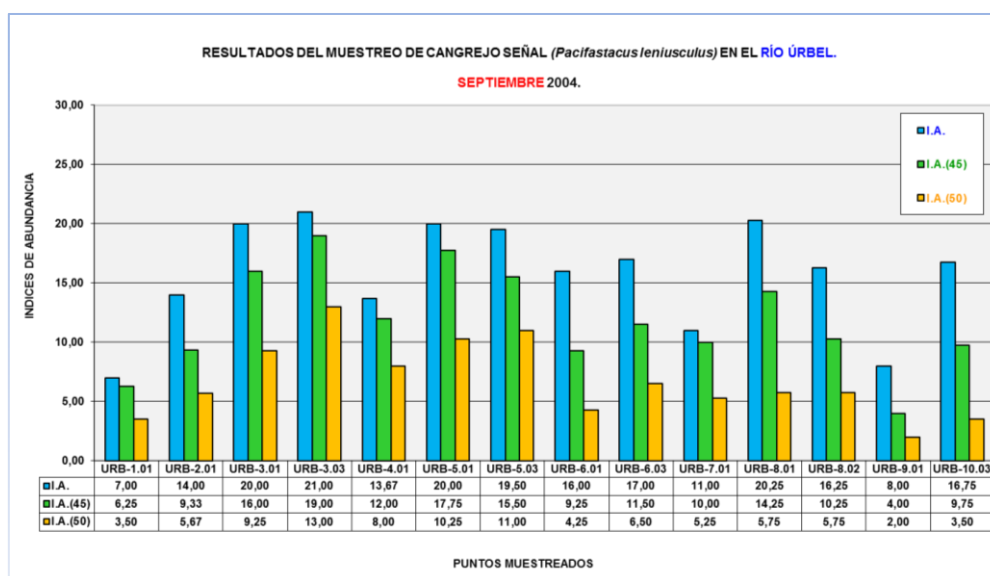


Gráfico 1: Ejemplo de gráfico de barras elaborado con *Microsoft Excel* y utilizado para comparar los índices de abundancia entre las distintas estaciones de muestreo del río Úrbel en septiembre de 2004 (Fuente: (Camarero 2015)).

Finalmente se realizaron las labores de *Análisis Espacial*, las cuales comprenden la obtención y modificación de capas y cartografía digital, la creación de la geodatabase y de los datasets de entidades, la creación de la red geométrica, el análisis cartográfico, y la elaboración de los planos finales.

Debido a que el presente trabajo seguirá los mismos pasos en cuanto a labores de *Análisis Espacial* se refiere, se explicará más detalladamente cada uno de esos apéndices en el apartado de *Material y Métodos* de este proyecto.

2.3. Antecedentes naturales

En los siguientes apartados se describen los aspectos relacionados con las tres especies de cangrejo de río así como las dos especies de visón presentes en la subcuenca del Arlanzón.

En este caso y a pesar de que no se trata de las especies objeto de estudio, se hará un breve repaso a la situación del cangrejo de patas blancas *Austropotamobius italicus* y a la del visón europeo *Mustela lutreola*. En el caso del cangrejo *Austropotamobius italicus* es de vital importancia conocer la ecología de la especie, ya que está catalogada como especie “Vulnerable” a nivel nacional, al estar incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de España (Verdú & Galante 2006). El caso del visón europeo es similar, ya que está catalogada como “En peligro” a nivel nacional y europeo en el Libro Rojo de los Vertebrados de España.

La metodología aplicada en este estudio permitirá a los agentes implicados en la toma de decisiones obtener una información delimitada cartográficamente, que permita comparar en el tiempo y el espacio la evolución y abundancia de las poblaciones de *P. leniusculus*, *P. clarkii* y *N. vison*, y concluir el grado de amenaza u oportunidad (Tablado et al. 2010) que supone cada una de ellas.

2.3.1. El cangrejo de patas blancas *Austropotamobius italicus*

El cangrejo de patas blancas *A. italicus* se trataba del único cangrejo presente en la subcuenca del Arlanzón hasta la aparición de las otras dos especies exóticas (Faxon, 1914).

A nivel específico existe una diferencia dentro del taxón considerado previamente como *Austropotamobius pallipes*, diferenciándose dos especies: *A. pallipes* y *A. italicus* al que corresponden las poblaciones de la Península Ibérica (Grandjean et al. 2001; Trontelj et al. 2005). De este modo los individuos ibéricos se adscriben a la subespecie tipo, *A. italicus italicus*, con la posible excepción de las poblaciones del río Muga (Girona).

Su área de distribución histórica estaba ligada a la España caliza (Alonso et al. 2000), ocupando buena parte de la meseta Norte y sistema Ibérico, cordilleras Béticas, la Cordillera Cantábrica, Pre pirineo, sierras levantino-catalanas y Mancha oriental. Tras la fuerte desaparición que tuvo lugar entre los años 1970 y 1980, su distribución ha quedado reducida a cinco núcleos aislados entre sí (Alonso et al. 2000): 1) mitad norte

de la cuenca del Duero, Cordillera Cantábrica y Prepirineo, 2) Alto Tajo, Serranía de Cuenca y Sistema Ibérico meridional, 3) sierras Béticas, 4) Pirineos orientales y 5) sierras Levantinas..

Aunque puede ocupar ambientes muy diversos, desde cursos de montaña a tramos medios, lagunas, embalses, charcas e incluso canales artificiales, en la actualidad se encuentra principalmente en pequeños y medianos cursos y charcas permanentes en las cabeceras de cuenca de litologías carbonatadas, aislados del resto de la red fluvial bien por barreras físicas bien por tramos que quedan en seco (Alonso et al. 2000).

Las biomazas puntuales, para poblaciones en buen estado en ríos de montaña caliza, se han calculado entre 7 g/m² y 120 g/m². Puede llegar a alcanzar los 120mm de longitud total y en cautividad llega a los 15 años de edad, si bien en las poblaciones naturales las edades superiores a los 6-8 años no parecen muy frecuentes (Alonso 2004)

Uno de los factores de amenaza más importante que tuvieron lugar fue la introducción y expansión de los cangrejos señal *P. leniusculus* y rojo *P. clarkii*, transmisores de la afanomicosis y reservorios permanentes de esta enfermedad.

Entre finales de los años 1970 y mediados de los años 1980 se produjeron grandes mortandades por afanomicosis (Diéguez-Urbeondo et al. 1997) que originaron su desaparición generalizada a nivel nacional.

En el caso de la provincia de Burgos, y más concretamente en la subcuenca del Arlanzón, la presencia de *A. italicus* ha quedado reducida a poblaciones aisladas por barreras físicas, donde las especies exóticas no han llegado a colonizar aún.

Por otro lado, en Navarra (Diéguez-Urbeondo et al. 1997) y Burgos (Temiño & Sáez-Royuela 1998) existen estudios que demuestran que al menos un tercio de los casos de desaparición de las poblaciones de *A. italicus* de la década de los 70 – 80 se debe a la sequía climática, la contaminación, las alteraciones del hábitat y a la pesca furtiva.

2.3.2. El cangrejo rojo *Procambarus clarkii*

El cangrejo rojo *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) es una especie originaria del noreste de México y el sur central de EE.UU (GSID 2014).

Ha sido introducido en al menos 15 estados norteamericanos donde la especie no estaba presente así como en las islas del Caribe, América Central y América del Sur, África, Asia y Europa (Anon 2013).

El cangrejo rojo fue introducido por primera vez en Europa en 1974 en las marismas del Guadalquivir de donde la especie se dispersó muy rápidamente, gracias sobre todo a la acción del hombre (Habsburgo-Lorena 1986).

Tras cinco años de su introducción, aparecieron poblaciones de cangrejo rojo en lugares como la Albufera, el Delta del Ebro o las Tablas de Daimiel (Gaude 1986).

La gran dispersión de la especie se debió en gran medida a las translocaciones realizadas por particulares, que en general, carecían de información sobre los problemas que le ocasionaría la especie al cangrejo de patas blancas *A. italicus*.

La especie ocupa en la actualidad todas la Comunidades Autónomas, siendo más abundante en la mitad sur de la Península (Gutiérrez-Yurrita & Montes 1999). En el norte limita a los tramos bajos de los cursos de agua evitando temperaturas bajas (García-Arberas et al. 2010).

La actividad del cangrejo rojo se define en dos fases, por un lado la fase errática, en la que se observan picos cortos de alta velocidad de locomoción, y por otro lado la fase estacionaria, en la que los cangrejos se esconden en sus refugios por el día y se alimentan al anochecer. Durante la fase errática los machos reproductores se pueden desplazar hasta 17 kilómetros en cuatro días durante el periodo de mayor radiación solar. En horarios crepusculares tienen lugar procesos como la lucha o el apareamiento (Gherardi & Barbaresi 2000; Gherardi 2007).

Se trata de una especie oportunista de crecimiento rápido, llegando a alcanzar 7cm a los tres meses. Se caracteriza por ser una especie omnívora, alimentándose de caracoles, plantas acuáticas, peces, anfibios, vegetales muertos y cadáveres de animales (Correia 2002). La puesta realizada por la hembra oscila entre los 100 y 700 huevos (Ackefors 1999).

Son necesarias cuatro condiciones para que las hembras se reproduzcan: 1) Que haya inducción hormonal, la cual depende del fotoperiodo; 2) Que el hidroperiodo supere los cuatro meses; 3) Que la temperatura sobrepase los 18°C; 4) que el pH se mantenga entre 7 y 8 (Gutiérrez-Yurrita & Montes 1999).

Debido a su tolerancia y adaptabilidad, la especie puede habitar en una gran variabilidad de hábitats, ya no solo de carácter acuático, sino que puede colonizar cuevas y oquedades en periodos de sequía o frío excesivo. Soporta bajos niveles de oxígeno, temperaturas altas (10 – 30°C) y un alto grado de contaminación (Cruz & Rebelo 2007).

Al tratarse de una especie r-estratega (ciclo de vida corto y alta fecundidad) y en consecuencia a su flexibilidad de hábitats, resulta un invasor de mucho éxito y un peligro para los ecosistemas acuáticos (Gherardi 2007).

2.3.3. El cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus*

El cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) tiene origen en la costa oeste de EE.UU. y Canadá, entre las Montañas Rocosas y el Pacífico (GSID 2014)

Está ampliamente distribuido por toda Europa, y en el caso de la Península Ibérica, podemos encontrar poblaciones por todo el territorio, aunque es menos frecuente en el centro y sur peninsular, aunque localmente puede tener poblaciones densas (Alonso et al. 2000).

En España se introdujo en 1974 en las provincias de Soria y Guadalajara para su aprovechamiento en astacifactorías, y al poco tiempo se observaron poblaciones naturales en las proximidades debido a fugas. En 1978 se introdujo de nuevo en Burgos y Cuenca (Habsburgo-Lorena 1979). A mediados de los 90, el cangrejo señal *P. leniusculus* experimentó un crecimiento exponencial, en gran medida a causa de las administraciones de Castilla y León, Navarra y País Vasco (Carral et al. 1993) con el fin de frenar la expansión del cangrejo rojo *P. clarkii* y remplazar al cangrejo de patas blancas *A. italicus* en las masas de agua donde había desaparecido.

Se trata de una especie muy activa, ya que se desplaza aguas arriba y aguas abajo con gran facilidad, sin embargo, su tasa de colonización es lenta (1 km/año). Las poblaciones con individuos de tamaño superior a la media, presentan un crecimiento de población muy rápido, a causa de la poca competencia a la que se ven sometidos. Esto sucede de manera habitual cuando se producen translocaciones de individuos en tramos con ausencia de cangrejos, como es el caso de los ríos Úrbel y Ausín en la subcuenca del Arlanzón (Camarero et al. 2016).

Se alimenta de materia vegetal viva o en descomposición, peces, anfibios e invertebrados acuáticos, así como de otros cangrejos (Lewis 2002).

Es la especie de cangrejo peninsular que presenta una mayor adaptabilidad ecológica, de modo que ocupa una amplia variedad de hábitats, desde pequeños arroyos de montaña hasta grandes lagos naturales (Lewis 2002).

El cangrejo señal *P. leniusculus* se mueve con facilidad por los tramos medios y altos de los ríos, ya que se adapta mejor a zonas oxigenadas, limpias y con presencia de refugios donde ocultarse. Suele excavar galerías en las márgenes de los ríos, pudiendo alcanzar densidades de hasta 14 túneles por metro lineal (Guan 1994).

Un análisis de cepas de *Aphanomyces astaci* demostró que provenían de cangrejo señal *P. leniusculus* (Diéguez-Urbeondo et al. 1997), de modo que se puede demostrar que este cangrejo actúa como vector del hongo.

Además se ha demostrado que presenta otros parásitos que no están presentes de forma natural en *A. italicus*, como es el caso de *Psorospermium haeckeli* (Capdevila-Argüelles et al. 2011)

2.3.4. El visón europeo *Mustela lutreola*

El visón europeo *Mustela lutreola* (Linnaeus 1761) es un pequeño carnívoro de régimen de vida semiacuático que se incluye en la familia *Mustelidae*.

La mayoría de los especialistas españoles en visón europeo se decantan por pensar que la aparición de la especie en España data del siglo XIX y se debe a un proceso de expansión natural procedente del sur de Francia. De hecho, los recientes estudios genéticos realizados a poblaciones de ambos países confirman esta hipótesis (Temiño 2004).

Las primeras citas de visón europeo *M. lutreola* se produjeron en Euskadi y Navarra (Rodríguez de Ondarra 1955). En Castilla y León, los primeros indicios de presencia de la especie, tuvieron lugar en Burgos, en el Condado de Treviño, en los inicios de la década de los noventa, al aparecer dos ejemplares atropellados. Estudios realizados en 1999 y 2000 por la Junta de Castilla y León en las provincias de Burgos y Soria confirmaron la presencia de la especie en la comunidad autónoma (Temiño 2004).

La especie fue incluida en el *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas* (BOE 1990), y posteriormente fue incluida en la categoría de “En peligro de extinción”. Además la especie está incluida en los anexos II y IV de la *Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres* (DOCE 1992). Actualmente aparece en la IUCN como especie en “En peligro crítico” (CR) A3ce (IUCN 2017).

En la actualidad el visón europeo está presente en algunos ríos de la cuenca del Ebro de la provincia de Burgos constituyendo el límite de distribución más occidental de esta especie en Europa. Todos los años en la áreas “frontera” o de contacto entre la cuenca del Ebro y de Duero aparecen nuevos ejemplares de visón europeo en el marco de los trabajos de control poblacional de visón americano lo que evidencia la eficacia de las actuaciones de control de visón americano y su capacidad ralentizar el avance de la especie invasora en áreas frontera.

El visón europeo *M. lutreola* se encuentra presente en los siguientes hábitats de interés comunitario:

- 3150-Lagos eutróficos naturales con vegetación *Magnopotamion* o *Hydrocharition*
- 3250-Ríos mediterráneos de caudal permanente con *Glaucium flavum*
- 3270-Ríos de orillas fangosas con vegetación de *Chenopodium rubri p.p.* y de *Bidention p.p.*
- 3280-Ríos mediterráneos de caudal permanente de *Paspalo-Agrostidion* con cortinas ribereñas de *Salix* y *Populus*

El visón europeo presenta un comportamiento territorial muy marcado, ocupando un solo macho un territorio amplio donde no permite la entrada de individuos adultos del mismo sexo. Se trata de una especie con hábitos nocturnos o crepusculares (Temiño 2004).

De régimen carnívoro, nada, bucea y recorre las orillas de los ríos en busca de pequeños vertebrados y crustáceos. En España consume principalmente peces (madrillas *Chondrostoma miegii*, barbos *Barbus sp.*, truchas *Salmo trutta* y foxinos *Phoxinus phoxinus*), micromamíferos (ratas *Rattus sp.*, ratones *Apodemus sylvaticus*, topillos *Microtus sp.* y musarañas acuáticas *Neomys sp.*) y aves (Ruíz-Olmo & Palazón 1997).

El celo se produce en los meses de febrero y marzo, periodo en el cual, si la hembra no queda fecundada, pueden repetir hasta tres veces. La gestación dura entre 40 y 42

días. Los partos se producen desde finales de mayo a principios de junio, con nacimientos de entre 3 y 5 crías, las cuales nacen ciegas y sin pelo (Temiño 2004).

En cuanto a sus depredadores, en la bibliografía europea se mencionan aves: rapaces nocturnas y águila real *Aquila chrysaetos* y mamíferos: Turón *Mustela putorius*, visón americano *Neovison vison* y nutria *Lutra lutra* (Stroganov 1962; Heptner et al. 1967).

Las causas que han llevado a la precaria situación del visón europeo en España son las siguientes (Temiño 2004):

- Invasión de su área de distribución por el visón americano *N. vison*, competidor ecológico de origen alóctono.
- Riesgo de actuación de epizootias transmitidas por diversos vectores como la enfermedad Aleutiana, ligada al visón americano.
- Presencia de contaminantes que afectan a sus procesos biológicos.
- Pérdida de variabilidad genética por reducción de la población.
- Riesgo de absorción genética de la especie por hibridación con otros mustélidos (como el turón).
- Mortalidad de origen antrópico, sobre todo por atropellos.
- Deterioro del medio: degradación, fragmentación y reducción de su hábitat, las masas acuáticas y la vegetación de ribera.

2.3.5. El visón americano *Neovison vison*

El visón americano *Neovison vison* (Schreber 1777) es un mustélido semiacuático procedente de la región Neártica que ha colonizado buena parte de Europa, Asia oriental y el extremo sur de Sudamérica (Bonesi & Palazon 2006).

La introducción de esta especie en España tuvo lugar a raíz de la instalación de granjas peleteras. La primera granja que se instaló en España fue la de El Espinar, en Segovia, en el año 1958 (Bravo & Bueno 1999).

En apenas un par de años ya se tenía constancia de la existencia de individuos en libertad en esa provincia a causa de fugas (Bravo & Bueno 1999). A raíz de estas fugas o escapes que ha ido teniendo lugar a lo largo del tiempo, así como liberaciones intencionadas y el abandono de granjas por la crisis del sector, han confluído en la situación actual. El resultado es que actualmente la población asilvestrada de visón americano *N. vison* se extiende por buena parte de la mitad septentrional (Palomo et al. 2007; Melero et al. 2010).

Fue declarada como especie exótica invasora en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras el 3 de Agosto de 2013 (BOE 2013b).

Asociado a bosques y zonas de arbustos o matorrales adyacentes a hábitats acuáticos, evitando generalmente áreas abiertas, expuestas y despobladas de

vegetación. Tiene preferencia por altitudes medias y bajas, ocupando cursos, masas de agua y zonas de costa con poco oleaje (Palazón 2003).

En la actualidad el visón americano *N. vison* se encuentra presente en los siguientes hábitats de interés comunitario:

- 3150-Lagos eutróficos naturales con vegetación *Magnopotamion* o *Hydrocharition*
- 3250-Ríos mediterráneos de caudal permanente con *Glaucium flavum*
- 3270-Ríos de orillas fangosas con vegetación de *Chenopodion rubri p.p.* y de *Bidention p.p.*
- 3280-Ríos mediterráneos de caudal permanente de *Paspalo-Agrostidion* con cortinas ribereñas de *Salix* y *Populus*

El visón americano *N. vison* es una especie eminentemente crepuscular, aunque se la puede ver activa durante el día. En los ríos defienden territorios lineales de 1 a 6 km de longitud y hasta 200 m de ancho a lo largo de las orillas de los cursos de agua. Los machos son territoriales, pero ambos sexos solapan ampliamente sus territorios. Suele existir una alta proporción de individuos transeúntes, normalmente subadultos. No obstante, los machos residentes pueden hacerse transeúntes durante la época de celo, tornándose más agresivos con otros machos (Palazón 2003).

El celo comienza en el mes de marzo, y se prolonga durante cuatro semanas. La gestación dura entre 40 y 75 días (con una media de 58), y como en otros Mustélidos, existe implantación diferida. Los partos se producen desde finales de abril hasta mediados de mayo, con un pico en la primera semana de mayo. En libertad, lo más usual son camadas de 4-6 crías (Bravo & Bueno 1999). Marcan el territorio con secreciones glandulares y con sus excrementos. Maduran sexualmente entre los 10 y 11 meses y se aparean una vez al año (Melero et al. 2008).

En un estudio realizado en el río Tormes (Salamanca) a partir de excrementos de la especie, se comprobó la importancia del cangrejo rojo *Procambarus clarkii* y de la rata de agua *Arvicola sapidus* como presas principales del visón americano *N. vison* (García-González et al. 2002).



Figura 7: Huella de visón americano *Neovison vison* avistada en la ribera del río Arlanzón (Fuente: Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos)

Dentro de la península ibérica, el visón americano y el visón europeo coinciden en simpatria¹ en las provincias de Álava, Burgos y La Rioja (Santulli et al. 2014). El visón americano es más grande, agresivo y prolífico que el visón europeo *Mustela lutreola* y ambas especies tienen nichos prácticamente idénticos, por lo que su coincidencia en un mismo lugar conduce a la exclusión del segundo (Balmori et al. 2015). Interfiere, además, en el flujo génico del visón europeo pues, al entrar en celo antes que éste, puede aparearse con sus hembras que, aunque produzcan un embrión inviable, no vuelven a aparearse (Alarcia 2013).

El visón americano es portador de distintas enfermedades como la enteritis vírica, el botulismo C, la neumonía hemorrágica y el Parvovirus de la Enfermedad Aleutiana (ADV) una patología incurable que afecta ya a los ejemplares de visón europeo en España (GEIB 2006).

Por todo ello es necesario aplicar programas de sensibilización asociados a la gestión de especies exóticas invasoras, tanto para su control como para limitar su introducción y comercio (GEIB 2006).

2.4. Antecedentes legales

La reglamentación legal, ha condicionado la gestión y el aprovechamiento de las especies de cangrejo de río en España, al igual que en todas sus Comunidades Autónomas y provincias, de modo que ha condicionado la dinámica de sus poblaciones, su dispersión y su impacto.

¹ *Simpatria*: En biología, se dice que dos especies o poblaciones son simpátricas cuando viven en la misma área geográfica o en áreas que se solapan y son capaces de encontrarse entre ellas.

Lo mismo ocurre con el visón americano, de modo que su dinámica poblacional y su capacidad de dispersión no se han visto frenadas hasta la aprobación de la legislación pertinente.

A continuación se presentará la situación cronológicamente, de modo que se repasarán las normas de ámbito estatal, autonómico y provincial, desde la introducción de las especies de cangrejos hasta nuestros días.

2.4.1. Antecedentes legales nacionales

En un principio, fueron las normas estatales las que regularon el aprovechamiento y conservación de las especies de cangrejos en la comunidad de Castilla y León, hasta que posteriormente se traspasaron dichas competencias a la Comunidad Autónoma.

La promulgación de la hasta hace poco *Ley 6/1992, de 18 de diciembre*, regulaba la pesca de las dos especies de cangrejo que hasta entonces eran consideradas exóticas, mientras que la normativa nacional solo contemplaba la conservación del cangrejo de patas blancas *Austropotamobius italicus* y la comercialización del cangrejo rojo *P. clarkii*.

Finalmente, con la publicación del *Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre*, en aplicación a la *Ley 42/2007*, se incluye al cangrejo rojo *P. clarkii*, al cangrejo señal *P. leniusculus* y al visón americano *Neovison vison* en el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*, de modo que se contemplaba su gestión, control y erradicación.

2.4.1.1. Anteriores a la Ley 42/2007

Partiremos desde la *Resolución del Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza*, publicada el *2 de Marzo de 1974* (BOE 1974). De ella se puede extraer la situación que preocupaba a los expertos de la época con la que hasta entonces era la única especie de cangrejo de la península *A. pallipes* (*Austropotamobius italicus* en la actualidad), de modo que la “peste”, el deterioro de sus ecosistemas y la pesca abusiva, condujeron a la decisión de limitar las capturas (80 cangrejos de talla superior a 8 cm por pescador y día) y el periodo de pesca, venta y transporte (del 21 de junio hasta el 5 de septiembre).

Durante el periodo de 1973 y 1974 se introdujeron en España el cangrejo rojo *P. clarkii* y el cangrejo señal *P. leniusculus*. Sin embargo mientras el cangrejo rojo se podía pescar y comercializar casi de forma inmediata tras su introducción, el cangrejo señal tuvo que esperar su primer periodo de veda (del 1 de Agosto al 15 de Octubre) hasta la *Resolución de la Dirección del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, del 22 de febrero de 1978* (BOE 1978).

La *Resolución de 9 de marzo de 1981*, del *Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza*, por la que se dictan las *normas y medidas de lucha contra la afanomicosis o “peste” de los cangrejos de aguas continentales*, dictó una serie de medidas preventivas frente la dispersión del hongo, pero lo más significativo es que las poblaciones de *A. italicus* seguían siendo aprovechables.

Con la *Resolución de 28 de marzo de 1983, de la Dirección del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza* (BOE 1983), se elimina el periodo de veda del cangrejo rojo *P. clarkii*, dado su carácter invasor, pudiéndose por tanto pescar durante todo el año, sin limitación de horas, tallas y ejemplares por pescador y día.

En el año 1989, se promulga en España la *Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres* (BOE 1989). Tras su entrada en vigor, el único cangrejo cuyo aprovechamiento piscícola está permitido en el territorio español es el cangrejo rojo *P. clarkii*. El cangrejo de patas blancas *A. italicus* queda al margen de la pesca, y se prohíben su tenencia, captura y transporte.

Mientras tanto el visón europeo *Mustela lutreola* aparece catalogada como “Especie de Especial Interés” en el *Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo* (BOE 1990).

Finalmente con la publicación de la *Orden MAM/1653/2003, de 10 de junio* (BOE 2003b), se incluye al cangrejo de patas blancas *Austropotamobius pallipes* (*A. italicus* en la actualidad) en el *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*, en la categoría de “Vulnerable”.

La mayoría de estas normas fueron derogadas con la entrada en vigor de la *Ley 42/2007, de 23 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad* (BOE 2007).

2.4.1.2. La Ley 42/2007

La ya mencionada *Ley 42/2007, de 23 de diciembre* (BOE 2007) viene a derogar y sustituir la *Ley 4/1989, de 27 de marzo*.

Esta Ley establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad española.

La ley establece que las Administraciones Públicas deben dotarse de herramientas que permitan conocer el estado de conservación del patrimonio natural y de la biodiversidad española, y las causas que determinan sus cambios.

El primer Título se considera, en primer lugar, el *Inventario del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*, como instrumento para recoger la distribución, abundancia, estado de conservación y la utilización de dicho patrimonio natural, con especial atención a los elementos que precisen medidas específicas de conservación, o hayan sido declarados de interés comunitario; en particular, en el Inventario se recogerán los distintos catálogos e inventarios definidos en la presente ley y un sistema de indicadores para conocer de forma sintética el estado y evolución de nuestro patrimonio natural (BOE 2007).

El capítulo primero del Título III se centra en la Conservación in situ de la biodiversidad autóctona silvestre, estableciendo en su artículo 54.1 que La Administración General del Estado y las comunidades autónomas, en el ámbito de sus respectivas competencias, adoptarán las medidas necesarias para garantizar la conservación de la biodiversidad que vive en estado silvestre, atendiendo preferentemente a la

preservación de sus hábitats y estableciendo regímenes específicos de protección para aquellas especies silvestres cuya situación así lo requiera, incluyéndolas en alguna de las categorías mencionadas en los artículos 56 y 58 de esta ley (BOE 2007).

De este modo, el cangrejo de patas blancas *Austropotamobius italicus* (legalmente *A. pallipes*), está incluido en el Anexo II como “*especie animal de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación*” y el Anexo VI como “*especie animal de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación y cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión*” (BOE 2007).

Del mismo modo, el visón europeo *Mustela lutreola*, está incluido en el Anexo II como “*especie animal de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación*” y el Anexo V como “*especie animal de interés comunitario que requieren una protección estricta*”

En el artículo 54.2 prohíbe la importación o introducción de especies o subespecies alóctonas cuando éstas sean susceptibles de competir con las especies silvestres autóctonas, alterar su pureza genética o los equilibrios ecológicos (BOE 2007).

En el artículo 56 se crea el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, que se instrumentará reglamentariamente, previa consulta a las comunidades autónomas y que incluirá especies, subespecies y poblaciones que sean merecedoras de una atención y protección particular en función de su valor científico, ecológico, cultural, por su singularidad, rareza, o grado de amenaza, así como aquellas que figuren como protegidas en los anexos de las Directivas y los convenios internacionales ratificados por España.

La inclusión de un taxón o población en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial conllevará la evaluación periódica de su estado de conservación.

Las comunidades autónomas, en sus respectivos ámbitos territoriales, podrán establecer listados de especies silvestres en régimen de protección especial, determinando las prohibiciones y actuaciones suplementarias que se consideren necesarias para su preservación o con el fin de establecer un mayor grado de protección (BOE 2007).

En su artículo 58, en el seno del *Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial*, se establece el *Catálogo Español de Especies Amenazadas* (BOE 2011a) que incluirá, cuando exista información técnica o científica que así lo aconseje, los taxones o poblaciones de la biodiversidad amenazada, incluyéndolos en algunas de las categorías siguientes:

a) En *peligro de extinción*: taxones o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando.

b) *Vulnerable*: taxones o poblaciones que corren el riesgo de pasar a la categoría anterior en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellos no son corregidos.

La catalogación, descatalogación o cambio de categoría de un taxón o población en el Catálogo Español de Especies Amenazadas se realizará por el Ministerio de Medio Ambiente a propuesta de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, a iniciativa de las Comunidades autónomas o del propio Ministerio, cuando exista información técnica o científica que así lo aconseje.

Las Comunidades autónomas, en sus respectivos ámbitos territoriales, podrán establecer catálogos de especies amenazadas, estableciendo, además de las categorías relacionadas en este artículo, otras específicas, determinando las prohibiciones y actuaciones suplementarias que se consideren necesarias para su preservación. Además podrán, en su caso, incrementar el grado de protección de las especies del Catálogo Español de Especies Amenazadas en sus catálogos autonómicos, incluyéndolas en una categoría superior de amenaza (BOE 2007).

En el capítulo Tercero del Título III se aborda la prevención y control de las especies exóticas invasoras, y en el artículo 64 se crea el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*, cuya estructura y funcionamiento se regulará reglamentariamente (BOE 2011b; BOE 2013b) y en el que se incluirán, cuando exista información técnica o científica que así lo aconseje, todas aquellas especies y subespecies exóticas invasoras que constituyan una amenaza grave para las especies autóctonas, los hábitats o los ecosistemas, la agronomía o para los recursos económicos asociados al uso del patrimonio natural.

La inclusión en el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras* conlleva la prohibición genérica de posesión, transporte, tráfico y comercio de ejemplares vivos, de sus restos o propágulos que pudieran sobrevivir o reproducirse, incluyendo el comercio exterior.

2.4.1.3. El Real Decreto 139/2011

El *Real Decreto 139/2011*, de 4 de febrero, para el desarrollo del *Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas* (BOE 2011a) fue elaborado para alcanzar la finalidad que la *Ley 42/2007*, de 13 de diciembre, perseguía en sus artículos 53 y 55.

De este modo el cangrejo de patas blancas *Austropotamobius italicus* (legalmente *A. pallipes*) queda integrado como “*Vulnerable*” en el *Catálogo Español de Especies Amenazadas*. Del mismo modo, el visón europeo *Mustela lutreola* queda incluido en el catálogo categorizado como “*Especie en peligro de extinción*”.

Con la entrada en vigor de este Real Decreto quedan derogados, el anterior catálogo Nacional de Especies Amenazadas, regulado por el Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo (BOE 1990) y la Orden MAM/1653/2003, de 10 de marzo (BOE 2003b).

2.4.1.4. El Real Decreto 630/2013

Siguiendo la política de control² de estas especies exóticas invasoras, se publica en 2011 el *Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre*, por el que se regula el *Listado y Catálogo Español de Especies Exóticas³ Invasoras⁴* (BOE 2011b)

En 2013 se publica el *Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto*, por el que se regula el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras* (BOE 2013b), normativa que se tendrá en cuenta sobre las demás a la hora de realizar este trabajo, dado que se trata de la herramienta más actualizada en cuanto a seguimiento, control y gestión de las poblaciones de visón americano *Neovison vison*, cangrejo rojo *Procambarus clarkii* y cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus*.

El objeto de este real decreto es regular el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*. En el Catálogo se incluyen las especies exóticas para las que exista información científica y técnica que indique que constituyen una amenaza grave para las especies autóctonas, los hábitats o los ecosistemas, la agronomía o para los recursos económicos asociados al uso del patrimonio natural, de acuerdo con el artículo 64.1 de la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre* (BOE 2007).

El catálogo es un registro público, de carácter administrativo y de ámbito estatal, cuya custodia y mantenimiento depende administrativamente del *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. La información contenida en el catálogo es pública, y el acceso a ella se regula según lo dispuesto en la *Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente*.

El catálogo se integra en el *Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*, de acuerdo a lo establecido en el artículo 9 de la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre*.

Los artículos 5 y 6 detallan los procedimientos de inclusión o exclusión de especies en el *Catálogo* y la información contenida en el registro del mismo.

El artículo 7 define los efectos que la inclusión de especies en el Catálogo, como la prohibición genérica de su posesión, transporte, tráfico y comercio de ejemplares vivos o muertos, de sus restos o propágulos, incluyendo el comercio exterior.

En el Capítulo III se establecen las medidas de seguimiento general, prevención y lucha contra las especies exóticas invasoras; estableciendo lo siguiente en su artículo 8:

² *Control*: la acción de la autoridad competente o la autorizada o supervisada por ésta, destinada a una de las siguientes finalidades respecto a una especie exótica invasora: reducir su área de distribución, limitar su abundancia y densidad o impedir su dispersión.

³ *Especie exótica o alóctona*: se refiere a especies y subespecies, incluyendo sus partes, gametos, semillas, huevos o propágulos que pudieran sobrevivir o reproducirse, introducidos fuera de su área de distribución natural y de su área potencial de dispersión, que no hubiera podido ocupar sin la introducción directa o indirecta, o sin el cuidado del hombre.

⁴ *Especie exótica invasora*: especie exótica que se introduce o establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural, y que es un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, ya sea por su comportamiento invasor, o por el riesgo de contaminación genética.

Las comunidades autónomas, realizarán el seguimiento general de las especies exóticas con potencial⁵ invasor, tal y como determina el artículo 64.4 de la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre*. Para ello, establecerán una relación indicativa en la que se incluyan las especies exóticas para las que, por sus especiales circunstancias, sea aconsejable mantener un mayor nivel de control y vigilancia, con el fin de proponer, llegado el caso, su inclusión en el catálogo. Se establecerá una relación indicativa de especies con potencial invasor, especialmente en el caso de especies que se distribuyan por medios o hábitats que puedan afectar a más de una comunidad autónoma o aquellas que han demostrado ese carácter en otros países o regiones.

Sólo se autorizará la liberación por vez primera de una especie alóctona no incluida en el catálogo, en el caso de contar con un análisis de riesgos favorable y una autorización previa administrativa de la autoridad competente en medio ambiente de las comunidades autónomas o del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

El análisis de riesgos contendrá, al menos, información sobre las probabilidades de escape o liberación accidental, de establecerse en la naturaleza, de convertirse en plaga, de causar daño medio ambiental o de afectar negativamente a la biodiversidad autóctona o a los recursos económicos asociados al patrimonio natural y una descripción de las actuaciones previstas a realizar en caso de escape o liberación accidental, con una valoración de la viabilidad y técnicas de control, erradicación o contención. Asimismo se deberá incluir en el análisis si el ejemplar procede o no de cría en cautividad, conocimiento de la problemática, en caso de existir, causada por la especie en otros lugares y existencia de medios eficaces para reducir riesgos de escape o liberación accidental.

En el artículo 9 se establece el protocolo a seguir en caso de constatar la existencia de una amenaza grave producida por la aparición de una especie exótica invasora, incluida o no en el *Catálogo*, las medidas necesarias para el seguimiento, control y posible erradicación de la citada especie, en el marco del operativo establecido en la red de alerta.

Según el artículo 10, Las administraciones competentes adoptarán, en su caso, las medidas de gestión, control y posible erradicación de las especies incluidas en el *Catálogo*.

El artículo 14 establece la *Red de Alerta para la vigilancia de especies exóticas invasoras*. Esta red estará integrada por los puntos focales designados por las comunidades autónomas y contará con la información facilitada por las organizaciones y sectores interesados.

La oficina de coordinación de la Red de Alerta tendrá la función de coordinar la información.

Se creará además una aplicación informática asociada con un sistema de información geográfico de los focos potenciales de invasiones biológicas, para la difusión de la

⁵ *Especie exótica con potencial invasor*: especie exótica que podría convertirse en invasora en España, y en especial aquella que ha demostrado ese carácter en otros países o regiones de condiciones ecológicas semejantes a las de España.

información entre los puntos focales y la oficina de coordinación. Esta aplicación estará accesible al público para asegurar su participación en la Red de Alerta.

En el Capítulo IV se establecen las Estrategias de lucha contra las especies exóticas invasoras.

El artículo 15 dice que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y las comunidades autónomas elaborarán coordinadamente estrategias de gestión, control y posible erradicación de especies exóticas invasoras incluidas en el catálogo, de conformidad con lo establecido en el artículo 64.5 de la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre* (BOE 2007).

La *Disposición adicional quinta*, dice que este Real Decreto no será de aplicación a la comercialización de cangrejo rojo destinado a la industria alimentaria, de acuerdo con el artículo 1.2 del presente Real Decreto, que se regirán por la correspondiente normativa en materia de sanidad y consumo. En este supuesto las comunidades autónomas definirán el ámbito geográfico donde se autorice la extracción de esta especie con destino a la industria alimentaria.

En su *Disposición adicional sexta*, establece que las administraciones competentes sólo podrán autorizar excepcionalmente nuevas explotaciones ganaderas y ampliaciones de las mismas, de animales de producción o domésticos contempladas en la *Ley 8/2003, de 24 de abril, de Sanidad Animal* (BOE 2003a), y el *Real Decreto 479/2004, de 26 de marzo*, por el que se establece y regula el *Registro general de explotaciones ganaderas* (BOE 2004), que utilicen ejemplares de especies incluidas en el catálogo, cuando estén debidamente justificados y con medidas precautorias suficientes, previo análisis de riesgos favorable.

La Disposición transitoria segunda, habla sobre especies catalogadas introducidas en el medio natural con anterioridad a la entrada en vigor de la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre* (BOE 2007), objeto de aprovechamiento piscícola o cinegético.

Para evitar que dichas especies se extiendan fuera de los límites de sus áreas de distribución anteriores a esa fecha, su gestión, control y posible erradicación, se podrá realizar a través de la caza y la pesca. En todo caso, y tratándose de ejemplares de especies susceptibles de aprovechamiento piscícola, sólo se considerará adquirida su posesión cuando se hayan extraído del medio natural en el marco del citado aprovechamiento y no les resulte posible regresar al mismo. Para los ejemplares de estas especies objeto de caza y pesca, estará permitida la posesión y el transporte de los ejemplares capturados, una vez sacrificados, y cuando sea con fines de autoconsumo (incluido trofeos) o depósito en lugar apropiado para su eliminación.

Las comunidades autónomas podrán utilizar los instrumentos de planificación y gestión en materia de caza y pesca para determinar las especies que, en su ámbito territorial, se ven afectadas por el contenido del párrafo anterior.

Con el objeto de llevar a cabo la gestión, control y posible erradicación de las especies catalogadas con aprovechamiento cinegético o piscícola y limitar su expansión, las comunidades autónomas deberán elaborar una delimitación cartográfica del área donde se podrán realizar estas actividades a través de la caza y la pesca. Esta

delimitación deberá basarse en el área de distribución de la especie que figura en el *Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad* proporcionada de forma oficial por las comunidades autónomas, en aplicación del apartado 1 del artículo 12 del *Real Decreto 556/2011, de 20 de abril* (BOE 2011c).

Cuando se detecte la presencia de ejemplares de estas especies fuera de las áreas de distribución anteriormente mencionadas, no se podrá autorizar en esas zonas su aprovechamiento cinegético y piscícola. En este caso, las Administraciones competentes deberán proceder, en la medida de sus posibilidades, a su erradicación mediante las metodologías apropiadas, pudiendo recabar para ello la colaboración de entidades sin ánimo de lucro.

La *Disposición transitoria tercera*, permite sueltas⁶ con especies alóctonas no catalogadas objeto de aprovechamiento piscícola o cinegético, previa autorización administrativa, y no afectadas por la prohibición del artículo 56 de la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre* (BOE 2007), exclusivamente en los cotos en los que se hayan autorizado antes de la entrada en vigor de dicha ley. La relación de estos cotos deberá hacerse pública por las comunidades y ciudades autónomas. Se excluyen los cotos con sueltas posteriores a esa fecha o con sueltas ilegales o accidentales. Por parte de las administraciones competentes se fomentará la sustitución progresiva de estas especies por otras autóctonas.

2.4.1.4.1. Sentencia del Tribunal Supremo 1274/2016

La *Sentencia de 16 de marzo de 2016, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo*, anula los siguientes extremos del *Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto*, que regula el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*:

- La disposición adicional quinta del *Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto*, y la definición de "recursos zoogenéticos" del artículo 2 apartado primero del propio reglamento impugnado, a que aquélla se remite, en relación con las Disposiciones específicas para el cangrejo rojo *Procambarus clarkii* contenidas en tal adicional quinta.

- El apartado segundo de la disposición adicional sexta del *Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto*, sobre Instalaciones o explotaciones industriales o comerciales que alberguen especies incluidas en el catálogo, en tanto en él se permite la autorización de explotaciones de cría de visón americano *Neovison vison*. La impugnación debe entenderse limitada, además, al inciso final del mencionado apartado. La sentencia dispone que "*En ningún caso se autorizarán nuevas explotaciones de cría de visón americano o ampliación de las ya existentes, en las provincias del área de distribución del visón europeo que figuren en el Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad*".

⁶ Suelta: liberación de ejemplares de especies alóctonas no catalogadas objeto de aprovechamiento piscícola, en aquellos cotos en los que haya sido autorizado este tipo de liberaciones antes de la entrada en vigor de la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre*, y se haga con finalidad de capturar y extraer a los ejemplares del medio de forma inmediata.

2.4.2. Antecedentes legales autonómicos y provinciales

En la provincia de Burgos, en el año 1979, se propuso la veda total en la pesca de las poblaciones de cangrejo de patas blancas *Austropotamobius italicus*, tras haberse constatado una segunda regresión en sus poblaciones, tras la que tuvo lugar en 1975.

Hasta la entrada en vigor de la *Ley 6/1992, de 18 de diciembre, de Protección de los Ecosistemas Acuáticos y de Regulación de la Pesca en Castilla y León* (BOCYL 1992), la normativa legal se desarrolló mediante Ordenes anuales que regulaban la pesca. Durante este periodo la única especie que no constaba como vedada en era el cangrejo rojo *P. clarkii*, dado su carácter perjudicial para los ecosistemas y el medio.

2.4.2.1. La Ley 6/1992

La promulgación de la *Ley 6/1992, de 18 de diciembre, de Protección de los Ecosistemas Acuáticos y de Regulación de la Pesca en Castilla y León* (BOCYL 1992), tiene por objeto la conservación, protección, fomento y ordenado aprovechamiento de los ecosistemas acuáticos de Castilla y León y de los seres que los integran.

El artículo más determinante, y el cual ha conducido a la distribución actual de los cangrejos de río en la provincia de Burgos, es el artículo 39 de dicha ley, el cual dice textualmente en su apartado 1:

“Sólo la Junta podrá, mediante resolución motivada, repoblar las aguas cuando los estudios hidrobiológicos realizados así lo recomienden”.

Y en su apartado 4:

“Se prohíbe la introducción en las aguas de especies exóticas, con la excepción de aquellas que, previos los estudios oportunos, resulten útiles y no perturben ni transmitan enfermedad alguna. En cualquier caso, se someterá al trámite de evaluación de impacto ambiental”.

2.4.2.1.1. El Real Decreto 1628/2011

Co la entrada en vigor del *Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre*, por el que se regula el *Listado y Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras* (BOE 2011b), la pesca del cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus* dejaría de estar vedada, puesto que apareció en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, y por tanto se la consideró como especie perjudicial al medio.

Fue con la publicación de la *Orden FYM/378/2012, de 29 de mayo*, por la que se dictaron *normas complementarias para la regulación de la pesca de determinadas especies exóticas invasoras* (BOCYL 2012), dónde se especificaba por primera vez que los ejemplares capturados de las dos especies invasoras de cangrejo, no podían ser devueltos al río bajo ninguna circunstancia, y que además debían ser sacrificados y retirados del medio natural. Del mismo modo no existían limitaciones de cupo ni de tallas mínimas.

A partir de ese momento las sucesivas órdenes de pesca fueron siguiendo las mismas directrices de actuación (en cuanto a las especies de cangrejos se refiere), aunque presentaban distintos matices entre sí.

2.4.2.2. La Ley 9/2013

Con la aparición de la *Ley 9/2013, de 3 de diciembre, de Pesca de Castilla y León* (BOE 2013a), se pretende regular, proteger y fomentar el derecho al ejercicio de la pesca y el ordenado aprovechamiento de los recursos piscícolas en todos los cursos y masas de agua situados en los límites territoriales de Castilla y León.

Los principios que inspiran la presente ley son los siguientes:

- El aprovechamiento ordenado y sostenible de los recursos pesqueros del medio acuático.
- El desarrollo y mantenimiento de la biodiversidad genética de los ecosistemas acuáticos y de las poblaciones autóctonas de la fauna acuática.
- El fomento de los recursos pesqueros de la Comunidad de Castilla y León.
- El fomento de la investigación, así como la formación de la ciudadanía y la divulgación en todo lo relativo a la conservación de los ecosistemas acuáticos, para favorecer y promover la pesca responsable, en especial, la pesca sin muerte.
- La garantía de acceso al ejercicio de la pesca.
- La coordinación entre las administraciones competentes en todo lo relativo al medio acuático, para conseguir los objetivos fijados en esta ley.
- El fomento de la pesca deportiva y recreativa como herramienta de desarrollo turístico, económico y social en el medio rural de la Comunidad de Castilla y León.
- El fomento de la participación ciudadana en la observancia de los preceptos de la presente ley y en la consecución de sus objetivos.

Con esta Ley 9/2013, de 3 de diciembre, de Pesca de Castilla y León, queda derogada la Ley 6/1992, de 18 de diciembre de regulación y protección de los ecosistemas acuáticos (BOE 2013a).

2.5. Antecedentes socioeconómicos

Tradicionalmente, las gentes en la provincia de Burgos, han dedicado tiempo y esfuerzo al aprovechamiento del que hasta entonces era el único cangrejo del territorio español, el cangrejo de patas blancas *Austropotamobius italicus* (por entonces *Austropotamobius pallipes*).

Las denominadas *Jornadas de Estudio sobre el Cangrejo de Río*, organizadas por primera vez en 1983 gracias a la *Excma. Diputación Provincial de Burgos*, se convirtieron en el escaparate perfecto para que expertos en la materia expusiesen la

situación que estaba aconteciendo con respecto a las poblaciones de cangrejos de la provincia.

Como punto de partida se examinó la importancia económica que el cangrejo de río había tenido hasta que comienza su declive poblacional en 1975 y la posterior prohibición de su pesca en agosto de 1979 (Arjona 1983; Cuellar 1983). Se comprobó que en los años inmediatamente anteriores a su declive poblacional (1970-1974), se extraían unas 600 000 docenas de cangrejos al año, que equivale a 160 t de cangrejos al año, con un esfuerzo de captura de 22 470 licencias. En 1976, con unas 34 000 licencias expedidas, las capturas no superaron las 216 000 docenas, pasando a tan solo 80 000 en 1979 (Arjona 1983).

En agosto de 1982, en las *Jornadas de Estudio sobre el Cangrejo de Río* celebradas ese año se llega a la conclusión de que la especie más adecuada para sustituir al cangrejo de patas blancas *A. italicus* en las zonas donde la recuperación de este no sea posible, no sea otro que el cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus*. Un año después, un consejo de expertos del *Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza* (I.C.O.N.A.) llega a la misma conclusión y proceden a introducir la especie (Celada et al. 1986).

A consecuencia de los buenos resultados de adaptación de ambas especies de cangrejo, se expiden permisos de pesca para una serie de tramos acotados (BOCYL 1998). En los años siguientes, la demanda de licencias supera con creces la oferta. La Administración pronto se ve desbordada, y ante esa situación se incumple la normativa y no se respeta la acotación de la red fluvial.

El *Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre*, “soluciona” la situación en cierto modo, al incluir a ambas especies en el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras* (BOE 2011b). Por un lado se permite pescar de manera indiscriminada, es decir, no existe una limitación tan exhaustiva en cuanto a licencias, de modo que aumenta de forma considerable el número de pescadores. Sin embargo, se realizan una serie de translocaciones (calderazos) por parte de los pescadores que favorecen la dispersión masiva de estas especies, sobre todo en el caso del cangrejo señal *P. leniusculus*, lo cual supuso un mayor factor de amenaza para el cangrejo de patas blancas *A. italicus* (Alonso et al. 2000; Alonso 2004).

En la actualidad se prohíbe la posesión, transporte y comercio de ejemplares vivos de estas especies.

La otra especie que nos atañe, el visón americano *Neovison vison*, se comenzó a criar en cautividad en Canadá y EEUU a finales del siglo XIX para el comercio peletero. Esta industria aparece en Europa y la antigua Unión Soviética en 1920 con la construcción de granjas peleteras (Vidal-Figueroa & Delibes 1987).

La explotación de granjas peleteras se inició en España en las provincias de Segovia (1958) y Pontevedra (1959) y se amplió rápidamente a otras Comunidades Autónomas. En el primer censo de granjas de visón americano realizado en 1992 se contabilizaron un total de 214 granjas (Palazón & Ruíz-Olmo 1997).

Las poblaciones asilvestradas de visón americano presentes en el medio natural son debidas a escapes continuados por medidas de seguridad insuficientes, fugas masivas por accidentes en las granjas (incendios, vendavales) y por abandono de la actividad (Vidal-Figueroa & Delibes 1987; Palazón & Ruíz-Olmo 1997).

Recordemos que estamos hablando de una especie que compite directamente por los mismos recursos con el visón europeo *M. lutreola*, especie que ya en 1990 fue incluida en el *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas* (BOE 1990).

Además, el visón americano es portador de distintas enfermedades como la enteritis vírica, el botulismo C, la neumonía hemorrágica y el Parvovirus de la Enfermedad Aleutiana (ADV) una patología incurable que afecta ya a los ejemplares de visón europeo en España (GEIB 2006).

La erradicación de una especie invasora suele conllevar un elevado coste (Bomford & O'Brien 1995). En el caso de los mamíferos carnívoros la erradicación es un tema todavía más complicado, especialmente en el caso de mustélidos ya que son difíciles de observar, detectar y capturar; además, muestran una elevada capacidad de dispersión y colonización (Harrington et al. 2009; King et al. 2009).

En 2001 se pone en marcha el Proyecto “*Conservación del visón europeo (Mustela lutreola) en Castilla y León*” (2001–LIFE 00 NAT/E/007299), desarrollado en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y con las Comunidades Autónomas de La Rioja y Cataluña y la Diputación Foral de Álava, que también han sido objeto de sendos proyectos LIFE de conservación de visón europeo.

A lo largo de los cuatro años de duración del Proyecto, entre 2001 y 2004, se llevaron a cabo intensas y variadas actuaciones destinadas a la conservación del Visón europeo en Castilla y León.

Pronto se puso de manifiesto la magnitud de la amenaza que suponía la presencia y avance del visón americano en la cuenca del Duero para las poblaciones de visón europeo asentadas en la cuenca del Ebro y la necesidad de poner en marcha programas de control de visón americano con continuidad en el tiempo. Una de ellas, se llevó a cabo ante el incesante peligro que supone el visón americano *N. vison* para el visón europeo *M. lutreola*, catalogado este último como “*En peligro crítico (CR)*”. De este modo, surge en 2002 y creado por el Ministerio de Medio Ambiente el denominado “*Plan de Prevención y Erradicación del Visón Americano de España*”. En este contexto en 2009 se pone en marcha el programa regional de control de visón americano en Castilla y León que trata de generalizar a toda la Comunidad los trabajos puestos en marcha en años anteriores en las provincias de Burgos, Soria y Palencia

En 2013 se publica el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (BOE 2013b), momento en el que el visón americano *N. vison*, pasa a esta catalogado como especie invasora.

Actualmente la estrategia de control de visón americano en la Comunidad Autónoma de Castilla y León se coordina con la denominada “*Estrategia de gestión, control y erradicación del visón americano (Neovison vison) en España*” (MAGRAMA 2014).

2.6. Antecedentes SIG

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tienen un papel fundamental en la sociedad actual, ya que aproximadamente el 70% de los datos que manejemos en cualquier disciplina están georreferenciados, o lo que es lo mismo, la información que consultamos viene en el 70% de los casos acompañada de información relativa a su posición geográfica o localización.

En una sociedad donde la información y la tecnología van de la mano, los SIG son la tecnología más potente para el manejo de información geográfica.

2.6.1. Perspectivas de un SIG

Básicamente, un SIG ha de permitir la realización las siguientes operaciones (Olaya 2014):

- Lectura, edición, almacenamiento y, en términos generales, gestión de datos espaciales.
- Análisis de dichos datos. Esto puede incluir desde consultas sencillas a la elaboración de complejos modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos (la localización de cada valor o elemento) como sobre la componente temática (el valor o el elemento en sí).
- Generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc.

Los SIG son además, una herramienta que permite **integrar información** de diversa índole, de modo que se puedan obtener relaciones y/o resultados que a simple vista resultarían difíciles de combinar.

Por ejemplo a la hora de relacionar los índices de abundancia de cangrejos y la altitud, o para comparar la distribución del visón americano y los cangrejos a lo largo del tiempo, es necesario buscar un punto de enlace entre dichas informaciones. Dicho punto de enlace es la localización geográfica de la información, de modo que tendremos un punto geolocalizado donde tendremos información altitudinal, de abundancia de cangrejos y de abundancia de visones.

Cabe destacar también el papel **integrador de tecnologías** que desempeñan los SIG. La popularización de éstos y su mayor presencia en una buena parte de los ámbitos de trabajo actuales han traído como consecuencia una mayor conciencia acerca de la importancia de la componente espacial de la información, así como sobre las posibilidades que la utilización de esta ofrece. Por ello, una gran parte de las tecnologías que han surgido en los últimos años (y seguramente de las que surjan en los próximos) se centran en el aprovechamiento de la información espacial, y están conectadas en mayor o menor medida a un SIG para ampliar su alcance y sus

capacidades. Por su posición central en el conjunto de todas las tecnologías, los SIG cumplen además un papel de unión entre ellas, conectándolas y permitiendo una relación fluida alrededor de las funcionalidades y elementos base de un Sistema de Información Geográfica (Olaya 2014).

Son muchos los tipos de personas que pueden emplear la información georreferenciada y, por tanto, que pueden emplear un SIG para el trabajo con ella. La presencia del SIG como puerta de acceso a esa información es un punto común a todas esas distintas personas, y un Sistema de Información Geográfica es también un elemento **integrador a nivel humano y profesional**.

Dentro incluso de un mismo campo de aplicación, son varios los grupos de personas que van a estar implicados en el desarrollo de una tarea dada con la ayuda de un SIG. Desde la creación del dato geográfico hasta la obtención de un resultado final son muchas las operaciones que se llevan a cabo, y estas las desarrollan profesionales de distinta especialización y con herramientas particularmente adaptadas a dichas operaciones (Olaya 2014).

2.6.2. Las geodatabases

Las geodatabases o base de geodatos es un nuevo formato de datos orientados a objetos que se encuentra implementado en ArcGIS. A diferencia de los formatos anteriores, que guardan las coordenadas y la información del atributo de cada entidad en archivos separados, la geodatabase viene configurada para almacenar los dos tipos de información en una única base de datos, centralizando así la información (Peña Llopis 2009a).

Las geodatabase cuentan con un modelo de información integral para representar y administrar información geográfica. Este modelo de información integral se implementa como una serie de tablas que almacenan clases de entidad, datasets, ráster y atributos. Además, los objetos de datos SIG avanzados agregan comportamiento SIG, reglas para administrar la integridad espacial y herramientas para trabajar con diversas relaciones espaciales de las entidades, los rásteres y los atributos principales (ESRI 2017).

2.6.3. Las relaciones topológicas

En el ámbito de los SIG se dice que una capa de información tiene topología si en ella se almacenan de algún modo las relaciones entre los distintos elementos que la componen. En caso contrario, la capa es de tipo puramente cartográfico, ya que los elementos que contiene no presentan relación entre sí, o al menos esta relación no está almacenada junto a la propia información de estos elementos.

Disponer de topología en una capa vectorial es de gran importancia a la hora de llevar a cabo ciertos tipos de análisis, así como otros tales como la edición de los propios datos geográficos. La topología no aporta beneficio a la hora de representar una capa, pero sí a la hora de llevar a cabo análisis sobre ella (Olaya 2014).

Para el análisis de redes geométricas, como es el caso del presente estudio, será totalmente necesario disponer de capas con topología. A través de la topología el SIG puede determinar direcciones de circulación, cruces, puntos elevados o subterráneos, etc.

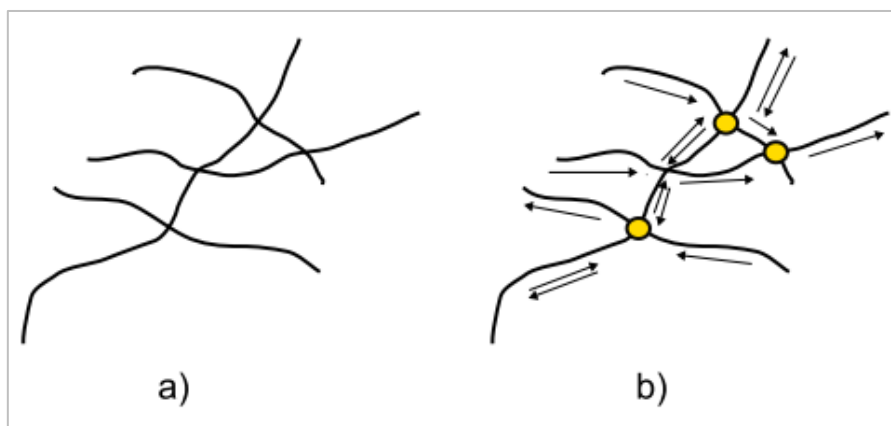


Figura 8. Capa de vías de comunicación sin topología (a) o con ella (b). Los puntos en este segundo caso indican conexiones entre vías, y son una representación visible de la topología existente. Las flechas indican la dirección de circulación y, al igual que sucede con las conexiones, solo están presentes si existe topología (Fuente: Olaya 2014).

2.6.4. Las redes geométricas

Una red geométrica es un conjunto de ejes y cruces conectados, junto con reglas de conectividad. Se utiliza para representar y modelar el comportamiento de una infraestructura de red común en el mundo real. Las clases de entidad de geodatabase se utilizan como fuentes de datos para definir la red geométrica. Puede definir los roles que diversas entidades desempeñarán en la red geométrica y reglas para el flujo de recursos a través de la red geométrica.

Las redes geométricas proporcionan una manera de modelar redes e infraestructuras habituales del mundo real. La distribución de agua, las líneas eléctricas, la conducción de gas, los servicios telefónicos y el flujo del agua de un río son ejemplos de flujos de recursos que se pueden planear y analizar mediante una red geométrica (ESRI 2017).

Una red geométrica se construye dentro de un dataset de entidades en la geodatabase. Las clases de entidad del dataset de entidades se utilizan como fuentes de datos para los cruces y ejes de la red. La conectividad de red está basada en la coincidencia geométrica de las entidades de las clases de entidad utilizadas como fuentes de datos. Cada red geométrica tiene una red lógica: una colección de tablas de la geodatabase que almacena las relaciones de conectividad y otra información sobre las entidades de la red geométrica como elementos individuales para su uso en operaciones de trazado y flujo.

Las redes geométricas constan de dos tipos de entidades: bordes y cruces. Los bordes y cruces de una red geométrica son tipos especiales de entidades de la geodatabase, denominados entidades de red. Imagine que son entidades de punto y de línea con funciones adicionales específicas de una red geométrica. Como otras

entidades de la geodatabase, tienen comportamiento como dominios y valores predeterminados. Puesto que forman parte de una red geométrica, tienen comportamiento adicional como una conciencia de que están conectados topológicamente entre sí y cómo están conectados: los bordes se deben conectar a otros bordes en los cruces; en la red, el flujo de un eje a otro se transfiere a través de cruces (ArcGIS 2017).

2.6.5. Aplicación de un SIG en ecología.

La ecología se nutre de abundante información tomada en campo, la cual debe ser gestionada y tomada de modo adecuado para su posterior utilización. La creación de cartografía a partir de dicha información, y el manejo de esta por parte de los SIG, suponen un gran punto de apoyo para los profesionales de la ecología (Olaya 2014).

Un SIG permite realizar análisis espaciales complejos, como el área máxima ocupada por una especie en distintas escalas temporales, el porcentaje de esta área superpuesto con la distribución de otra especie, el porcentaje del área ocupado por cada tipo de suelo; así como análisis de dependencia entre variables, como el número total de individuos o especies monitoreados en un determinado rango altitudinal o unidad vegetal, y los diferentes tipos de hábitat ocupados por una especie. Permite además formular modelos, usando la base de datos digital para simular los efectos de un proceso (Moreira 1996).

OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

A continuación se expondrán los objetivos del presente Trabajo de Investigación, los cuales se han dividido en generales y específicos.

3.1. Objetivos generales

- Adaptar la metodología previamente desarrollada para el estudio del cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus* y cangrejo rojo *Procambarus clarkii*, en la provincia de Burgos por Sebastián Camarero.
- Recopilar, organizar y representar los datos disponibles de visón americano, obtenidos en los muestreos realizados entre los años 1999 y 2016 por el Servicio Territorial de Medio Ambiente en la subcuenca del Arlanzón, para estudios y trabajos científicos posteriores.

3.1. Objetivos específicos

- Analizar de forma tabular, la evolución de la distribución y de la abundancia de las poblaciones de visón americano *N. vison*, entre los años 1999 y 2016.
- Elaborar los planos comparativos interanuales y analizar la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *N. vison*.
- Elaborar los mapas comparativos de evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *N. vison* con las distribuciones y abundancias de las dos especies exóticas de cangrejo presentes en la subcuenca del Arlanzón.
- Elaborar los planos de la distribución actual del visón americano *N. vison* junto con la densidad total de registros de captura obtenidos a lo largo del periodo descrito.

MATERIAL Y METODOS

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1. Material

El material o equipo empleado para la realización de los trabajos de campo se detallará en los siguientes apartados del presente epígrafe. Cabe incluir en este apartado el trabajo de muestreo realizado por el equipo de personas que lo diseña y lo ejecuta.

4.1.1. Equipo empleado para los trabajos de campo

4.1.1.1. Ubicación de trampas

Para la ubicación de las trampas se necesitará, como mínimo, los siguientes elementos:

- Al menos un muestreador, conocedor del territorio; con carnet de conducir tipo B1. En caso de no formar parte del cuerpo de agentes de la guardería forestal de Burgos, utilizarán vestimenta adecuada y portarán en todo momento la correspondiente autorización expedida por el Servicio Territorial de Medio Ambiente.
- Un vehículo todoterreno que permita el acceso a los puntos de muestreo y con capacidad suficiente para transportar todo el equipo necesario.
- GPS debidamente configurado, con la batería cargada y otra de repuesto.
- Jaulas trampa de vida, metálicas y de balancín. Han de estar previamente desinfectadas y revisadas.



Figura 9: Trampa de vida para la captura de visón americano *Neovison vison* colocada en la ribera e integrada con el medio (Fuente: Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos)

- El cebo utilizado es variable desde pollitos de un día muertos, trucha, alas de pollo, huevo fresco... (Todos se han demostrado suficientemente eficaces y la elección de uno u otro suele hacerse por predilecciones de la persona que los utiliza o por disponibilidad.)
- Botas altas de caucho y material para su limpieza y desinfección (generalmente lejía).
- Linterna o frontal con baterías cargadas y otras de repuesto.

4.1.1.2. Retirada de trampas

Para la retirada o extracción de las trampas y la posterior toma de datos se necesitarán, al menos, las mismas personas que se encargaron de colocarlas y con los mismos medios enumerados anteriormente, además de:

- Abundantes estadillos de campo en los que se refleja el número de trampas utilizado, las noches que permanecen activas, y las capturas realizadas, además de datos como lugar de colocación, coordenadas UTM, río sobre el que se trabaja, distancia del tramo trampeado y persona o personas que colocan las trampas.
- Lapiceros y/o bolígrafos.
- Transportines de aluminio, diseñados para el transporte de los individuos capturados.



Figura 10: Retirada de trampas de vida de visón americano *Neovison vison* por dos agentes. (Fuente: Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos)

4.1.2. Equipo empleado para los trabajos de gabinete

- Un ordenador, con capacidad para manejar herramientas de tratamiento de datos y análisis espacial.
- Para la recopilación de los datos recogidos en las fichas de campo se utiliza la hoja de cálculo *Microsoft Excel*.
- Para el desarrollo de nuestra base de geodatos y su posterior análisis espacial se eligió *ArcGIS 10.4* de *ESRI*.

Del *Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)* se obtuvo gran parte de los ficheros cartográficos necesarios para la realización del estudio. Del amplio catálogo del que dispone, se seleccionaron los siguientes elementos:

- **PNOA MÁXIMA ACTUALIDAD:** se descargan para el área geográfica de la subcuenca del Arlanzón, el conjunto de ortofotos del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) más recientes disponibles, en formato ECW, sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en su huso correspondiente (30 N en nuestro caso). La unidad de distribución y descarga es la hoja del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000), resultado de componer un mosaico con las ortofotos correspondientes a cada hoja del MTN50 (CNIG 2016).
- **MTN25 RÁSTER:** se descargan los archivos ráster del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000. La unidad de descarga es un archivo ZIP por cada hoja del MTN25 en formato ECW. Sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en el huso 30 N (CNIG 2016).
- **BTN100:** se descargan los archivos de la Base Topográfica Nacional 1:100.000 en formato shapefile (.shp), recomendado para tratamiento mediante sistemas de información geográfica (SIG). Está disponible para descargarse por provincias mostrándose la información por capas temáticas (entidades administrativas, hidrografía, etc.). Sistema geodésico de referencia ETRS89 y coordenadas geográficas longitud y latitud (sin proyección cartográfica) (CNIG 2016).
- El fichero de las subcuencas de los cauces de la red hidrográfica básica se extrae de la página de descargas de IDE-MAGRAMA (Infraestructura de datos Espaciales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) (IDE-MAGRAMA 2016).

4.2. Método

4.2.1. Metodología en trabajos de campo

4.2.1.1. Planificación

Los trabajos de trampeo de la época **post-reproductora** se realizan durante los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, en la que están presentes en campo ejemplares reproductores, los jóvenes de ese año y subadultos en movimientos de dispersión y búsqueda de sus propios territorios y en **época pre-**

reproductora durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, es una etapa en la que se actúa fundamentalmente sobre ejemplares reproductores y donde es más fácil capturar machos que hembras debido a que los desplazamientos de los machos en el río son mucho más grandes en la época de celo.

Durante los meses de mayo, junio y julio, no se ha actuado o se actúa con menor intensidad debido a numerosas razones entre ellas el inicio de la temporada de pesca que provoca el aumento del número de visitantes en el río, y con ello interferencias en el trampeo (robo de jaulas). También aumenta la disponibilidad de presas en el río, disminuyendo la efectividad de los trampeos y, además, en verano la guardería comienza sus guardias de incendios con lo que es más complicado poder dedicar parte de su trabajo diario a revisar trampas (Temiño et al. 2013).

La fecha en la que comenzaron los trabajos de trampeo para cada cuenca a lo largo del tiempo está especificada en el *Calendario de muestreos de visón* (Tabla 1.2.) presente en el Anexo I.

4.2.1.2. Permanencia de las trampas

Se suelen colocar entre diez y veinte trampas por persona o grupo de personas que las van a revisar diariamente. En un principio se comenzó manteniéndolas activas diez días, pero en la actualidad se suelen colocar entre 5-7 días consecutivos, ya que la mayor parte de las capturas se obtienen en los cinco primeros días de colocación de las jaulas.

Más del 75% de los visones americanos han sido capturados entre el 2ª y 5ª día de la colocación de las trampas.

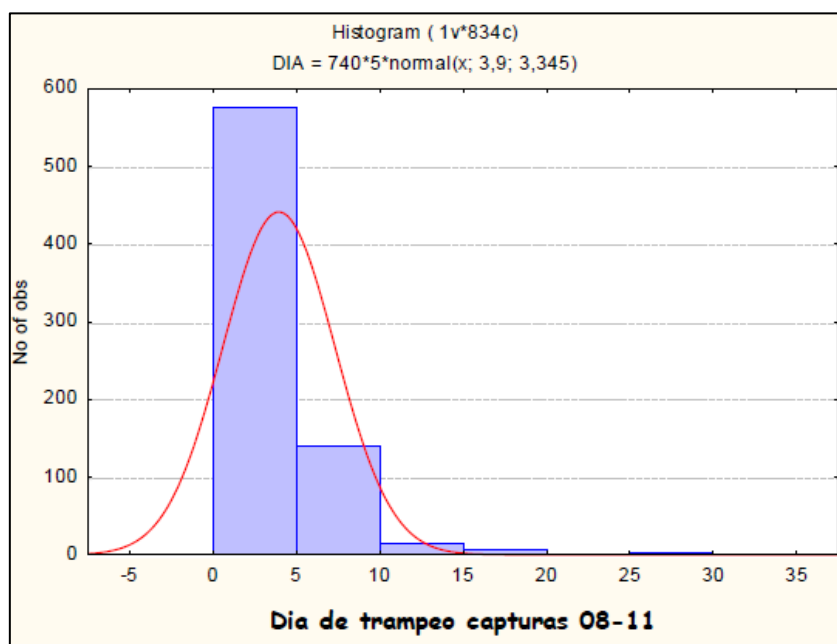


Gráfico 2: Histograma “Día de trampeo – capturas” para el periodo comprendido entre 2008 y 2011 con un tamaño de muestra n=789 ejemplares. (Fuente: Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

4.2.1.3. Método de captura “in vivo”

Para el trampeo del visón americano *N. vison*, se colocan las jaulas trampa de vida de forma lineal en las proximidades del curso fluvial e introduciendo en éstas un cebo atrayente.

Las jaulas son revisadas todos los días, por cada persona o grupo de personas responsables de hacerlo.

Las trampas usadas en la subcuenca del Arlanzón, al igual que las empleadas en toda la provincia de Burgos, son el resultado de una serie de adaptaciones y mejoras sugeridas fundamentalmente por la guardería forestal de Burgos y por el personal contratado por el Ministerio, de las trampas que se utilizan para captura de visón europeo.

La colocación de las trampas suele hacerse en cada río de cabecera hacia la desembocadura, haciendo un “barrido” sistemático del río de arriba hacia abajo.

La elección de lugar concreto donde se ubica cada jaula se hace tras una prospección minuciosa del río, donde tratan de observarse, presencia de huellas, de excrementos, de restos de comida (presencia de cangrejos) con la finalidad de ser lo más efectivos posible en la captura.

Las jaulas se colocan en tramos de río separadas una de otra unos 300 o 400 metros, se mantienen activas por un periodo de 5-7 días, y se vuelven a colocar otros tantos días, en el tramo del río siguiente a la última jaula colocada el periodo anterior, una vez finalizado el barrido completo, se limpian y desinfectan (en el CRAS, con hidrolimpiadora y lejía) para la colocación de ellas en otro nuevo río.

Se cumplimenta cada día un estadillo de campo en el que se refleja el número de trampas utilizado, las noches que permanecen activas, y las capturas realizadas, además de datos como lugar de colocación, coordenadas UTM, río sobre el que se trabaja, distancia del tramo trampeado, persona o personas que colocan las trampas, etc.

4.2.1.4. Capturas

Los ejemplares de visón americano capturados son trasladados al Centro de Recuperación de Animales Silvestres “Los Guindales” (CRAS) del Servicio Territorial de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León en Burgos, para la toma de muestras, de datos biométricos y para su posterior eutanasia.

Los ejemplares son habitualmente transportados al CRAS por la persona que los captura (Agentes Medioambientales, Celadores de Medio Ambiente, Vigilantes de pesca) y el transporte se realiza en trasportines de aluminio, diseñados específicamente con este fin, con condiciones de ventilación y oscuridad adecuados, en los cuales se introduce la jaula con el visón en su interior. En otras ocasiones son trasladados en la misma jaula trampa en la que han sido capturados. Durante el transporte se evita someter a los ejemplares a temperaturas extremas con frío o calor

excesivos, se trata de minimizar los ruidos, los movimientos bruscos y las molestias innecesarias.

Las trampas utilizadas para la captura de visones americanos son muy selectivas y más del 60% de las capturas obtenidas son visones americanos, pero cuando se producen capturas de otros mamíferos de tamaño semejante como garduñas, ginetas, ardillas, gatos monteses... éstos son liberados de forma inmediata, en el lugar donde han sido capturados.

Casi el 80 % del total de capturas de visón americano en la provincia de Burgos se realiza con personal propio, Agentes Medioambientales, Celadores de Medio Ambiente y vigilantes de pesca.

4.2.1.5. Toma de muestras y eutanasia.

Para la toma de muestras y eutanasia de los individuos capturados se sigue el protocolo de actuación en el CRAS. De este modo, los ejemplares de visón americano capturados son eutanasiados de forma plácida y se les practica una toma de muestras, un estudio biométrico, determinación de la edad, del sexo y del estado reproductor.

Previamente a la eutanasia, el ejemplar es anestesiado con el fin de evitar causar sufrimiento alguno a los ejemplares capturados, en la anestesia se utiliza un combinado de Ketamina (*Imalgéne 1000*) y Xilacina (*Rompun 2%*) o Medetomidina (*Domtor*) en inyección intramuscular (Temiño et al. 2013).

La anestesia se realiza siempre bajo supervisión veterinaria y una vez que el ejemplar está anestesiado se procede a la toma de muestras.

Se extraen primero 5 ml de sangre por inyección intracardiaca. La sangre se centrifuga, posteriormente se recoge el suero y se congela a -20°C . Se procede finalmente al sacrificio del ejemplar por inyección intracardiaca de un eutanásico.

Con el animal ya muerto se procede a la toma de datos biométricos, determinación del sexo, la edad y el estado reproductor y se realizan las fotografías pertinentes.



Figura 11: Fotografías realizadas a cada ejemplar haciendo hincapié en la dentadura y el diseño de la mancha. (Fuente: Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

El cadáver se elimina sanitariamente y el suero congelado se remite posteriormente para que se realicen estudios sanitarios de ADV y otras patologías de interés en la especie.

4.2.2. Metodología en gabinete

4.2.2.1. Entrada y verificación de datos

La obtención de buenos datos para su posterior almacenamiento y tratamiento en una base de geodatos ha resultado un proceso arduo, que se ha dilatado en el tiempo más allá de lo que se predijo en un principio. Se precisa de buenos datos de soporte para que los resultados de nuestros análisis no se vean alterados (Peña Llopis 2009b).

Por tanto, podemos decir que el componente más importante para un Sistema de Información Geográfica (SIG), después del personal que desarrolla los procedimientos y define las tareas, es la propia información (Olaya 2014).

4.2.2.1.1. Estaciones de muestreo

Realizados los trabajos de campo, hay que digitalizar los datos obtenidos en el proceso anterior. Sin embargo, tenemos una cantidad muy notable de capturas de visón americano *N. vison*, lo que hace que la labor de análisis sea casi imposible sin establecer previamente unos estándares de clasificación de los datos.

Con el objetivo de clasificar todos los datos de capturas obtenidos a través del *Servicio Territorial de Medio Ambiente* de Burgos, se crearon una serie de “*Estaciones de muestreo*” repartidas a lo largo de los tramos fluviales estudiados en la subcuenca del Arlanzón. De este modo, una estación de muestreo recopilará la información de las múltiples capturas que hayan tenido lugar en su entorno más próximo, pudiendo reflejar todas ellas como un único punto en el plano (ya que cada estación tiene unas coordenadas únicas).

Para identificar cada estación de muestreo se estableció el siguiente código:

- *Tres letras mayúsculas seguidas de un guion.* Generalmente coinciden con las primeras tres letras del nombre de la unidad hidrográfica básica de muestreo (río o arroyo), excepto cuando estas se repiten para diferentes cursos (p.e. para los ríos Rioseras y Rioviejo, **RIO-** y **VIE-** respectivamente). Los códigos asignados pueden verse en la única tabla del **ANEJO II**.

- *El número de orden de cada punto seguido de un punto ortográfico.* Como los puntos de muestreo se van creando año tras año, ampliando su número en función de la distribución natural de las poblaciones; y como esa distribución a menudo no coincide con los límites inferiores y superiores de los cursos fluviales, los puntos de muestreo no siempre son correlativos en cuanto a su ubicación. Así, puede ocurrir que el número de orden de los puntos de los tramos intermedios de los cursos fluviales comience desde 1, cuando en realidad este número de orden hubiera de haberse empleado para el punto del límite inferior más próximo a su desembocadura.

- *Las dos últimas cifras del año en que se creó.* Aunque el mismo punto se siga utilizando en años posteriores, siempre se utiliza el mismo código de año para nombrarlo.

Tabla 4: Código identificativo de las estaciones o puntos de muestreo (Fuente: elaboración propia).

CODIGO RIO	CODIGO PUNTO	CODIGO AÑO
Tres letras mayúsculas (-)	Número de orden de cada punto	(punto) dos últimas cifras del año de creación
AZO-	5	.02

Generalmente cada estación de muestreo está asociada a un municipio o a una junta administrativa, aunque en ocasiones, cuando el término municipal es demasiado extenso como para ser abarcado por una sola estación de muestreo, encontramos dos o incluso tres, como puede ser el caso de Burgos capital.

4.2.2.1.2. Datos de capturas

A continuación, habrá que asociar la información de capturas facilitada por el *Servicio Territorial de Medio Ambiente* de Burgos con la estación de muestreo que les corresponde (por proximidad geográfica).

Todos los datos de capturas recogidos en cada uno de los “*Estadillos*” (**Figura 12**) por el agente oportuno, han de ser recopilados previamente en una “*Ficha Resumen*” (**Figura 13**) que contenga todas y cada una de las capturas que se han llevado a cabo así como la información asociada a cada captura (coordenadas, río, subcuenca, cuenca, municipio de captura, descripción, etc.)



PROGRAMA DE DESCASTE DE VISÓN AMERICANO EN LA PROVINCIA DE BURGOS.

CONTROL DE LA ESTACIÓN DE TRAMPEO											
GRUPO DE TRABAJO-COMARCA: Ag. Medioambientales – Ibeas de Juarros											
Localidad: Ibeas – San Millán Paraje: Río Arlanzón											
Municipio: Ibeas de Juarros U.T.M.: 30T WGS 84 Primera: (30 T 453586 4685534)											
Última: (30 T 457409 4685819)											
Río: Río Arlanzón-Cueva Trampas/noche: Fecha colocación: 17/11/14											
Cuenca: Duero Longitud (m): 4000 aprox. Fecha retirada: 27/11/14											
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	COORDENADAS UTM
Trampas	18 Nov.	19 Nov.	20 Nov.	21 Nov.	22 Nov.	23 Nov.	24 Nov.	25 Nov.	26 Nov.	27 Nov.	
1	-	-	-	-	Visión americano	-	-	-	-	-	30 T 453591 4685533
2	-	Visión americano	-	Visión americano	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	-	-	-	Visión americano	Colocada	-	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	-	-	Robada						Colocada	-	
6	-	Salida	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	-	-	-	-	Visión americano	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	Visión americano	-	-	-	-	-	
10	-	Visión americano	-	-	-	-	-	-	-	-	30 T 457412 4685813

Figura 12: “Ficha tipo de control estación de trampeo”, donde se refleja el número de trampas utilizado, las noches que permanecen activas, y las capturas realizadas, además de datos como lugar de colocación, coordenadas UTM, río sobre el que se trabaja, distancia del tramo trampeado y persona o personas que colocan las trampas, etc. (Fuente: Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

PUNTO	MUNICIPIO	DESCRIPCIO	X_COORD	Y_COORD	Z_COORD	FECHA	RIO	SUBCUENCA	CUENCA	CAPTURAS
V-COG-1.06	Belbimbre	Puente	415970	4669445	800	24/05/2006	COGOLLOS	ARLANZON	DUERO	1
V-COG-2.04	Palazuelos de Muñó	Puente BU-101	419452	4670693	830	29/04/2004	COGOLLOS	ARLANZON	DUERO	3
V-COG-3.11	Ciardoncha	Puente de Casa Blanca	422383	4669914	785	12/05/2011	COGOLLOS	ARLANZON	DUERO	1
V-COG-4.14	Presencio	Puente BU-P-1007	424536	4669679	800	25/04/2014	COGOLLOS	ARLANZON	DUERO	1
V-COG-5.13	Presencio	Puente hacia Revenga	427591	4669916	800	28/04/2013	COGOLLOS	ARLANZON	DUERO	1
V-COG-6.15	Presencio	Puente Ermita de Villacisla	430756	4670021	835	03/05/2015	COGOLLOS	ARLANZON	DUERO	4
V-COG-7.14	Villafuertes	Puente	433800	4669859	0	18/05/2014	COGOLLOS	ARLANZON	DUERO	3
V-COG-8.04	Villangómez	Puente Ermita San Miguel	438752	4671114	860	23/05/2004	COGOLLOS	ARLANZON	DUERO	5
V-COG-9.05	Cogollos	Puente	441479	4672049	875	07/05/2005	COGOLLOS	ARLANZON	DUERO	4

Figura 13: Ejemplo de hoja de cálculo de *Microsoft Excel* utilizada para incorporar los datos extraídos de las fichas “Resumen de capturas total” de cada estación de muestreo (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

4.2.2.2. Manejo y preparación de datos

Una vez introducidos los datos en las tablas de *Excel* correspondientes se deben manejar y preparar con las herramientas que el programa otorga en función del análisis que se vaya a utilizar y de los resultados que se quieran obtener.

Evidentemente, para cada estación de la que se obtuvieron datos, y para cada año en que se realizaron los muestreos se elabora una tabla similar a la de la **Figura 13**.

Además de los datos relativos a la identificación de cada Estación de Muestreo, se incorporaron los siguientes datos:

- *Municipio*. Hace referencia al municipio o en su defecto a la junta administrativa en la que se sitúa cada estación de muestreo o punto de referencia.
- *Descripción*. Breve descripción de la localización del punto de referencia, para que en caso de necesitar continuar con el muestreo más adelante, podamos localizar con facilidad la estación en cuestión.
- *Coordenada X*. Longitud a la que se encuentra la estación de muestreo.
- *Coordenada Y*. Latitud a la que se encuentra la estación de muestreo.
- *Coordenada Z*. Altitud sobre el nivel del mar a la que se encuentra la estación de muestreo.
- *Fecha*. Fecha en la que se implantó la estación de muestreo por primera vez.
- *Río*. Unidad hidrográfica en la que se encuentra situado el punto de referencia o estación de muestreo.
- *Subcuenca*. Subcuenca a la que pertenece el punto de referencia en el que nos encontramos. Dado que estamos trabajando únicamente en la subcuenca del *Arlanzón*, solo tendremos referencia a dicha subcuenca.
- *Cuenca*. Hace referencia a la *Cuenca Hidrográfica* en la que se encuentra la estación de muestreo. Todos los puntos de referencia se encuentran situados en la *Cuenca Hidrográfica del Duero*.
- *Capturas*. Representará el número de capturas totales que han tenido lugar en cada estación de muestreo. En este caso, si estamos en la tabla "*Resumen de capturas total*", tendremos todas las capturas que se han realizado en dicho punto a lo largo de todo el periodo de estudio. Si por el contrario estamos en una tabla de "*Resumen de captura anual*", tendremos todas las capturas que se han realizado en dicho punto a lo largo del año al que corresponde la tabla.

Se considera de este modo, que el campo "Capturas", es un fiel reflejo de la abundancia presente en cada estación de muestreo, y que por tanto, no es necesario calcular otro tipo de índice de abundancia más complejo que aportaría información muy similar.

4.2.2.3. Análisis tabular y gráfico

A partir de la información recopilada en la tabla de la **Figura 13** podemos elaborar los resúmenes generales de los muestreos realizados en una unidad hidrográfica básica determinada para un año en particular y para un periodo de tiempo determinado.

Tabla 5: Resumen de los muestreos realizados en el río Úrbel entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

Muestreo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Fecha	-	-	-	-	23/5	6/2	17/1	16/1	7/2	5/3	22/4	2/2	3/3	6/11	-	23/2	4/3	30/11
Capturas	0	0	0	0	12	8	14	12	5	11	6	33	9	6	0	1	4	15

En la **Tabla 5** se utiliza como ejemplo la información resumida que se obtiene en el río Úrbel entre los años 2001 y 2008.

También de los índices de abundancia extraídos de la tabla de la **Figura 13**, se extrae el **Gráfico 3** que permite analizar los resultados del muestreo realizado cada año en una unidad hidrográfica básica.

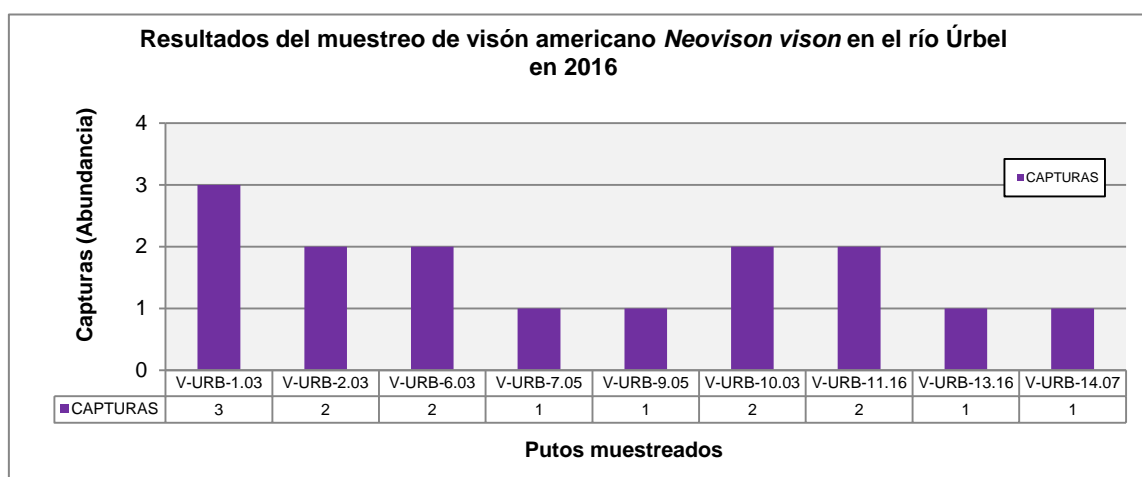


Gráfico 3: Ejemplo de gráfico de barras elaborado con Microsoft Excel y utilizado para comparar los índices de abundancia entre las distintas estaciones de muestreo del río Úrbel en 2016 (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

4.2.2.4. Análisis espacial

4.2.2.4.1. Obtención y preparación de clases de entidad

Lo primero es preparar las capas de entidad que van a formar parte de la geodatabase y que se obtienen de tres maneras diferentes:

- Procedentes directamente de su web de acceso y no necesitan de edición;
- Descargadas directamente pero que precisan de modificaciones;
- Generadas a partir de tablas de datos de otras aplicaciones como *Excel* para poder ser incluidas en los datasets y de esa manera componer las redes geométricas que se van a crear para el posterior análisis.

4.2.2.4.1.1. Archivos descargados directamente

Estos archivos no han requerido de edición posterior a su descarga:

- **Límites de la provincia de Burgos** BU_LIM_PROV_BTN100: se extrae de los archivos de la Base Topográfica Nacional 1:100.000 en formato shapefile. Está disponible para descargarse por provincias mostrándose la información por capas temáticas (CNIG 2016).

- **Embalses de la provincia de Burgos** EMBALSES_BU_BTN100: se obtiene de la misma manera que el anterior del Centro de Descargas del sitio web del Centro Nacional de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional (CNIG 2016).

4.2.2.4.1.2. Archivos descargados y editados

Se trata de archivos descargados de sus respectivas plataformas virtuales y que posteriormente han requerido edición:

- **Subcuencas de los cauces de la red hidrográfica básica de la provincia de Burgos** AOI_BU_SUBCUEN_CEDEX: se obtiene editando la capa subcuencas de los cauces de la red hidrográfica básica de España (sólo Península) SUBCUENCAS.SHP extraída de la página de descargas de la Infraestructura de datos Espaciales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (IDE-MAGRAMA 2016).

Para el presente estudio, se ha tenido que recortar esta capa con la de límite de provincia resultando una nueva clase de entidad, también conocida como área de estudio o área de interés (AOI).

- **Red hidrográfica básica de la provincia de Burgos** BURGOS_RED_BTN100: se extrae también de los archivos de la Base Topográfica Nacional 1:100.000 en formato shapefile (.shp). Hubo que repasar el sentido de digitalización de sus entidades para determinar el flujo en aquellas (CNIG 2016).

4.2.2.4.1.3. Archivos editados relacionados con los datos de muestreo

El resto de archivos se obtienen a partir de las tablas de datos recopilados en los trabajos de inventariación realizados desde el *Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos* y almacenados en *Excel*, como veremos a continuación.

- **Capa de localización de los puntos de muestreo** GEOVIS_SUB_UHA: se origina importando desde ArcMap® los datos de la tabla del mismo nombre de la tabla de *Excel* de la **Figura 14**, utilizando los campos que contienen sus coordenadas X e Y (también la coordenada Z si se dispone de este dato). Al encontrarnos únicamente en la subcuenca del río Arlanzón, solo tendremos una capa de geopuntos con el nombre: GEOVIS_SUB_ARLANZÓN.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	PUNTO	MUNICIPIO	DESCRIPCIO	X COOF	Y COOF	Z COOF	FECHA	RIO	SUBCUENI	CUEF
26	V-AZO-20.04	Villalonqu�jar	Puente hacia	436235	4689989	840	14/04/2004	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
27	V-AZO-21.01	Villalvilla	Puente	437288	4689351	843	30/10/2005	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
28	V-AZO-22.02	Burgos	Junto orilla Recinto Ferial la Milanera	439118	4688666	850	25/01/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
29	V-AZO-23.06	Burgos	Puente Las Huelgas	440888	4687844	850	23/01/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
30	V-AZO-24.07	Burgos	Puente Paseo de la Quinta	444027	4688121	900	18/01/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
31	V-AZO-25.13	Villayuda	Puente hacia Cto. Aeromodelismo	446388	4687956	871	18/01/2005	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
32	V-AZO-26.05	Castañares	Puente Complejo Asistencial	447545	4687890	900	31/01/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
33	V-AZO-27.05	Cardenajimeno	Junto gravera	449094	4687313	900	23/10/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
34	V-AZO-28.04	San Medel	Frente La Majada	450633	4686348	900	15/10/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
35	V-AZO-29.05	Castrillo del Val	Puente de los Desterrados	452074	4685724	920	11/08/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
36	V-AZO-3.04	Villodrigo	Puente	410010	4666180	760	20/02/2008	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
37	V-AZO-30.06	Ibeas de Juarros	Junto al puente hacia San Mill�n	455753	4686029	930	22/02/2003	ARLANZON	ARLANZON	DUEF

Figura 14: Modelo de tabla de *Microsoft Excel* utilizada para crear la capa de estaciones de muestreo GEOVIS_SUB_ARLANZON (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

- **Capa de datos asociados a cada estación de muestreo** SUB_VIS_UHA_A O: entender cómo se genera esta capa resulta de vital importancia para comprender el funcionamiento de nuestra geodatabase. En la Figura 15 se muestra la tabla DATOS_TOTAL_SUB_UHA de la tabla de *Microsoft Excel* que contiene todos los datos recopilados para cada una de las estaciones de muestreo durante un periodo determinado de años.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	PUNTO	MUNICIPIO	DESCRIPCIO	X COOF	Y COOF	Z COOF	FECHA	RIO	SUBCUENI	CUEF
2	V-AUS-10.04	Los Ausines	Puente	450643	4675319	900	13/02/2005	AUSIN	ARLANZON	DUEF
3	V-AZO-11.02	Celada del Camino	Aguas abajo del puente de La Aceña	423236	4678531	790	09/03/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
4	V-AZO-13.03	Estepar	Curva El Mimbral	427613	4680865	805	26/02/2003	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
5	V-AZO-14.02	Cabia	Isla	430054	4681843	810	25/02/2003	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
6	V-AZO-16.03	Buniel	La Torca	431782	4685312	840	13/01/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
7	V-AZO-17.02	Quintanilla de las Carretas		432688	4686660	840	10/02/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
8	V-AZO-19.03	Tardajos	Puente de La Aceña	434439	4689131	850	25/02/2003	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
9	V-AZO-20.04	Villalonqu�jar	Puente hacia	436235	4689989	840	14/04/2004	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
10	V-AZO-24.07	Burgos	Puente Paseo de la Quinta	444027	4688121	900	18/01/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
11	V-AZO-26.05	Castañares	Puente Complejo Asistencial	447545	4687890	900	31/01/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
12	V-AZO-28.04	San Medel	Frente La Majada	450633	4686348	900	15/10/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
13	V-AZO-29.05	Castrillo del Val	Puente de los Desterrados	452074	4685724	920	11/08/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
14	V-AZO-33.03	Arlanzón		465898	4685115	960	11/01/2002	ARLANZON	ARLANZON	DUEF
15	V-HOR-2.03	Celada del Camino	Puente	422999	4679160	889	13/03/2009	HORMAZUELA	ARLANZON	DUEF
16	V-HOR-4.03	Villaguti�rrez		424962	4684181	810	12/03/2009	HORMAZUELA	ARLANZON	DUEF

Figura 15: Modelo de tabla de *Microsoft Excel* utilizada para crear la capa de datos asociados a cada estación de muestreo SUB_VIS_UHA_A O (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

Como podemos apreciar, se tienen varios registros de datos de capturas para un mismo punto de muestreo (punto URB-1.01 del ejemplo); sin embargo, para instaurar una capa de entidades con esta información, se necesita asociar los datos de capturas de cada registro con los datos de localización de cada punto.

Como ya sabemos, los datos con los que deseamos trabajar est n recopilados en la tabla de *Excel* DATOS_TOTAL_SUB_UHA, en la que los registros no est n vinculados con objetos geográficos. Para poder utilizar esa información espacialmente hay que generar un nexo de unión entre este archivo y la tabla de atributos de la capa GEOVIS_SUB_UHA. Para llevar esto a cabo, se pueden realizar dos tipos de operaciones: enlaces y uniones:

- **Enlaces.** Se trata de un enlace entre tablas, donde la información que contiene la tabla de atributos de la capa de destino (GEOVIS_SUB_UHA) y la de la tabla de origen que contiene los datos de capturas (DATOS_TOTAL_SUB_UHA) es independiente entre

sí, pero queda vinculada una a otra al presentar ambas un campo común, en este caso el campo denominado como PUNTO.

- *Uniones*. Permite conectar los datos de las tablas a través de la unión de los atributos de ambas a través de un campo común, en este caso el campo PUNTO. Una vez unidas las tablas se pueden consultar, simbolizar o analizar en base a los valores unidos de la nueva tabla resultante. Este ha sido el método empleado para crear las capas (SUB_UHA_AÑO) utilizadas en nuestro análisis comparativo de capturas.

A continuación, los registros concordantes de dicha unión se exportarán al dataset de la Unidad Hidrográfica de Análisis correspondiente como una capa de puntos que se denominará SUB_UHA_AÑO; y que podrá simbolizarse para la elaboración de los mapas de distribución y abundancia del visón.

4.2.2.4.2. Creación de la Geodatabase

Para relacionar todas las clases de entidad obtenidas anteriormente y ordenarlas convenientemente en datasets, a partir de los cuales se podrán crear las redes geométricas para cada *Unidad* Hidrográfica de Análisis (U.H.A.), se crea la geodatabase de archivos desde ArcCatalog® nombrándola como GEO_VISON e instaurando los valores admitidos de sus dominios (**Figura 16**).

La geodatabase es la estructura de datos nativa para ArcGIS® y es el principal formato de datos empleado para su edición, administración y manipulación de bases de datos.

La geodatabase almacena cada elemento (estación de muestreo, tramos lineales de redes hidrográficas, polígonos de subcuencas de los cauces de esa red, etc.) como una fila en una tabla; donde en un campo denominado SHAPE se identifica el objeto espacialmente y en el resto de campos de la tabla se expresan sus atributos.

Cada tabla almacena un conjunto de elementos con propiedades comunes a los que se denomina “clase de entidad”. Junto a estos elementos, la geodatabase puede almacenar tablas de datos. Son depósitos que pueden guardar todos los datos espaciales disponibles en una única localización (Moreno et al. 2007).

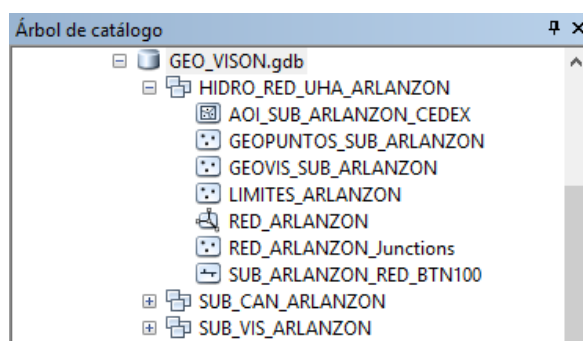


Figura 16: Esquema de la geodatabase de archivos GEO_VISON y de sus datasets de entidades (Fuente: modificado de Esri® ArcCatalog 10.4).

Se trata de un sistema de almacenamiento de datos en un sistema de gestión de bases de datos permitiendo la definición de los elementos geográficos de manera que sean modelados más cercanamente al mundo real (Peña Llopis 2009b).

Las tres ventajas de almacenar la información en nuestra geodatabase se pueden resumir como sigue:

- Que los elementos pueden integrar comportamientos propios.
- Que los distintos elementos están englobados en una única base de geodatos (centralización del almacenamiento de datos).
- Que todos los elementos de que se dispone se almacenan sin divisiones en su continuidad.

Bajo esta estructura, es posible usar dicho comportamiento para crear redes geométricas.

Se denomina “*topología*” a la capacidad de controlar las relaciones de los elementos basados en la geometría. La topología permite crear redes geométricas; es decir, permite modelar la conectividad entre líneas y puntos.

La topología en la geodatabase está basada en geometría coincidente (no compartida). En el caso de tramos lineales de la red hidrográfica conectados, los extremos de estos serán coincidentes entre sí mediante un punto que identifique la conexión, almacenándose su geometría una sola vez para cada entidad involucrada en la relación topológica.

Nuestra intención principal es organizar clases de entidad relacionadas en un dataset común para generar una red geométrica.

4.2.2.4.3. Creación de los datasets de entidades

Un dataset de entidad es un conjunto de clases de entidad relacionadas que comparten un sistema de coordenadas común, al igual que si se tratase de directorios (**Figura 16**).

Se ha empleado el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989). Como se observa en la **Figura 17**, se utiliza la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), al quedar el eje N-S de la subcuenca del Arlanzón muy centrado en el huso 30 N y ser el sistema de coordenadas más usual y conveniente utilizado por los SIG (Peña Llopis 2009a)

Los datasets permiten integrar espacial o temáticamente clases de entidades relacionadas; y en este caso vamos a encontrar dos tipos distintos (**Figura 16**):

HIDRO_RED_UHA_NOMBRE DE UNIDAD. Es el primero y agrupa todas las clases de entidad necesarias para la creación de la red geométrica de la Unidad Hidrográfica de Análisis (U.H.A.) que compete en este estudio, que es como ya hemos mencionado, la U.H.A. Arlanzón.

Las clases de entidad o capas que forman parte de este dataset tipo son:

La capa de polígonos de las subcuencas de los cauces de la red hidrográfica básica de la provincia de Burgos `AOI_BU_SUBCUEN_CEDEX` delimitará nuestras unidades de análisis.

La capa de líneas de la red hidrográfica básica de la provincia de Burgos `BURGOS_RED_BTN100` es sin duda la capa con más relevancia de cada dataset; y una de sus principales ventajas es que puede ampliarse y modificarse adaptándose a la red hidrográfica a nuestra conveniencia.

- La capa de localización de los puntos de muestreo `GEOVIS_SUB_UHA` también resulta imprescindible porque a ella se asocian los datos necesarios para el análisis, como se vio anteriormente (uniones y relaciones o enlaces).

- La capa de localización de los puntos de cangrejo `GEOPUNTOS_SUB_UHA` (Camarero 2015) será clave a la hora de comparar los resultados de visón americano con los de cangrejos. Este dataset debería denominarse `GEOCAN_SUB_UHA` aunque por motivos de compatibilidad con el software ArcGIS®, ha sido necesario mantener la nomenclatura empleada por Camarero en su estudio realizado en 2015.

- Los archivos `RED_NOMBRE DE UNIDAD` y `RED_NOMBRE DE UNIDAD_Junctions`, se originan cuando se crea la red geométrica en cada unidad; contienen toda la configuración topológica que administra la red. El segundo es generado automáticamente cuando se crea la red.

Se han de crear tantos datasets de entidades de este tipo como Unidades Hidrográficas de Análisis precisemos en el estudio. Al estar analizando únicamente la U.H.A. Arlanzón, solo tendremos un dataset de este tipo.

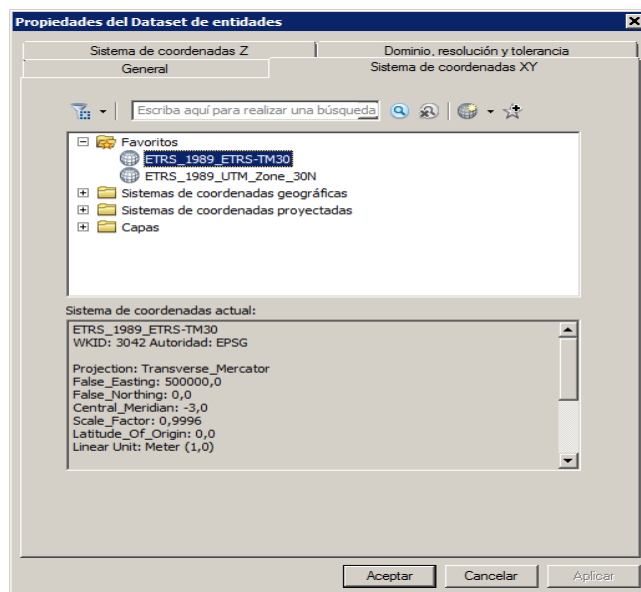


Figura 17: Propiedades del dataset de entidades. Sistema geodésico de referencia empleado (Fuente: ArcGIS 2014).

SUB_VIS_NOMBRE DE UNIDAD. Es el segundo tipo de dataset, y recopila todas las clases de entidad que contienen los datos asociados con los que se desea trabajar, así como las clases de entidad resultado de los análisis espaciales realizados con la ayuda de las redes geométricas.

SUB_CAN_NOMBRE DE UNIDAD. También forma parte del segundo tipo de dataset, y cumple las mismas funciones que el dataset anterior (Camarero 2015). Este concretamente, nos servirá para la realización de análisis comparativos entre las especies de cangrejos y los individuos de visón americano (dataset anterior).

4.2.2.4.4. Creación de las redes geométricas

La creación y utilización de redes geométricas nos va a permitir analizar datos, extraer resultados y elaborar los mapas de evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano en la subcuenca del Arlanzón, y comparar los resultados que se obtengan, con los que se recogieron en el estudio de Sebastián Camarero en 2015.

4.2.2.4.4.1. Demarcaciones Hidrográficas y Unidades Hidrográficas de Análisis

La provincia Burgalesa en toda su extensión, se compone de tres demarcaciones hidrográficas distintas: Demarcación Hidrográfica del Cantábrico, Demarcación Hidrográfica del Ebro y Demarcación Hidrográfica del Duero (**Figura 18**).

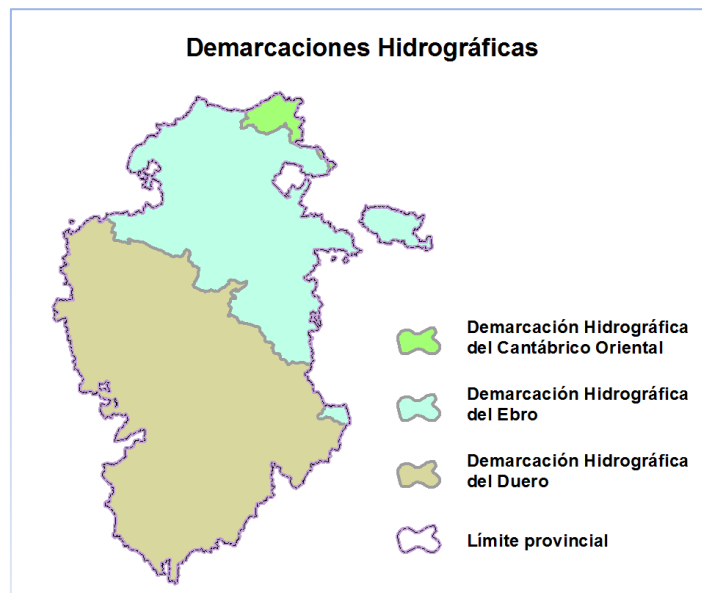


Figura 18: Demarcaciones Hidrográficas de la provincia de Burgos (Fuente: (Camarero 2015)).

Si bien la provincia de Burgos queda dividida en Demarcaciones Hidrográficas, a la hora de trabajar, se convierte en una tarea interminable si no se dividen estas en unidades de gestión de menor entidad. Por ello, se decide dividir las demarcaciones hidrográficas en Unidades Hidrográficas de Análisis (U.H.A.) como se puede ver en la **Figura 19**.

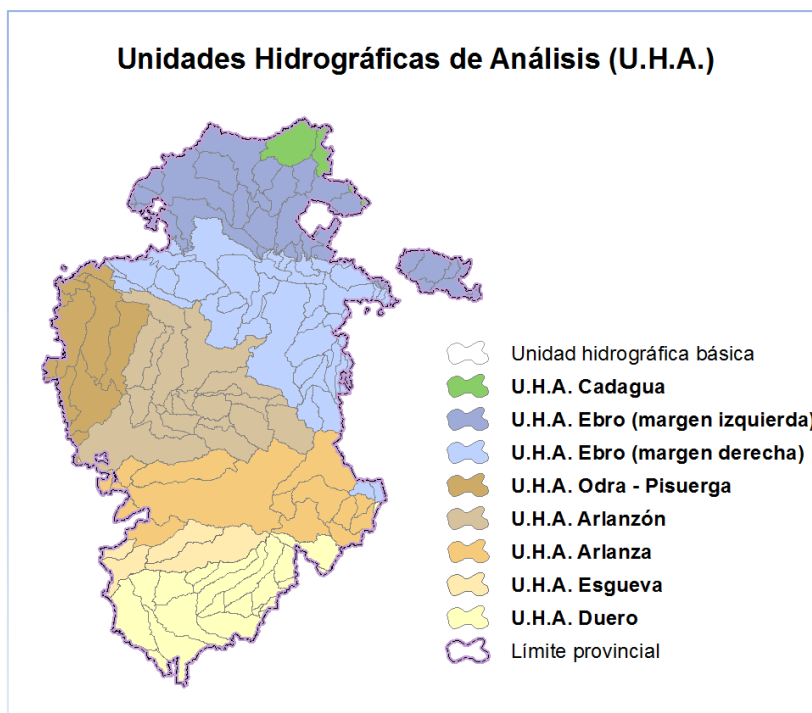


Figura 19: Unidades Hidrográficas de Análisis (U.H.A.) utilizadas en el estudio previo de Camarero para la provincia de Burgos. Las unidades hidrográficas básicas se corresponden con las subcuencas hidrográficas (Fuente: (Camarero 2015)).

Para el presente estudio, únicamente se analizará la U.H.A. Arlanzón, perteneciente a la Demarcación Hidrográfica del Duero. Se decidió realizar el estudio en esta U.H.A. a consecuencia de ser la que mayor número de datos presentaba, y de considerarse como una de las más representativas de la situación a nivel general.

En la U.H.A. Arlanzón se inventariaron de los siguientes ríos y arroyos: Arlanzón, Ausín, Cogollos, Hormazuela, Rioseras, Ubierna, Úrbel, Vena y Viejo.

En este punto ya tenemos determinada la unidad de estudio, así como su información y datos recopilados en las clases de entidad del dataset `HIDRO_RED_UHA_NOMBRE DE UNIDAD`, que en este caso será `HIDRO_RED_UHA_ARLANZON`, por ser la única U.H.A. que se analizará en este estudio.

Para la elaboración de la red, lo más importante es tener estos tres aspectos claros:

- Todos los archivos que intervienen en la red deben tener el mismo sistema de referencia.
- El valor de tolerancia que se debe asignar coincide con el configurado para el dataset.
- Los roles asignados a los elementos de cada clase de entidad deben ajustarse a orígenes y sumideros para los archivos de punto y a ejes complejos para las entidades lineales.

El proceso de creación de la red geométrica es asistido por el software ArcGis®, por lo que no supondrá una gran dificultad.

4.2.2.4.4.2. Conectividad entre entidades

Antes de continuar, se debe comprobar que todas las entidades de la red están conectadas y son reconocidas. Es una tarea imprescindible para evitar futuros problemas, que acarrearían una pérdida de tiempo importante.

En ocasiones, aparecen ciertos errores, los cuales son simplemente geometrías no válidas, y que se identifican durante el proceso de generación de la red y se registran en la tabla de errores de generación de la red, denominada en este caso, RED_ARLANZON_BUILDERR. En muchas ocasiones, los errores generados no son de vital importancia y nos permiten continuar sin problema.

Para determinar la conectividad entre entidades se han empleado las siguientes aplicaciones:

Las herramientas de ArcTolbox → Herramientas de administración de datos → Red geométrica.

En la **Figura 20** se observa la herramienta *Edición de Red Geométrica* la cual, resulta más efectiva a la hora de editar las capas que intervienen en la red.

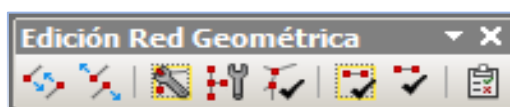


Figura 20: Barra de herramientas de *Edición Red Geométrica* (Fuente: ArcGIS 2014).

Y la herramienta de *Análisis de Redes de Servicios* con la que vamos a trabajar con mucha frecuencia, pero que en esta ocasión se empleará para determinar si existen puntos u otro tipo de entidades que se hayan quedado fuera de la red (**Figura 21**).

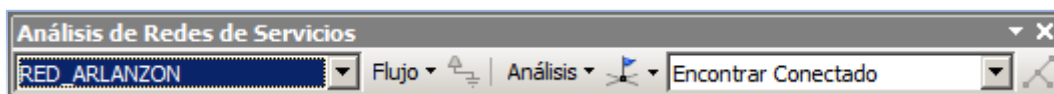


Figura 21: Barra de herramientas de *Análisis de Redes de Servicios* de ArcMap® (Fuente: ArcGIS 2014).

4.2.2.4.4.3. Sentido del flujo

Un aspecto determinante en la creación de redes geométricas es el establecimiento de un flujo determinado; ya que en ocasiones va a interesar que la red tenga un comportamiento lo más parecido posible a una corriente de agua natural; y por tanto será necesario instaurar una dirección del flujo.

La determinación del sentido del flujo va a ser de suma importancia a la hora de estudiar los fenómenos de dispersión.

Para re-direccionar el flujo de redes geométricas se utiliza la herramienta *Establecer la Dirección de Flujo* de ArcTolbox (**Figura 22**).

Se ha establecido el sentido del flujo siguiendo la dirección de digitalización de los ejes; sin embargo, anteriormente se asignaron roles de orígenes y sumideros a las entidades de las capas de puntos de localización para posteriores consultas.

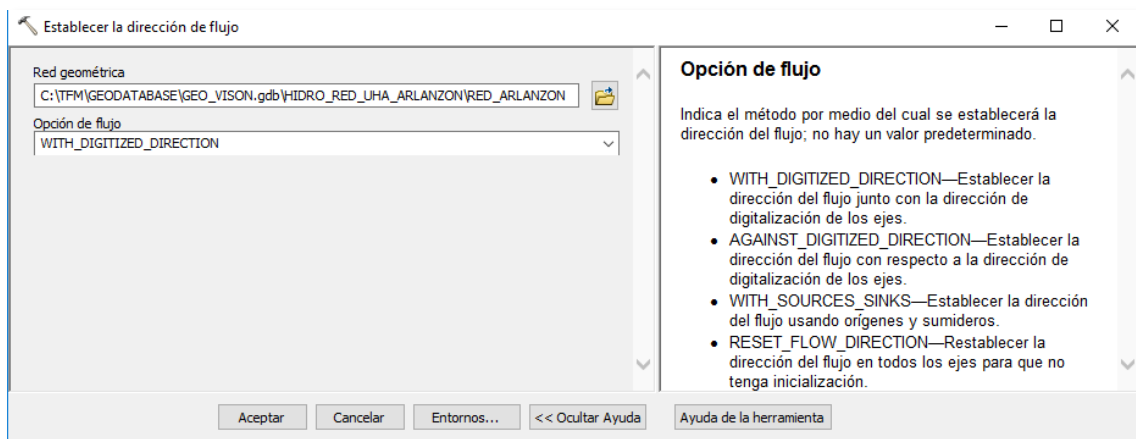


Figura 22: Herramienta *Establecer la Dirección de Flujo* de ArcToolbox® (Fuente: ArcGIS 2014).

4.2.2.4.5. El análisis con redes geométricas.

Para la realización de un análisis a partir de una red geométrica, se empleará la herramienta *Análisis de Redes de Servicios* de ArcMap® (Figura 22).

En primer lugar, se selecciona la red geométrica de la Unidad Hidrográfica de Análisis de la que se pretenden extraer los resultados. En este caso se analizará la U.H.A. Arlanzón, por lo que habrá que seleccionar la red que corresponde, en este caso RED_ARLANZON.

A continuación, se procederá a colocar sobre la red los denominados “*Marcadores*” y “*Barreras*”:

- Los *Marcadores* son los puntos de origen a partir de los cuales se realizarán los trazos. Estos pueden situarse en los puntos de las capas que forman la red (GEOVIS_SUB_ARLANZON y GEOCAN_SUB_ARLANZON), así como en las uniones de la propia red (RED_ARLANZON_Junctions).

- Las *Barreras* son los puntos que interrumpirán el paso de flujo por ellas, es decir, eliminarán las conexiones topológicas. De igual modo que los marcadores, las barreras pueden ser colocadas en los puntos de las capas que forman la red, y a mayores, pueden ser colocados en tramos lineales, los cuales quedarían excluidos de la red.

De este modo, una de las ventajas más distinguidas del análisis mediante redes geométricas es la de encontrar tramos o puntos, desconectados o conectados con otros, determinados previamente en la red como marcadores.

Continuando con el análisis de redes, logramos conocer la dispersión potencial del visón americano, seleccionando las tareas de trazado que mejor se adapten a la

consulta, como el camino más corto o el sentido del flujo del agua (aguas arriba o aguas abajo).

El tipo formato en el que se desean representar las capas resultantes del análisis son dos:

- un *dibujo* sobre el mapa, enfocado en mayor medida para la consulta directa sobre la pantalla del ordenador y la toma de decisiones en gabinete
- una *selección de entidades* con las cuales se puede crear una nueva capa de resultados, la cual se exporta para confeccionar los planos de distribución. (En este caso es la opción empleada, ya que interesaba generar capas representables sobre el plano).

Las selecciones de entidades que han tenido lugar en el análisis, se exportan como capas SHP al dataset correspondiente, en este caso sería SUB_VIS_ARLANZON.

Con el conjunto de capas de distribución que se han exportado, en conjunto con la información de las clases de entidad asociada a los datos de capturas, permitirán la elaboración de los mapas de “*presencia segura*” y “*presencia probable*” de las poblaciones de visón americano.

Del mismo modo, y como consecuencia de que la información de todas las entidades está asociada a un campo común (PUNTO), podemos presentar los mapas de “*evolución temporal*” de la distribución y de “*abundancia*” de las poblaciones de visón para la subcuenca del Arlanzón.

4.2.2.5. Elaboración de los mapas de la U.H.A. Arlanzón

Como se ha comentado con anterioridad, las clases de entidades lineales obtenidas a partir de los análisis de las redes geométricas en conjunto con la información asociada a dichas redes, permiten la creación de los mapas de distribución y abundancia que corresponden a la U.H.A. Arlanzón objeto de estudio.

El resultado se compone de una serie de mapas donde se ha representado la situación de las poblaciones de visón americano, con el fin de poder comparar éstas en el tiempo y en el espacio. A su vez, se han incorporado también de manera gráfica, la evolución de las poblaciones de cangrejo exótico, pertenecientes al estudio previo anteriormente mencionado (Camarero 2015), con el fin de poder realizar un análisis comparativo entre la evolución de las poblaciones de visón y las de cangrejos a lo largo del periodo comprendido entre 2002 y 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología desarrollada en el estudio anteriormente mencionado (Camarero 2015) y adaptada a este trabajo de investigación ha permitido:

Por un lado, confeccionar los mapas de distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *Neovison vison* en la subcuenca del Arlanzón, en consecuencia a los datos obtenidos en los controles poblacionales desde la Sección de Espacios Naturales y Especies Protegidas del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos entre los años 1999 y 2016.

De otra parte, se han incorporado los mapas de distribución y abundancia de las poblaciones de cangrejo señal *P. leniusculus* y cangrejo rojo *P. clarkii* de la subcuenca del Arlanzón de los años 2002, 2004, 2006 y 2008, pertenecientes al estudio realizado en 2015 por Sebastián Camarero Pascual, de modo que ha sido posible comparar en dicho periodo la evolución, en cuanto a distribución y abundancia se refiere, que han tenido las poblaciones de visón y cangrejo.

Para ello, ha sido fundamental el uso de herramientas relacionadas con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y más explícitamente, del empleo de redes geométricas, creadas a partir de una base de geodatos o geodatabase.

De este modo, en función de la conectividad y continuidad lineal, se obtienen los resultados del análisis. Como ya hemos visto, un aspecto positivo del uso de redes geométricas, es la posibilidad de y facilidad de introducción de datos relacionados (distintas especies, periodos, etc.), cuya incorporación a la red geométrica es sencilla si se respeta la estructura de la geodatabase.

El presente estudio ha incorporado los datos obtenidos con anterioridad en otro proyecto (Camarero 2015), el cuál analizaba la evolución de las dos especies de cangrejo exótico que habitaban la provincia burgalesa en el periodo comprendido entre 2001 y 2008. Sin la capacidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la anexión de este tipo de trabajos previos, sería una tarea muy difícil de gestionar, puesto que el volumen de geodatos es muy abultado.

5.1. Resultados del análisis tabular para el visón americano *Neovison vison*

En este apartado se expondrán los resultados obtenidos en cada una de las entidades fluviales que componen la U.H.A. Arlanzón, sabiendo que de manera global, se han obtenido **1261 registros de capturas** en la subcuenca del Arlanzón, en el periodo comprendido entre 1999 y 2016.

5.1.1. Río Arlanzón

Resumen de datos de los muestreos.

En la **Tabla 6** se resumen los datos obtenidos en los muestreos que tuvieron lugar en el río Arlanzón en el periodo comprendido entre 1999 y 2016.

Tabla 6: Resumen de los muestreos de visón americano *Neovison vison* realizados en el río Arlanzón entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

ESTACIÓN	AÑO																	TOTAL	
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		2016
V-AZO-1.11													3					7	10
V-AZO-2.13															2				2
V-AZO-3.04						4				2			5	2	2		1	6	22
V-AZO-4.02				3	1								8	4	5	3	1	8	33
V-AZO-5.02				1															1
V-AZO-6.02				2									6	1	3		2	9	23
V-AZO-7.02				5									21		11	1	4		42
V-AZO-8.04						8								8				4	20
V-AZO-9.03														1					1
V-AZO-10.02				5		6	1						2		6		3		23
V-AZO-11.02				5	4	2	2				3	2	13	8	3	1		8	51
V-AZO-12.03					6	2	9			3								4	24
V-AZO-13.03					1					2	16	5	7	6	10	3	1	6	57
V-AZO-14.02				4	4	11	14	2		7	12	29	9	6	2	7	6	4	117
V-AZO-15.02						5				2		1				2			10
V-AZO-16.03					1	8		1		2	9	4	1	2	2		2	5	37
V-AZO-17.02				1	1	4		2		2	1		1	1				5	18
V-AZO-18.02				1		7												1	9
V-AZO-19.03						2	2	1		1	9	3	1	4	3	3	3	1	33
V-AZO-20.04						6	1				3	3	7		2				22
V-AZO-21.01			1									1							2
V-AZO-22.02				1	6					5		7	5		9	13	1		47
V-AZO-23.06								2				7			10	10			29
V-AZO-24.07									2		8	3		12		7		10	42
V-AZO-25.13															2				2
V-AZO-26.05							2		2	3	5		7	2	1	4		5	31
V-AZO-27.05							1						2	1				1	5
V-AZO-28.04						1	1				7		2	2		2		2	17
V-AZO-29.05							2			3	1		2	2		5	1	7	23
V-AZO-30.06								2	1			3	4		2	6			18
V-AZO-31.04						1	1	2					1	1	4	5			15
V-AZO-32.99	1					1			2			1	6	1					12
V-AZO-33.03					1						4					3			8
V-AZO-34.10												5			2	1	1		9
V-AZO-35.12														1					1
TOTAL	1	0	1	28	25	68	36	12	7	32	78	74	113	65	81	76	26	93	816

Se puede observar que el total de capturas en este río asciende a **816**, siendo una cifra muy notable en comparación con el resto de cursos fluviales. Las capturas en el río Arlanzón suponen el 28% de las capturas totales acumuladas de la provincia. La subcuenca completa del Arlanzón (con 1261 capturas en total) supone cerca del 45% de las capturas totales. Ello da idea de la importancia que esta subcuenca y en especial el río Arlanzón, tiene para la expansión del visón americano.

Si observamos el **Gráfico 4**, vemos a partir de 2009 se empieza a obtener un mayor volumen de registros de capturas en el río Arlanzón, lo cual puede ser debido a que el proceso de colonización del medio ya ha tenido lugar.

Es de suma importancia continuar con los muestreos en la zona próxima al Embalse de Uzquiza y al Embalse del Arlanzón, puesto que se trata de zonas limítrofes con el área de distribución de visón europeo *Mustela lutreola*. Por ello habrá que tener en consideración para futuros estudios el muestreo de las estaciones colindantes o pertenecientes a esta zona, de modo que habrá que prestar especial atención a la estación V-AZO-35.12, por haberse registrado en ella el punto de máxima dispersión de visón americano hacia el Este de la subcuenca del Arlanzón.

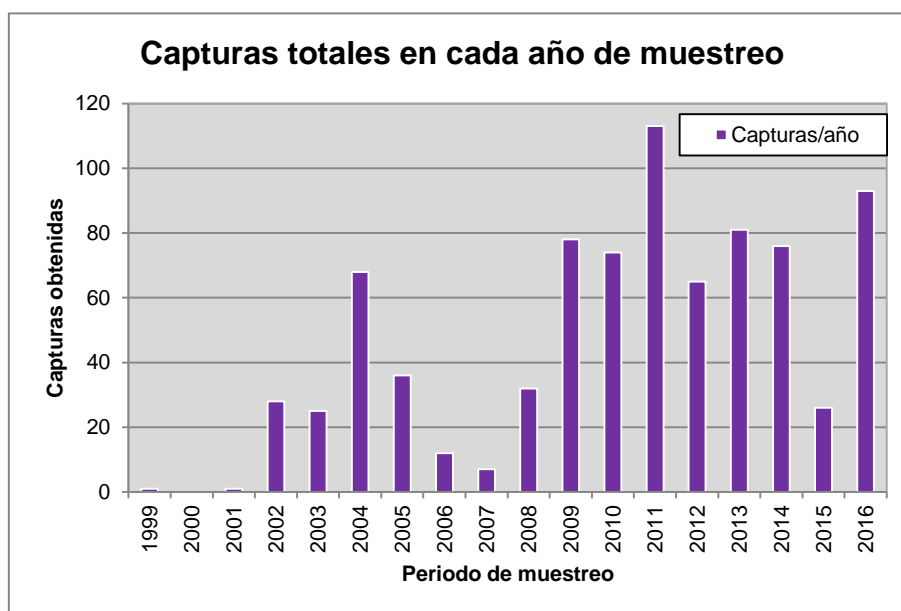


Gráfico 4: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Arlanzón. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

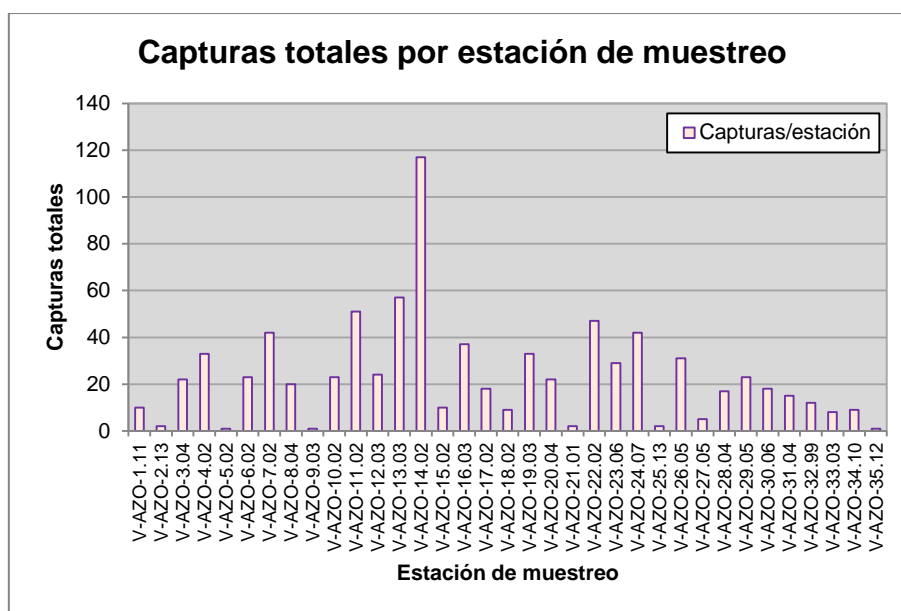


Gráfico 5: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Arlanzón entre 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

Si atendemos al **Gráfico 5**, podemos ver las estaciones de muestreo tienen más volumen de registros de capturas, lo cual puede indicar que tramos del río Arlanzón son más favorables para el asentamiento de la especie, ya sea por mayor número de recursos o por ser zonas de convergencia de varios ríos, etc. El mismo gráfico nos permite a su vez, hacernos una idea del volumen de individuos que tenemos a lo largo del río, puesto que las estaciones están ordenadas desde el punto de cierre del río Arlanzón en la provincia de Burgos (estación V-AZO-1.11), hasta la estación de cabecera donde se ha obtenido la última captura (estación V-AZO-35.12).

Podemos observar también, que las estaciones que presentan un mayor número de registros de captura son las próximas a la estación V-AZO-14.02, siendo ésta una zona en la que vierte sus aguas el río Ausín, el cual, como veremos más adelante, podría ser un vector de entrada del visón americano *N. vison* en su zona de cabecera más próxima a la subcuenca del Arlanza.

5.1.2. Río Ausín

Resumen de datos de los muestreos.

En la **Tabla 7** se resumen los datos obtenidos en los muestreos que tuvieron lugar en el río Ausín en el periodo comprendido entre 1999 y 2016.

Tabla 7: Resumen de los muestreos de visón americano *Neovison vison* realizados en el río Ausín entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

ESTACIÓN	AÑO																		TOTAL
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
V-AUS-1.03					1				1					2				2	6
V-AUS-2.03					1							1						2	4
V-AUS-3.03					2				1		3			1					7
V-AUS-4.00		1			1														2
V-AUS-5.03					2							1						1	4
V-AUS-6.10												4				1			5
V-AUS-7.10												2			1				3
V-AUS-8.10												3	1		2	2			8
V-AUS-9.12														1					1
V-AUS-10.04						1	4	2			1	1	4						13
V-AUS-11.13															4				4
V-AUS-12.03					2	2	3	1	1	2		6	1	2	2				22
TOTAL	0	1	0	0	9	3	7	3	2	3	1	21	6	5	10	3	0	5	79

El total de capturas en este río es de **79**, que como ya hemos mencionado anteriormente, está muy lejos de los datos obtenidos en el Arlanzón, debiendo esto a varios motivos:

- Se trata de un río de menor entidad que el Arlanzón
- El cauce que se somete a mayor esfuerzo de captura de forma ininterrumpida es el del río Arlanzón por albergar la mayor población de visón americano y constituir este cauce el principal corredor para la especie invasora
- Dado que los recursos para los controles poblacionales no son infinitos, hubo que alternar los muestreos entre varios ríos para poder analizar la provincia burgalesa al completo.

Atendiendo al **Gráfico 6**, podemos observar que el año 2010 fue el que mayor número de registros de captura obtuvo. Esto por sí solo no aporta gran información, pero si analizamos la **Tabla 7**, podemos ver que las capturas están repartidas por la mayoría de estaciones de muestreo, y en muchos casos, se trata de las primeras capturas en esa estación. De este modo se puede intuir que en el año 2010, el visón americano colonizó por completo el río Ausín.

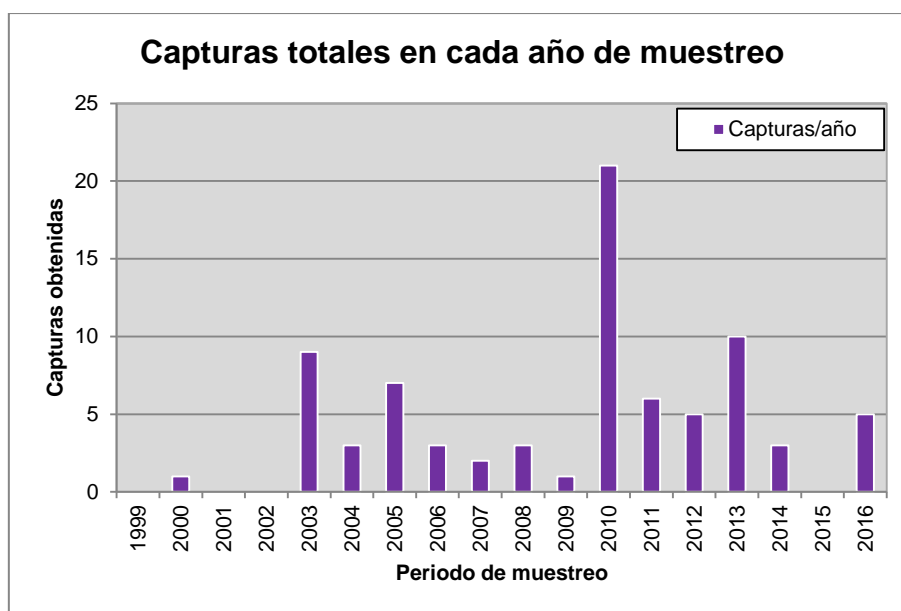


Gráfico 6: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Ausín. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

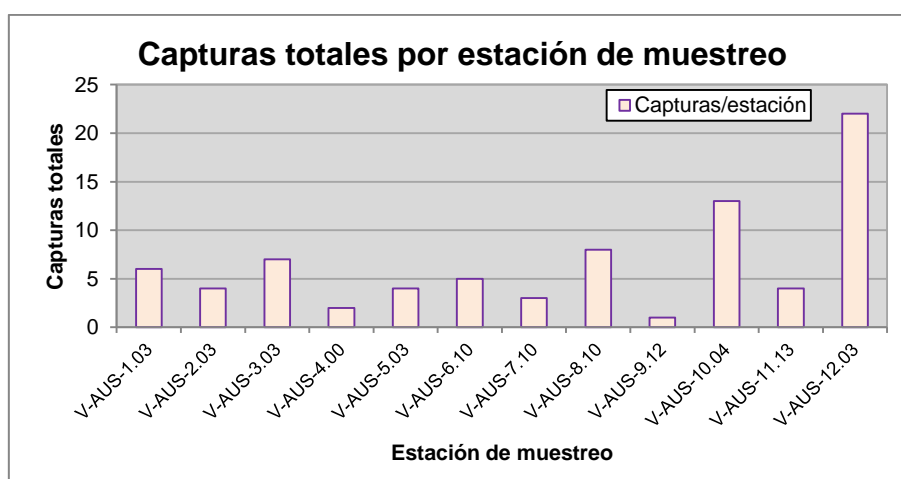


Gráfico 7: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Arlanzón entre 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

Analizando el **Gráfico 7** podemos conocer el volumen de capturas que hemos obtenido en cada estación de muestreo, de modo que como se ha comentado con anterioridad, se observa que en la cabecera del río Ausín existe una mayor presencia de capturas, ya que como veremos más adelante (de manera gráfica), pudo ser un posible foco de entrada de visón americano, y fijándonos en la **Tabla 7** podemos ver que la estación V-AUS-12.03 ha registrado capturas de forma continuada desde que se registró la primera captura en el 2003.

5.1.3. Río Cogollos

Resumen de datos de los muestreos.

En la **Tabla 8** se resumen los datos obtenidos en los muestreos que tuvieron lugar en el río Cogollos en el periodo comprendido entre 1999 y 2016.

Tabla 8: Resumen de los muestreos de visón americano *Neovison vison* realizados en el río Cogollos entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

ESTACIÓN	AÑO																		TOTAL
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
V-COG-1.06								1											1
V-COG-2.04						1										2			3
V-COG-3.11													1						1
V-COG-4.14																2			2
V-COG-5.13															1				1
V-COG-6.15																	1	3	4
V-COG-7.14																1		1	2
V-COG-8.04						2	1						1		1				5
V-COG-9.05							1								2			1	4
TOTAL	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	2	0	4	5	1	5	23

Con un total de **23** registros de captura (**Tabla 8**), el río Cogollos es uno de los ríos (junto con el Ven a y Rioviejo) que menor esfuerzo de muestreo ha recibido, por los motivos expuestos en el punto anterior.

En el (**Gráfico 8**), puede observarse que en este río no se ha muestreado todos los años. Los años que aparecen en blanco no responden a ausencia de capturas sino a ausencia de muestreo.

En los últimos años se ha hecho un esfuerzo especial en cubrir el mayor número de afluentes de Arlanzón dentro de una misma campaña dada la importancia de la subcuenca del Arlanzón en el avance del visón americano *N. vison* en la provincia de Burgos.

Son los últimos años en los que se ha realizado este muestreo los que presentan con mayor número de capturas, quizá debido a que el resto de cursos fluviales de mayor entidad ya estaban muestreados en su totalidad y se conocía su situación, pudiendo destinar así un mayor esfuerzo a estos ríos de menor entidad.

Si se observa el **Gráfico 9**, se aprecia que la zona de cabecera del río presenta un mayor volumen de capturas. Como se mencionó en el río Ausín, puede tener sentido si se tiene en cuenta que son zonas próximas a la cuenca del Arlanza, pudiendo ser de este modo, tanto el Cogollos como el Ausín, focos de entrada de visón en sus zonas de cabecera por proximidad a la subcuenca del Arlanza.

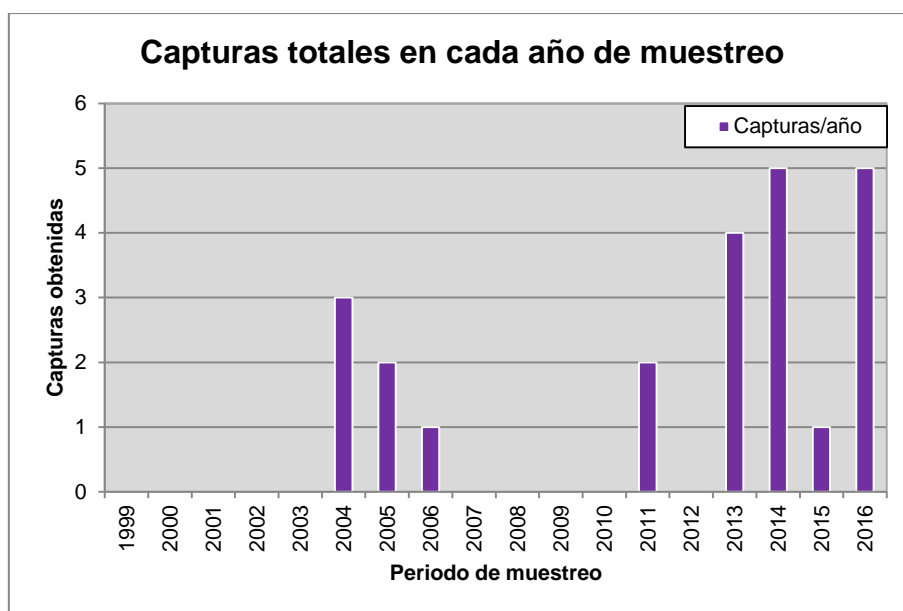


Gráfico 8: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Cogollos. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

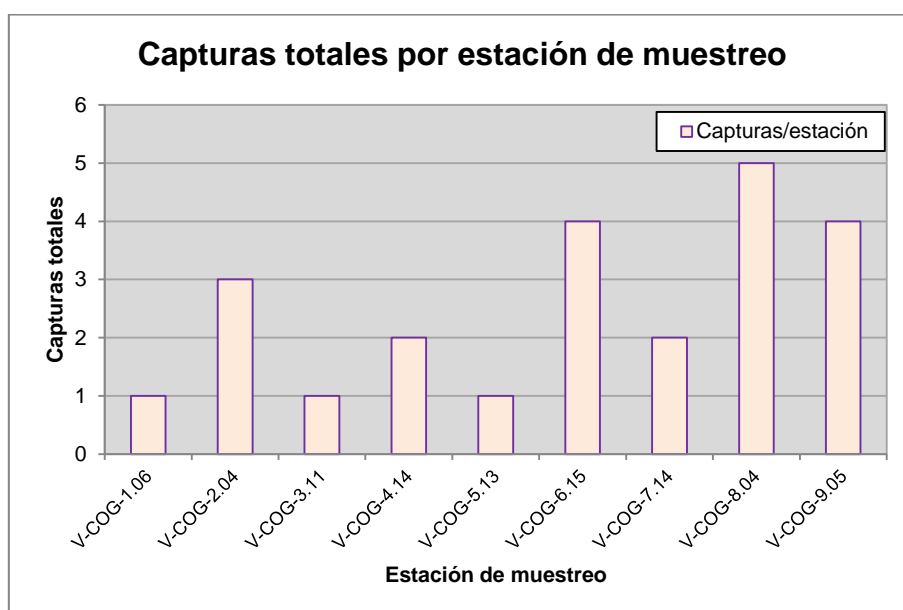


Gráfico 9: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Cogollos entre 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

5.1.4. Río Hormazuela

Resumen de datos de los muestreos.

En la **Tabla 9** se resumen los datos obtenidos en los muestreos que tuvieron lugar en el río Hormazuela en el periodo comprendido entre 1999 y 2016.

Tabla 9: Resumen de los muestreos de visón americano *Neovison vison* realizados en el río Hormazuela entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

ESTACIÓN	AÑO																		TOTAL
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
V-HOR-1.04						1									2			9	12
V-HOR-2.03					1		1				1	2		1					6
V-HOR-3.10												1	1						2
V-HOR-4.03					1		1				1					1	1		5
V-HOR-5.09											1	1		1			1		4
V-HOR-6.05							1			1	1	1	2				2		8
V-HOR-7.05							3			2	3	1	2						11
V-HOR-8.05							3	4		3	4	3	1				6		24
V-HOR-9.10												1							1
V-HOR-10.11													1	1		1			3
V-HOR-11.13															1				1
V-HOR-12.06								1					2						3
V-HOR-13.11													1						1
TOTAL	0	0	0	0	2	1	9	5	0	6	11	10	10	3	3	2	10	9	81

Se puede observar que el total de capturas en este río asciende a **81**, siendo una cifra considerable, sin llegar a ser de la magnitud del río Arlanzón.

Si atendemos al **Gráfico 10**, vemos que como en la mayoría de los casos existen periodos en los que no hay registros de capturas, lo cual ya se ha comentado con anterioridad.

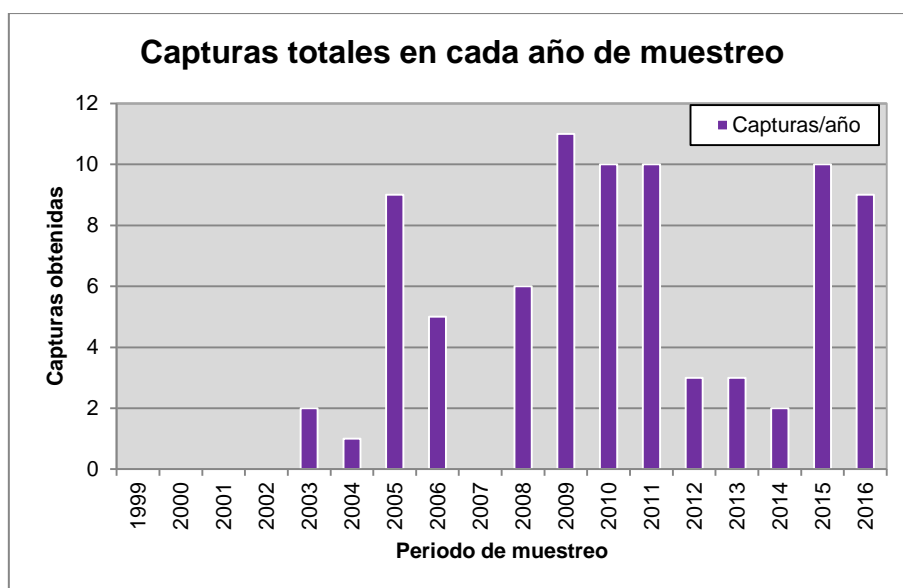


Gráfico 10: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Hormazuela. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

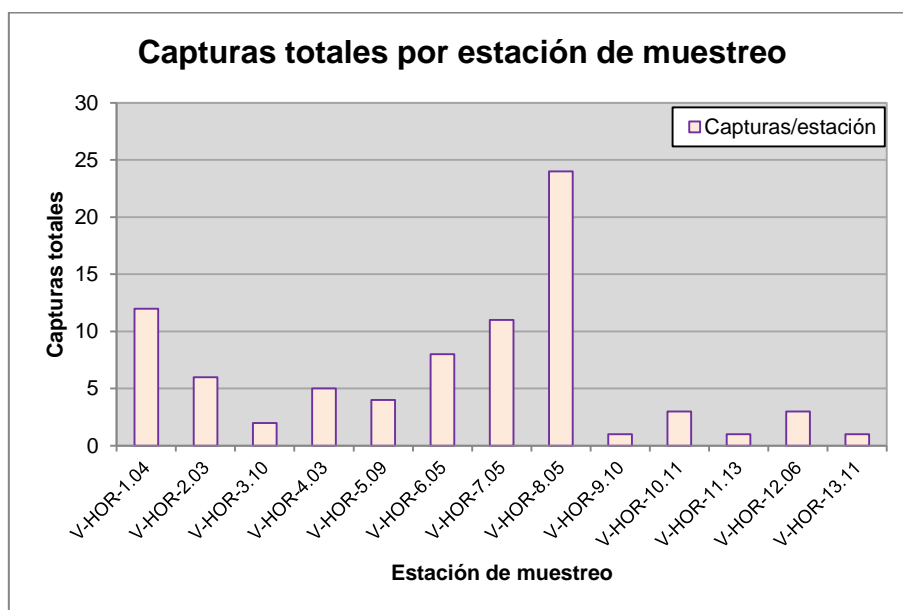


Gráfico 11: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Hormazuela entre 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

En el **Gráfico 11** se aprecia que la estación con mayor presencia de visón es la V-HOR-8.05, la cual está muy próxima al eje del río Arlanzón, y por tanto puede ser un foco de expansión desde dicho río hacia nuevos territorios (en este caso a lo largo del río Hormazuela).

5.1.4. Río Rioseras

Resumen de datos de los muestreos.

En la **Tabla 10** se resumen los datos obtenidos en los muestreos que tuvieron lugar en el río Rioseras en el periodo comprendido entre 1999 y 2016.

Tabla 10: Resumen de los muestreos de visón americano *Neovison vison* realizados en el río Rioseras entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

ESTACIÓN	AÑO																		TOTAL
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
V-RIO-1.10												1					2		3
V-RIO-2.09											3	1		1	2				7
V-RIO-3.09											1	1		1	2				5
V-RIO-4.09											1			3					4
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	5	4	0	2	0	19

Al igual que otros ríos de menor entidad (Vena, Viejo), el registro de capturas que presenta el río Rioseras es bajo, para estar hablando de un periodo de 18 años (**Tabla 10**).

Observando el **Gráfico 12**, puede observarse cómo se van incorporando al programa de control poblacional algunos ríos de menor entidad. En este cauce los muestreos y por lo tanto las capturas comenzaron en 2009. Es a partir de este año cuando se intensifican los trabajos de control poblacional en la provincia de Burgos duplicándose el esfuerzo de capturas hasta alcanzar una media anual de 20.000 trampas/noche media que se mantiene hasta la temporada actual. También a partir de 2009 se duplica el número de estaciones de muestreo.

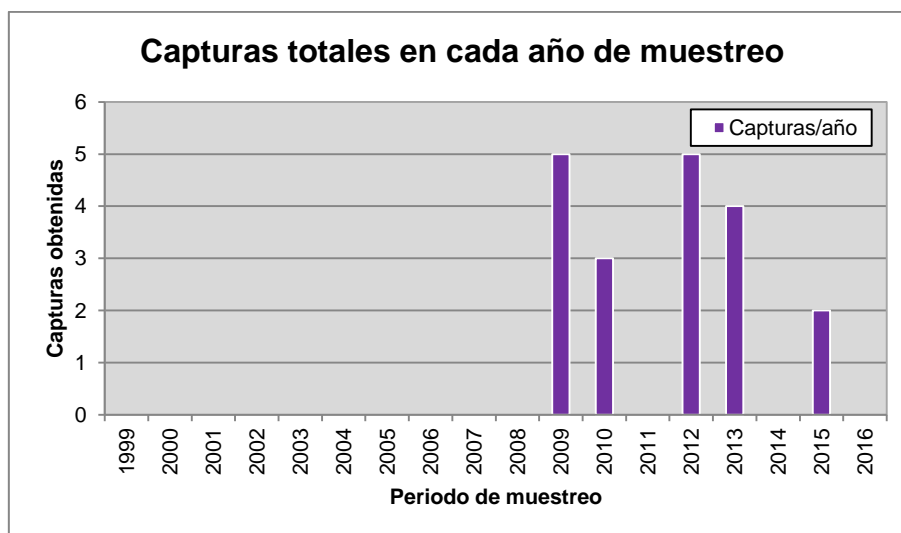


Gráfico 12: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Rioseras. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

Si observamos el **Gráfico 13**, vemos que el número de estaciones de muestreo en el río Rioseras es muy pequeño (tan solo 4 estaciones), lo cual hace indicar que se trata de un río de menor entidad. Al tratarse además, de un afluente de cabecera del río Ubierna, tiene una longitud reducida en comparación a otros ríos de mayor entidad, lo que hace innecesario realizar un muestreo más exhaustivo.

A pesar de esto, la estación V-RIO-4.09, debería ser muestreada año a año, ya que es clave a la hora de determinar hasta donde ha sido capaz de dispersarse el visón americano (al tratarse del punto de máxima dispersión en el N-E de la subcuenca del Arlanzón).

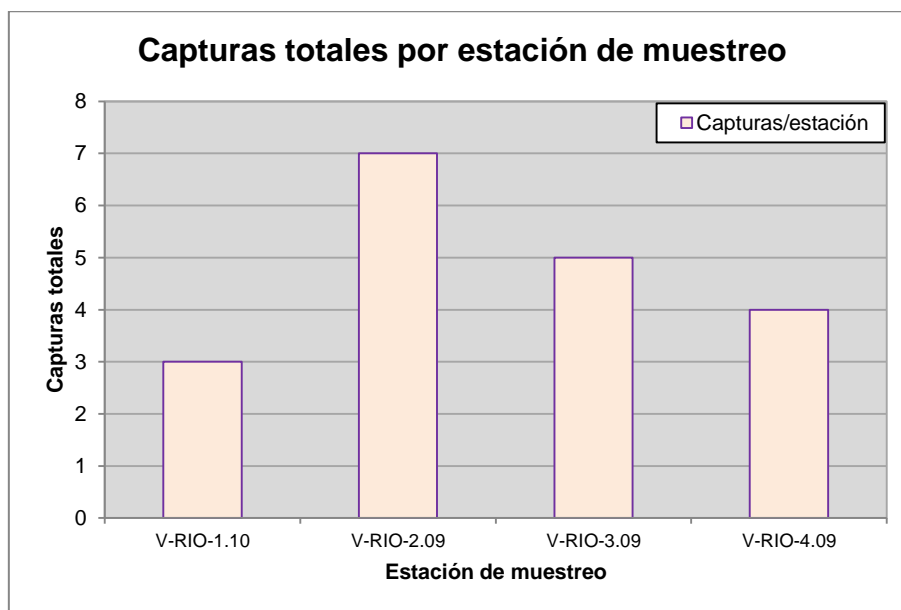


Gráfico 13: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Rioseras entre 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

5.1.5. Río Ubierna

Resumen de datos de los muestreos.

La **Tabla 11** resume los datos obtenidos en el río Ubierna en el periodo descrito.

Tabla 11: Resumen de los muestreos de visón americano *Neovison vison* realizados en el río Ubierna entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

ESTACIÓN	AÑO																		TOTAL
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
V-UBI-1.09											3		1	1					5
V-UBI-2.08										3	1		5	1					10
V-UBI-3.03					2								1						3
V-UBI-4.08										1	2		4		1				8
V-UBI-5.09											3								3
V-UBI-6.08										2	2	1	4	2					11
V-UBI-7.08										3	1	2	4	1					11
V-UBI-8.15																	1		1
V-UBI-9.09											2	1	5	5					13
V-UBI-10.10												1	1	1					3
V-UBI-11.09											1								1
V-UBI-12.09											2		2						4
V-UBI-13.06								1				3	4		1				9
TOTAL	0	0	0	0	2	0	0	1	0	9	20	9	27	11	2	0	1	0	82

En la **Tabla 11** podemos ver que en el río Ubierna se ha obtenido un total de **82** visones capturados. Atendiendo a la relación de capturas por año (**Gráfica 14**), se puede ver claramente que las capturas de visón comienzan a hacerse continuas a partir de 2008. Esto puede deberse a que la entrada del visón a este río se produjera desde el Arlanzón (como era de esperar), a partir de la desembocadura del Ubierna en el Arlanzón. Esto se puede comprobar en la **Tabla 11** al analizar los datos de 2008, donde se puede ver que todas las estaciones de muestreo que presentan capturas están situadas en la zona más cercana a la desembocadura del Ubierna (siendo esta la zona más próxima al Arlanzón). Como en otros río en la temporada 2008-2009 se produce una intensificación de muestreos en este río.

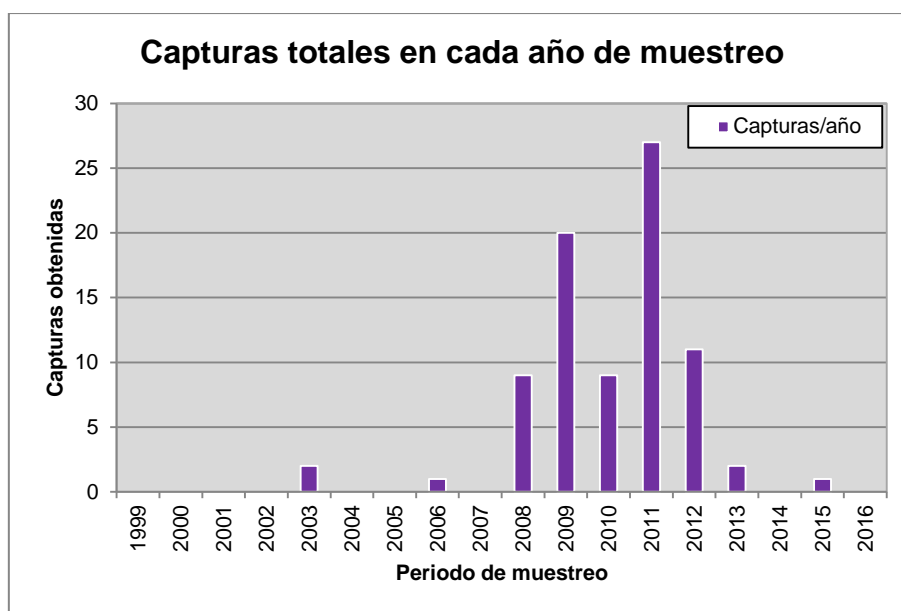


Gráfico 14: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Ubierna. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

Si prestamos atención al **Gráfico 15**, se puede ver la influencia que ha tenido el río Ubierna en la expansión del visón americano hacia el río Rioseras. Las estaciones de muestreo comprendidas entre la estación V-UBI-6.08 y la estación V-UBI-9.09 presentan una proximidad notable con la desembocadura del Rioseras en el Úrbel, de modo que las poblaciones de visón americano pudieron acceder al Rioseras en este punto (teóricamente).

Para respaldar esta hipótesis, podemos consultar la **Tabla 11** y la **Tabla 10**. En ellas podemos observar que la presencia de visón americano en las estaciones comprendidas entre la V-UBI-6.08 y la estación V-UBI-9.09 se registra por primera vez en los años 2008 y 2009. Si se observan los años que siguen en las estaciones de desembocadura del Rioseras vemos que tienen lugar las primeras capturas de visón, lo cual nos indica con mayor claridad, que la hipótesis tiene sentido.

Al igual que en el caso del río Rioseras, el Ubierna presenta la estación de muestreo situada más al norte de la subcuenca donde ha habido capturas de visón americano. Por ello, habrá que tener especial atención en la estación V-UBI-13.06, ya que supone el máximo punto de expansión del visón americano en la subcuenca.

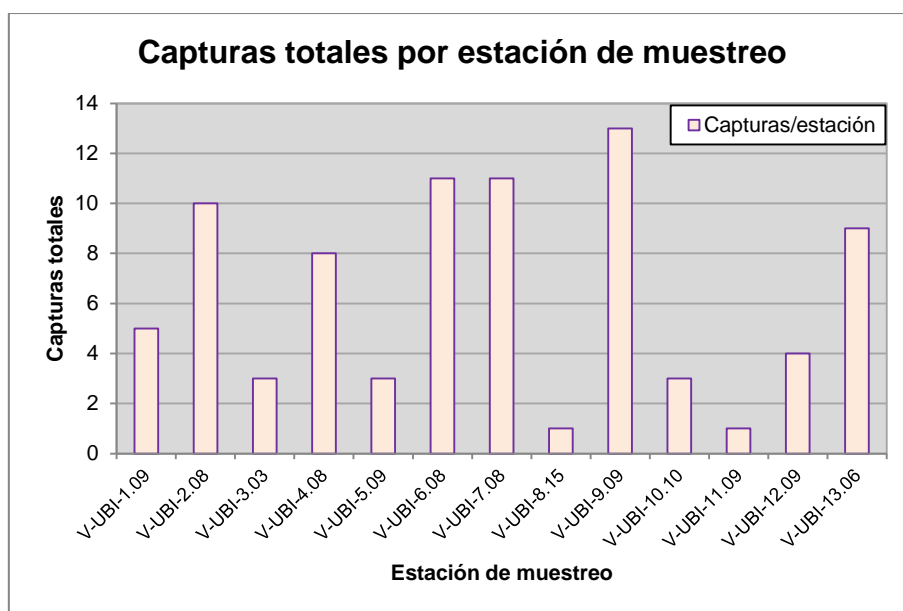


Gráfico 15: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Ubierna entre 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

5.1.6. Río Úrbel

Resumen de datos de los muestreos.

En la **Tabla 12** se resumen los datos obtenidos en los muestreos que tuvieron lugar en el río Úrbel en el periodo comprendido entre 1999 y 2016.

En la **Tabla 12** podemos ver que el total de registros de capturas obtenidos en el río Úrbel es de **136** capturas. Esta cifra convierte al río Úrbel con el segundo río con mayor presencia de visón americano de la subcuenca del Arlanzón, solo por detrás del río que da nombre a dicha cuenca.

En el **Gráfico 16**, al igual que en la **Tabla 12**, podemos apreciar que los registros de captura en dicho río comienzan a aparecer en el año 2003. Teniendo en cuenta que para aquel entonces el río Arlanzón (donde desemboca el Úrbel) ya contaba con presencia de visón desde hace un año, podemos determinar que, al igual que en caso del río Ubierna, el visón americano entro a este cauce desde el río Arlanzón.

Tabla 12: Resumen de los muestreos de visón americano *Neovison vison* realizados en el río Úrbel entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

ESTACIÓN	AÑO																		TOTAL
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
V-URB-1.03					1	2		3				4	1					3	14
V-URB-2.03					5	2		4				7		2		1	1	2	24
V-URB-3.06								1	1	1		1					2		6
V-URB-4.05							1					1							2
V-URB-5.03					1	4	1	1				2							9
V-URB-6.03					1					2		3	1				1	2	10
V-URB-7.05							2			1		2	2					1	8
V-URB-8.05							2			1	1	3							7
V-URB-9.05							2			1	1							1	5
V-URB-10.03					3		4				2	1	2					2	14
V-URB-11.16																		2	2
V-URB-12.03					1		1	2	1	3	1	5	2	2					18
V-URB-13.16																		1	1
V-URB-14.07									1			3		1				1	6
V-URB-15.06									1			1	1						3
V-URB-16.05							1	1		1	1								4
V-URB-17.07									1										1
V-URB-18.08										1					1				2
TOTAL	0	0	0	0	12	8	14	12	5	11	6	33	9	6	0	1	4	15	136

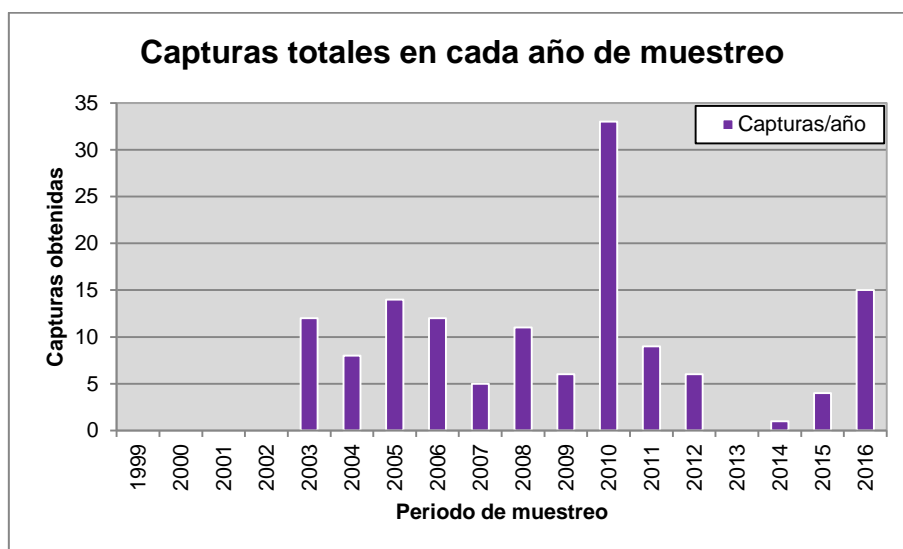


Gráfico 16: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Úrbel. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

Si se observa el **Gráfico 17**, se puede ver que el mayor número de capturas registradas ha tenido lugar en las estaciones más próximas a la desembocadura el Úrbel en el Arlanzón, siendo este último río, el que mayor presencia de visón ha registrado.

La estación de muestre V-URB-18.08 deberá ser controlada con la mayor regularidad posible al tratarse del máximo punto de expansión del visón americano hacia el NW de la subcuenca del Arlanzón.

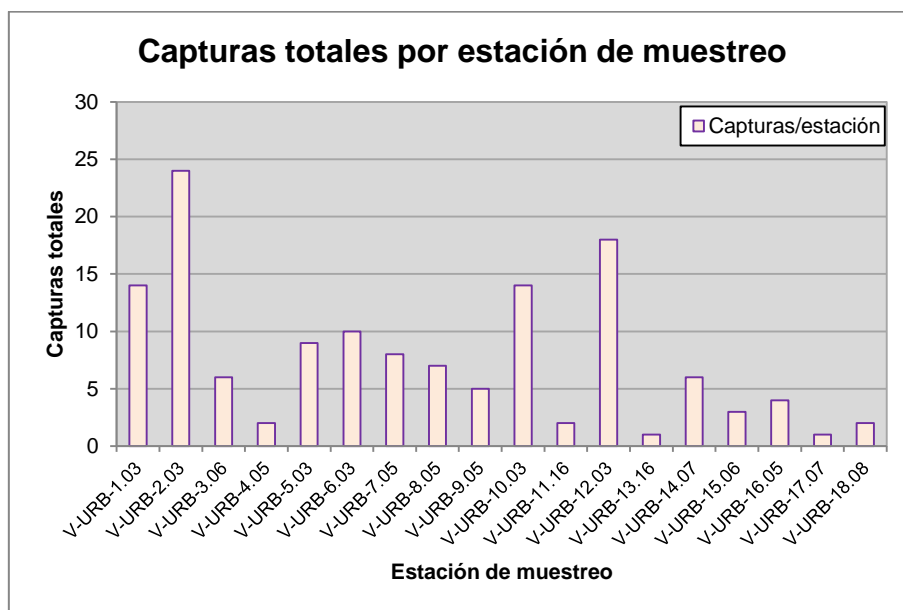


Gráfico 17: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Úrbel entre 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

5.1.7. Río Vena

Resumen de datos de los muestreos.

En la **Tabla 13** se resumen los datos obtenidos en los muestreos que tuvieron lugar en el río Vena en el periodo comprendido entre 1999 y 2016.

Tabla 13: Resumen de los muestreos de visón americano *Neovison vison* realizados en el río Vena entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

ESTACIÓN	AÑO																		TOTAL
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
V-VEN-1.09											1								1
V-VEN-2.13															7				7
V-VEN-3.09											1	1			3				5
V-VEN-4.09											1								1
V-VEN-5.09											1								1
V-VEN-6.09											1								1
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	10	0	0	0	16

Si observamos la **Tabla 13**, podemos ver que el registro de capturas en el río Vena asciende a **16** capturas.

En la **Tabla 13** y el **Gráfico 18**, podemos observar que hasta el año 2009 no se obtienen los primeros registros de capturas de visón americano en el río Vena. No se puede decir que la entrada del visón americano no tuviese lugar hasta esa época, al no tener constancia de muestreos sin capturas en la zona. De hecho se cree que fue algunos años antes, puesto existen capturas de visón en el río Arlanzón (V-AZO-22.02 hasta V-AZO-32.99) muy próximas al río Vena, y al estar hablando de una especie que recorre grandes distancias de manera “*sencilla*”, cabe esperar que estuviese presente en dicho río.

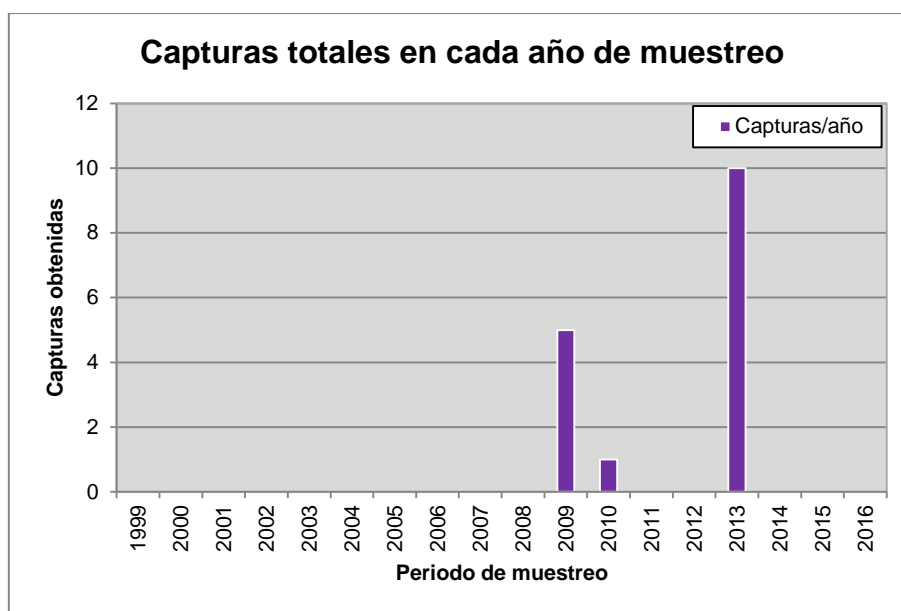


Gráfico 18: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Vena. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

Atendiendo al **Gráfico 19**, vemos que el río Vena se compone de pocas estaciones de muestreo, como ya ocurría en el río Rioseras. Los motivos son los mismos, ser un afluente de cabecera (del Arlanzón en este caso) y no presentar una longitud considerable.

A pesar de su escasa entidad este río tiene un enorme interés puesto que su cabecera se encuentra muy cercana al área de ocupación de visón europeo y se comporta con una cauce de dispersión en ambos sentidos (para el visón europeo y el vison americanos). Mantener la cabecera del mismo libre de visón americano es por tanto una prioridad absoluta.

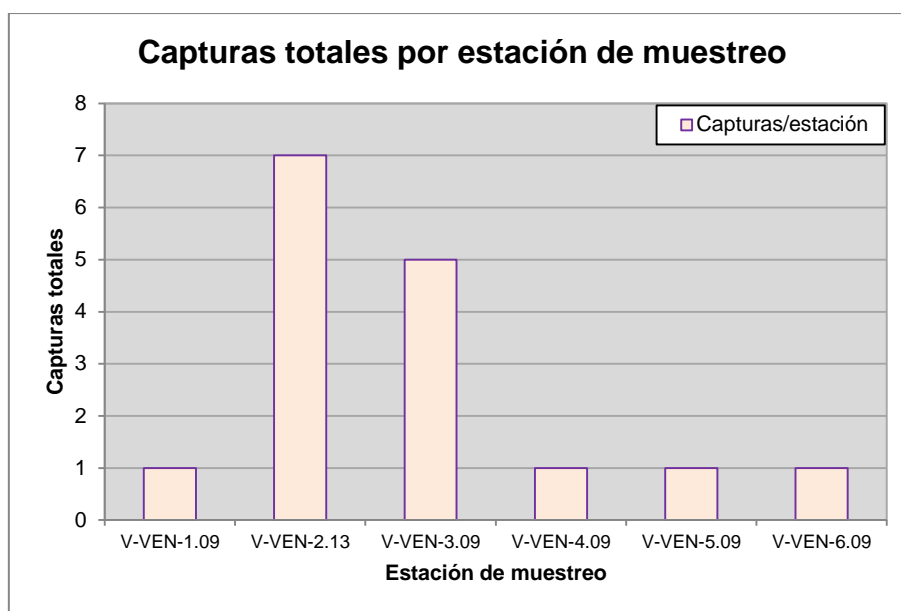


Gráfico 19: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Vena entre 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

5.1.8. Río Viejo

Resumen de datos de los muestreos.

En la **Tabla 14** se resumen los datos obtenidos en los muestreos que tuvieron lugar en el río Viejo en el periodo comprendido entre 1999 y 2016.

Tabla 14: Resumen de los muestreos de visón americano *Neovison vison* realizados en el río Viejo entre los años 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

ESTACIÓN	AÑO																		TOTAL
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
V-VIE-1.04						3						2						1	6
V-VIE-2.04						1						1			1				3
TOTAL	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	9

El río Rioviejo, es un afluente del río Ausín, de escasa longitud, y probablemente, de escaso interés a nivel general, como se puede apreciar al observar la **Tabla 14** y ver su escaso número de capturas, **9** en total. El interés de su muestreo de forma periódica radica en su papel de eventual conector con áreas de visón europeo.

En los **Gráficos 20 y 21** se puede ver que este río tanto en capturas por año como en capturas por estación, está muy por debajo de los grandes ríos analizados anteriormente.

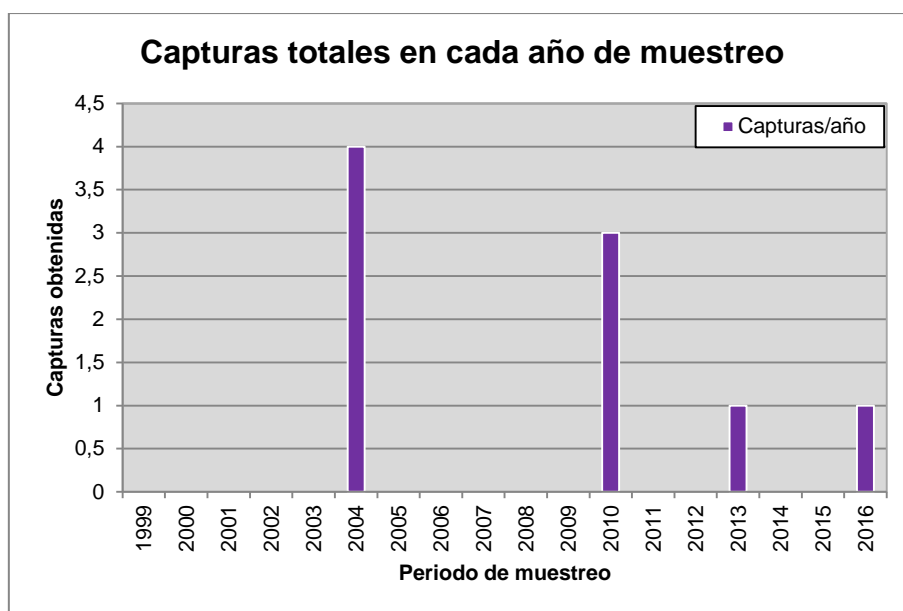


Gráfico 20: Representación del volumen de capturas registradas cada año del periodo comprendido entre 1999 y 2016 en el río Viejo. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

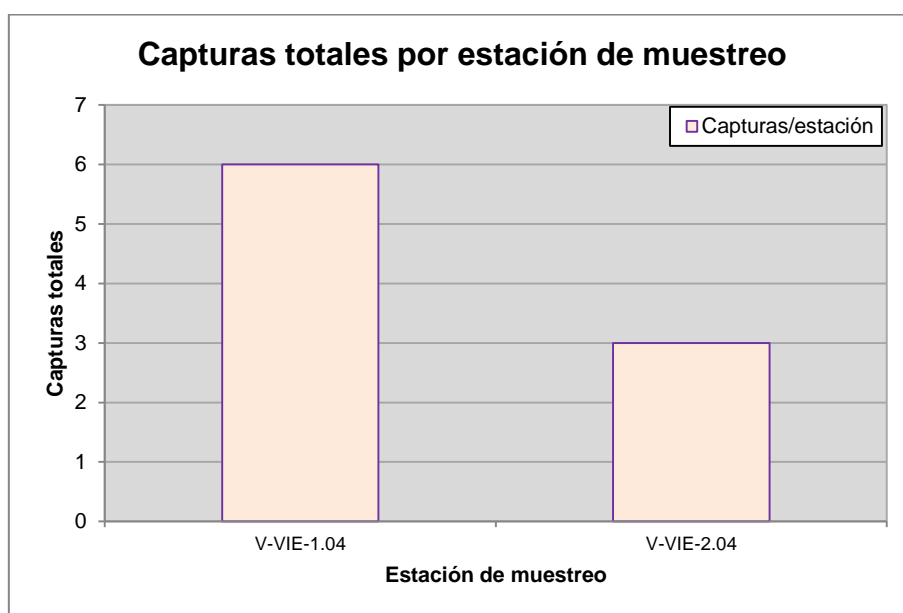


Gráfico 21: Representación del volumen de capturas registradas en cada estación de muestreo pertenecientes al río Viejo entre 1999 y 2016. (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

5.2. Resultados del análisis espacial

En consecuencia de la metodología desarrollada en estudios anteriores (Camarero 2015), y adaptada a este trabajo de investigación, se han obtenido los siguientes mapas, que son resultados en sí mismos, y de los cuales se detallan sus características más substanciales a continuación.

5.2.1. Evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *Neovison vison* en la U.H.A. “Arlanzón” entre los años 2002 y 2008 (Plano 2.1)

El resultado está compuesto de 4 mapas (uno por año) de la U.H.A. “Arlanzón”, cada uno de los cuales permite representar de forma conjunta la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones visón americano *Neovison vison* en el periodo comprendido entre el año 2002 y 2008.

La escala empleada es la 1:200.000 como consecuencia de los siguientes motivos:

1º. Permite una visualización clara de los símbolos y etiquetas de las capas que intervienen en el análisis espacial, de modo que se eviten pérdidas de información y solapamientos redundantes.

2º. Mantener la misma escala que los mapas provinciales del Instituto Geográfico Nacional utilizados en estudios y trabajos relacionados con especies interrelacionadas con el visón americano *N. vison*:

- Mapas de distribución del cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) y del cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) en la provincia de Burgos (Camarero 2015).

- Mapas de distribución del visón europeo (*Mustela lutreola*) en la provincia de Burgos; incluidos en el Proyecto LIFE “Conservación del visón europeo en Castilla y León” (Temiño 2004).

- Mapas de distribución de la nutria (*Lutra lutra*) en la provincia de Burgos (Saiz Rojo 2008).

Para el análisis comparativo de abundancia se han empleado las capas de datos relacionados a cada estación de muestreo para cada año (SUB_VIS_ARLANZON_AÑO) y en particular, aquellos relacionados con el campo de capturas (abundancia) de cada tabla para el visón americano *N. vison*, estableciendo 4 rangos de clase: entre 1 y 4 visones/trampa (Densidad baja), entre 5 y 9 (Densidad Media), entre 10 y 23 (Densidad Alta) y más de 24 (Densidad Muy Alta). Estos son comparativos para todos los años. La forma en la que se han obtenido estos 4 rangos de clase viene reflejada en el **Anejo III**.

Hubiese sido interesante haber incluido la capa de puntos en los que se ha muestreado y no se han tenido capturas de la especie, aunque no formaba parte del presente estudio.

Finalmente, para el análisis comparativo de la distribución se incorporaron las capas de presencia segura y probable de la especie, generadas a partir de la red geométrica correspondiente para cada uno de los años.

Se considera que existe presencia segura de visón americano *N. vison* en los tramos incluidos entre estaciones de muestreo con capturas de esta especie.

Por otro lado, se considera que la presencia es probable en los tramos adyacentes a los anteriores, o para aquellos en los que existan indicios (rastros, citas de personal cualificado, etc.) sin obtenerse capturas.

En consecuencia con lo anterior, se ha establecido la hipótesis por la que se cree que la entrada del visón americano *N. vison* a la subcuenca del Arlanzón se ha producido desde la cuenca del Arlanza, desde las cabeceras de los ríos Cogollos y Ausín y desde la zona de cierre del río Arlanzón. A partir de ahí, se podido analizar de forma gráfica, su dispersión por toda la subcuenca del Arlanzón a lo largo del periodo comprendido entre 2002 y 2008.

5.2.2. Evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *Neovison vison* en la U.H.A. “Arlanzón” entre los años 2010 y 2016 (Plano 2.2)

El resultado está compuesto de 4 mapas (uno por año) de la U.H.A. “Arlanzón”, cada uno de los cuales permite representar de forma conjunta la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones visón americano *Neovison vison* en el periodo comprendido entre el año 2010 y 2016.

La escala empleada es la misma 1:200.000 que la utilizada para elaborar el plano anterior. De esta forma se pretende establecer comparativas con él, la vez que se quiere que sea gráficamente entendible.

Para el análisis comparativo de abundancia se han empleado las capas de datos relacionados a cada estación de muestreo para cada año (SUB_VIS_ARLANZON_AÑO) y en particular, aquellos relacionados con el campo de capturas (abundancia) de cada tabla para el visón americano *N. vison*. Del mismo modo se han establecido los mismos rangos de clase (4 rangos) bajo los mismos criterios.

Para el análisis comparativo de la distribución se incorporaron las capas de presencia segura y probable de la especie, generadas a partir de la red geométrica correspondiente para cada uno de los años. Los criterios que se han seguido para determinar la presencia segura o probable de la especie son los mismos que los descritos en el apartado anterior.

Tal y como ocurría en el plano anterior, hubiese sido interesante haber contado con los puntos donde se ha muestreado y no se han obtenido capturas.

Se puede ver en el plano, que el visón americano *N. vison* ha colonizado dispersión toda la subcuenca del Arlanzón a lo largo del periodo estudiado, exceptuando la

microcuenca del río Cueva y sus pequeños afluentes, donde no ha llegado a colonizar el visón americano, posiblemente por tratarse de un terreno muy silíceo, donde (como veremos luego) los cangrejos no son capaces de sobrevivir.

5.2.3. Comparativa de la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *N. vison* con las de cangrejos exóticos en la U.H.A. “Arlanzón” entre los años 2002 y 2004 (Plano 3.1)

Sigue la misma estructura de 4 mapas, con la salvedad de que en este caso, se incorporan a los mapas de distribución del visón americano *N. vison* los mapas de distribución y abundancia de cangrejo exóticos elaborados previamente en el estudio denominado “Análisis de la evolución poblacional de cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) y cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) en la provincia de Burgos mediante redes geométricas en una geodatabase” (Camarero 2015). De esta manera se cumple otro de los objetivos del presente estudio, como es determinar la influencia de estas especies de cangrejos (presas) en la distribución del visón americano *N. vison* (especie predatora).

Para ello, se disponen en la fila superior de la composición, los planos correspondientes a la especie objeto de estudio (*N. vison*), donde se refleja el análisis de distribución y abundancia correspondiente a los años 2002 y 2004. Del mismo modo, en la fila inferior se disponen los planos correspondientes al análisis de evolución de la distribución y abundancia de las especies exóticas de cangrejos correspondientes al mismo periodo. De este modo se obtiene una comparativa visual directa entre dos especies en un mismo territorio y en un mismo periodo.

Para el análisis comparativo de abundancia entre especies se han empleado las capas de datos relacionados a cada estación de muestreo para cada año (SUB_VIS_ARLANZON_AÑO y SUB_CAN_ARLANZON_AÑO) y en particular, aquellos relacionados con el campo de capturas (abundancia) de cada tabla para el visón americano *N. vison* y los datos relacionados con el campo I.A. (abundancia) de cada tabla para las especies de cangrejo.

Para el análisis comparativo de la distribución se incorporaron:

- Por un lado, las capas de presencia segura y probable de visón americano, generadas a partir de la red geométrica correspondiente para cada uno de los años.
- Por otra parte, las capas de presencia segura y probable de cangrejo rojo *P. clarkii*, las capas de presencia segura y probable de cangrejo señal *P. leniusculus*, y finalmente las capas de presencia segura y probable de ambas especies de cangrejos.

En cualquier caso, los criterios que se han seguido para determinar la presencia segura o probable ambas especies, son los mismos que los descritos en el apartado anterior.

Analizando el plano con un poco de detalle, se pueden comparar los mapas de distribución de ambas especies y ver que la distribución del cangrejo va un paso por delante en 2002 y 2004.

Del mismo modo, se ha podido acreditar gracias al análisis de abundancia, que las zonas con mayor abundancia de cangrejos exóticos, son aquellas que mayor número de capturas de visón americano registran.

5.2.4. Comparativa de la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *N. vison* con las de cangrejos exóticos en la U.H.A. “Arlanzón” entre los años 2006 y 2008 (Plano 3.2)

Sigue la estructura del plano anterior (**Plano 3.1**), incorporando de igual forma en la fila superior de la composición, los planos correspondientes a la especie objeto de estudio (*N. vison*), donde se refleja el análisis de distribución y abundancia correspondiente a los años 2006 y 2008, y en la fila inferior, los planos correspondientes al análisis de evolución de la distribución y abundancia de las especies exóticas de cangrejos correspondientes al mismo periodo.

Este será el último plano comparativo entre especies dado que solo tenemos datos hasta 2008 del estudio previo de la evolución de los cangrejos.

Para el análisis comparativo de abundancia entre especies se han empleado las capas de datos relacionados a cada estación de muestreo para cada año (SUB_VIS_ARLANZON_AÑO y SUB_CAN_ARLANZON_AÑO) y en particular, aquellos relacionados con el campo de capturas (abundancia) de cada tabla para el visón americano *N. vison* y los datos relacionados con el campo I.A. (abundancia) de cada tabla para las especies de cangrejo.

Para el análisis comparativo de la distribución se incorporaron todas las clases de entidad mencionadas en el apartado anterior correspondientes al periodo comprendido entre 2006 y 2008.

Como hemos visto en el plano anterior, el cangrejo va un paso por delante (en cuanto a área de ocupación se refiere) en 2002 y 2004, pero que a medida que pasa el tiempo, el visón ocupa un área de distribución más amplia, hecho que parece lógico si comparamos la capacidad de dispersión entre especies.

5.2.5. Distribución actual de las poblaciones de visón americano *N. vison* y densidad de capturas totales (Plano 4)

Mapa de la subcuenca del Arlanzón que resume la distribución de las poblaciones de visón americano *N. vison* durante el periodo de tiempo en que se realizaron los muestreos (2002 - 2016).

Se emplea la misma escala 1:200.000 que la utilizada para elaborar los mapas que se han visto hasta ahora.

Para el análisis de abundancia se ha empleado la capa de datos relacionados a cada estación de muestreo para el total de los años (SUB_VIS_ARLANZON_TOT), relacionada como siempre, con el campo de capturas (abundancia) para el visón americano *N. vison*. Del mismo modo se han establecido los mismos rangos de clase (4 rangos) bajo los mismos criterios.

Por último se ha realizado un análisis de la distribución incorporando la capa de presencia segura y probable de la especie, generada a partir de la red geométrica correspondiente al año más reciente (en este caso 2016). De este modo se cumple el objetivo marca de conocer la distribución actual del visón americano *N. vison* en la subcuenca del Arlanzón. Los criterios que se han seguido para determinar la presencia segura o probable de la especie son los mismos que los descritos en el apartado anterior.

Analizando el plano de manera detallada, se puede observar la distribución actual de la especie, de modo que se conocen con precisión los puntos límite hasta los cuales la especie ha sido capaz de dispersarse.

De igual manera, analizando la abundancia de capturas en cada estación de muestreo, podemos determinar los lugares donde la presencia de visón americano ha sido más fuerte durante todo el periodo descrito, y ofrece información interesante de cara a futuras actuaciones.

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

La metodología seguida en el trabajo ha permitido alcanzar los objetivos propuestos gracias a los SIG y más concretamente a la utilización de redes geométricas en una geodatabase. De este modo se ha conseguido elaborar los mapas que comparan, resumen y representan la evolución en la subcuenca del Arlanzón del visón americano *N. vison*.

Gracias a la creación de estas redes geométricas se ha conseguido facilitar el posterior análisis espacial, pudiendo así conocer evoluciones en la dispersión de la especie con una precisión mayor a la que aportan otros métodos de análisis.

La propia geodatabase `GEO_VISON` ha permitido incorporar datos de estudios previos en la zona con poblaciones de cangrejos exóticos para incorporarlos al análisis. Esto supone una gran ventaja con respecto a otros métodos de análisis, y es una ventaja de cara a actualizar la red con datos procedentes de inventarios futuros.

Por todo lo anterior, se ha conseguido obtener información cartográfica precisa acerca de la evolución de la distribución espacial (capas de presencia segura y probable) del visón americano *N. vison* y de su abundancia (rangos de densidad o abundancia). De este modo, se considera que la entrada del visón americano *N. vison* a la subcuenca del Arlanzón se ha producido desde la cuenca del Arlanza, a través del río Arlanzón (desde su zona de cierre con la provincia de Burgos) y se cree que desde los ríos Cogollos y Ausín (desde su zona de cabecera) al tener datos de presencia de visón americano durante los primeros años en esa zona. A partir de ahí, se podido analizar de forma gráfica, su dispersión por toda la subcuenca del Arlanzón a lo largo del periodo comprendido entre 1999 y 2016, exceptuando la microcuenca del río Cueva y sus pequeños afluentes, donde no ha llegado a colonizar el visón americano, posiblemente por tratarse de un terreno muy silíceo, donde los cangrejos no son capaces de sobrevivir.

También se concluyó, gracias a la capacidad de los SIG de incorporar a la geodatabase datos y entidades pertenecientes a otros estudios de manera muy cómoda, que la presencia evolución de la distribución de visón americano *N. vison* está ligada a la presencia de cangrejos en el medio, de modo que visualmente se pueden comparar los mapas de distribución de ambas especies y ver que la distribución del cangrejo va un paso por delante en 2002, pero que a medida que pasa el tiempo, el visón ocupa un área de distribución más amplio, hecho que parece lógico si comparamos la capacidad de dispersión entre especies.

Igualmente se ha podido comprobar gracias al análisis de abundancia, que las zonas con mayor presencia de cangrejos exóticos, son aquellas que mayor densidad de visón americano registran, lo cual también tiene bastante sentido.

Por último, y dada la presencia de la especie en el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*, se ha analizado y representado cartográficamente la distribución actual (2016) de visón americano en la subcuenca del Arlanzón, de modo que se

conozca con detalle los puntos de máxima dispersión de visón americano en la subcuenca.

En definitiva, la integración en geodatabases de datos espaciales relacionados con especies objeto de interés (ya sea cinegéticas, piscícolas, exóticas invasoras, etc.) presenta infinidad de ventajas frente a la información recogida en papel o a la recogida bases de datos informáticas pero no centralizada, que en muchas ocasiones está disgregada o difusa y que no permite seguir un método de trabajo definido y eficaz.

LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

7. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

En consecuencia al resultado obtenido en el presente estudio con la utilización de redes geométricas, y a raíz de la aparición de ideas a lo largo de la elaboración del mismo, se proponen las siguientes líneas futuras de investigación, dado su posible interés:

- Se propone la ampliación de la superficie analizada en el presente estudio, de modo que se analicen también otras subcuencas (Unidades Hidrográficas de Análisis) de la provincia de Burgos con el fin de conocer la situación de la provincia.
- Al igual que se ha comparado al visón americano *N. vison* en el tiempo y el espacio con las dos especies de cangrejo exótico presentes en la subcuenca, se propone analizar si la presencia de visón americano *N. vison* en el medio ha podido traducirse en la desaparición de otras especies presentes en el *Catálogo Español de Especies Amenazadas*, como el visón europeo *Mustela lutreola* o la nutria *Lutra lutra*.
- Del mismo modo se propone analizar mediante el uso de redes geométricas la influencia de la presencia de cangrejos exóticos en la ecología y recuperación de la nutria (Ruiz-olmo & Clavero 2008).
- Esta metodología permite el análisis de poblaciones de especies catalogadas como *Exóticas Invasoras* que podrían suponer un recurso fundamental para la conservación de especies protegidas (Clavero 2014; Clavero 2015).
- Otra posible línea de investigación, sería la de realizar un radio-marcado a individuos de visón americano *N. vison* tal y como se hace con individuos de visón europeo *M. lutreola*, de modo que se obtendrían planos de distribución más exactos, y así poder tomar medidas de control y erradicación más precisas.
- Por último incidir en que el análisis de poblaciones vivas, puede ser realizado de manera eficaz y más sencilla mediante el uso de redes geométricas en geodatabases, y es aplicable a cualquier especie que genere interés de algún tipo.

BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA

- Ackefors, H., 1999. The positive effects of established crayfish introductions in Europe. In: Gherardi, F. and Holdich, D.M., Eds., *Crayfish in Europe as Alien Species — How to Make the Best of a Bad Situation?*, pp.49–61.
- Alarcia, O.E., 2013. PLAN DE CONTROL DEL VISÓN AMERICANO EN CASTILLA Y LEÓN. In *SEMINARIO TÉCNICO LIFE+ DESMANIA*.
- Alonso, F., 2004. Dinámica de las poblaciones del cangrejo de río *Austropotamobius italicus* (Faxon, 1914) en el sistema Ibérico: aplicaciones a la recuperación de la especie. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- Alonso, F., Diéguez-uribeondo, J. & Temiño, C., 2000. Status of the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858), in Spain: Distribution and legislation. , (March 2000).
- Anon, 2013. LIFE MED WET RIVERS: ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS. *Procambarus clarkii*. *LIFE MED WET RIVERS: ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS*.
- Arce, J.A., 2011. Empleo de excrementos de nutria *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) para la diagnosis específica de los cangrejos de río en la Península Ibérica. *Galemys*, 23(NE), pp.3–8.
- ArcGIS, 2017. Biblioteca de Ayuda de ArcGIS. Available at: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/>.
- Arjona, A., 1983. Situación actual de la riqueza cangrejera en la provincia de Burgos y sus posibilidades de restauración. *Jornadas de estudio sobre el cangrejo de río*, (Publicaciones de la Excema. Diputación Provincial de Burgos), pp.123–133.
- Balmori, A., Santos, I. & Carbonell, R., 2015. El visón americano *Neovison vison* (Schreber 1777) en España: posibles causas de su expansión e interacción con otros mamíferos semiacuáticos. *Ecosistemas* 24(1), pp.4–11.
- BOCYL, 1992. Ley 6/1992, de 18 de diciembre de regulación y protección de los ecosistemas acuáticos.
- BOCYL, 2012. ORDEN FYM/378/2012, de 29 de mayo, por la que se dictan normas complementarias para la regulación de la pesca de determinadas especies exóticas invasoras. , pp.17975–17979.
- BOCYL, 1998. RESOLUCION de 4 de junio de 1998, de la Dirección General del Medio Natural, por la que se regula la pesca del cangrejo señal en las provincias de Burgos y Soria para el año 1998.
- BOE, 1989. Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre.
- BOE, 2007. Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *BOE (2007d)*, pp.51275–51327.
- BOE, 2003a. Ley 8/2003, de 24 de abril, de sanidad animal. , p.44.

- BOE, 2013a. Ley 9/2013, de 3 de diciembre, de Pesca de Castilla y León.
- BOE, 2003b. Orden MAM/1653/2003, de 10 de junio. , (1), p.24098.
- BOE, 1990. RD 439/1990.
- BOE, 2011a. Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. , pp.20912–20951.
- BOE, 2011b. Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el Listado y Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.
- BOE, 2004. REAL DECRETO 479/2004, de 26 de marzo, por el que se establece y regula el Registro general de explotaciones ganaderas. , pp.6843–6846.
- BOE, 2011c. Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. , pp.47905–47932.
- BOE, 2013b. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.
- Bomford, M. & O'Brien, P., 1995. Eradication or control for vertebrate pests? *Wildlife Society Bulletin*, 23, pp.249–255.
- Bonesi, L. & Palazon, S., 2006. The American mink in Europe : Status , impacts , and control. , 4.
- Bravo, C. & Bueno, F., 1999. VISÓN AMERICANO, *Mustela vison* SCHREBER, 1777. *Galemys* 11(2), p.14.
- Camarero, S., 2015. Análisis de la evolución poblacional de cangrejo señal *Pacifastacus leniusculus* y cangrejo rojo *Procambarus clarkii* en la provincia de Burgos mediante redes geométricas en una geodatabase.
- Camarero, S. et al., 2016. Analysis of the population evolution of signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* and red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Hydrographic Unit of Analysis "Arlanzon" (Burgos, Spain) by means of geometric networks in a geodatabase.
- Capdevila-Argüelles, L., Zilletti, B. & Suárez Álvarez, V.A., 2011. Manual de las especies exóticas invasoras de los ríos y riberas de la cuenca hidrográfica del Duero. In *Manual de las especies exóticas invasoras de los ríos y riberas de la cuenca hidrográfica del Duero*. Valladolid, pp. 118–125.
- Carral, J.M. et al., 1993. Wild freshwater crayfish populations in Spain. *Freshwater Crayfish*, 9, pp.158–162.
- Celada, J. et al., 1986. Repoblaciones astacícolas en la Península Ibérica: consideraciones y líneas metodológicas generales. *Jornadas de estudio sobre el cangrejo de río*, (Dirección de Investigaciones Agrarias. Vitoria), pp.16–37.
- Clavero, M., 2015. Non-Native species as conservation priorities: Response to Díez-León et al. *Conservation Biology*, 29(3), pp.957–959.
- Clavero, M., 2014. Shifting baselines and the conservation of non-native species.

- Conservation Biology*, 28(5), pp.1434–1436.
- CNIG, 2016. Centro Nacional de Información Geográfica. *Instituto Geográfico Nacional de España*. Available at: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do>.
- Correia, A.M., 2002. Niche breadth and trophic diversity : feeding behaviour of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) towards environmental availability of aquatic macroinvertebrates in a rice field (Portugal). , 23, pp.421–429.
- Cruz, M.J. & Rebelo, R., 2007. Colonization of freshwater habitats by an introduced crayfish , *Procambarus clarkii* , in Southwest Iberian Peninsula. , pp.191–201.
- Cuellar, L., 1983. La peste micótica del cangrejo. *Jornadas de estudio sobre el cangrejo de río.*, (Publicaciones de la Excm. Diputación Provincial de Burgos), pp.39–57.
- Diéguez-Urbeondo, J., Temino, C. & Múzquiz, J.L., 1997. THE CRAYFISH PLAGUE FUNGUS (APHANOMYCES IN SPAIN . , pp.753–763.
- DOCE, 1992. Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- ESRI, 2017. ESRI. Available at: www.esri.com/what-is-gis.
- García-Arberas, L., Rallo, A. & Antón, A., 2010. The future of the indigenous freshwater crayfish *Austropotamobius italicus* in Basque Country streams: Is it possible to survive being an inconvenient species ? , (2009), pp.394–395.
- García-González, A.M., Lizana, M. & Pérez-Alonso, J.C., 2002. Distribución y uso del hábitat del visón en el río Tormes, Salamanca. *Ecología*.
- García de Jalón, D. et al., 1993. *Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales*. Ediciones., Madrid.
- Gaude, A.P., 1986. Ecology and production of Louisiana red swamp crayfish *Procamvarus clarkii* in southern Spain. , (Figure 1), pp.111–130.
- GEIB, 2006. TOP 20: Las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España. *GEIB, Serie Técnica N.2*, pp.93–97.
- Gherardi, F., 2007. Crayfish invading Europe : the case study of *Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*. , (April 2013), pp.37–41.
- Gherardi, F. & Barbaresi, S., 2000. Invasive crayfish : activity patterns of *Procambarus clarkii* in the rice fields of the Lower Guadalquivir. , 0(December), p.70176.
- Grandjean, F. et al., 2001. Drastic bottlenecks in the endangered crayfish species, *Austropotamobius pallipes* in Spain and implications for its colonization history. , 86(June 2000), pp.431–438.
- GSID, 2014. Global Invasive Species Database.
- Guan, R.-Z., 1994. Burrowing behaviour of signal crayfish on benthic fishes in a British lowland river.
- Gutiérrez-Yurrita, P. & Montes, C., 1999. The status of crayfish populations in Spain

- and Portugal. , (April 2017), pp.161–192.
- Habsburgo-Lorena, A., 1979. Present situation of exotic species of crayfish introduced to Spanish continental waters. *Freshwater Crayfish*, 4, pp.175–184.
- Habsburgo-Lorena, A.S., 1986. El cangrejo rojo de las marismas. Historia de una introducción. VV.AA; *Jornadas de estudio "Cangrejo de río". Dirección de Investigaciones Agrarias.*, pp.67–74.
- Harrington, L.A. et al., 2009. American mink control on inland rivers in southern England: An experimental test of a model strategy. *Biological Conservation*, 142, pp.839–849.
- Heptner, V.G. et al., 1967. *Mammals of the USSR*, Moscow.
- IDE-MAGRAMA, 2016. Infraestructura de datos Espaciales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Available at: <http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/cuencas-y-subcuencas.aspx>.
- IUCN, 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Available at: <http://www.iucnredlist.org/details/14018/0> [Accessed May 8, 2017].
- King, C. et al., 2009. Why is eradication of invasive mustelids so difficult? *Biological Conservation*, 144, pp.806–816.
- Lewis, S.D., 2002. *Biology of freshwater crayfish / edited by David M. Holdich*. Pacifastac., Oxford [England]: Blackwell Science; Ames, Iowa: Iowa State University Press [distributor], 2002.
- MAGRAMA, 2014. ESTRATEGIA DE GESTIÓN, CONTROL Y ERRADICACIÓN DEL VISÓN AMERICANO (*Neovison vison*) EN ESPAÑA. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*, p.58.
- Melero, Y. et al., 2010. Relative abundance of culled and not culled American mink populations in northeast Spain and their potential distribution: are culling campaigns effective ? , 1978, pp.3877–3885.
- Melero, Y. et al., 2008. Space use and habitat preferences of the invasive American mink (*Mustela vison*) in a Mediterranean area. , pp.609–617.
- Moreira, A., 1996. Información Geográfica. , XII, pp.80–86.
- Moreno, A. et al., 2007. *Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGis*. Departamen., Universidad autónoma de Madrid.
- Olaya, Víctor, 2014. *Sistemas de Información Geográfica* Bubok, ed., Madrid.
- Palazón, S., 2003. Visón europeo - *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Available at: <http://www.vertebradosibericos.org/mamiferos/muslut.html>.
- Palazón, S. & Ruíz-Olmo, J., 1997. El Visón Europeo y el Visón Americano en España. , (Colección Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.).
- Palomo, L.J., Gisbert, J. & Blanco, J.C., 2007. Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres

- de España. In pp. 57–79.
- Peña Llopis, J., 2009a. *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. Entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales. Teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9*. D. de E. U. de Alicante, ed.,
- Peña Llopis, J., 2009b. *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. Entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales*. D. de E. U. de Alicante, ed., Alicante.
- Rodríguez de Ondarra, P., 1955. Hallazgo en Guipúzcoa de un mamífero nuevo en la “Fauna ibérica de Cabrera”. El “Putorius lutreola.” *Munibe*, 4, pp.201–207.
- Ruiz-olmo, J. & Clavero, M., 2008. Los Cangrejos En La Ecología Y Recuperación De La Nutria En. , pp.369–396.
- Ruiz-Olmo, J. & Palazón, S., 1997. THE DIET OF THE EUROPEAN OTTER (LUTRA LUTRA L., 1758) IN MEDITERRANEAN GRESHWATER HABITATS. *J. Wildl. Res.* 2(2), pp.171–181.
- Saiz Rojo, A., 2008. La nutria (*Lutra lutra* L.) en la provincia de Palencia.
- Santulli, G. et al., 2014. Multi-season occupancy analysis reveals large scale competitive exclusion of the critically endangered European mink by the invasive non-native American mink in Spain. *Biological Conservation*.
- Stroganov, S.U., 1962. *Carnivorous mammals of Siberia* Traduction., Jerusalem.
- Tablado, Z., Tella, L. & Sanchez-Zapata, J., 2010. The Paradox of the Long-Term Positive Effects of a North American Crayfish on a European Community. , 24(5), pp.1230–1238.
- Temiño, C., 2004. La conservación del visón europeo en Castilla y León. *LIFE 00NAT/E/007299*.
- Temiño, C., De Pedro, G. & Falagán, N., 2013. Metodología de muestreo del programa de control poblacional y erradicación del visón americano (*Neovison vison*) en el área de influencia del visón europeo (*Mustela lutreola*) en la provincia de burgos.
- Temiño, C. & Sáez-Royuela, C., 1998. Resumen de los inventarios de cangrejo autóctono *Austropotamobius pallipes* realizados en la provincia de Burgos entre 1984 y 1997.
- Trontelj, P., Machino, Y. & Sket, B., 2005. Phylogenetic and phylogeographical relationships in the crayfish genus *Austropotamobius* inferred from mitochondrial COI gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 34, pp.53–73.
- Verdú, J. & Galante, E., 2006. *Libro Rojo de los invertebrados de España*,
- Vidal-Figueroa, T. & Delibes, M., 1987. Primeros datos sobre el visón americano (*Mustela vison*) en el suroeste de Galicia y noroeste de Portugal. *Ecología*, 1, pp.145–152.

ANEJOS

ANEJO I: Calendario de muestreos

Tabla 1-I: Calendario de muestreos de Cangrejo (Fuente:(Camarero 2015))

DEMAR. HIDROG.	UNIDAD HIDROG. ANÁLISIS	CUENCA	MUESTREOS															
			2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008	
			FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS
DUERO	ARLANZÓN	ARLANZÓN			24/10	16	26/10	11	27/10	12	20/10	7	1/11	16	2/10	10	11/9	18
DUERO	ARLANZÓN	AUSÍN	26/10	11	17/10	9	17/9	13	15/10	13	7/10	13	2/11	12	9/10	15	9/10	15
DUERO	ARLANZÓN	CUEVA									20/10	3						
DUERO	ARLANZÓN	ÚRBEL	5/11	10	15/10	10	19/9	14	24/9	14	21/9	16	8/9	20	12/9	21	8/10	21
DUERO	ARLANZÓN	VENA			18/10	6	4/11	6	3/11	4			3/11	9			4/9	7
DUERO	ARLANZÓN	VIEJO			26/10	6	6/11	6										

Tabla 1-II: Calendario de muestreos de Visón (Fuente: elaboración propia a partir de datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

DEMAR. HIDROG.	UNIDAD HIDROG. ANÁLISIS	CUENCA	MUESTREOS																	
			1999		2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007	
			FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS
DUERO	ARLANZÓN	ARLANZÓN	25/12	1			15/11	2	11/1	29	3/3	27	13/2	71	5/1	36	10/3	12	21/1	8
DUERO	ARLANZÓN	AUSÍN			18/4	1					17/2	8	10/2	3	16/1	7	19/3	3	31/3	2
DUERO	ARLANZÓN	COGOLLOS										13/11	2	17/2	2	24/5	1			
DUERO	ARLANZÓN	HORMAZUELA								28/2	3			13/9	9	25/3	5			
DUERO	ARLANZÓN	RIOSERAS																		
DUERO	ARLANZÓN	UBIERNA						29/10	1	24/2	2						8/11	1		
DUERO	ARLANZÓN	URBEL								23/5	12	6/2	8	17/1	14	16/1	12	7/2	5	
DUERO	ARLANZÓN	VENA																		
DUERO	ARLANZÓN	VIEJO											14/10	4						
DEMAR. HIDROG.	UNIDAD HIDROG. ANÁLISIS	CUENCA	MUESTREOS																	
			2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
			FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS	FECHA	PUNTOS
DUERO	ARLANZÓN	ARLANZÓN	10/1	39	14/3	77	30/1	72	3/2	113	23/3	65	12/4	81	16/3	75	28/1	30	12/1	107
DUERO	ARLANZÓN	AUSÍN	16/1	3	21/4	1	24/1	21	12/1	6	2/2	5	1/3	10	20/1	3				
DUERO	ARLANZÓN	COGOLLOS							10/3	5			8/3	4	22/2	5	23/3	1	19/3	5
DUERO	ARLANZÓN	HORMAZUELA	9/4	6	8/1	11	14/1	10	7/2	10	4/1	3	6/3	1	23/2	2	24/1	10		
DUERO	ARLANZÓN	RIOSERAS			23/3	5	29/12	3			27/2	5	12/10	4			22/3	2		
DUERO	ARLANZÓN	UBIERNA	13/1	9	30/1	19	27/1	10	3/1	27	9/3	12	11/10	4			11/3	1		
DUERO	ARLANZÓN	URBEL	5/3	11	22/4	6	2/2	32	3/3	9	6/11	6	15/12	2	23/2	1	4/3	3	30/11	15
DUERO	ARLANZÓN	VENA			17/2	5	19/2	1					22/2	10						
DUERO	ARLANZÓN	VIEJO					26/10	3					4/4	1					18/2	1

ANEJO II: Características generales de las estaciones de muestreo: Localización de cada estación.

ANEJO II: Características generales de las estaciones de muestreo: Localización de la estación de muestreo

Tabla 1-III: Códigos asignados para la identificación de las Unidades Hidrográficas Básicas de Muestreo (Fuente: elaboración propia).

CÓDIGO	UNIDAD HIDROGRÁFICA BÁSICA DE MUESTREO
AZO-	ARLANZÓN
AUS-	AUSÍN
COG-	COGOLLOS
HOR-	HORMAZUELA
MOR-	MORQUILLAS
RIO-	RIOSERAS
UBI-	UBIERNA
URB-	ÚRBEL
VEN-	VENA
VIE-	RIOVIEJO

ANEJO III: Determinación de los rangos de clase empleados en la representación cartográfica

ANEJO III: Determinación de los rangos de clase empleados en la representación cartográfica

Con el objetivo poder comparar de manera visual la abundancia de visón americano *N. vison* que existe en cada una de las estaciones de muestreo, se ha decidido establecer cuatro rangos de clase, de modo que podamos diferenciar a simple vista si la densidad de visón en una estación es Baja, Media, Alta o Muy Alta.

Para ello se ha actuado de la siguiente forma:

- A partir de la capa Excel que contenía los datos de capturas totales asociados a cada una de las estaciones de muestreo se han calculado los siguientes parámetros (**Tabla 1-IV**): Mínimo, Máximo, Media ponderada, Desviación Estándar y Percentiles (P5, P20, P35, P50, P65, P85 y P95).

Tabla 1-IV: Resumen estadístico de los datos de capturas totales asociados a cada estación de muestreo. (Fuente: elaboración propia a partir de los datos facilitados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos).

MEDIDAS	MIN	MAX	MED	DE	PERCENTILES						
					P5	P20	P35	P50	P65	P85	P95
CAPTURAS	1	117	6	15,55	1,00	2,00	4,00	6,00	9,45	23,00	43,75

- Una vez calculados los percentiles, y con objeto de determinar donde establecemos los límites para los 4 rangos pretendidos, se va a obtener el listado de estaciones con sus datos de capturas totales asociados y se ordenarán jerárquicamente de mayor a menor. Acto seguido se mostrará que percentil ocupa cada estación.

Como podemos apreciar en la **Tabla 1-V**, se han establecido 4 rangos de clase de la siguiente manera:

- **Densidad Baja:** datos incluidos hasta P35. Son aquellos comprendidos entre 1 y 4 capturas.

- **Densidad Media:** datos comprendidos entre P36 y P65. Abarca desde 5 hasta 10 capturas.

- **Densidad Alta:** datos comprendidos entre P66 y P85. Comprende aquellas capturas situadas entre 11 y 23.

- **Densidad Muy Alta:** datos por encima de P88. Abarca capturas iguales o superiores a 24.

Tabla 1-V: Determinación de los rangos de clase. (Fuente: Elaboración propia)

Estación	Capturas	Jerarquía	Porcentaje
V-AZO-14.02	117	1	100,00%
V-AZO-13.03	57	2	99,00%
V-AZO-11.02	51	3	98,10%
V-AZO-22.02	47	4	96,30%
V-AZO-7.02	47	4	96,30%
V-AZO-24.07	42	6	95,40%
V-AZO-16.03	37	7	94,50%
V-AZO-4.02	35	8	93,60%
V-AZO-19.03	33	9	92,70%
V-AZO-26.05	31	10	91,80%
V-AZO-23.06	29	11	90,90%
V-AZO-12.03	24	12	88,20%
V-HOR-8.05	24	12	88,20%
V-URB-2.03	24	12	88,20%
V-AZO-10.02	23	15	85,50%
V-AZO-29.05	23	15	85,50%
V-AZO-6.02	23	15	85,50%
V-AUS-12.03	22	18	82,80%
V-AZO-20.04	22	18	82,80%
V-AZO-3.04	22	18	82,80%
V-AZO-8.04	20	21	81,90%
V-URB-12.03	19	22	81,00%
V-AZO-17.02	18	23	80,10%
V-AZO-28.04	17	24	78,30%
V-AZO-32.99	17	24	78,30%
V-AZO-30.06	16	26	76,50%
V-AZO-31.04	16	26	76,50%
V-URB-1.03	14	28	75,60%
V-AUS-10.04	13	29	72,90%
V-UBI-9.09	13	29	72,90%
V-URB-10.03	13	29	72,90%
V-HOR-1.04	12	32	72,00%
V-HOR-7.05	11	33	69,30%
V-UBI-6.08	11	33	69,30%
V-UBI-7.08	11	33	69,30%
V-AZO-1.04	10	36	65,70%
V-AZO-15.02	10	36	65,70%
V-UBI-2.08	10	36	65,70%
V-URB-6.03	10	36	65,70%
V-AZO-18.02	9	40	63,00%
V-UBI-13.06	9	40	63,00%
V-URB-5.03	9	40	63,00%
V-AUS-8.10	8	43	58,50%
V-AZO-33.03	8	43	58,50%
V-HOR-6.05	8	43	58,50%
V-UBI-4.08	8	43	58,50%
V-URB-7.05	8	43	58,50%
V-AUS-3.03	7	48	54,90%
V-RIO-2.09	7	48	54,90%
V-URB-8.05	7	48	54,90%
V-VEN-2.13	7	48	54,90%
V-AUS-1.03	6	52	49,50%
V-AZO-34.10	6	52	49,50%
V-HOR-2.03	6	52	49,50%
V-URB-14.07	6	52	49,50%
V-URB-3.06	6	52	49,50%
V-VIE-1.04	6	52	49,50%
V-AUS-6.10	5	58	42,30%
V-AZO-27.05	5	58	42,30%
V-COG-8.04	5	58	42,30%
V-HOR-4.03	5	58	42,30%
V-RIO-3.09	5	58	42,30%
V-UBI-1.09	5	58	42,30%
V-URB-9.05	5	58	42,30%
V-VEN-3.09	5	58	42,30%
V-AUS-11.13	4	66	34,20%
V-AUS-2.03	4	66	34,20%
V-AUS-5.03	4	66	34,20%
V-COG-6.15	4	66	34,20%

Estación	Capturas	Jerarquía	Porcentaje
V-COG-9.05	4	66	34,20%
V-HOR-5.09	4	66	34,20%
V-RIO-4.09	4	66	34,20%
V-UBI-12.09	4	66	34,20%
V-URB-16.05	4	66	34,20%
V-AUS-7.10	3	75	24,30%
V-COG-2.04	3	75	24,30%
V-COG-7.14	3	75	24,30%
V-HOR-10.11	3	75	24,30%
V-HOR-12.06	3	75	24,30%
V-RIO-1.10	3	75	24,30%
V-UBI-10.10	3	75	24,30%
V-UBI-3.03	3	75	24,30%
V-UBI-5.09	3	75	24,30%
V-URB-15.06	3	75	24,30%
V-VIE-2.04	3	75	24,30%
V-AUS-4.00	2	86	17,10%
V-AZO-2.13	2	86	17,10%
V-AZO-21.01	2	86	17,10%
V-AZO-25.13	2	86	17,10%
V-HBI-3.10	2	86	17,10%
V-URB-11.16	2	86	17,10%
V-URB-18.08	2	86	17,10%
V-URB-4.05	2	86	17,10%
V-AUS-9.12	1	94	0,00%
V-AZO-35.12	1	94	0,00%
V-AZO-5.02	1	94	0,00%
V-AZO-9.03	1	94	0,00%
V-COG-1.06	1	94	0,00%
V-COG-3.11	1	94	0,00%
V-COG-4.14	1	94	0,00%
V-COG-5.13	1	94	0,00%
V-HOR-11.13	1	94	0,00%
V-HOR-13.11	1	94	0,00%
V-HOR-9.10	1	94	0,00%
V-UBI-11.09	1	94	0,00%
V-UBI-8.15	1	94	0,00%
V-URB-13.16	1	94	0,00%
V-URB-17.07	1	94	0,00%
V-VEN-1.09	1	94	0,00%
V-VEN-4.09	1	94	0,00%
V-VEN-5.09	1	94	0,00%
V-VEN-6.09	1	94	0,00%



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Máster en Ingeniería de Montes

Planos

*Evolución de la distribución espacial del
visón americano (Neovison vison)
relacionada con la presencia de cangrejo
exóticos en la subcuenca del río Arlanzón
(Burgos) mediante el uso de redes
geométricas.*

Alumno: Alberto Vitoria Amor

Tutor: Salvador Hernández Navarro

Directora: Consuelo Temiño Fernández

Co-Director: Sebastián Camarero Pascual

Cotutor: Roberto San Martín Fernández

Junio 2017

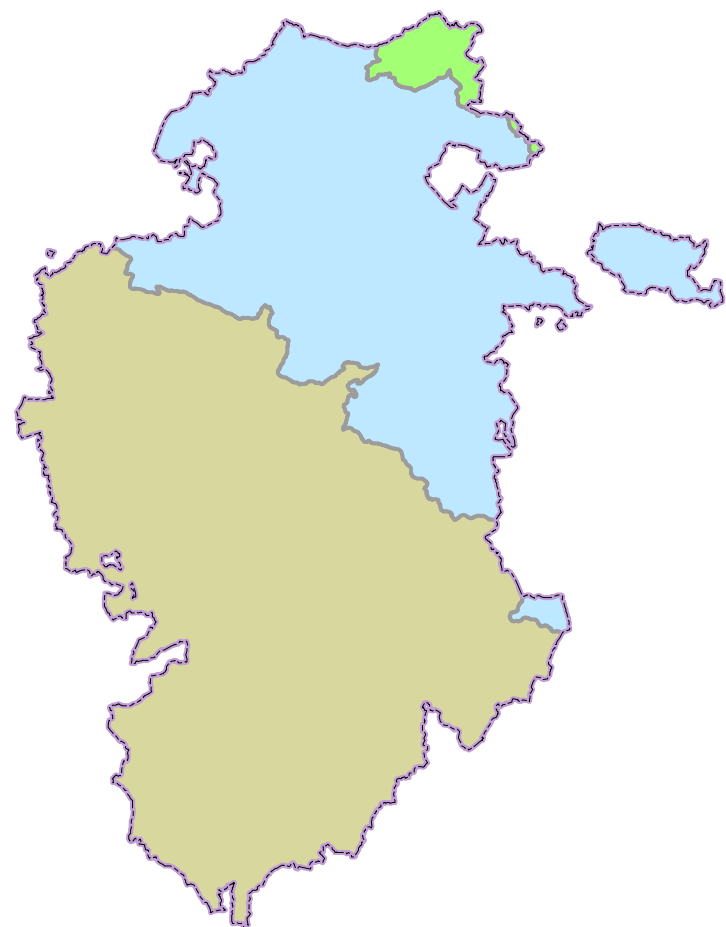
Copia para el tutor

ÍNDICE PLANOS

1. Plano de Ubicación.....	1
2.1. Evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano Neovison vison en la U.H.A. “Arlanzón” entre los años 2002 y 2008.....	2.1
2.2. Evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano Neovison vison en la U.H.A. “Arlanzón” entre los años 2010 y 2016.....	2.2
3.1. Comparativa de la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano N. vison con las de cangrejos exóticos en la U.H.A. “Arlanzón” entre los años 2002 y 2004.....	3.1
3.2. Comparativa de la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano N. vison con las de cangrejos exóticos en la U.H.A. “Arlanzón” entre los años 2006 y 2008.....	3.2
4. Distribución actual de las poblaciones de visón americano N. vison y densidad de capturas totales.....	4

PLANOS

Demarcaciones Hidrográficas

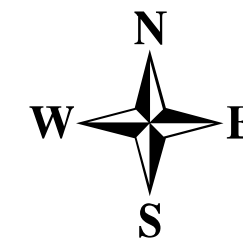


Provincia de Burgos

Unidades Hidrográficas de Análisis (U.H.A.)

















Comunidad Autónoma de Castilla y León



Leyenda

Provincia de Burgos
(Área de estudio U.H.A. Arlanzón)

-  Red hidrográfica (red geométrica modificada)
-  Límites de unidades hidrográficas
-  **Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental**
-  U.H.A. Cadagua
-  **Demarcación Hidrográfica del Ebro**
-  U.H.A. Ebro (margen izquierda)
-  U.H.A. Ebro (margen derecha)
-  **Demarcación Hidrográfica del Duero**
-  U.H.A. Odra - Pisuerga
-  **U.H.A. Arlanzón**
-  U.H.A. Arlanza
-  U.H.A. Esgueva
-  U.H.A. Duero
-  Límite provincial



Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid

Trabajo:

Evolución de la distribución espacial del visón americano *Neovison vison* relacionada con la presencia de cangrejos exóticos en la subcuenca del río Arlanzón (Burgos) mediante el uso de redes geométricas

Denominación del plano:

Plano de ubicación

Escala:

Sin escala

Plano nº:
1

Fecha:
Jun. 2017

Sistema de Referencia Terrestre Europeo (ETRS89)

Proyección UTM huso 30 hemisferio Norte

Datos en metros

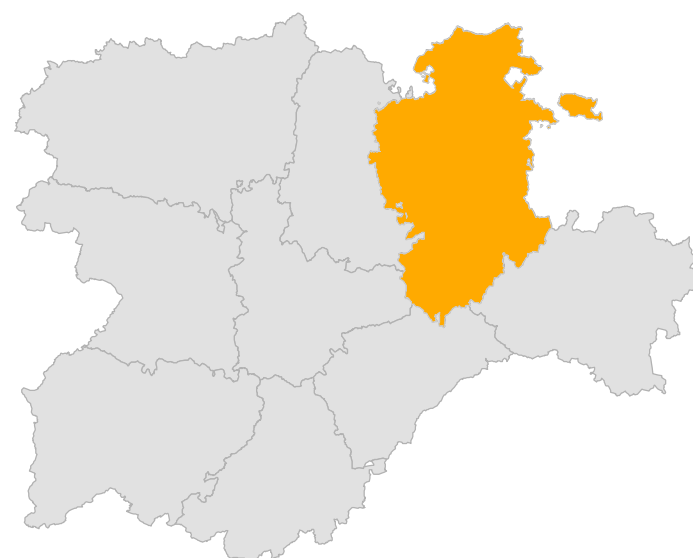
Fuente de datos: IDECYL, CNIG, y CEDEX-CEH

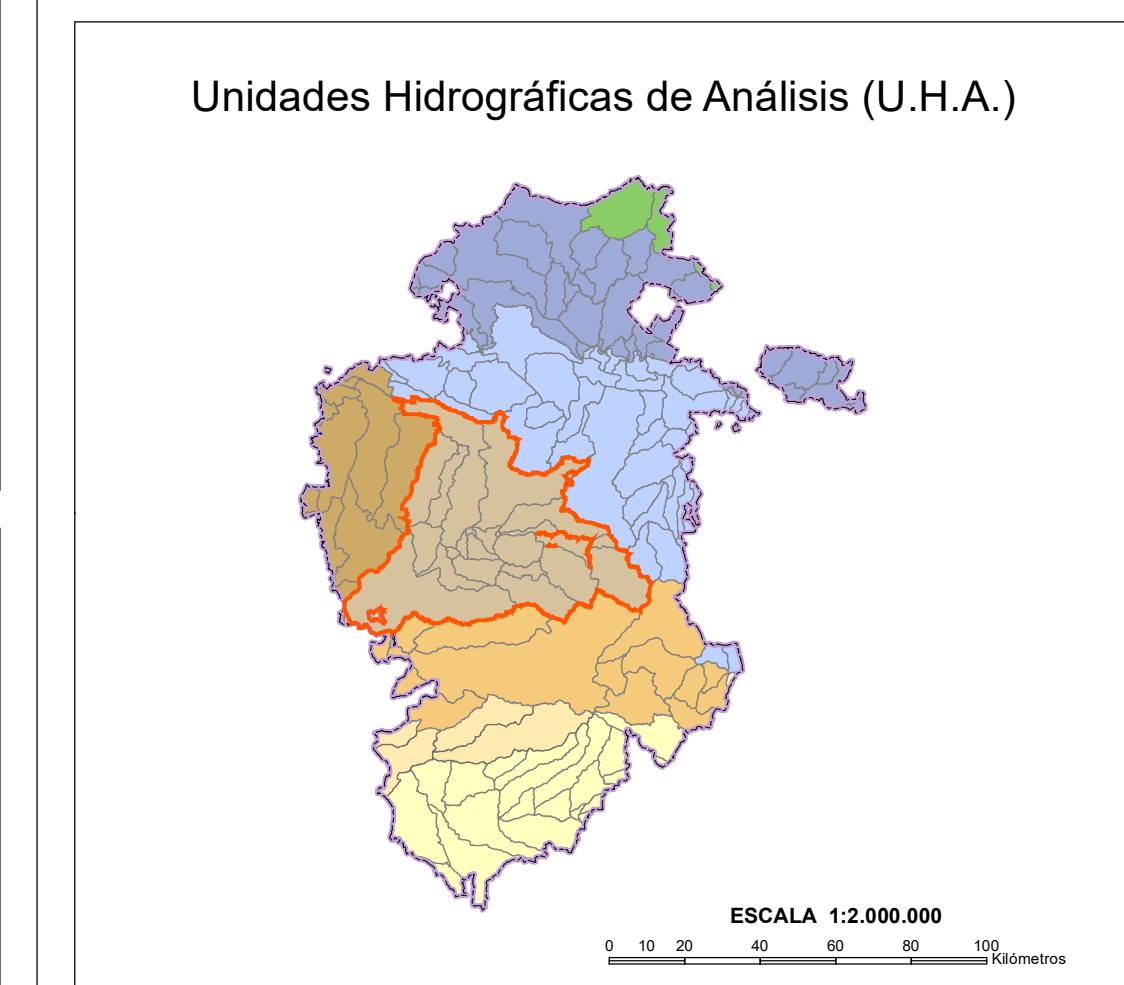
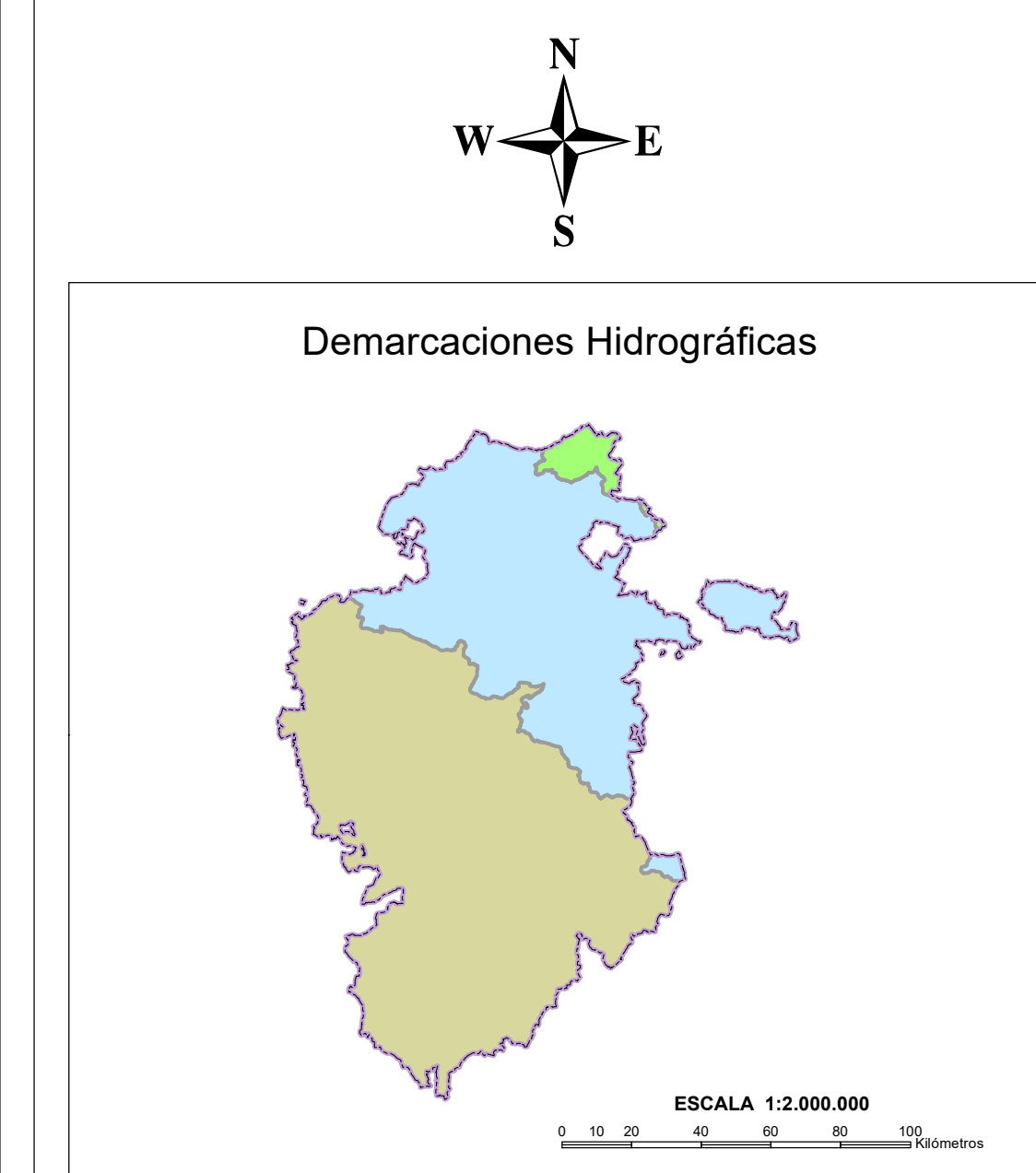
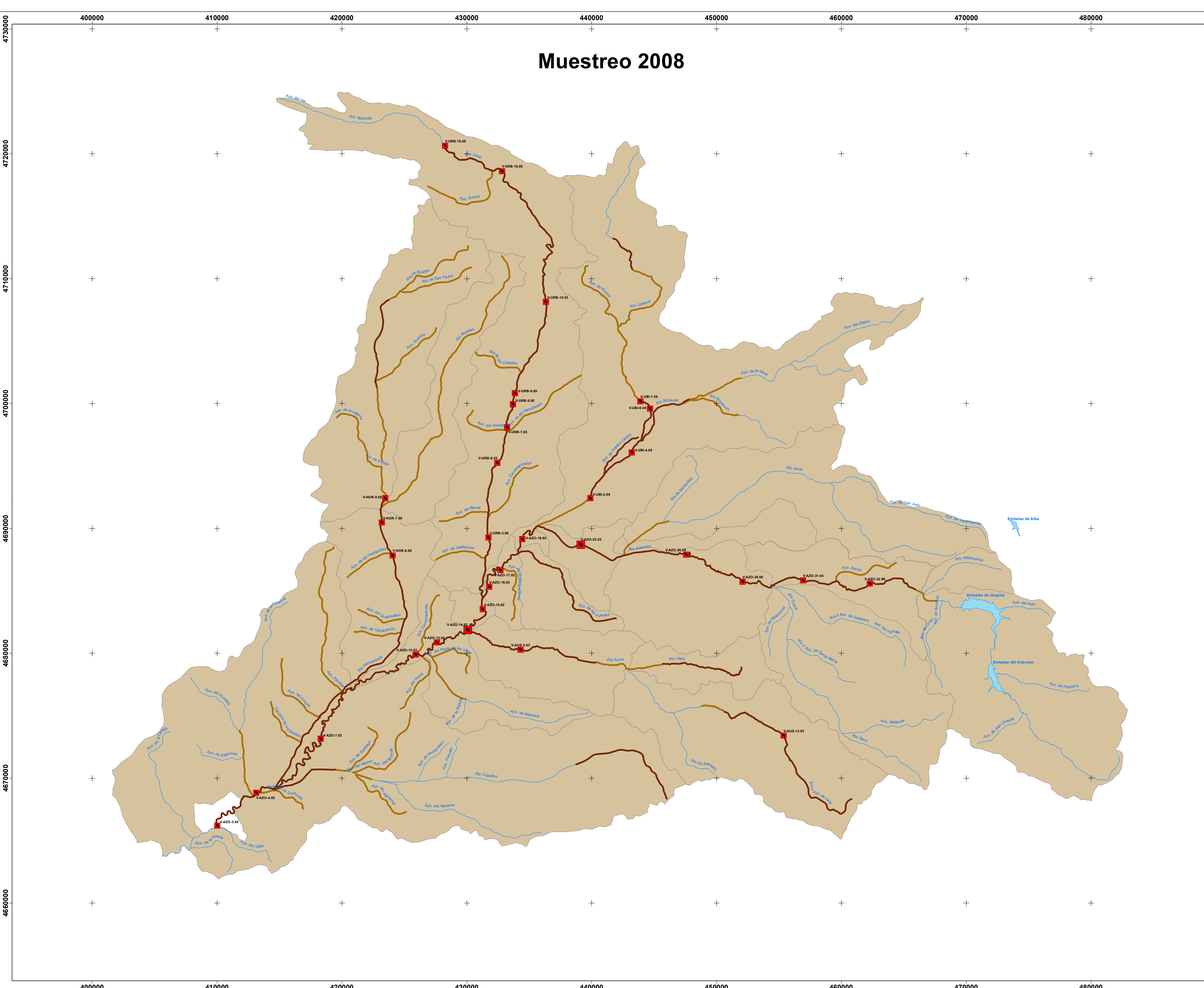
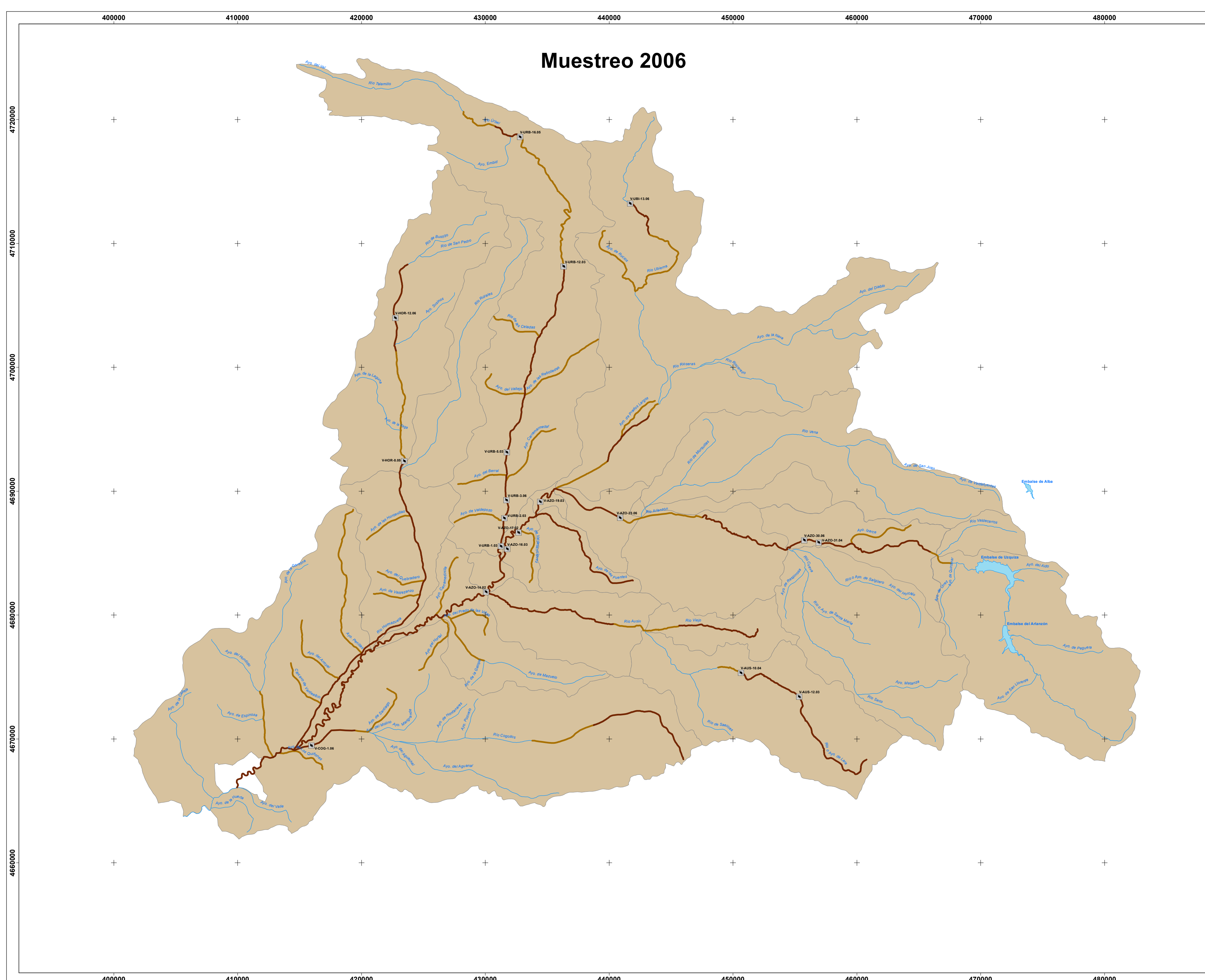
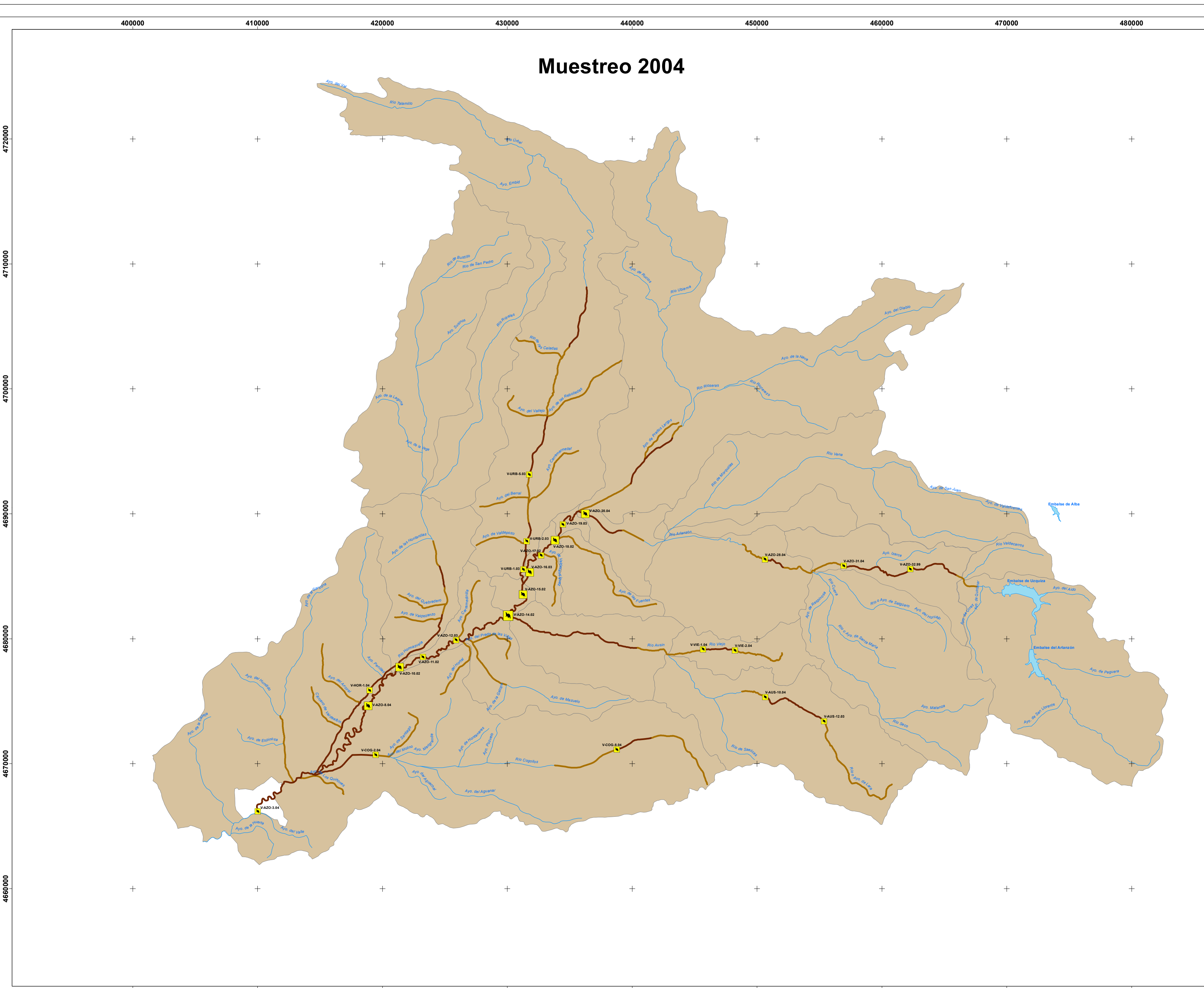
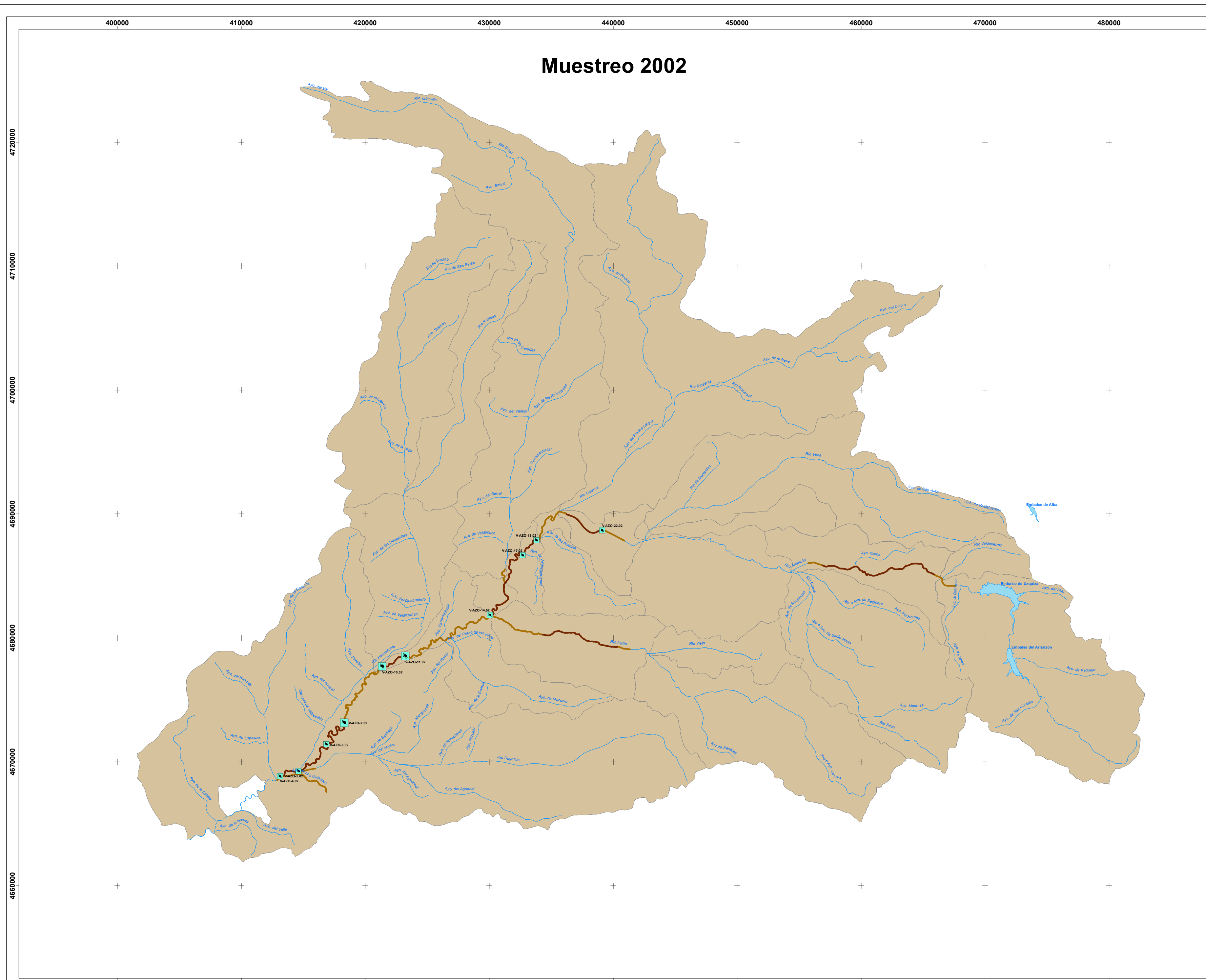
Firma:
Autor:

Alberto Vitoria Amor



España





Legenda

- Densidad (I.A.) de visón americano (N. visón)**
- Baja** (menos de 5 visones/estación)
- Media** (entre 5 y 9)
- Alto** (entre 10 y 23)
- Muy Alto** (más de 24)
- Presencia segura de visón americano (N. visón)**
- Presencia probable de visón americano (N. visón)**
- Red hidrográfica (red geométrica modificada)
- Límite de unidad hidrográfica
- Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental**
- U.H.A. Cadagua
- Demarcación Hidrográfica del Ebro**
- U.H.A. Ebro (margen izquierda)
- U.H.A. Ebro (margen derecha)
- Demarcación Hidrográfica del Duero**
- U.H.A. Odra - Pisuerga
- U.H.A. Arlanzón
- U.H.A. Arlanza
- U.H.A. Esgueva
- U.H.A. Duero
- Límite provincial

**Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid**

Trabajo:
Evolución de la distribución espacial del visón americano *Neovison vison* relacionada con la presencia de cangrejos exóticos en la subcuenca del río Arlanzón (Burgos) mediante el uso de redes geométricas

Denominación del plano:
Evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *Neovison vison* en la U.H.A. "Arlanzón" entre los años 2002 y 2008.

Escala:
1:200.000

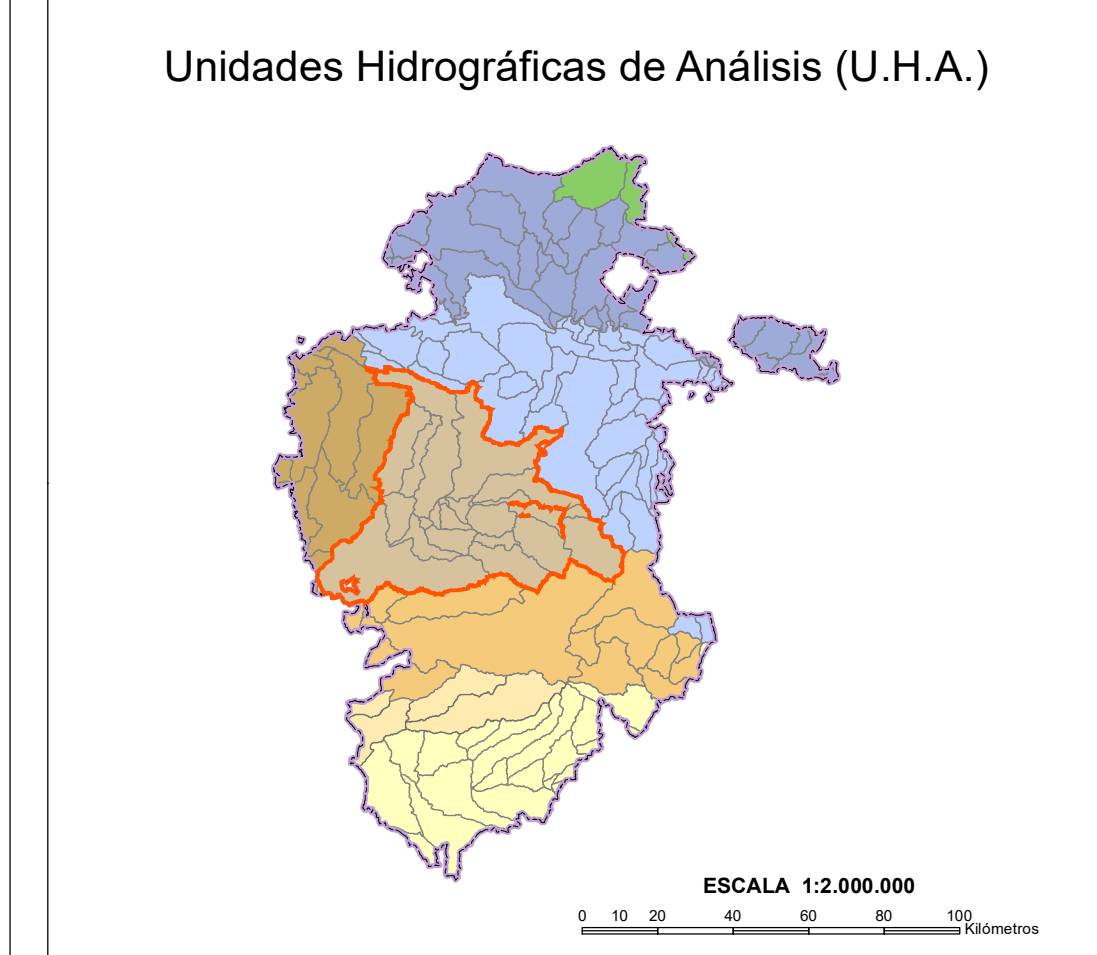
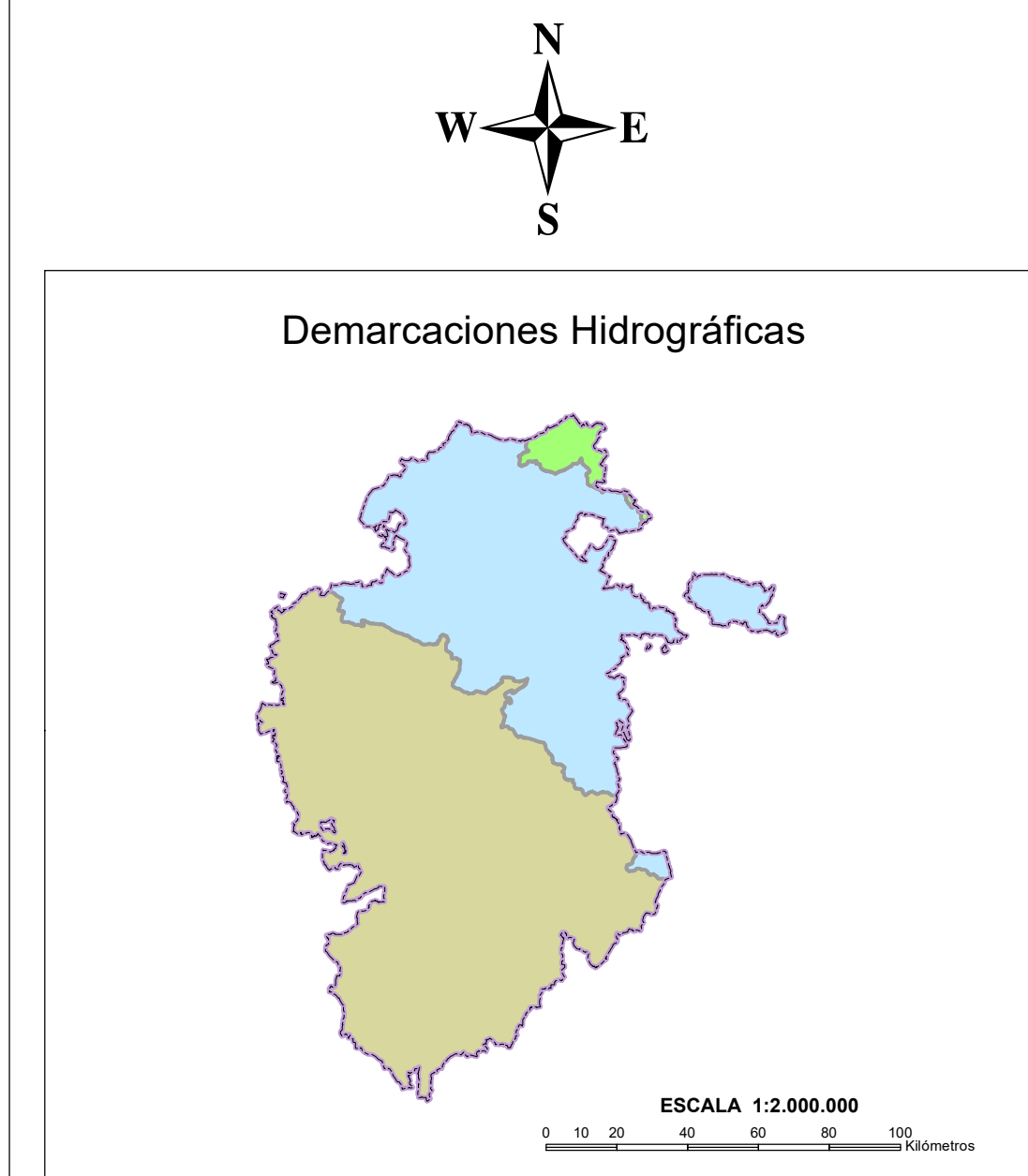
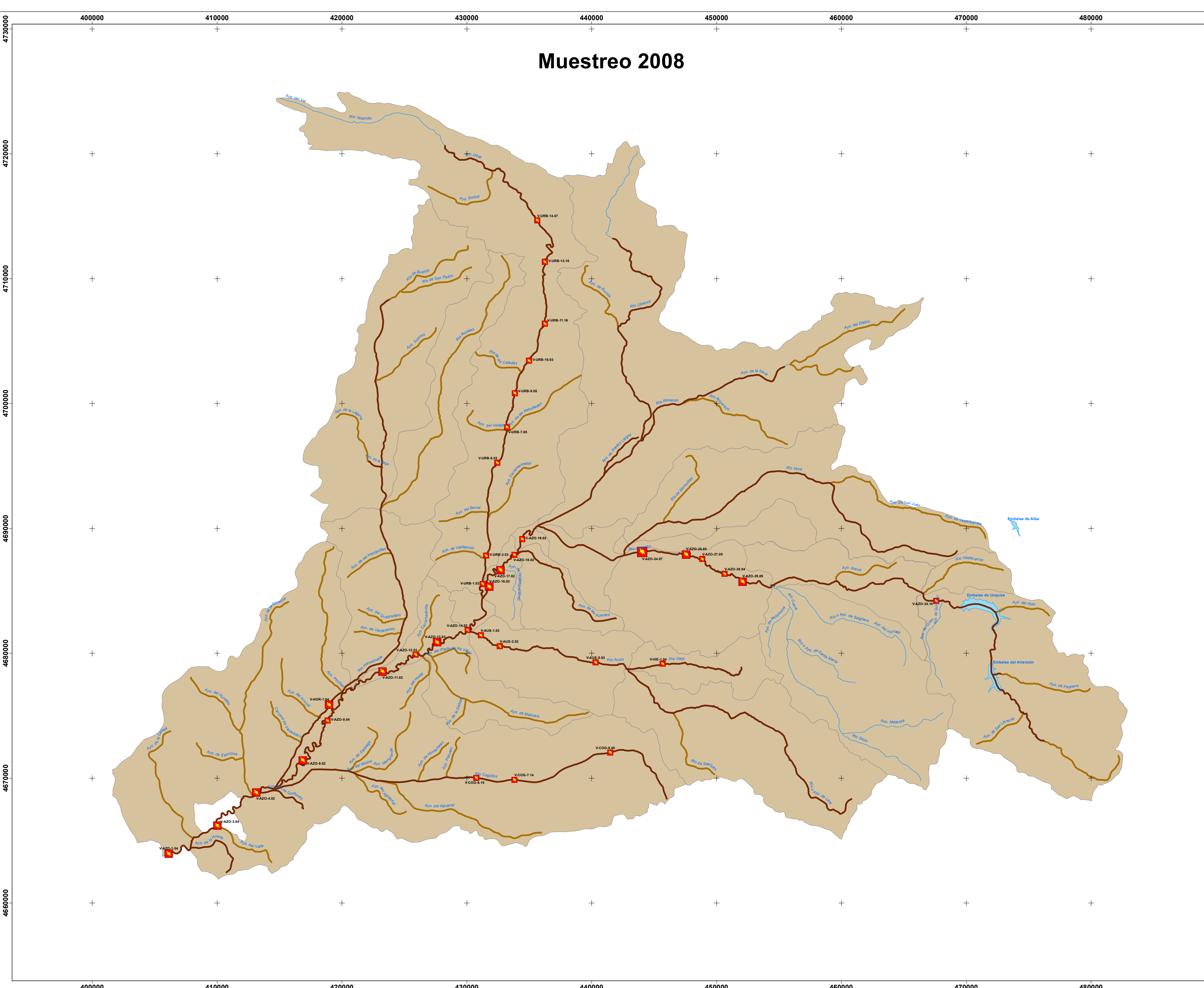
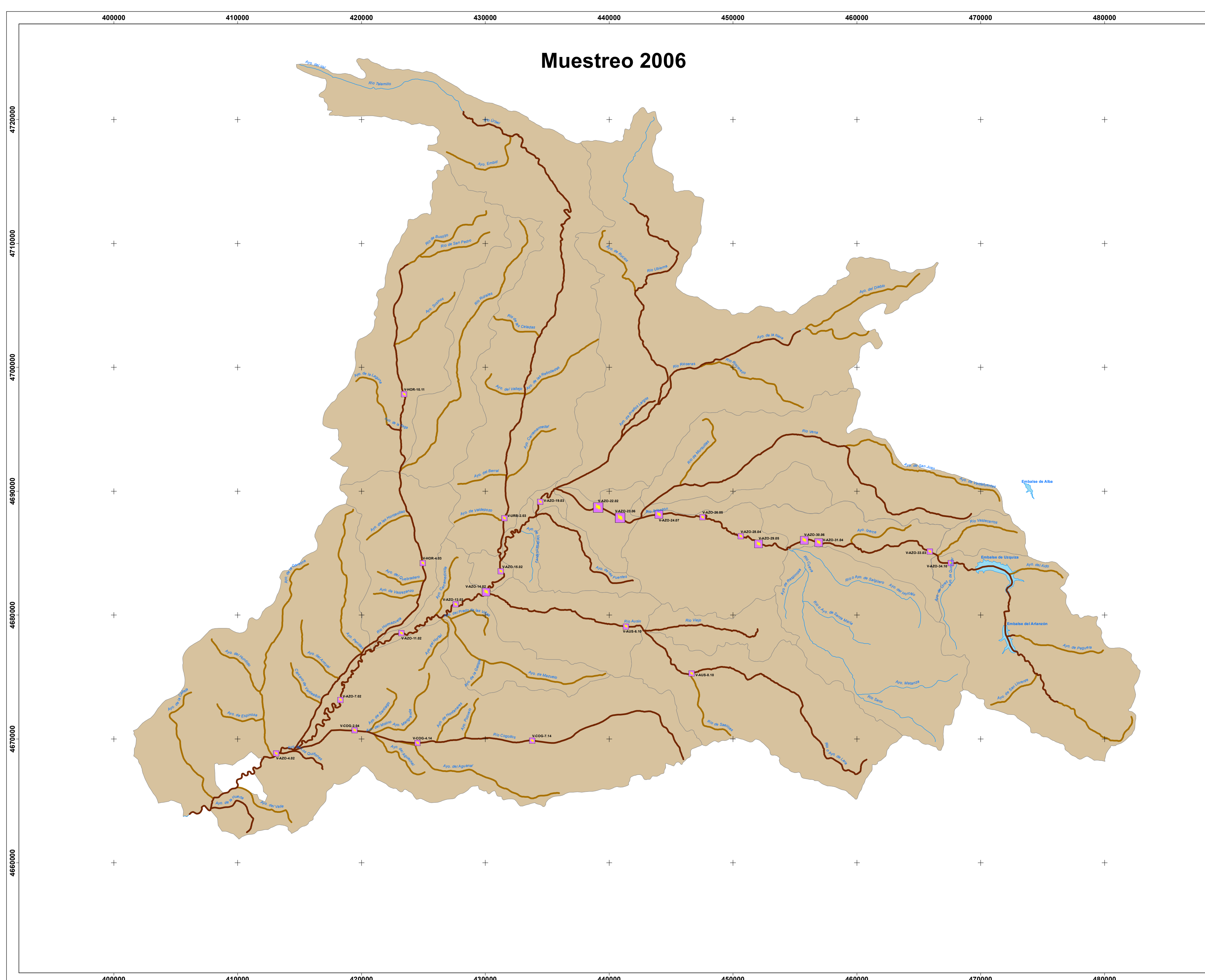
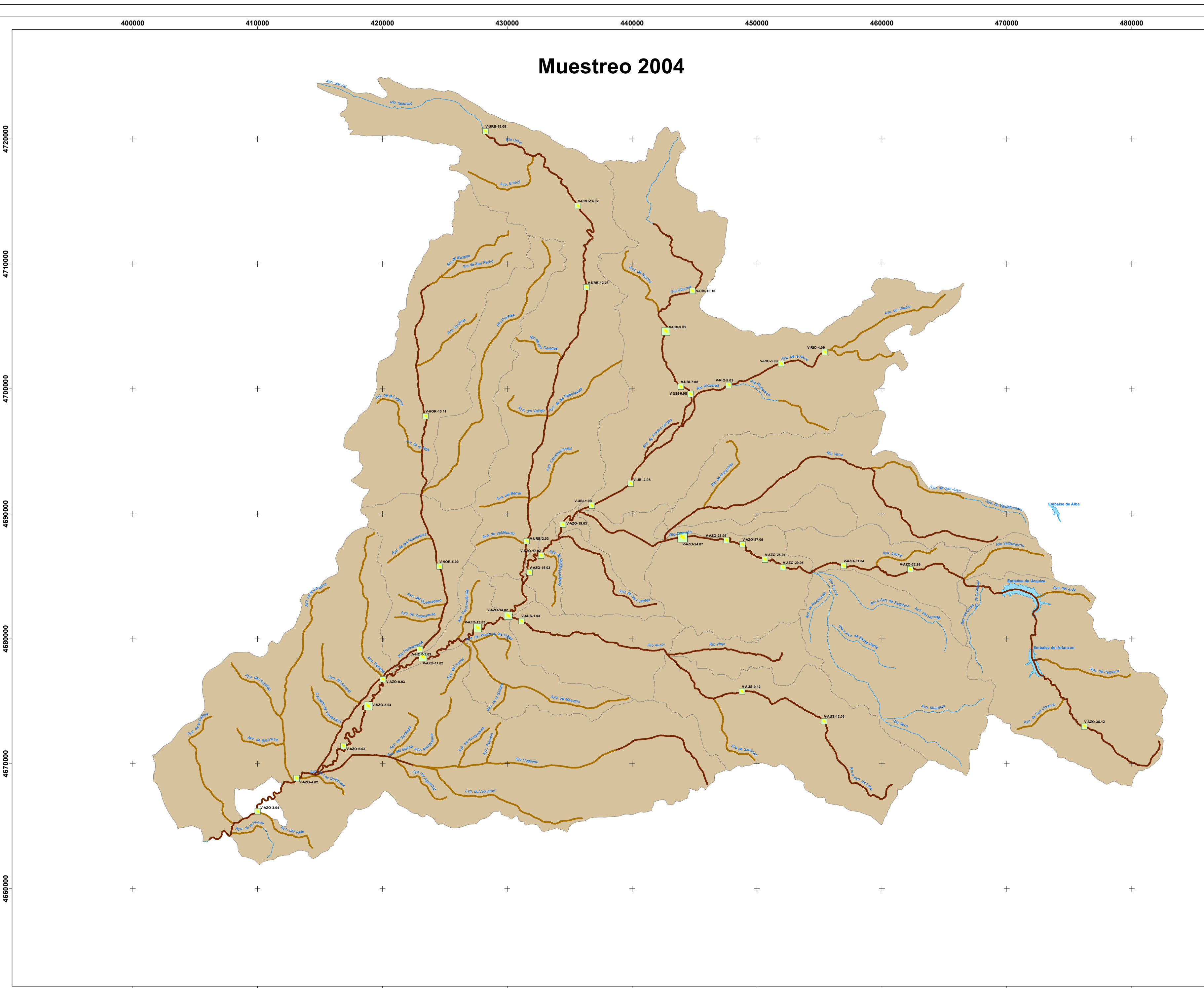
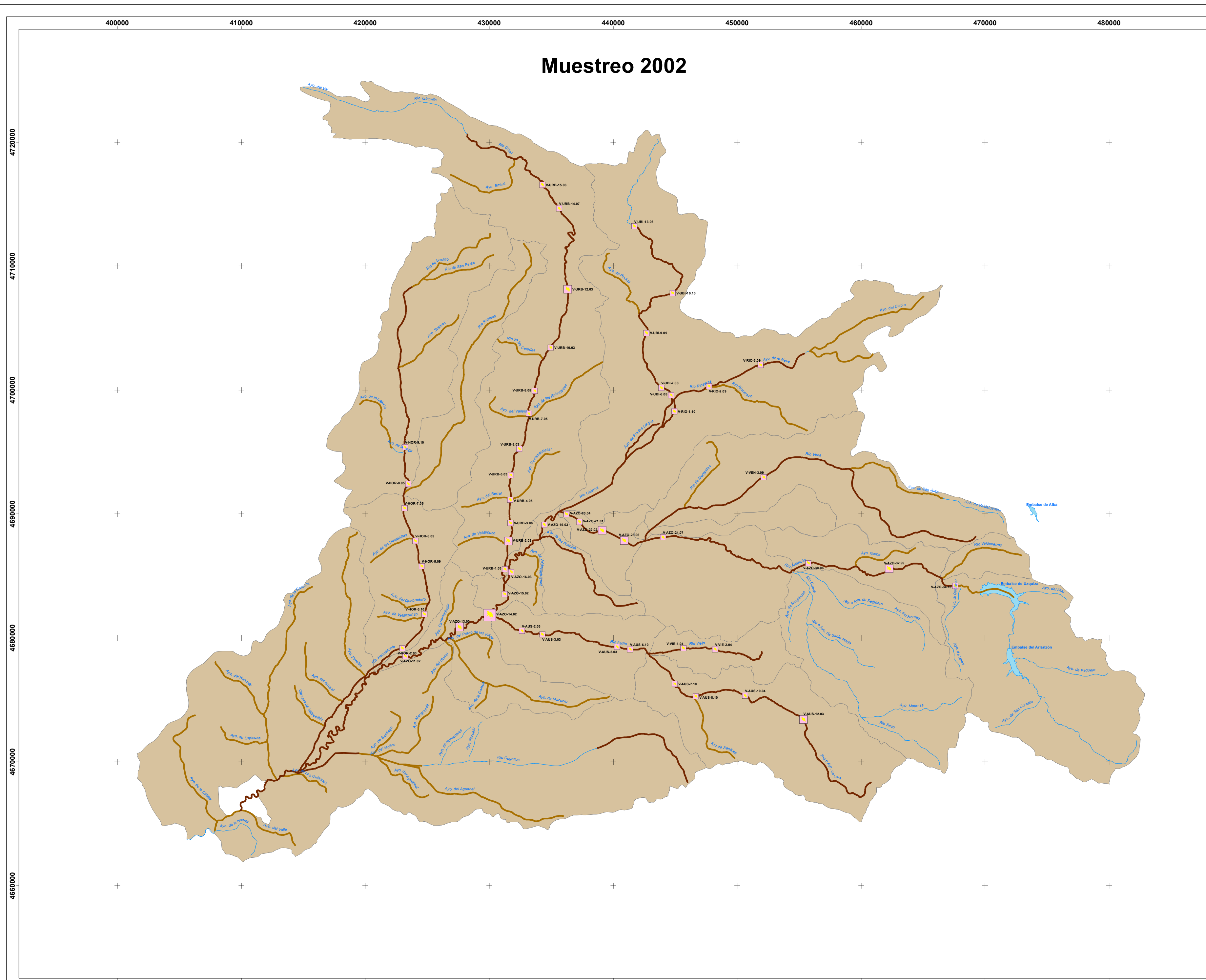
Sistema de Referencia Terrestre Europeo (ETRS89)
Proyección: UTM huso 30 hemisferio Norte
Datos en metros

Plano nº:
2.1

Fuente de datos: Sección de Vida Silvestre del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos, IDECYL, CNIG, y CEDEX-CEH

Fecha:
Jun. 2017

Firma:
Autor:
Alberto Vitoria Amor



- Leyenda**
- Densidad (I.A.) de visón americano (N. visón)**
 - Baja** (menos de 5 visiones/estación)
 - Media** (entre 5 y 9)
 - Alto** (entre 10 y 23)
 - Muy Alto** (más de 24)
 - Presencia segura** de visón americano (N. visón)
 - Presencia probable** de visón americano (N. visón)
 - Red hidrográfica (red geométrica modificada)
 - Límite de unidad hidrográfica
 - Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental**
 - U.H.A. Cadagua
 - U.H.A. Ebro (margen izquierda)
 - U.H.A. Ebro (margen derecha)
 - U.H.A. Odra - Pisuerga
 - U.H.A. Arlanzón
 - U.H.A. Arlanza
 - U.H.A. Duero
 - Límite provincial

Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid

Trabajo:
Evolución de la distribución espacial del visón americano *Neovison vison* relacionada con la presencia de cangrejos exóticos en la subcuenca del río Arlanzón (Burgos) mediante el uso de redes geométricas

Denominación del plano:
Evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *Neovison vison* en la U.H.A. "Arlanzón" entre los años 2010 y 2016.

Escala:
1:200.000

Sistema de Referencia Terrestre Europeo (ETRS89)
Proyección: UTM huso 30 hemisferio Norte
Datos en metros

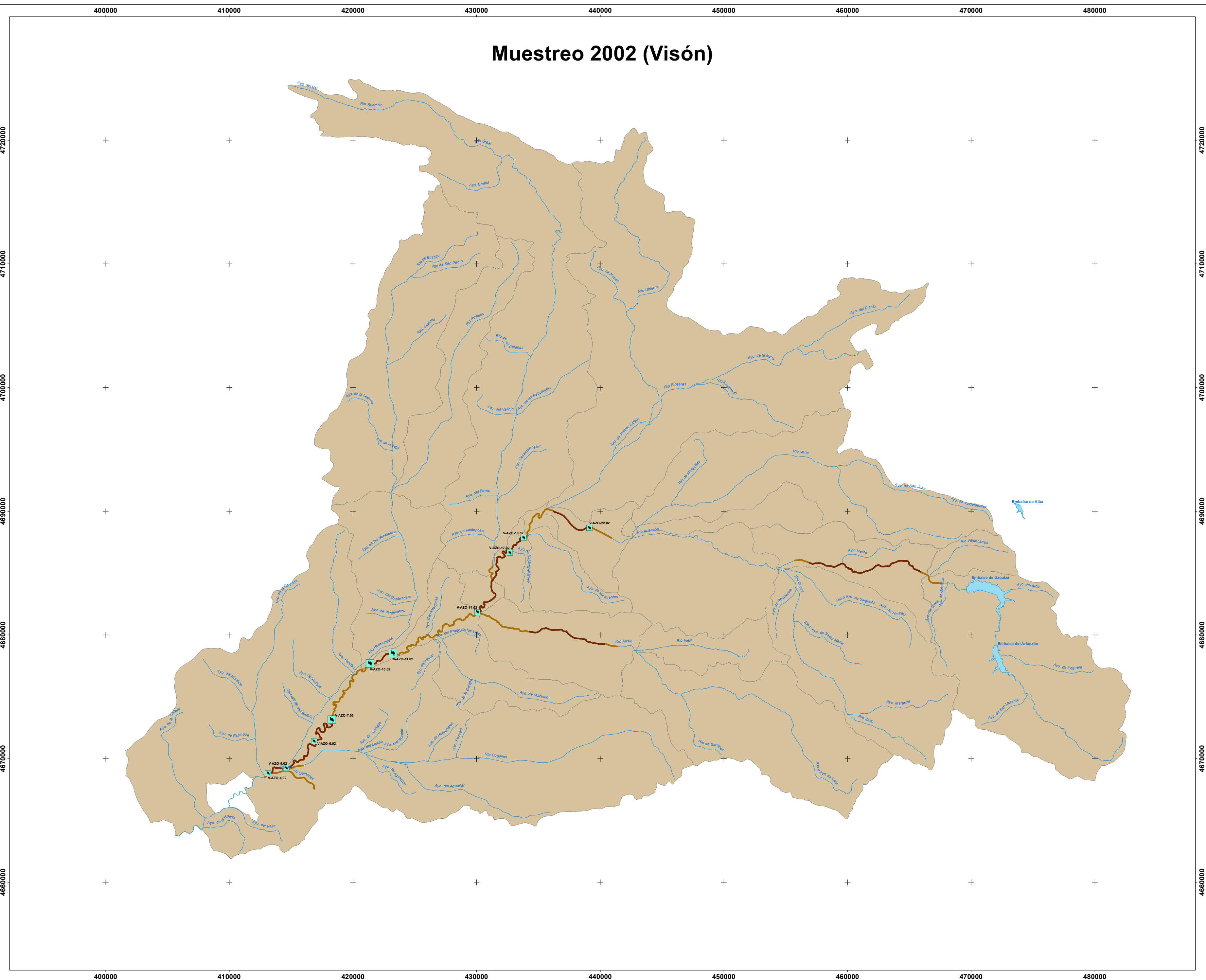
Plano nº:
2.2

Fuente de datos: Sección de Vida Silvestre del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos, IDECYL, CNIG, y CEDEX-CEH

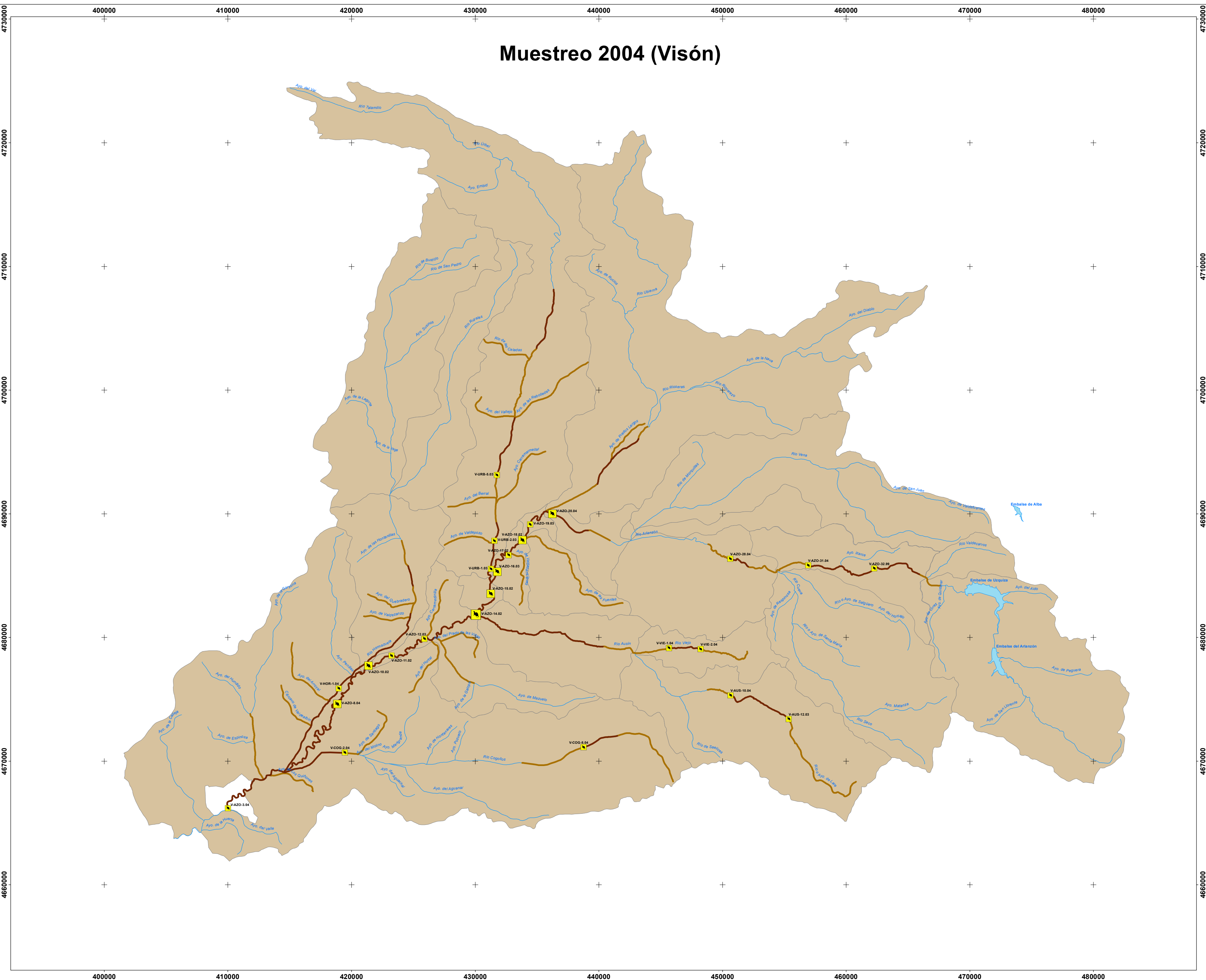
Fecha:
Jun. 2017

Firma:
Autor:
Alberto Vitoria Amor

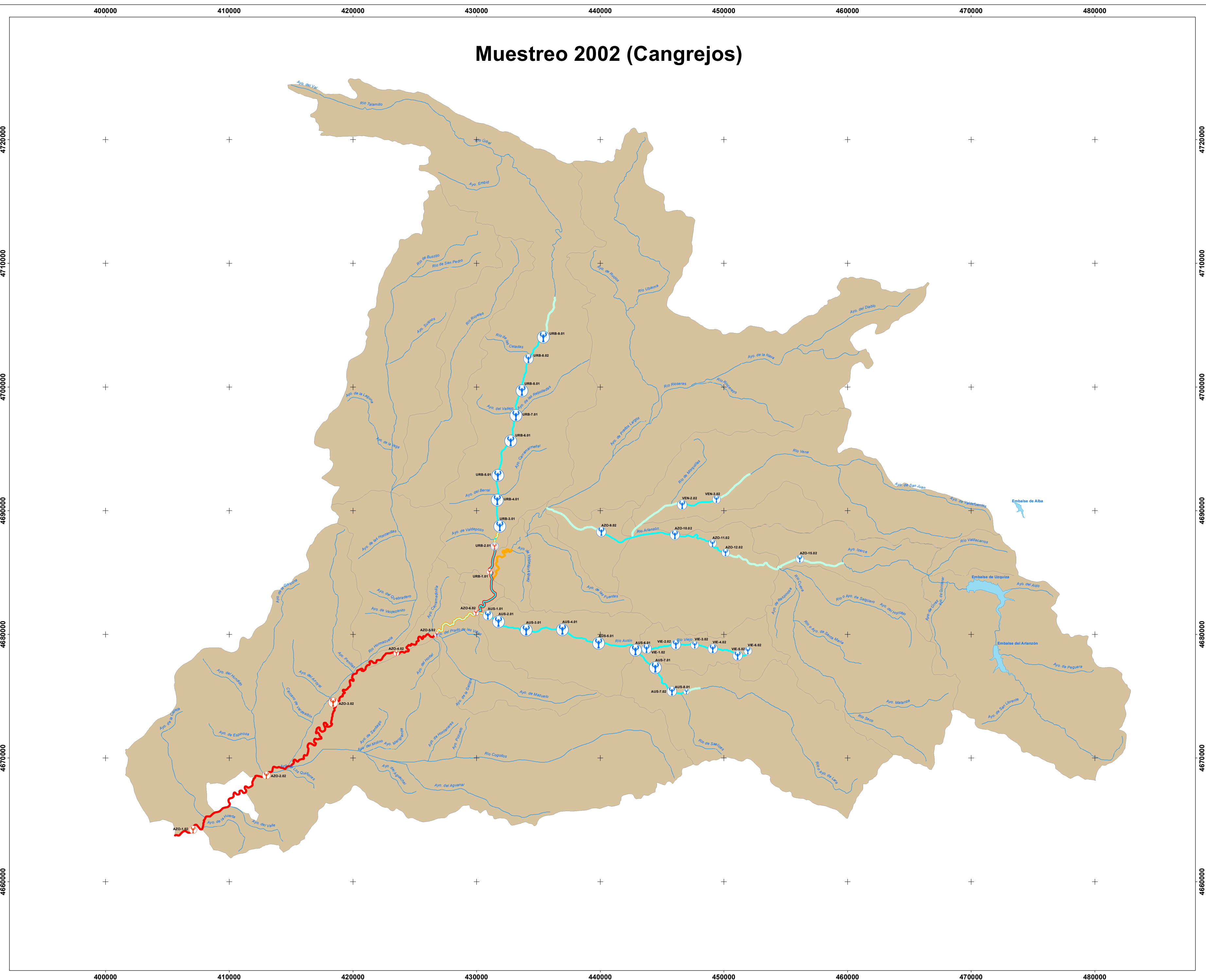
Muestreo 2002 (Visión)



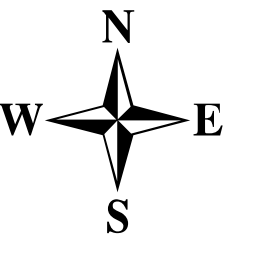
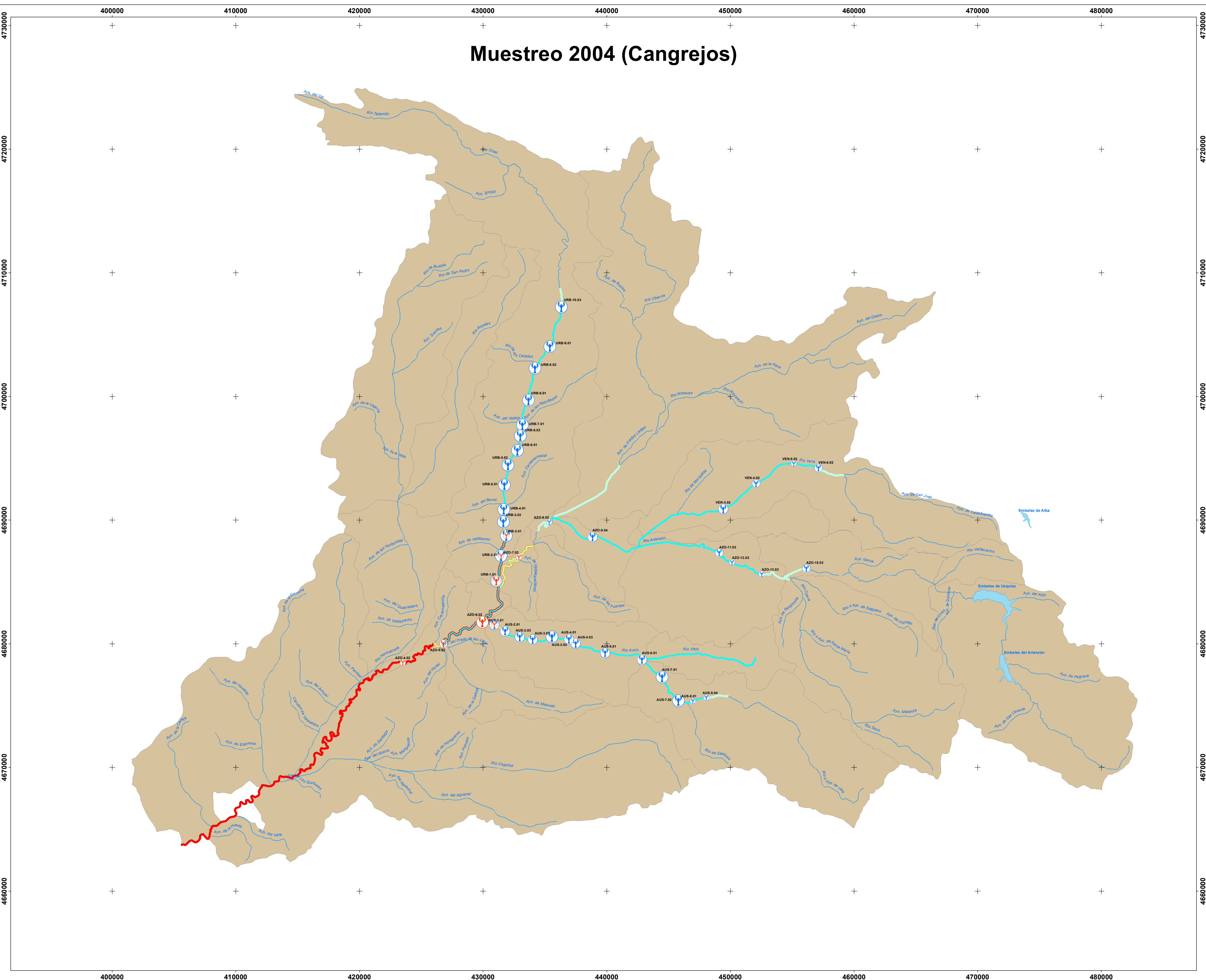
Muestreo 2004 (Visión)



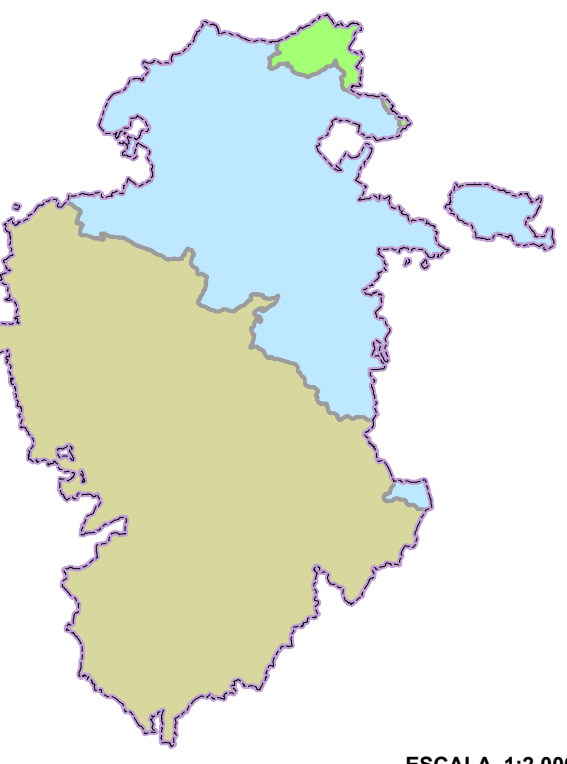
Muestreo 2002 (Cangrejos)



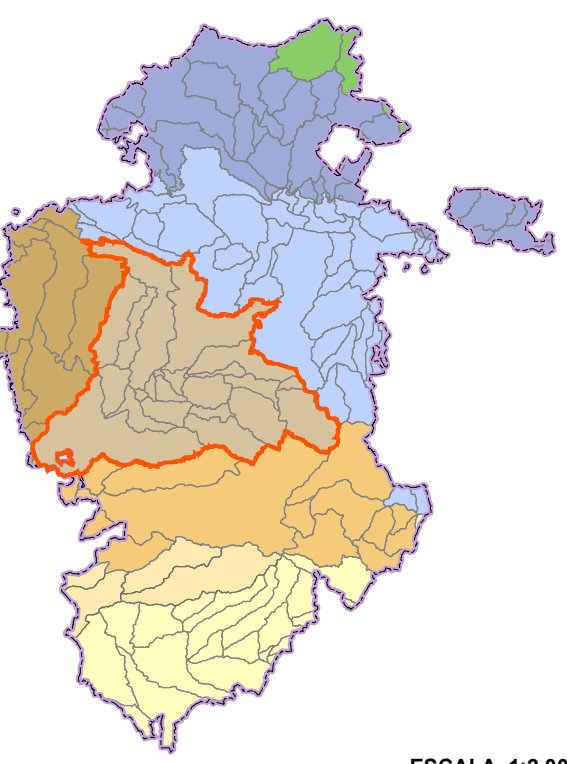
Muestreo 2004 (Cangrejos)



Demarcaciones Hidrográficas



Unidades Hidrográficas de Análisis (U.H.A.)



Leyenda

- Densidad (I.A.) de visón americano (*N. vison*)**
- Baja** (menos de 5 visones/estación)
- Media** (entre 5 y 9)
- Alto** (entre 10 y 23)
- Muy Alto** (más de 24)
- Índice de abundancia (I.A.) de las especies de cangrejo**
- I.A. bajo** (menos de 5 cangrejo/trampa)
- I.A. medio** (entre 5 y 9)
- I.A. alto** (entre 10 y 23)
- I.A. Muy Alto** (más de 24)
- Presencia segura** de visón americano (*N. vison*)
- Presencia probable** de visón americano (*N. vison*)
- Presencia segura** de cangrejo rojo (*P. clarkii*)
- Presencia probable** de cangrejo rojo (*P. clarkii*)
- Presencia segura** de ambas especies
- Presencia probable** de ambas especies
- Presencia segura** de cangrejo señal (*P. leniusculus*)
- Presencia probable** de cangrejo señal (*P. leniusculus*)
- Red hidrográfica (red geométrica modificada)
- Límite de unidad hidrográfica
- Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental**
- Demarcación Hidrográfica del Ebro**
- U.H.A. Ebro (margen izquierda)
- U.H.A. Ebro (margen derecha)
- Demarcación Hidrográfica del Duero**
- U.H.A. Odra - Pisuerga
- U.H.A. Arlanzón
- U.H.A. Arlanza
- U.H.A. Esgueva
- U.H.A. Duero
- Límite provincial



Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid

Trabajo:
Evolución de la distribución espacial del visón americano *Neovison vison* relacionada con la presencia de cangrejos exóticos en la subcuenca del río Arlanzón (Burgos) mediante el uso de redes geométricas

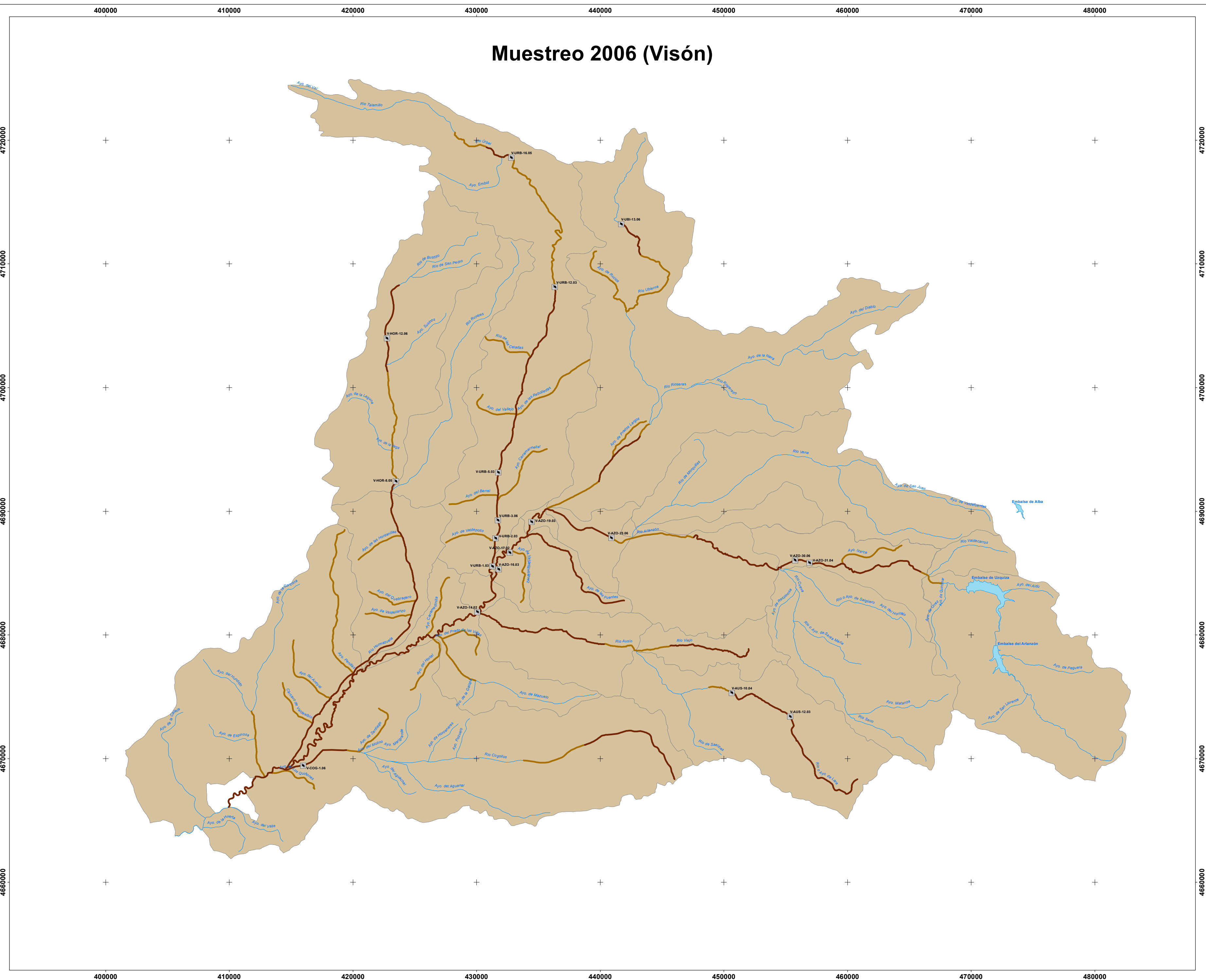
Denominación del plano:
Comparativa de la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *N. vison* con las de cangrejos exóticos en la U.H.A. "Arlanzón" entre los años 2002 y 2004.

Escala: 1:200.000
Sistema de Referencia Terrestre Europeo (ETRS89)
Proyección UTM huso 30 hemisferio Norte
Datos en metros

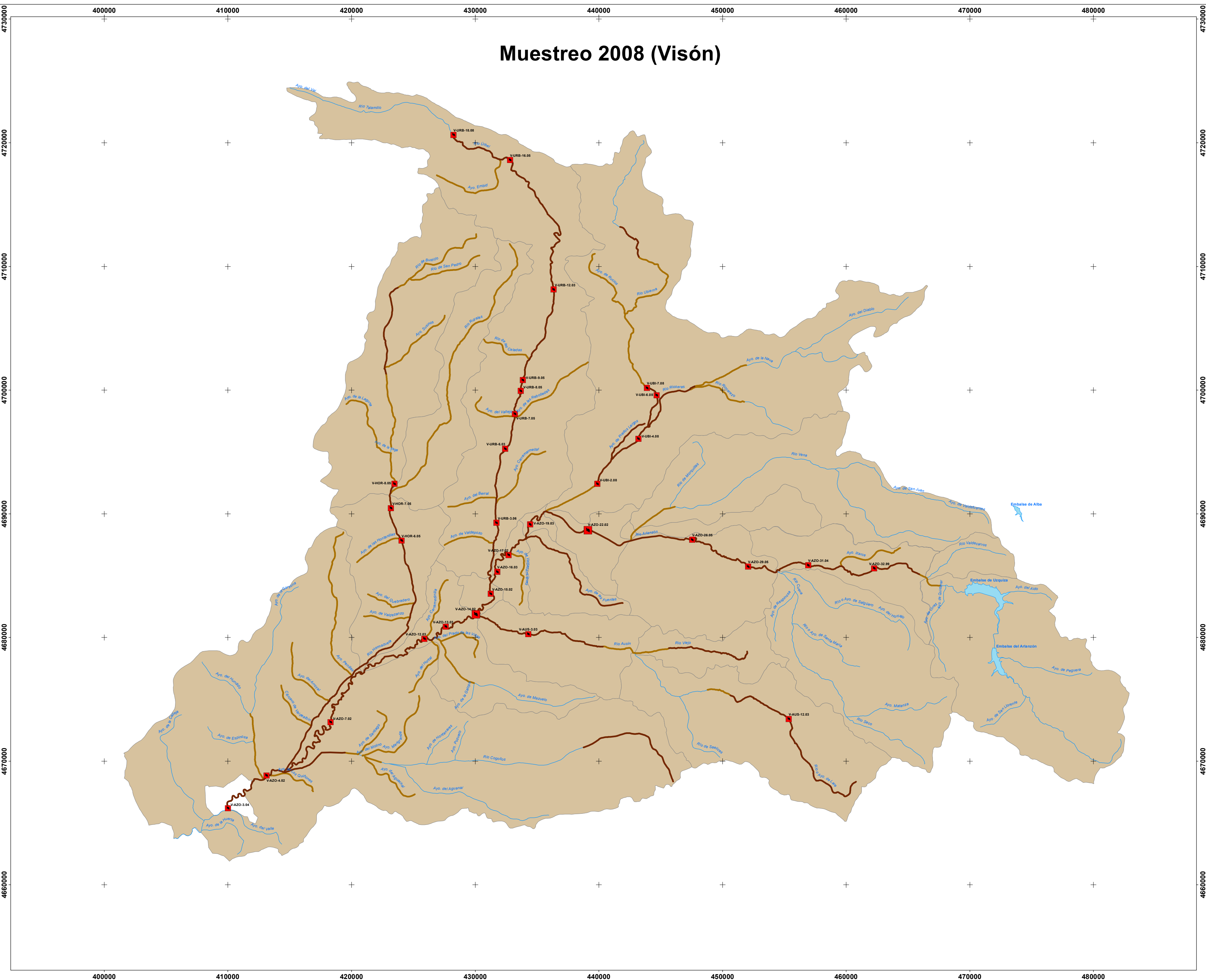
Plano nº: 3.1
Fuente de datos: Sección de Vida Silvestre del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos, IDECYL, CNIG, y CEDEX-CEH

Fecha: Jun. 2017
Firma:
Autor: Alberto Vitoria Amor

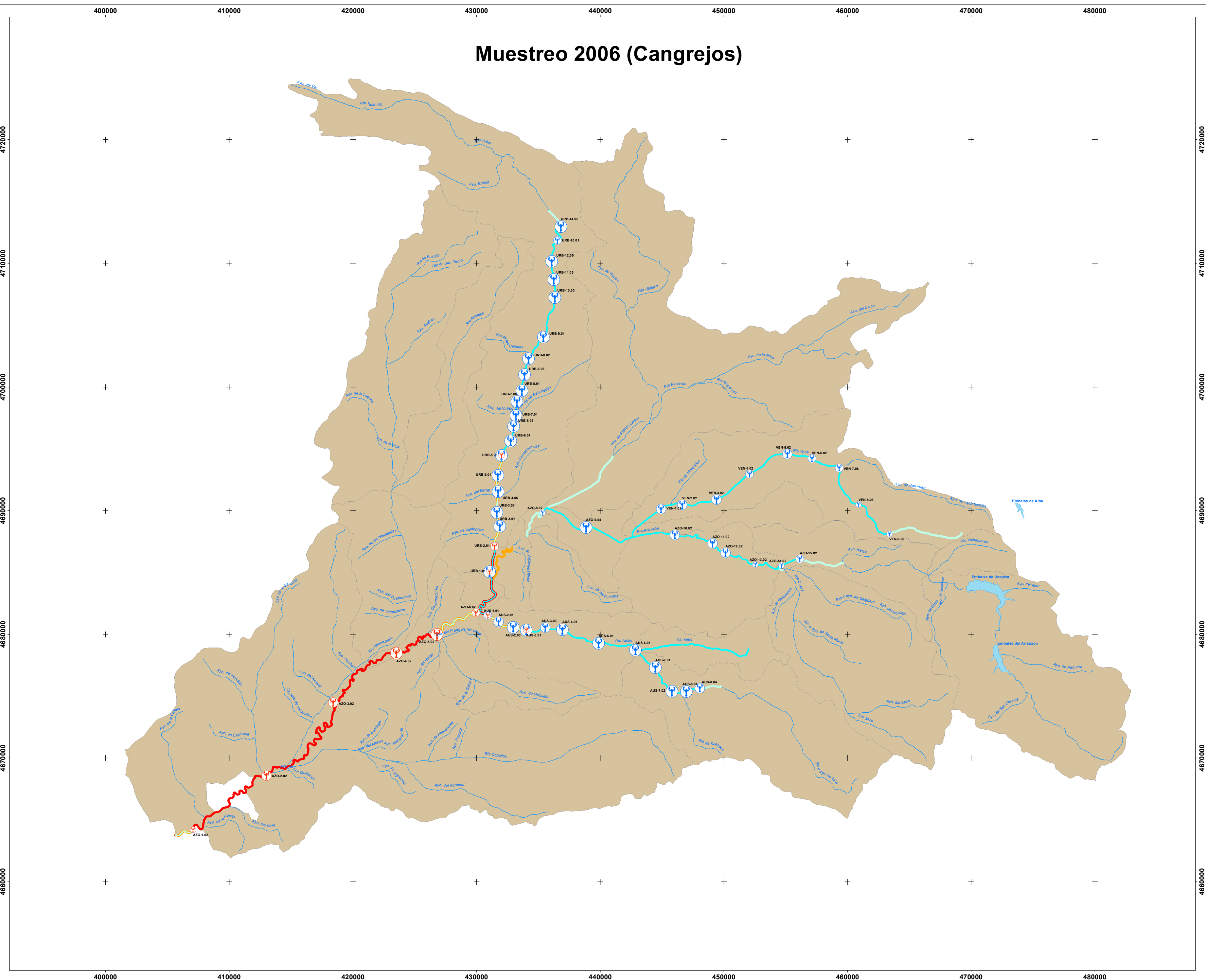
Muestreo 2006 (Visión)



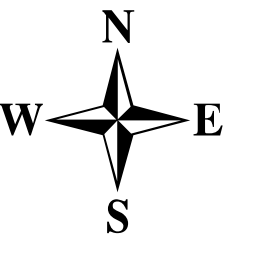
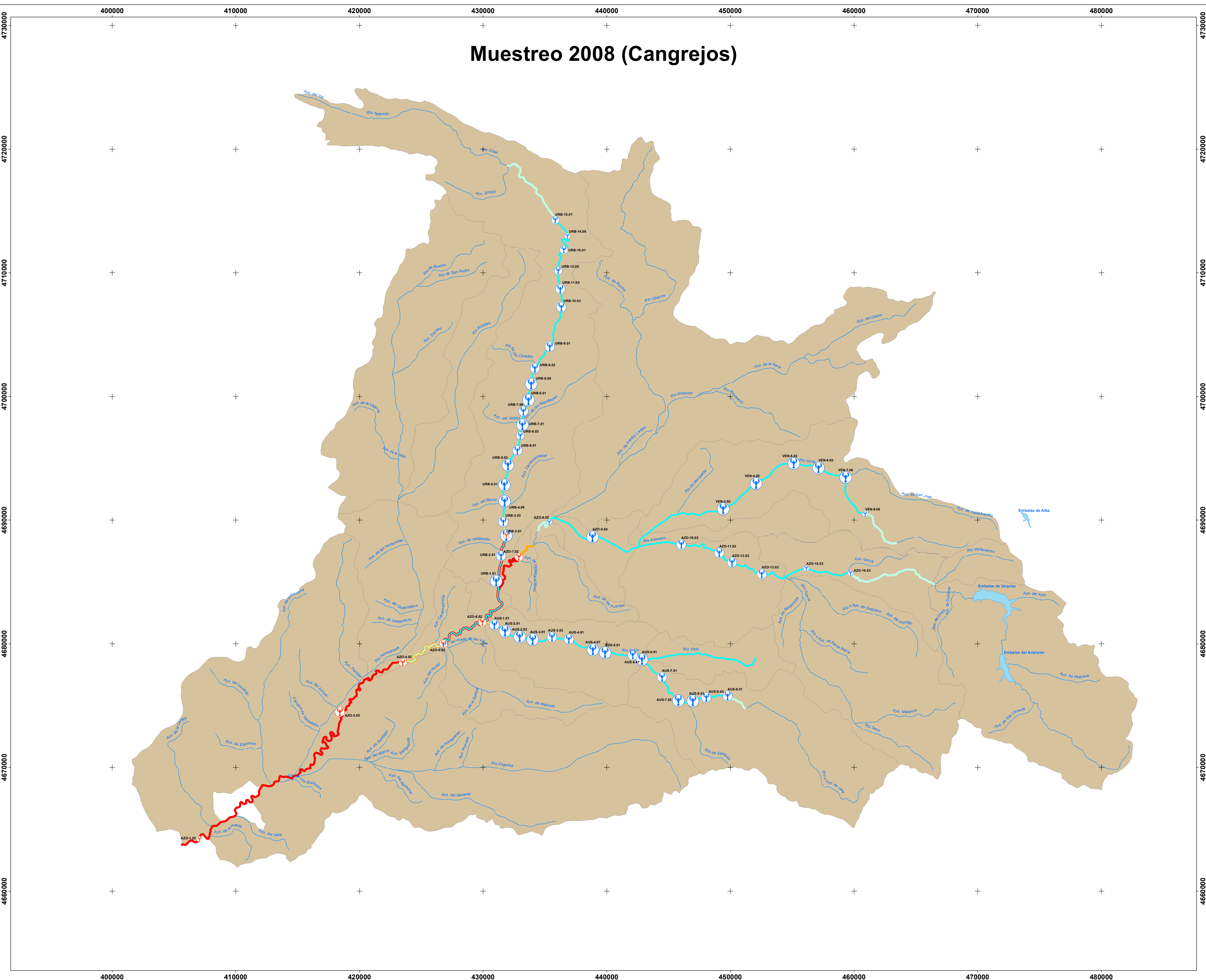
Muestreo 2008 (Visión)



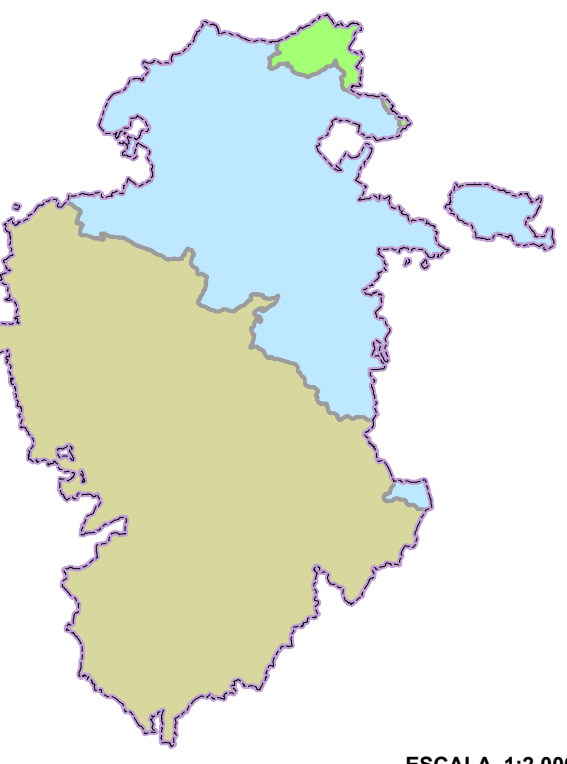
Muestreo 2006 (Cangrejos)



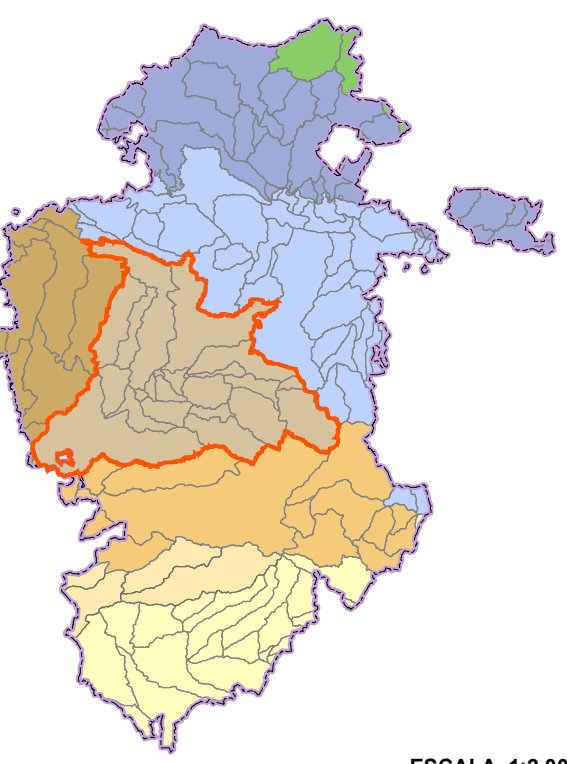
Muestreo 2008 (Cangrejos)



Demarcaciones Hidrográficas



Unidades Hidrográficas de Análisis (U.H.A.)



Leyenda

- Densidad (I.A.) de visón americano (*N. vison*)
- Baja (menos de 5 visones/estación)
- Media (entre 5 y 9)
- Alto (entre 10 y 23)
- Muy Alto (más de 24)
- Índice de abundancia (I.A.) de las especies de cangrejo
- I.A. bajo (menos de 5 cangrejo/trampa)
- I.A. medio (entre 5 y 9)
- I.A. alto (entre 10 y 23)
- I.A. Muy Alto (más de 24)
- Presencia segura de visón americano (*N. vison*)
- Presencia probable de visón americano (*N. vison*)
- Presencia segura de cangrejo rojo (*P. clarkii*)
- Presencia probable de cangrejo rojo (*P. clarkii*)
- Presencia segura de ambas especies
- Presencia probable de ambas especies
- Presencia segura de cangrejo señal (*P. leniusculus*)
- Presencia probable de cangrejo señal (*P. leniusculus*)
- Red hidrográfica (red geométrica modificada)
- Límite de unidad hidrográfica
- Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental
- U.H.A. Cadagua
- Demarcación Hidrográfica del Ebro
- U.H.A. Ebro (margen izquierda)
- U.H.A. Ebro (margen derecha)
- Demarcación Hidrográfica del Duero
- U.H.A. Odra - Pisuerga
- U.H.A. Arlanzón
- U.H.A. Arlanza
- U.H.A. Esgueva
- U.H.A. Duero
- Límite provincial



Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid

Trabajo:
Evolución de la distribución espacial del visón americano *Neovison vison* relacionada con la presencia de cangrejos exóticos en la subcuenca del río Arlanzón (Burgos) mediante el uso de redes geométricas

Denominación del plano:
Comparativa de la evolución de la distribución y abundancia de las poblaciones de visón americano *N. vison* con las de cangrejos exóticos en la U.H.A. "Arlanzón" entre los años 2006 y 2008.

Escala: 1:200.000
Sistema de Referencia Terrestre Europeo (ETRS89)
Proyección UTM huso 30 hemisferio Norte
Plano nº: 3.2
Fuente de datos: Sección de Vida Silvestre del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos, IDECYL, CNIG, y CEDEX-CEH
Fecha: Jun. 2017
Firma: Alberto Vitoria Amor

