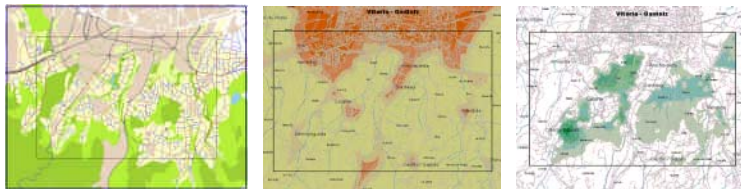


**Análisis y diagnóstico de la conectividad ecológica y paisajística en el sector sur del Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz.** Estudio de opciones y alternativas para maximizar el beneficio social y ecológico de los enlaces potenciales del Anillo Verde con los Montes de Vitoria



Vitoria-Gasteiz, Octubre 2004

# ÍNDICE

0. Resumen ejecutivo
  1. Objeto
  2. Antecedentes
  3. Planteamiento del trabajo
  4. Metodología
  5. Situación actual, año 2004
  6. Escenario del Plan General de Ordenación Urbana
  7. Propuesta de escenario alternativo para maximizar los beneficios sociales y ecológicos
  8. Conclusiones
  9. Recomendaciones
  10. Referencias
- ANEXO CARTOGRÁFICO

**Autor** Josep Maria Mallarach, *consultor ambiental*

**Con la colaboración de** Eulàlia Comas, *bióloga consultora* / José-Manuel Pérez,  
Marta Dalmases y Carlos López (*Geodat@*)

## 0. RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo ofrece un conjunto de análisis y diagnósticos de la **conectividad eco-paisajística** del sector Sur del Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz, una zona de 62 km<sup>2</sup> donde confluyen grandes valores patrimoniales y grandes expectativas de transformación. Se han considerado tres alternativas: la situación actual, el escenario del Plan general de ordenación urbanística (PGOU) vigente y un escenario alternativo viable, diseñado por el CEA, para maximizar los beneficios ecológicos y sociales.

La metodología aplicada se basa en un modelo de distancia de costes integrado, que incluye el cálculo de un **índice de afectación de las barreras (IAB)** y de dos **índices de conectividad**, uno relativo (ICE) y otro absoluto (ICEa), que permiten efectuar análisis diacrónicos y sincrónicos. Dichos índices se obtienen por agregación ponderada de 36 mapas de análisis, que dan lugar a 6 mapas de diagnóstico para cartografiar y valorar los impactos diferenciales de los tres escenarios, a escala 1:5000, para cada una de las 12 clases de hábitats, y para la agregación de todas ellas en conjunto. Se han examinado con mayor atención tres clases de hábitat: los bosques caducifolios, los bosques ribereños y los parques y jardines, estos últimos en atención a su potencial recreativo

La **situación actual** se caracteriza por una fragmentación elevada, en la que las áreas ecológicas funcionales no llegan al 70% de la superficie, aunque el predominio de un valor de ICEa = 5 indica un potencial muy estimable.

El **impacto del PGOU** es considerable: pérdida del 13% de las áreas ecológicas funcionales, aumento del IAB y reducción generalizada del ICEa. Los impactos negativos más acentuados se dan en los extremos Noreste y Noroeste, con reducciones de dos y tres grados del ICEa, que podrían comprometer la conectividad ecológica del Anillo Verde, y con pérdidas de un grado en 20 áreas diseminadas, alguna de las cuales afecta el bosque de ribera del Errekaleor, el de mayor valor ecológico del ámbito analizado.

El conjunto de medidas correctoras y compensatorias que reúne el **escenario alternativo** da lugar a mejoras de la conectividad para dos clases prioritarias: los bosques caducifolios y los parques y jardines. Sin embargo, resultan insuficientes para paliar los impactos negativos del PGOU en relación a la conectividad conjunta de los hábitats que configuran el ámbito analizado.

A la vista de los resultados, se recomienda ejecutar el escenario alternativo como **última oportunidad** de mantener un grado de conectividad eco-paisajística suficiente entre los Montes de Vitoria y el Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz así como estudiar fórmulas para permeabilizar las determinaciones del PGOU que causan mayor impacto negativo.. Por otro lado, a la vista de la distribución espacial de los impactos, se propone ampliar el estudio al resto del municipio para incluir zonas adyacentes que se consideran de la mayor importancia.

## 1. OBJETO

De acuerdo con el contrato de 16 de junio de 2004, el propósito de la presente asistencia técnica es caracterizar y analizar la conectividad ecológica y paisajística del sector sur del Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz a una escala y con unos métodos que resulten apropiados para la planificación urbanística y la evaluación ambiental estratégica. A tal fin, se plantearon tres objetivos principales:

1. Analizar y evaluar la conectividad ecológica, paisajística y recreativa del Anillo Verde con los Montes de Vitoria, de forma cuantitativa, según la propuesta de Anillo Verde diseñada por el Centro de Estudios Ambientales.
2. Evaluar el impacto que el vigente Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) de Vitoria-Gasteiz tendría sobre la conectividad ecológica de la zona sur del Anillo Verde y su enlace con los Montes de Vitoria. Realizar una valoración cuantitativa del impacto y su representación cartográfica. Identificar y elaborar las propuestas de medidas correctoras y compensatorias que se estimen más efectivas y viables, en función de objetivos complementarios.
3. Formular propuestas de alternativas viables de reforzamiento del Anillo Verde y sus enlaces actuales o potenciales con los Montes de Vitoria, que hagan compatible la integración de los aspectos funcionales de los ecosistemas concernidos con los requerimientos de las especies diana y con el trazado de los itinerarios recreativos. Plantear opciones para su incorporación efectiva en la planificación urbanística y territorial.

Se espera que los resultados de este trabajo puedan contribuir a que las decisiones asociadas a las actuaciones urbanísticas y de infraestructuras en curso, o que se prevé que puedan desarrollarse, en el sector sur de la ciudad minimicen el impacto ambiental y maximicen los beneficios sociales, reforzando el Anillo Verde, elemento identitario de primer orden en la configuración urbanística contemporánea de la capital de Álava.

## 2. ANTECEDENTES

La fragmentación de hábitats se ha convertido en una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en los países industrializados, más importante aún que la simple destrucción o degradación, aunque éstas sean mucho más visibles en general. El interés para remediarlo ha suscitado el estudio de la conectividad ecológica, así como el desarrollo de las respectivas políticas y técnicas.

Dentro del ámbito político cabe destacar la Estrategia Global de la Biodiversidad (1992), el Plan de Acción de los Espacios Naturales Protegidos de Europa (1994), la Estrategia Paneuropea para la Conservación de la Diversidad Biológica y Paisajística (1995) o la Estrategia Europea de Biodiversidad (1998).

El Tratado Fundacional de la Unión Europea (Tratado de Maastricht, 1992) respaldó el concepto de Red Ecológica Europea (Europan Ecological Network) siguiendo el modelo de la red ecológica nacional de los Países Bajos. Por otro lado, la Estrategia Paneuropea para la Diversidad Ecológica y Paisajística establece el compromiso de definir una red ecológica paneuropea en su Plan de Acción 2001-2006. No cabe duda de que los espacios integrados en la Red Natura 2000 van a convertirse, sin duda, en componentes importantes de dicha red ecológica.

En el ámbito técnico las aportaciones han sido, como es lógico, mucho más numerosas. Baste destacar, a título de ejemplo, las propuestas de integración territorial de espacios naturales protegidos en redes ecológicas funcionales (Bennet, 2003; Mallarach, 2003; Mallarach *et al.*, 2004; Múgica *et al.* 2002) o los manuales para permeabilizar infraestructuras y pasos de fauna (Rosell y Velasco, 1999), además de numerosas síntesis bibliográficas (Bennet, 2003).

En el País Vasco el desarrollo de políticas y estudios de conectividad ecológica ha sido más tardío que en otros países fuertemente industrializados, y ha ido por detrás de otras Comunidades Autónomas españolas, como Cataluña, Madrid o Andalucía. En efecto, a nivel político, el Programa Marco Ambiental del País Vasco (2002-2012) establece el compromiso de planificar los corredores biológicos de la Comunidad Autónoma para el año 2006, en concordancia con lo establecido por la Estrategia Paneuropea de Diversidad Biológica y Paisajística. Por otra parte, la primera síntesis bibliográfica sobre las relaciones entre conectividad ecológica, conservación de la biodiversidad y la ordenación del territorio acaba de ser publicada por el Gobierno Vasco (Gurrutxaga, 2004). Dicho trabajo aporta algunos ejemplos de aplicación del modelo de análisis de costes para especies forestales en distintos sectores del País Vasco, y de Álava, aunque siempre a escalas muy generales. El estudio

para la definición de los corredores biológicos de la Comunidad Autónoma, que está siendo elaborado por IKT, se centra en la conectividad ecológica de los principales ecosistemas vascos y se encuentra en fase avanzada<sup>1</sup>.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

Dentro del Estado español, una de las Comunidades Autónomas que ha tenido mayor innovación y desarrollo de metodologías de conectividad ecológica ha sido Cataluña (Mallarach, 2004). El presente trabajo se basa en la adaptación y aplicación de la metodología de análisis de la conectividad ecológica que ha sido desarrollada en el ámbito del Área Metropolitana de Barcelona por el autor, junto con Joan Marull (Barcelona Regional), Guillem Terrades y José Manuel Pérez de Geodat@, SL.

Dicha metodología ha sido ya objeto de distintas aplicaciones a nivel metropolitano, comarcal y municipal, en distintas partes de Cataluña, a escalas comprendidas entre 1:250.000 y 1:10.000; véase Marull & Mallarach (2002), Marull & Mallarach (2003), Mallarach & Marull (2004), pero esta es la primera vez que se ha probado su aplicación a nivel sub-municipal, en un ámbito de dimensiones reducidas, a escala 1:5000.

El área de estudio coincide con el denominado Sector Sur del Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz, cuyo ámbito fue definido en el documento "*Ideas para una integración armónica ciudad-territorio en el Sur*" elaborado por el equipo técnico del Centro de Estudios Ambientales de Vitoria-Gasteiz, a partir de las propuestas formuladas por el arquitecto Dr. Ramón López de Lucio. Dicho ámbito tiene forma rectangular y sus dimensiones son: 9,3 km en sentido Este-Oeste y 6,5 km en sentido Norte-Sur, con una superficie de 61,8 km<sup>2</sup>.

El sector sur de Vitoria-Gasteiz es una zona de grandes valores patrimoniales, que concentra numerosas expectativas de signos opuestos. El documento "*Ideas para una integración armónica ciudad-territorio en el Sur*" aporta distintos análisis territoriales y ambientales, desde el punto de vista del agua, los sistemas naturales, el entorno rural, el desarrollo urbano y la movilidad, coherentes con los principios de sostenibilidad que deberían impregnar todas las políticas de ordenación territorial de la ciudad, de acuerdo con su Agenda 21. El presente trabajo tiene por objeto profundizar el análisis sobre un aspecto que hasta hoy se había mostrado elusivo, a pesar de su gran importancia: la conectividad ecológica y paisajística.

En efecto, el Anillo Verde es una apuesta estratégica vigorosa basada en la restauración y creación de un conjunto orgánico de espacios libres, que presentan un grado variable de

<sup>1</sup> Mikel Gurrutxaga, IKT, comunicación personal 18-10-2004.

naturalidad, estratégicamente dispuestos alrededor de la urbe y vertebrados mediante diversos sistemas de sendas e itinerarios, que gozan de un enorme uso social.

La funcionalidad ecológica del Anillo Verde, así como el beneficio social asociado, dependen, en gran parte, de que sus enlaces biológicos con los Montes de Vitoria y con el sistema hidrológico se mantengan funcionales. El presente trabajo analiza los enlaces con los Montes de Vitoria y los cursos hídricos que los drenan, a partir de una metodología que permite el análisis cuantitativo para los principales tipos de hábitats presentes, además de una visión integrada de todos ellos.



Ortofotografía de la zona sur de Vitoria. El recuadro indica el ámbito de estudio (Mapa 1 del Anexo)

La principal fortaleza de los análisis realizados mediante metodologías paramétricas desarrolladas con apoyo de sistemas de información geográfica (SIG) es principalmente su potencia para llevar a cabo análisis comparativos. Así, la diferencia entre los índices de conectividad ecológica actuales –relativos y absolutos– y los que se derivan de la aplicación del Plan General de Ordenación Urbana vigente proporciona una medida fiable del impacto del planeamiento sobre la conectividad ecológica y paisajística. Del mismo modo, su cálculo para un hipotético escenario alternativo, basado en la propuesta del Centro de Estudios Ambientales (complementada por los autores con ciertos elementos adicionales de conectividad del espacio agrario), permite evaluar con detalle la magnitud de los efectos que éste tendría, en el supuesto de que pudiera implantarse por completo.

El índice de conectividad se calcula para el conjunto del sistema y, también, desglosado por clases: cada clase es un componente del ámbito de análisis (bosques de caducifolios, bosques ribereños, matorrales, etc.). La importancia de la conectividad ecológica de ciertas clases, como la de humedales y bosques de ribera, que tienen asociadas ciertas especies protegidas, algunas de las cuales están amenazadas de extinción, como el visón europeo, recomienda que sean merecedoras de una lectura separada de la del conjunto.

Finalmente, el análisis de la situación actual, los reconocimientos de campo, el contraste de ideas formuladas para este sector de Vitoria y la comparación de los resultados que ofrece la metodología aplicada permiten formular diversas recomendaciones.

La conectividad ecológica, como cualquier otro fenómeno ecológico, es dependiente de la escala. Es decir, cada escala de análisis permite detectar funciones de conectividad que resultan indetectables a escalas superiores o inferiores. Es por ello que el estudio de la conectividad de un ámbito como el estudiado permite identificar elementos de conectividad que resultarían seguramente invisibles en un análisis de toda la Comunidad Autónoma del País Vasco, como el que está desarrollando en la actualidad IKT.

## 4. METODOLOGÍA

La metodología de análisis de conectividad ecológica utilizada en este trabajo se basa en dos grandes pilares:

- la afinidad entre las diferentes áreas ecológicas funcionales, que permite identificar corredores ecológicos preferenciales. Esta afinidad se define en función de las comunidades vegetales que configuran las áreas ecológicas funcionales, y
- la ponderación del efecto de las barreras antropogénicas sobre estas áreas ecológicas funcionales.

En concreto, los pasos que se siguen para el cálculo del Índice de Conectividad Ecológica (ICE) son los siguientes:

1. Obtención del mapa de cubiertas vegetales a conectar
2. Obtención del mapa de barreras a la conectividad ecológica
3. Obtención de una matriz de barreras mediante el cálculo de los costes para atravesar el territorio en función de la presencia de barreras, de la tipología de las mismas y de la envoltura vegetal existente. Esta envoltura vegetal considera sólo cuatro tipos básicos: vegetación agrícola, vegetación forestal, zonas neutras

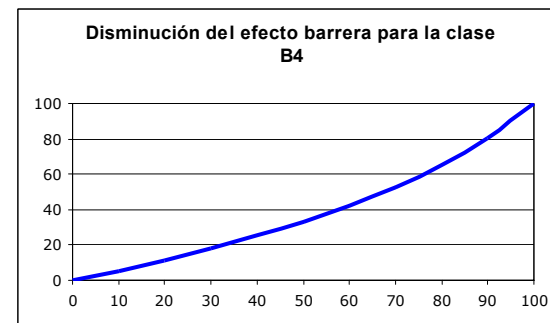
y barreras, para ajustar las dimensiones de la franja adyacente afectada (descrita en el apartado 5).

4. Tratamiento matemático de la matriz de barreras para reproducir la disminución logarítmica del efecto de las mismas en función de la distancia, calibrada a partir de datos experimentales en ecosistemas similares. Estas curvas se han ajustado de forma que los valores mínimo y máximo se mantengan, de forma tal que la caída al 50% de la distancia ya sea de un 70%. La formulación matemática de este efecto se muestra a continuación:

$$y_s = \beta_s - k_{s1} \ln(k_{s2}(\beta_s - \delta'_s) + 1)$$

donde  $\beta_s$  es el valor máximo para la barrera definida,  $\delta'_s$  es el valor original antes de modificar y  $k_{s1}$  y  $k_{s2}$  son constantes que controlan la caída de la curva logarítmica.

A título de ejemplo, ésta es la curva de afectación de la barrera que forman las zonas densamente pobladas (donde  $\beta_s$ , el valor máximo, es 100):



5. Obtención de las áreas mínimas funcionales para cada tipo de cubierta de vegetación en función de la distribución estadística de las dimensiones de los polígonos de cada tipo y del conocimiento de los requerimientos espaciales de las comunidades animales más representativas -o de más interés- asociadas a cada una de ellas.
6. Obtención de las capas temáticas con las áreas funcionales de conectividad ecológica para cada una de las clases vegetales. El cálculo se realiza para cada clase por separado ya que interesa obtener el coste para llegar de un área

funcional a otra del mismo tipo atravesando un territorio formado por zonas con distinto grado de afinidad y por barreras antropogénicas.

7. Obtención de las capas de mosaicos agrícolas y mosaicos forestales, a partir de los remanentes de las clases vegetales simples obtenidas en la etapa anterior, es decir, a partir de los polígonos (fragmentos) de superficie inferior a la que se ha considerado funcional.
8. A partir de los polígonos restantes de la operación anterior se obtiene la capa de un tercer tipo de mosaico, el agroforestal. Para los tres tipos de mosaicos –éste y los dos de la etapa anterior- se aplica un valor de área mínima funcional según la distribución estadística de los polígonos que los integran, de modo que incluyan al menos el 50% de los fragmentos restantes de los procesos anteriores.
9. Definición de una matriz de afinidad entre las diferentes clases de cubierta de vegetación, que se deriva del conocimiento de las comunidades animales más representativas (o de más interés) asociadas a cada clase de vegetación.
10. Cálculo del coste de conexión, para cada clase de áreas funcionales simples y complejas, teniendo en cuenta la afinidad de los hábitats que existen entre ellas (matriz de afinidad para cada clase) y la presencia de barreras antropogénicas (matriz de barreras). Dicho cálculo se efectúa para todos los píxels, de forma que la precisión del resultado que se obtenga dependerá, en buena medida, de la adecuación de las dimensiones del píxel a la escala del trabajo utilizada.
11. Reclasificación logarítmica de la matriz resultante para obtener el Índice de Conectividad Ecológica relativo de la zona de estudio (ICE). La fórmula empírica que se aplica es la siguiente:

$$ICE = 10 - 9 (\ln(1 + (x_i - x_{\min})) / \ln(1 + (x_{\max} - x_{\min})))^3$$

12. El cálculo del ICE para cada una de las clases funcionales permite obtener su Índice de Conectividad Básico correspondiente (ICEb).
13. La división del resultado del valor de referencia máximo posible de todas las barreras según el ICEb por el número de clases definidas da el Índice de Conectividad Ecológica Absoluto (ICEa), como indica la fórmula siguiente:

$$ICE_a = \sum ICE_b / 13$$

## 5. SITUACIÓN ACTUAL, AÑO 2004

El análisis de la conectividad ecológica y paisajística del estado actual del Sector Sur de Vitoria-Gasteiz se ha basado en un reconocimiento detallado sobre el terreno realizado sobre una síntesis de cuatro cartografías temáticas de gran calidad, todas ellas a escala 1:5.000:

- el mapa de vegetación del municipio de Vitoria-Gasteiz (2003);
- el mapa de usos del suelo del municipio de Vitoria-Gasteiz (2003);
- el mapa de infraestructuras del municipio de Vitoria-Gasteiz (2003), y
- el mapa de inventario y estado de conservación de los puentes y puntos de drenaje del territorio Histórico de Álava (2002).

La situación actual constituye la base respecto a la cual se comparan los dos escenarios siguientes, a saber, el derivado del Plan de Urbanismo vigente y el plan alternativo que se propone para el Sector Sur. Aunque se ha analizado la conectividad de todas las áreas ecológicas funcionales, las que más interés ofrecen son, seguramente, las de los bosques caducifolios y los bosques ribereños, en consideración a su carácter de fragmentos de la vegetación potencial; y la de los parques y jardines, a fin de conocer la conectividad de los espacios dedicados a usos recreativos; además de la conectividad ecológica y paisajística conjunta, por supuesto, para obtener una visión holística.

A continuación se expone, de forma detallada, el procedimiento que se ha seguido para combinar y tratar las cartografías aludidas, de acuerdo con la metodología expuesta en el apartado anterior.

### 5.1 Cubiertas vegetales

El mapa de cubiertas vegetales consta de 10 clases de vegetación, obtenidas mediante combinación, según juicio experto, de la mejor información disponible, procedente de los mapas de vegetación y usos del suelo del municipio de Vitoria-Gasteiz de 2003, actualizados y ajustados a partir de un detallado reconocimiento sobre el terreno, realizado durante el mes de septiembre de 2004. La agregación de los tipos de vegetación y usos del suelo que aparecen en el área de estudio se ha realizado de la forma que indica la siguiente tabla:

Código	Tipo	Vegetación	Uso del suelo
C <sub>1</sub>	Bosques caducifolios	Quejigal subcantábrico Marojal o robledal de <i>Quercus pyrenaica</i> Robledal éutrofo de <i>Quercus robur</i> Robledal acidófilo de <i>Quercus robur</i> Robledal de <i>Quercus petraea</i> Abedular ( <i>Betula pendula</i> ) Temblar o bosque de <i>Populus tremula</i> Hayedo calcícola Hayedo silicícola	
C <sub>2</sub>	Bosques ribereños	Fresnedas ( <i>Fraxinus excelsior</i> y/o <i>F. angustifolia</i> ) Alisedas ( <i>Alnus glutinosa</i> ) Saucedas	
C <sub>3</sub>	Bosques perennifolios	Carrascal montano Encinar del interior	
C <sub>4</sub>	Plantaciones forestales	Plantaciones forestales	
C <sub>5</sub>	Matorrales	Enebral-pasto con junquillo y prebrezal margoso prebrezal subcantábrico calcícola Prebrezal subcantábrico calcícola. Variante con <i>Spiraea hypericifolia</i> subsp. <i>hispanica</i> Brezal subcantábrico Brezal- argomal -helechal atlántico Brezal alto montano de <i>Erica arborea</i> Espinar-zarzal y matorrales altos de orla forestal	Cortafuegos
C <sub>6</sub>	Pastos (s.l.)	Complejo de pastos parameros Complejo de pastos parameros. Variante con <i>Stipa</i> Lastonar de <i>Brachypodium pinnatum</i> u otros pastos mesófilos Barbechos que tienden a lastonar o a otros pastos mesófilos Praderas montanas Prados permanentes, pastados por el ganado Prados temporales de siega, para forraje Pasto pedregoso calcícola Complejo de vegetación de roquedos calizos	Prados, erial
C <sub>7</sub>	Humedales herbáceos	Prados-junciales y trampales Herbazales higrófilos de zonas alteradas Carrizales y/o espadañaes ( <i>Phragmites</i> , <i>Typha</i> ) Formaciones de grandes cárices ( <i>Carex riparia</i> ) y/o de lirios de agua ( <i>Iris pseudacorus</i> )	Humedales
C <sub>8</sub>	Parques y jardines	Parques y jardines Vegetación ruderal-nitrófila, casos especiales (cargaderos de remolacha, fardos de paja)	Jardines y áreas verdes, frutales
C <sub>9</sub>	Cultivos	Campos de cultivo Fincas con frutales	Tierras de cultivo, huertas
C <sub>10</sub>	Agua	Zonas sin vegetación (láminas de agua en ríos y balsas)	Ríos, embalses, balsas, canales
N <sub>2</sub>	Áreas denudadas (zonas neutras)	Erosiones margo-arcillosas (aflora el sustrato por erosión natural) Erosiones antropógenas (aflora el sustrato por excavación, canteras, taludes de vías de comunicación) Taludes revegetados (autovías, pasos elevados)	Solares, canteras

## 5.2 Barreras antropogénicas

Las barreras antropogénicas de la zona analizada se han obtenido del mapa de usos del suelo y del mapa de infraestructuras, y han sido clasificadas en las cuatro categorías siguientes:

Código	Tipo	Vegetación	Uso del suelo
B <sub>1</sub>	Zonas urbanas de baja densidad	Vegetación ruderal-nitrófila, con cobertura vegetal alta (pueblos, huertas, solares urbanos, vertederos)	
B <sub>2</sub>	Infraestructuras secundarias		Red de caminos (aquellos que son de asfalto y hormigón), vertederos, espacios deportivos y lúdicos al aire libre, graveras
B <sub>3</sub>	Infraestructuras principales		Red de carreteras y de ferrocarriles, aceras, calzadas y zonas pavimentadas
B <sub>4</sub>	Zonas urbanas densas	Vegetación ruderal-nitrófila, con baja cobertura vegetal (bloques de edificios y aceras, zonas pavimentadas, autovías)	Edificaciones

Esta primera clasificación se ha ajustado a partir de la localización de los puentes y otros pasos de fauna derivada del análisis del mapa topográfico a escala 1:5.000, incorporando los elementos de permeabilidad (drenajes, puentes, etc.) procedentes de la cartografía de carreteras de la Diputación de Álava. Dichos elementos modifican la capa de barreras antropogénicas, atenuando localmente su efecto.

## 5.3 Identificación de las áreas mínimas funcionales

La identificación de las áreas mínimas funcionales para cada tipo de hábitat o cubierta vegetal se llevó a cabo aplicando los criterios descritos en el capítulo anterior. El resultado fue la obtención de siete clases de áreas ecológicas funcionales simples y tres complejas –los mosaicos.

La tabla siguiente muestra los parámetros más significativos.

Clase	Área mínima funcional considerada (ha)	Número total de polígonos	Área total (ha)	Área funcional (ha)	% Área funcional
C1 Bosques caducifolios	25	121	984,72	895,14	90,90%
C2 Bosques ribereños	5	72	43,24	7,88	18,22%
C3 Bosques perennifolios	5	3	3,46	0	0,00%
C4 Plantaciones forestales	5	66	113,2	70,03	61,86%
C5 Matorrales	5	360	300,22	131,04	43,65%
C6 Pastos (s.l.)	5	899	251,25	87,92	34,99%
C7 Humedales herbáceos	5	4	1,02	0	0,00%
C8 Parques y jardines	5	510	160,8	74,19	46,14%
C9 Cultivos	25	363	1982,13	1557,66	78,59%
C10 Agua	5	13	1,33	0	0,00%
<b>Total parcial</b>		<b>2411</b>	<b>3841,37</b>	<b>2823,86</b>	<b>73,51%</b>
Ma Mosaico agrícola	5	1364	676,83	394,44	58,28%
Mf Mosaico forestal	5	406	376,72	184,378	48,94%
<b>Total parcial</b>		<b>1770</b>	<b>1053,55</b>	<b>578,818</b>	<b>54,94%</b>
Mgf Mosaico agroforestal	3	1722	473,041	215,513	45,56%

Dentro de las áreas ecológicas funcionales, el polígono de vegetación autóctona de mayores dimensiones es el bosque de Armentia, con unas 320 ha; seguido de las estribaciones de los Montes de Vitoria, al oeste del vertedero controlado, con 171 ha dentro del ámbito analizado.

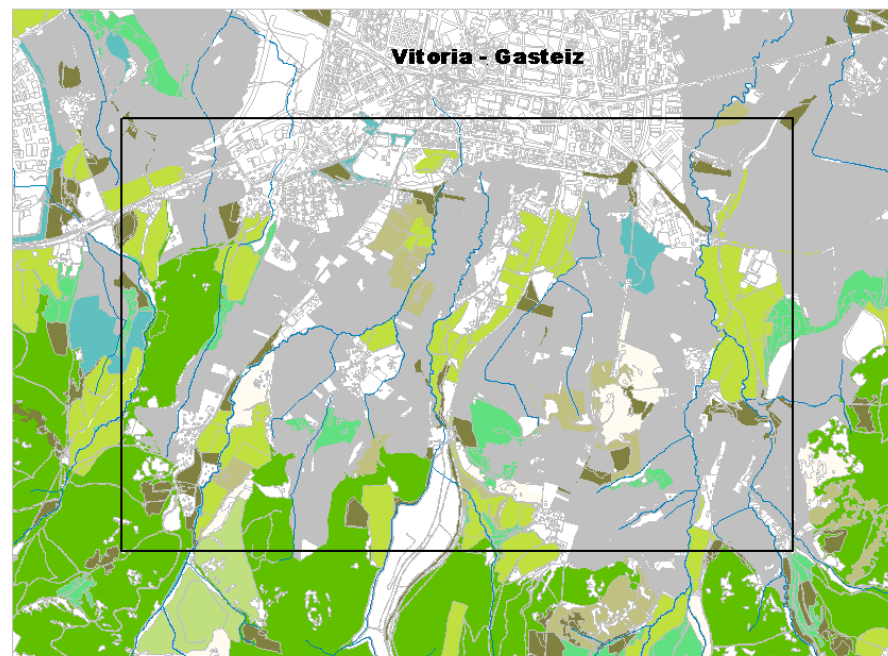
El análisis retrospectivo de los resultados preliminares mostró la necesidad de efectuar cuatro ajustes con respecto a dos factores: las observaciones efectuadas durante la fase de trabajo de campo, por un lado, y el juicio experto del equipo técnico del Centro de Estudios Ambientales, al que fueron sometidos en una reunión de trabajo realizada el 29 de Septiembre, por el otro.

Una dificultad que apareció en la caracterización de los mosaicos agroforestales asociados a los cursos hídricos, especialmente el río Errekaleor, es el hecho de que aunque actúan de bosques de ribera, su vegetación no lo es estrictamente, desde el punto de vista botánico, aunque pueda ejercer la función de refugio para ciertas especies asociadas. Aparecían, así, en el mapa de vegetación más fragmentados de lo que son en realidad. Para resolver esta cuestión, los mosaicos agroforestales fueron seleccionados e incorporados manualmente dentro de la clase de bosques ribereños.

En segundo lugar, se procedió a la reclasificación de las zonas ruderales asociadas a graveras, como las de Lasarte, que no se consideran neutras, a efectos de la conectividad ecológica, sino favorables, asimilables a la clase matorral o a mosaicos agroforestales, según el grado de recolonización vegetal que se haya producido.

En tercer lugar, la única superficie de agua de entidad que aparece (aunque fuera del área de estudio, ejerce influencia en el modelo) es una balsa de riego que está rodeada de una valla infranqueable para reptiles, anfibios y carnívoros, experimenta fuertes oscilaciones y tiene sus márgenes completamente denudados, por lo que se la reclasificó como barrera.

Finalmente, se llevó a cabo la reclasificación manual de algunos polígonos de parques y jardines que habían sido reforestados con especies autóctonas, dado que se consideran equiparables a bosques, al no constituir ningún tipo de barrera con respecto al bosque adyacente, a diferencia de otro tipo de parques de estructura y vegetación más artificial, que sí lo ejercen. Es el caso de los claros de parque reforestados que se encuentran en el interior del bosque de Armentia.



Áreas ecológicas funcionales de la situación actual (leyenda: ver Mapa núm. 2 del Anexo)

## 5.4 Definición de la matriz de afinidades

El paso siguiente fue la definición de la matriz de afinidades potenciales entre las clases ecológicas funcionales, tanto simples como complejas, tal como muestra la tabla siguiente.

Código	Tipo	C'1	C'2	C'3	C'4	C'5	C'6	C'7	C'8	C'9	C'10	MF	MA	MAF
C1	Bosques caducifolios	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.2	0.7	0.5
C2	Bosques ribereños	0.2	0	0.3	0.4	0.5	0.6	0.2	0.7	0.8	0.4	0.3	0.8	0.6
C3	Bosques perennifolios	0.3	0.3	0	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.3	0.8	0.6
C4	Plantaciones forestales	0.4	0.4	0.3	0	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.2	0.8	0.6
C5	Matorrales	0.5	0.5	0.4	0.5	0	0.4	0.7	0.7	0.8	0.9	0.5	0.7	0.7
C6	Pastos ( <i>sensu lato</i> )	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0	0.3	0.6	0.3	0.9	0.6	0.3	0.4
C7	Humedales herbáceos	0.7	0.2	0.7	0.7	0.7	0.3	0	0.7	0.8	0.3	0.7	0.7	0.7
C8	Parques y jardines	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0	0.6	0.9	0.7	0.7	0.7
C9	Cultivos	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.3	0.8	0.6	0	0.9	0.7	0.1	0.5
C10	Agua	0.8	0.4	0.9	0.9	0.9	0.9	0.3	0.9	0.9	0	0.9	0.9	0.9

Los valores máximos de afinidad (entre una misma clase, por ejemplo) equivalen a un coste de desplazamiento nulo, y se les asigna valor 0. Cuando la afinidad es baja –y el coste elevado– se asignan valores comprendidos entre 0 (máxima afinidad) y 1 (mínima afinidad). El establecimiento de dichos coeficientes conlleva un aspecto de subjetividad irreducible. Para valorar su alcance, en anteriores aplicaciones del método se efectuó un análisis de sensibilidad que demostró que una variación de 0,2 (sea positiva o negativa) tenía una incidencia insignificante en el resultado final del modelo (Marull & Mallarach, 2002).

## 5.5 Definición de los valores de afectación de las barreras

En ecosistemas y paisajes similares a los del área de estudio, la bibliografía consultada (Forman, 1998, 2000; Trombulack & Frissell, 1999) considera que los impactos de las autovías –que apenas aparecen en el área de estudio– en las especies más sensibles de pájaros son perceptibles hasta distancias de 680 m para los espacios forestales y hasta 810 m en prados y otras formaciones abiertas –donde la atenuación de ruidos, contaminación, luces nocturnas, etc. es mucho menor. Estos son valores máximos para unas pocas especies, que no pueden ser considerados como valores medios. Se sabe, además, que para una de las especies clave del ámbito –el visón europeo– dichos valores son muy inferiores, aproximándose a un 10%. (Ceña, 2001, 2002 & CEA, 2003). Por dichas razones, los valores adoptados para el Sector Sur del Anillo Verde son inferiores a los que se habían aplicado en el Área Metropolitana de Barcelona. Se han adoptado los siguientes:

- 300 m en áreas neutras;
- 200 m en espacios agrarios;
- 150 m en bosques y otras formaciones de vegetación 'natural', y
- 100 m en barreras.

## 5.6 Cálculo del Índice de Conectividad Ecológica Básico

La aplicación del algoritmo descrito en el capítulo 4 a cada una de las 10 clases ecológicas funcionales definidas (7 clases simples y 3 mosaicos) permite calcular el coste que supone conectarlas, considerando la afinidad potencial que existe entre ellas (la matriz de afinidad) y la presencia de barreras antropogénicas (la matriz de barreras). Dicho cálculo se efectúa para todos los píxeles del ámbito de estudio (son 62 millones, dado su dimensión es de 1 m<sup>2</sup>), lo que exige bastantes horas de cálculo a un potente ordenador.

El cálculo genera un mapa distinto para la conectividad ecológica de cada una de las 10 clases ecológicas funcionales. Aunque cada uno de dichos mapas ofrece interés por sí mismo, hay que destacar los de dos clases en particular: los bosques caducifolios y los bosques ribereños (ver Mapas núm. 4 y 5 del Anexo).

Para disponer de una visión integral de la conectividad ecológica para toda el área estudiada, se procede a la agregación de todos los mapas de coste generados, obteniendo el mapa sintético (ver Mapa núm. 6 del Anexo). Cuanto mayor sea el valor obtenido por el ICE en distintas clases, en un píxel determinado, mayor será su resultado agregado, lógicamente.

La imagen resultante es muy distinta a la que se obtendría analizando sólo la conectividad forestal, por ejemplo. Dado que los valores del ICE se distribuyen de forma decimal, la imagen del Mapa 6 muestra que en la zona de la conurbación Vitoria-Gasteiz el ICE presenta los valores más bajos (1-3), que las grandes arterias de comunicación obtienen valores entre 4-5, que las carreteras secundarias que conectan la capital con los pequeños núcleos rurales tienen valores 6-7, mientras que los valores superiores a 6 se encuentran en las zonas de espacios agroforestales, y los valores 7-8 al sur de la Dehesa de Olárizu y las estribaciones de los Montes de Vitoria, formando indentaciones interdigitadas entre las depresiones aludidas. Cabe destacar, porque no era esperable, los valores elevados (8) que aparecen en la zona agraria del Nordeste, justo al sur del humedal de Salburúa, así como en la zona agraria del Noroeste, cerca del humedal de Zabaldana.

## 5.7 Cálculo del Índice de Conectividad Ecológica Absoluto

El Índice de Conectividad Ecológica (ICE) es un índice relativista, que sirve para describir la situación actual, por lo que puede ayudar a la toma de decisiones, por ejemplo ubicando las transformaciones de mayor impacto en los lugares de menor valor para la conectividad ecológica. De todas formas, dado que el ICE distribuye siempre los valores en una escala decimal, podría decirse que resulta optimista (siempre genera algunos valores máximos) y no permite efectuar comparaciones entre distintos escenarios. Para ello se tiene que utilizar el Índice de Conectividad Ecológica Absoluto.

El mapa del Índice de Conectividad Ecológica Absoluto global (ver Mapa núm. 7) es bastante distinto del mapa del ICE, ya que muestra una reducción general de los valores, como era de esperar. Destaca por su extensión la superficie con un valor de ICEa 5, un valor intermedio que coincide con la mayoría de las zonas agrarias, cubriendo casi el 60% del ámbito analizado. Su área queda cortada por unos ejes radiales que parten de Vitoria (asociados a núcleos urbanos y redes viarias), que tienen valores muy inferiores (2-4). De todas formas, el ICEa supera el valor 5 en las estribaciones de los Montes de Vitoria, en el extremo sur del ámbito analizado, donde alcanza valor 7, lo que demuestra claramente su potencial.

Valor ICEa	Área (ha)	%
1	24.796	5,44%
2	31.677	6,95%
3	48.112	10,55%
4	6.7805	14,87%
5	275.687	60,46%
6	7.930	1,74%

## 6. ESCENARIO DEL PGOU

El Decreto Foral 143/2003 aprobó el Texto Refundido del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Vitoria-Gasteiz, que introduce un conjunto significativo de determinaciones en el ámbito analizado en este trabajo, siendo particularmente destacables las ampliaciones de suelo urbano residencial en los sectores de Armentia y de Aretxabaleta-Gardelegi, así como diversas infraestructuras viarias, algunas de gran envergadura. Para efectuar el análisis de los efectos que estos cambios tendrían para la conectividad ecológica y paisajística, se parte del supuesto que las determinaciones del Plan se cumplan totalmente en este sector analizado.

### 6.1 Las nuevas cubiertas de vegetación del PGOU

Después de examinar el Capítulo IV (Clasificación y Régimen del Suelo) del Plan General de Ordenación Urbana se considera que, en la zona de estudio, se pueden diferenciar tres zonas en relación a la incidencia que éste tendrá con respecto a las cubiertas de vegetación que han sido definidas en el apartado 5.3:

- las zonas donde el PGOU propone cambios de calificación del suelo, con intervenciones tendentes a la supresión o artificialización de los sistemas naturales; es decir, aquellos que previsiblemente van a causar mayores impactos negativos a la conectividad ecológica;
- las zonas donde el PGOU plantea ciertos cambios, dentro de los suelos no urbanizables, que se prevé desplegar por medio de otras figuras de planeamiento. Dado que se considera que no van a tener una incidencia significativa en la próxima década, a los efectos de este trabajo se mantienen las cubiertas vegetales que existen en la actualidad, y
- las zonas donde el PGOU asigna distintos tipos de protección que, en términos generales, persiguen conservar los usos del suelo y la vegetación actuales. En el supuesto de que experimenten cambios, cosa ciertamente posible, será debido a otras causas, no imputables al Plan, como por ejemplo la incidencia de las subvenciones agrarias, en el caso de los terrenos de cultivo.

A tenor de las consideraciones precedentes, las equivalencias entre la zonificación del PGOU y la clase de cubiertas de vegetación quedarían definidas tal como recoge la tabla siguiente:

Código	Código	Zona	Equivalencia
AE	AE	Actividades económicas	B4
CG-R	RE	Residencial	B4
CG-P	PR	Productivo	B4
CG-T	TE	Terciario	B4
EQ-E	EQ	Equipamiento comunitario	B3
IN-I	IN	Infraestructuras básicas y grandes servicios urbanos	B3
ZV-V	ES	Espacios libres	C8
CO-V	VI	Red Viaria	B3
CO-T	CO	Transportes y comunicaciones	B3
ZV-R	RI	Ríos	C 10
AV-AG	AV-AG	Área de valor: Agrícola	C 6,9
AV-AP	AV-AP	Área de valor: Agrícola paisajístico	C 5, 6, 9
AV-FO	AV-FO	Área de valor: Forestal	C 1,2,3,4, 5, 6, 9
AV-N1	AV-N1	Área de valor: Natural grado 1	C 1,2,3,5,6,7,8,9
AV-N2	AV-N2	Área de valor: Natural grado 2	C 1,2,3,5,6,7,8,9
EP-AS	EP-AS	Especial protección: Aguas superficiales	C7
EP-MA	EP-MA	Especial protección: Medioambiental	C 1,2,3,4,5,6,7,8,9
--	EP-AR	Especial protección: Zona arqueológica	C 1,2,3,4,5,6,7,8,9
--	EP-RV	Especial protección: Afección red viaria	C 1,2,3,4,5,6,7,8,9
--	EP-RF	Especial protección: Afección red ferroviaria	C 1,2,3,4,5,6,7,8,9
--	EP-IN	Especial protección: Zona inundable	C 1,2,3,4,5,6,7,8,9

Los códigos de las dos primeras columnas proceden del PGOU, mientras que los códigos de la cuarta se refieren a los que aparecen en las tablas precedentes de los apartados 5.2 y 5.4: la inicial B indica clases de barrera, mientras que la C se refiere a las clases potencialmente funcionales a efectos de la conectividad ecológica.

## 6.2 Las áreas ecológicas funcionales según el PGOU

Las áreas ecológicas funcionales se verán afectadas, sin duda, por las determinaciones del Plan General de Ordenación Urbana. Una vez introducidos los cambios previsibles de usos del suelo y de cubiertas de vegetación en la cartografía digital, y aplicados los criterios de superficies mínimas definidos anteriormente, se obtiene el nuevo escenario del Plan, que recoge la tabla siguiente:

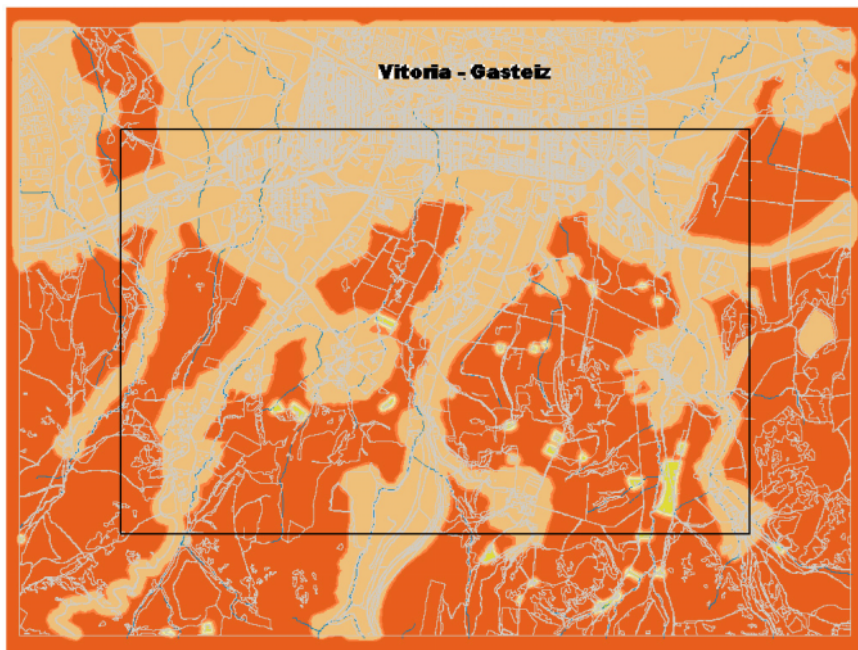
Clase	Nº total polígonos	Área total (ha)	Área funcional (ha)	% polígonos funcional	% Área funcional
<b>C1</b> Bosques caducifolios	154	892,3	771,25	5,19%	86,43%
<b>C2</b> Bosques ribereños	52	38,56	6,15	1,92%	15,95%
<b>C3</b> Bosques perennifolios	3	3,46	0	0,00%	0,00%
<b>C4</b> plantaciones forestales	64	109,27	70,03	4,69%	64,09%
<b>C5</b> Matorrales	350	277,73	116,58	2,57%	41,98%
<b>C6</b> Pastos (s.l.)	541	209,41	81,88	1,29%	39,10%
<b>C7</b> Humedales herbáceos	4	1,02	0	0,00%	0,00%
<b>C8</b> Parques y jardines	143	319,36	227,46	5,59%	71,22%
<b>C9</b> Cultivos	230	1528,31	1101,41	5,65%	72,07%
<b>C10</b> Agua	11	0,85	0	0,00%	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>1552</b>	<b>3380,27</b>	<b>2374,76</b>	<b>3,16%</b>	<b>70,25%</b>
<b>Ma</b> Mosaico agrícola	659	648,26	382,393	4,70%	58,99%
<b>Mf</b> Mosaico forestal	413	357,35	179,694	2,91%	50,29%
<b>TOTAL</b>	<b>1072</b>	<b>1005,61</b>	<b>562,087</b>	<b>4,01%</b>	<b>55,90%</b>
<b>Mgf</b> Mosaico agroforestal	768	443,49	213,25	5,99%	48,08%

Como puede observarse, hay tres clases simples que no llegan a tener superficie suficiente para ser consideradas funcionales, a saber: bosques perennifolios, humedales herbáceos y agua. En general, el número de polígonos en relación a su área, y el porcentaje del área funcional en cada clase son claros indicadores del grado de fragmentación que presentan las nuevas clases.

## 6.3 Afectación de las barreras del PGOU a la conectividad ecológica

El cálculo del Índice de Afectación de Barreras (IAB) y su plasmación cartográfica ilustran claramente el efecto directo que las propuestas de nuevos suelos urbanos y nuevas infraestructuras del PGOU tendrían en este sector. Destaca una ampliación de las barreras de alto nivel (7-10) por los sectores Nordeste y Noroeste del ámbito, y un reforzamiento de la impermeabilización, de nuevo con niveles máximos, a lo largo de los ejes de fragmentación de Aretxabaleta y de Berrostegieta. Dichos ejes de fragmentación tienen superficies que superan ligeramente las 1.000 ha cada uno, con valores máximos del Índice de Afectación de Barreras (9-10), por lo que ejercen un impacto de bastante entidad, como se verá más adelante.

En cambio, el efecto barrera ejercido por los pequeños núcleos rurales (Castillo, Mendiola y Monasterioguren) es considerablemente inferior, debido a que su superficie es muy limitada y a que sus carreteras de acceso no superan el valor 7.



Índice de afectación de barreras (IAB) del PGOU. Los valores bajos de IAB se indican en color anaranjado; los valores más elevados, en verde (leyenda: ver Mapa núm. 8 del Anexo)

## 6.4 Índice de Conectividad Ecológica relativo del PGOU

Este cálculo distribuye los valores del Índice en una escala decimal, con pocos cambios en relación a la distribución de valores de su equivalente en la situación actual, como era de esperar. Los aspectos más destacables son las reducciones que aparecen en los extremos Nordeste y Noroeste del ámbito y en el sector de Aretxabaleta (ver Mapa núm.12).

## 6.5 Índice de Conectividad Ecológica Absoluto del PGOU

El cálculo del ICEa para el escenario creado por el Plan General de Ordenación Urbana da una distribución de valores sensiblemente inferior a la que ofrecía la situación presente (ver Mapa núm.13).

Lo más relevante es que consolida una situación de fragmentación, con cuatro unidades que obtienen valores medios-bajos (4-5) separadas por tres ejes de fragmentación con valores absolutos de 2-3. El eje de fragmentación más importante parte el ámbito por la mitad, en dirección Norte-Sur, desde Aretxabaleta y Gardelegi hasta el vertedero, con valores 2-3, excepto un estrecho paso central, de unos 180 m, que aún mantiene el valor 4. La clase de valor 5 aún es dominante, pero apenas alcanza el 50%, tal como muestra la tabla siguiente:

Valor ICEa	Área (ha)	%
1	39.740	8,71%
2	49.176	10,78%
3	60.302	13,22%
4	59.663	13,08%
5	227.341	49,85%
6	19.785	4,34%

## 6.6 Impacto del PGOU a la conectividad ecológica y paisajística

La comparación de las áreas ecológicas -simples y de mosaico- calculadas para la situación actual y para el escenario del PGOU vigente permite constatar una pérdida de casi 470 ha de áreas ecológicas funcionales, que pasan de 3.618 ha a 3.150 ha, lo que equivale a una reducción del 13% de su superficie, según el desglose de la tabla siguiente.

Comparación entre la superficie ocupada por clases ecológicas funcionales simples y complejas en el momento presente y según el escenario que crearía la aplicación del PGOU			
Tipo de clases	Presente (ha)	PGOU (ha)	Impacto PGOU (ha)
Clases simples	2.824	2.375	- 449
Clases mosaico	794	775	- 19
<b>Total</b>	<b>3.618</b>	<b>3.150</b>	<b>- 468</b>

Examinado las clases de mayor interés para este trabajo, se constata que la clase de bosques caducifolios ve reducida en 124 ha su superficie funcional, mientras que su número de polígonos funcionales se reduce del 91% al 86%. Algo parecido ocurre con la clase de bosques ribereños, que no sólo reduce su superficie, ya muy escasa, sino también la proporción de polígonos funcionales, que pasa del 18% al 16%. En cambio, la clase de parques y jardines experimenta un impacto positivo, dado que aumenta su proporción de polígonos funcionales del 46% al 71%.

La diferencia de los valores que da el cálculo del Índice de Conectividad Ecológica Absoluta en el escenario del Plan con relación a la situación actual ofrece una base objetiva para comparar sus efectos respecto a la conectividad eco-paisajística. Así, pues, se pone de manifiesto, en el conjunto del ámbito, una disminución de la superficie ocupada por los tres valores más altos de conectividad (4, 5 y 6) que pasan del 77% en la situación actual a un 67% en el escenario del Plan, y una disminución del área de valor 5, que pasa de ocupar un 60,5% del ámbito a un 50% en el escenario creado por el Plan.

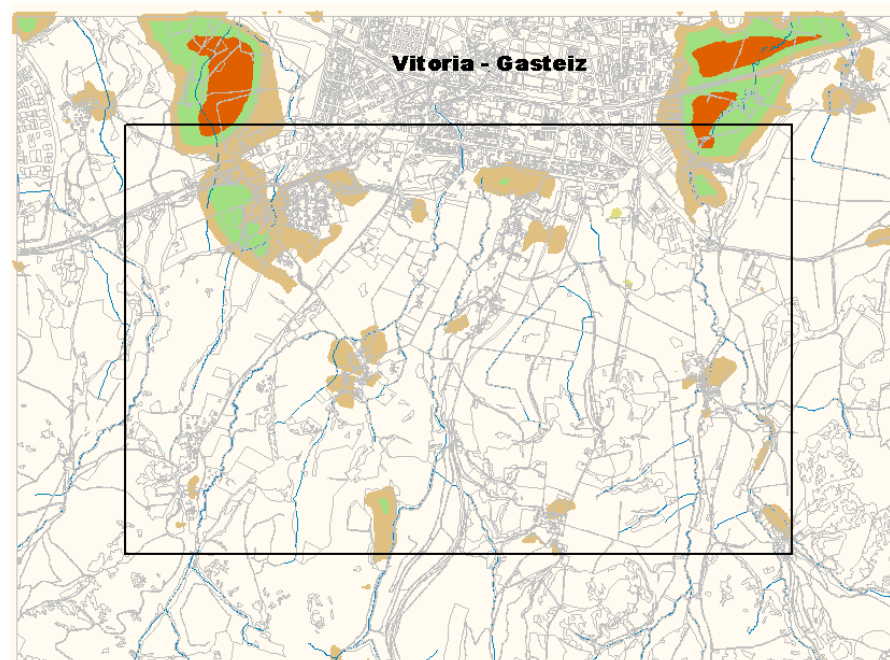
Pero para valorar adecuadamente el impacto no es suficiente conocer la magnitud de la superficie afectada y el grado de afectación, sino que hay que examinar su distribución espacial, saber dónde se producen. Para ello se ha generado el mapa 14, que muestra la diferencia entre ambos ICEa. Se trata pues, de una cartografía del impacto del Plan de Urbanismo vigente en relación a la conectividad eco-paisajística.

Como puede observarse, los efectos negativos de mayor entidad se concentran en los extremos Nordeste y Noroeste de la zona de estudio, donde alcanzan reducciones críticas, de hasta tres grados. Las áreas afectadas tienen 12 y 36 ha, respectivamente, aunque una parte de dicha superficie se encuentra fuera del ámbito de estudio. Dado que ambas zonas son contiguas al Anillo Verde, los impactos negativos pueden comprometer directamente la conectividad ecológica futura del Anillo Verde, especialmente en relación con sus enlaces naturales con los ecosistemas de los Montes de Vitoria.

Con reducciones considerables, de dos grados, aparecen cuatro áreas, de 45, 70, 20 y 0,5 ha de superficie, respectivamente. Las dos primeras envuelven las zonas con reducciones de tres grados, y se encuentran también parcialmente fuera del ámbito de estudio.

Con impactos menores, esto es, con reducciones de sólo un grado, aparecen hasta 18 áreas distintas, dispersas por el ámbito analizado, con superficies comprendidas entre 0,5 y 114 ha, y valores más frecuentes acotables entre 2-7 ha. Hay que destacar que dos de dichas áreas afectan unas 9 ha, dispuestas a lo largo de más de 1.070 m lineales del bosque de ribera del río Errekaleor, que es, precisamente, el que mayor calidad ecológica e interés conector ofrece actualmente.

Por consiguiente, se evidencia un conjunto de impactos de bastante entidad. Más allá de los graves efectos locales centrados en los sectores Nordeste y Noroeste, con pérdidas de tres grados, la distribución dispersa de las áreas con reducciones de uno y dos grados implican un debilitamiento considerable, aunque difuso, de la conectividad ecológica en el conjunto del ámbito de estudio.



**Impacto del PGOU en la conectividad ecológica y paisajística. El color marrón denota las áreas con impactos moderados, el verde las afectadas por impactos elevados y el rojo las que padecen impactos críticos (leyenda: ver Mapa núm. 14 del Anexo)**

## 7. ESCENARIO ALTERNATIVO PARA EL SECTOR SUR

A la vista de las tendencias urbanísticas expansivas imperantes en la capital de Álava, la conservación del conjunto de valores del Sector Sur de Vitoria-Gasteiz no parece que pueda ser conseguida desde una aproximación meramente preservacionista, sino que exigirá un conjunto de intervenciones decididas y bien planificadas para revalorizarlos, y así dotar a dicho ámbito de nuevos valores y funciones sociales.

El escenario alternativo que se propone tiene dos propósitos fundamentales: En primer lugar, quiere corregir, contrarrestar y compensar los impactos negativos que la ejecución del Plan General de Ordenación Urbana vigente pueda ocasionar en relación con el medio ambiente y el paisaje. En segundo lugar, quiere impulsar una transformación del sector sur en clave de sostenibilidad ambiental, maximizando los beneficios ecológicos y sociales, de manera que no puedan ser hipotecados por futuros planes.

### 7.1 Características fundamentales de la alternativa

La alternativa elaborada por el Centro de Estudios Ambientales, recogida en el documento *Ideas para el Sur*, constituye la base sobre la cual se ha elaborado la propuesta de escenario alternativo del presente trabajo.

El estudio del CEA se articula en un conjunto de propuestas coherentes entre las que destacan, a los efectos de los objetivos de este trabajo, las siguientes:

- recuperar el ecosistema fluvial en los márgenes y cauces de los ríos Batán, Zapardiel, Errekaleor y sus afluentes, y recuperar la función de ocio en ellos, mediante la creación de sendos parques fluviales;
- mantener la continuidad física y ecológica del Anillo Verde, evitando rupturas y discontinuidades;
- solucionar el problema de colapso del sistema de saneamiento por avenidas ordinarias a través de medidas de regulación hidrológica;
- ampliar la superficie forestal a las zonas roturadas con mayor riesgo de erosión;
- recuperar forestalmente el vertedero de Gardélegi, a medida que se vaya colmatando, y

- preservar y potenciar los corredores ecológicos entre los Montes de Vitoria y la ciudad.

### 7.2 Mejoras a la conectividad y el paisaje

La propuesta del CEA está sólidamente planteada, desde la óptica de la ecología del paisaje, que interesa especialmente al propósito de este trabajo. No obstante, a efectos de mejorar la conectividad ecológica y la calidad del paisaje, se plantea completar dicha propuesta con una red de plantaciones arbóreas, arbustivas y mixtas dispuestas en los bordes de las parcelas, caminos y carreteras que surcan el espacio agrario. Dicha medida se apuntaba ya como posibilidad, pero no se concretaba ni se representaba gráficamente en la propuesta del CEA. También se propone restaurar un franja del bosque ribereño en ambas orillas del río Errakaleor, en el sector que le falta.

El objetivo de la propuesta alternativa que sugiere el presente trabajo es triple:

- 1) Aumentar la conectividad ecológica de las clases caducifolios, bosques ribereños y matorrales, así como la conectividad conjunta de todo el ámbito.
- 2) Recuperar un paisaje de setos, de gran interés estético, similar al que desapareció con la concentración parcelaria, y
- 3) Mejorar la calidad de los paseos pedestres, que podrán discurrir bajo pétalos perfumados en primavera, apacibles sombras en verano, o polícromas combinaciones en otoño, además de gozar el trino de los pájaros que en ellos se posarán.

En los márgenes de las parcelas, de cultivos o pastos, para cumplir con el objetivo segundo se propone implantar hileras de árboles y arbustos, según los criterios siguientes:

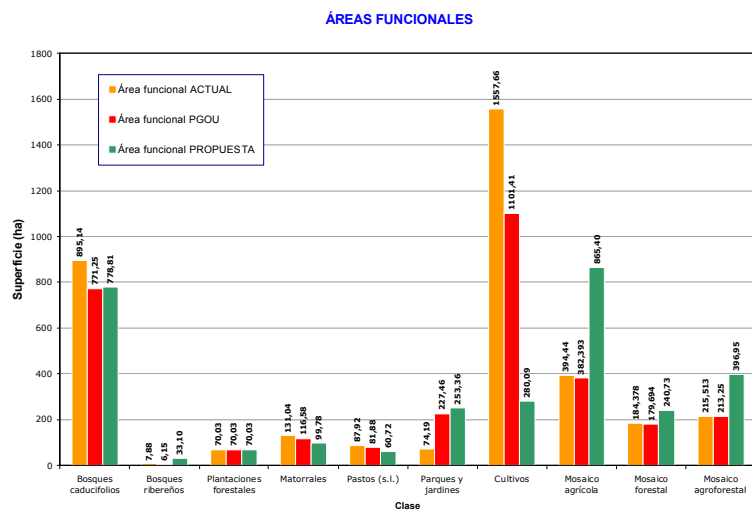
- orientación N-S: hilera arbórea de 5 metros de anchura;
- orientación E-O: hilera de arbustos de 2 m de anchura, y
- orientaciones intermedias: alternancia de árboles y arbustos, con una anchura media de 3 m.

Las especies a utilizar serían caducifolios, que variarían según las características de los suelos y del lugar, entre las especies propias de la zona, como el olmo, el fresno o el roble, entre los árboles, y el cornejo, el barbadejo, el saúco, etc., entre los arbustos. En los bordes de los caminos y carreteras se propone implantar hileras arbóreas ornamentales, de acuerdo con los criterios siguientes

- orientación N-S: una hilera de árboles a cada lado del camino, con una anchura media de 5 m;
- orientación E-O: una hilera de árboles dispuesta en el lado sur, para minimizar la sombra sobre los cultivos, y
- otras orientaciones: a discreción.

De esta forma se reduciría la afectación de sombra a las zona de cultivo. Además de las especies citadas, podrían añadirse también frutales (cerezos, manzanos, nogales, etc.) en los bordes de los caminos. En este sentido sería deseable utilizar variedades locales, de manera que dichas plantaciones contribuyeran a la conservación de dicho patrimonio genético, al mismo tiempo que minimizan los costes de mantenimiento.

El conjunto de la propuesta "bocage" del sector Sur crearía, dentro del ámbito analizado, una malla interconectada de setos, de aproximadamente 137 km de longitud y 56 ha de superficie, formada por 91 km. de hileras arbóreas, 32 km. de setos mixtos formados por arbustos y árboles de bajo porte, y 15 km. de setos arbustivos. Con respecto a las áreas funcionales, supone aumentos sustanciales de las clases de mosaico agrícola, agroforestal y forestal, así como unos aumentos modestos de las clases de bosques ribereños, parques y jardines, tal como puede apreciarse en la gráfica siguiente:

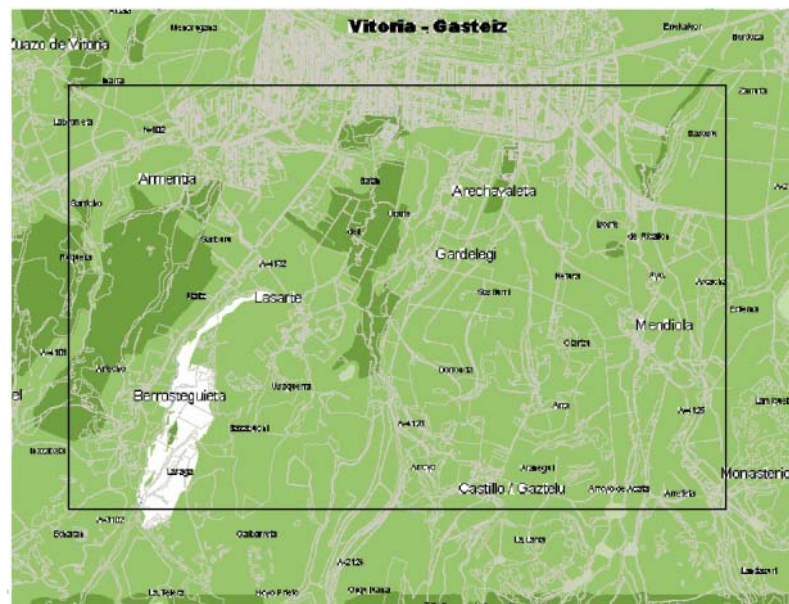


Gráfica comparativa de la superficie de áreas ecológicas funcionales en los tres escenarios analizados

### 7.3. Índice de Conectividad Ecológica de la propuesta alternativa

La conectividad ecológica aumenta considerablemente no sólo en las dos clases ecológicas funcionales de mayor interés, los bosques caducifolios y los bosques ribereños, sino también en la clase de parques y jardines, indicador inequívoco del aumento de conectividad recreativa y, por ende, de uso social potencial.

En la clase de bosques caducifolios predomina el ICE de valor 9, a semejanza de lo que ocurre en la clase de bosques ribereños, aunque en este caso tiene gran extensión también el valor 8.



ICE de la clase de parques y jardines en la propuesta alternativa (leyenda: ver Mapa 17 del Anexo Cartográfico)

## 7.4. Índice de Conectividad Ecológica Absoluto de la propuesta alternativa

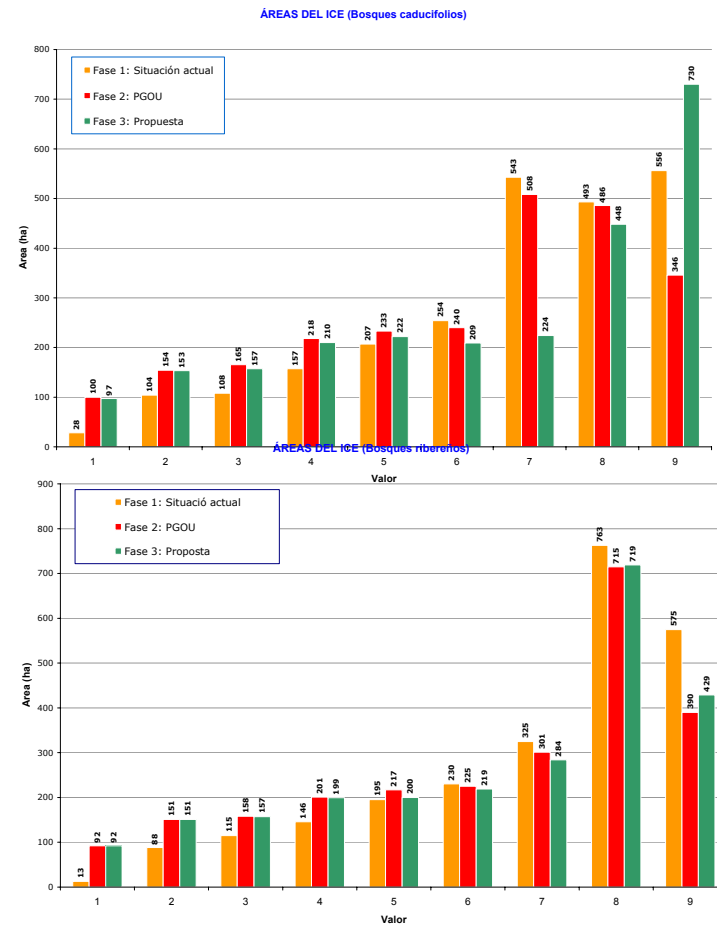
El aumento del ICEa en el ámbito de estudio es generalizado, aunque tiene menor entidad, siendo siempre inferior a un grado, como puede observarse en el mapa 21. Dicho resultado se explica por la mayor fragmentación que se produce en las clases de cultivos y pastos, debido al aumento de las superficies forestales reticuladas que las fragmentan.

Cabe señalar, para despejar cualquier duda, que el efecto del escenario alternativo con respecto a la biodiversidad es claramente positivo, mucho más acorde con los aumentos que se dan de los valores de conectividad ecológica para las clases que corresponden a la vegetación potencial.

## 7.5 Efectos sobre la conectividad eco-paisajística de la propuesta alternativa

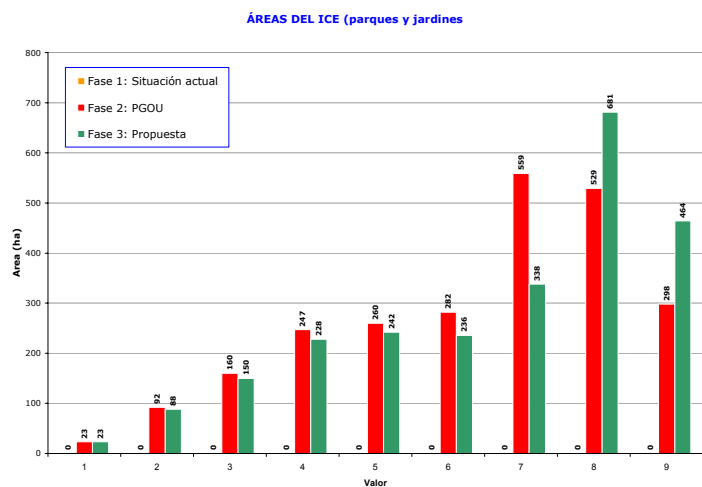
Para valorar los efectos que la propuesta alternativa tendría sobre la conectividad eco-paisajística se ha procedido a la comparación de su ICEa con los de situación actual y del escenario que configuraría la aplicación del Plan de Urbanismo vigente. Los aumentos de los valores del ICEa conjunto resultan generalizados en la mayor parte del ámbito de estudio, aunque los máximos (al Este de Berrostegieta y al Oeste de Gardelegi) son siempre inferiores a un grado.

Se constata que la propuesta alternativa comporta un aumento sustancial de la conectividad ecológica para las tres clases que más interesan, a saber la de parques y jardines, la de bosques ribereños y la de bosques caducifolios, como puede observarse en los mapas 16, 17 y 18 así como en las gráficas siguientes:

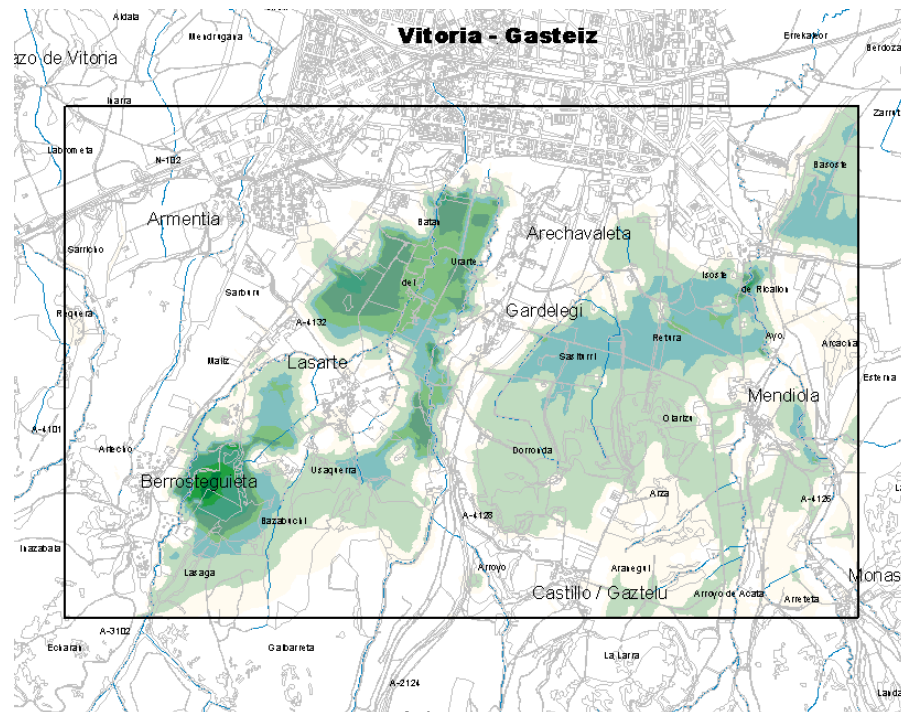


Distribución de valores de ICEa para la clase de bosques caducifolios en los tres escenarios analizados

Distribución de valores de ICEa para la clase de bosques ribereños en los tres escenarios analizados



**Distribución de valores de ICEa para la clase de parques y jardines en los tres escenarios analizados**



**Efecto de la propuesta alternativa en la conectividad ecológica con respecto al escenario del PGOU (leyenda: ver Mapa 21 del Anexo Cartográfico)**

En efecto, como era de esperar, la clase de bosques caducifolios mejora rotundamente su conectividad ecológica, aumentando la superficie con valor de ICE más elevado (= 9) un 31% respecto al escenario del Plan de urbanismo, y duplicándola en relación a la situación actual.

La clase de bosques ribereños aumenta también considerablemente la superficie de los valores de ICE = 9 respecto al escenario del Plan de urbanismo, pero no llega a alcanzar los valores de conectividad de la situación presente.

Finalmente, la clase de parques y jardines mejora substancialmente de conectividad para los valores más elevados del ICE (8 y 9) en relación al escenario del Plan de urbanismo, con aumentos que alcanzan el 23 % y el 36 % respectivamente.

La comparación de los valores de ICEa muestra que la conectividad ecológica absoluta del ámbito analizado aumenta en la propuesta alternativa en relación a la del Plan de urbanismo, como muestra el incremento de la superficie con valores más elevados (5), aunque no consigue alcanzar el nivel de la situación actual.

Es decir, las medidas correctoras y compensatorias del escenario alternativo son efectivas para dos de las clases más prioritarias, bosques caducifolios y parques y jardines, pero son insuficientes para paliar los efectos negativos derivados del plan de urbanismo vigente, en relación a los bosques ribereños y cuando se examina la conectividad ecológica conjunta.

## 8. CONCLUSIONES

Además de las conclusiones parciales que han ido apareciendo a lo largo de los apartados precedentes, se recapitulan a continuación las principales conclusiones del trabajo.

**8.1.** En relación a la aportación metodológica, se ha verificado plenamente la aplicabilidad del método de trabajo a nivel sub-municipal, aunque ello ha requerido una serie de ajustes manuales y paramétricos, basados en trabajo de campo y en el criterio experto, para las clases ecológicas funcionales, las distancias de afectación de las barreras, etc., como queda descrito en el apartado 5.

**8.2.** Por vez primera esta metodología ha sido aplicada con un enfoque doble: la caracterización de la conectividad de los sistemas naturales y la de las zonas de parques y jardines para usos recreativos.

**8.3.** Los resultados obtenidos ofrecen, en conjunto, una precisión y fiabilidad suficientes para dar satisfacción a las expectativas que planteaban los objetivos del trabajo. La escala utilizada, 1:5.000, coincide con la del planeamiento urbanístico y proporciona un detalle suficiente para evaluar los efectos no solo del Plan General, sino también del planeamiento derivado y proyectos de infraestructuras o de otra índole que puedan plantearse en el ámbito.

**8.4.** En cuanto al ámbito de este estudio, el trabajo de campo y la revisión de otros estudios realizados han permitido constatar las ventajas que hubiera tenido haberlo definido de forma más amplia. Por el lado oriental hubiera sido deseable incluir las cuencas de algunos tributarios del río Zadorra, especialmente las los ríos de Santo Tomás y Errakabarri (que tienen mejores condiciones ecológicas que los que surcan el ámbito) y también los humedales de Salburua. Por el lado occidental, hubiese sido aconsejable incluir los humedales de Zabaldana. Por el sur, la inclusión de las estribaciones de los Montes de Vitoria hubiese facilitado, seguramente, resultados más completos para la conectividad ecológica de la clase de bosques caducifolios.

**8.5.** Con respecto a la situación actual, el análisis muestra un grado de fragmentación considerablemente elevado, evidenciado por el hecho de que las clases ecológicas funcionales cubran sólo un 67% de la superficie, y que el valor del Índice de Conectividad Ecológica Absoluto no supere el 6, aunque el predominio del valor 5 indica un nivel potencial muy estimable.

**8.6.** Con respecto al escenario que crearía la ejecución del Plan General de Ordenación Urbana, cabe destacar la pérdida del 13% de las áreas ecológicas

funcionales; la expansión de las zonas de barrera y consolidación de tres ejes de fragmentación; y, por consiguiente, la reducción generalizada de los valores del Índice de Conectividad Ecológica Absoluto (ICEa). En este sentido, los impactos negativos de mayor entidad se localizan en los extremos Nordeste y Noroeste del ámbito estudiado, con reducciones de dos y tres grados en el ICEa, en zonas que pueden comprometer la conectividad ecológica futura del Anillo Verde, especialmente en relación a sus enlaces con el ecosistema de los Montes de Vitoria. Con reducciones de uno o dos grados, se detectan más de 20 áreas dispersas, algunas de las cuales afectan más de 1 km del bosque de ribera del río Errekaleor. En conjunto, dichas reducciones implican un debilitamiento considerable, aunque difuso, de la conectividad ecológica en el conjunto del ámbito analizado.

**8.7.** Con respecto el escenario alternativo para el sector Sur, la propuesta del CEA (2004) permite corregir algunos de los impactos negativos del PGOU sobre la conectividad ecológica, así como compensar otros con medidas de intervención paisajística muy positivas. Se podría complementar con una malla de setos arbóreos y arbustivos dispuestos en los bordes de las parcelas, caminos y carreteras que surcan el espacio agrario, así como reforzar el bosque de ribera del Errekaleor. En dicho caso, aumentarían las áreas funcionales de boques bosques caducifolios y de parques y jardines.

**8.8.** Con respecto al impacto que el escenario alternativo mejorado tendría, se constata un aumento significativo de la conectividad de la clase de bosques caducifolios (la más relevante de la vegetación autóctona) y de los parques y jardines (la más relevante para el uso público), con aumentos de hasta tres grados. No obstante, no llega a compensar el impacto negativo del PGOU a la conectividad eco-paisajística conjunta.

**8.9.** Finalmente, el hecho de haber cartografiado y cuantificado, por vez primera, los impactos a la conectividad ecológica del PGOU y del escenario alternativo facilita que se puedan comunicar los resultados a los interesados potenciales, y ayuda a visualizar la conectividad eco-paisajística, tanto por clases de mayor interés como de forma conjunta, algo que, por su carácter holístico, resulta a menudo difícil de conceptualizar.

**8.10.** La disponibilidad del atlas completo de cartografía en formato digital, en un sólo CD-Rom permite, mediante el uso de la aplicación GeoVisor, efectuar ágiles comparaciones de valores y superficies en las 12 clases analizadas, para los tres escenarios analizados y en cualquier punto del ámbito de estudio

## 9 RECOMENDACIONES

A la vista de lo expuesto hasta este punto, cabe formular las tres recomendaciones siguientes:

La primera es obvia: Informar a los responsables técnicos y políticos de la planificación municipal de Vitoria-Gasteiz, así como a otros agentes públicos y privados interesados, de los resultados de este trabajo. Si dar a conocer los estudios realizados ha sido una práctica habitual del Centro de Estudios Ambientales, en el caso que centra este trabajo, donde tantas presiones hay enfrentadas, resulta indispensable que se haga cuanto antes, y por los medios que se estimen más efectivos.

La segunda recomendación es promover la adopción de las medidas necesarias para impulsar la alternativa propuesta en el capítulo 7. Constituye la última oportunidad de mantener una conectividad ecológica y paisajística potente entre los Montes de Vitoria y el Anillo Verde, por lo que se configura como un valor de opción irremplazable. La inacción, en cambio, impediría dotar al futuro Anillo Verde de un grado efectivo de conectividad ecológica, quedando restringida, a medio plazo, prácticamente, a su conectividad recreativa. Además de ello, la alternativa aludida permitiría compensar, con creces, los impactos negativos que es de prever que ocasione la ejecución del Plan General de Ordenación Urbana.

La tercera consiste en extender el estudio de conectividad eco-paisajística a la totalidad del municipio de Vitoria-Gasteiz. La justificación está clara: a la vista de los resultados obtenidos en el sector Sur, y sabiendo que la metodología detecta impactos bastante alejados del punto del que proceden, los efectos que puedan tener sobre el futuro Anillo Verde, así como sobre otros biotopos valiosos y amenazados del municipio, todas las determinaciones del Plan de Urbanismo y del Plan Territorial Parcial de Álava Central pueden arrojar muchas sorpresas, por lo que merecerían un análisis apropiado. Además, los recientes estudios de Ceña (2002) y González (2003) han demostrado la importancia de los corredores biológicos de los ríos Santo Tomás y Errekabarri, para Salburua y, para la supervivencia del visón europeo (*Mustela lutreola*), una de las especies más emblemáticas de Vitoria-Gasteiz, cuya población se encuentra en un estado crítico.

A la luz del presente trabajo y del que se sugiere para todo el ámbito municipal, se propone también analizar las alternativas viables de aumentar la permeabilidad ecológica de las determinaciones del PGOU que se ha identificado que causan mayor impacto negativo a la conectividad ecológica, especialmente a las clases de bosques caducifolios y ribereños.

## 10. REFERENCIAS

- BENNET, G. 1991. *EECONET: Towards a European Ecological Network*. Institute for European Environmental Policy. Arnhem, The Netherlands.
- CEA & CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, SL. 2003. *Estudio faunístico de los vertebrados de los Montes de Vitoria (Municipio de Vitoria Gasteiz)*. Centro de Estudios Ambientales.
- CEÑA, A., J. C. CEÑA, et al. 2001. *Estudio del visón europeo (Mustela lutreola) y el visón americano (Mustela vison) en el municipio de Vitoria Gasteiz*. Centro de Estudios Ambientales, Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- CEÑA, J. C. 2002. *Estudio del visón europeo (Mustela lutreola) en el entorno de Salburua (municipio de Vitoria Gasteiz)*. Centro de Estudios Ambientales, CEA.
- CONSULTORA DE RECURSOS NATURALES, SL 2003. *Estudio mastozoológico del entorno de Salburua (Vitoria-Gasteiz)*. Centro de Estudios Ambientales, CEA.
- EKOS, ESTUDIOS AMBIENTALES SL. 1999. Estudio de la comunidad de anfibios de los humedales de Salburua (Balsas de Betoño y Zurbano) y diseño de un sistema de monitoreo de sus poblaciones, Centro de Estudios Ambientales, Ayuntamiento de Vitoria Gasteiz.
- FORMAN, R. T. T. & L. E. ALEXANDER. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29:207-231.
- FORMAN, R. T. T. 2000. Estimate of the Area Affected Ecologically by the Road System in the United States. *Conservation Biology*, 14 (1): 31-35.
- GARIN, I., I. ZUBEROGOITIA, et al. 2002. Home ranges of European mink *Mustela lutreola* in southwestern Europe. *Acta Theriologica* 47(1): 55-62.
- GONZÁLEZ, I. 2003. *Análisis de los posibles corredores ecológicos entre los humedales de Salburua y los Montes de Vitoria (municipio de Vitoria-Gasteiz)*, Centro de Estudios Ambientales, CEA.
- GURRUTXAGA, M. 2004. *Conectividad ecológica del territorio y conservación de la biodiversidad. Nuevas perspectivas en ecología del paisaje y ordenación territorial*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- JONGMAN, R. H. G. 1995. Nature conservation planning in Europe: developing ecological networks. *Landscape and Urban Planning* 32: 169-183.
- KAULE, G. 1997. Principles for Mitigation of habitat Fragmentation, in: Canters (ed.) *Habitat Fragmentation & Infrastructure. Proceedings of the International Conference on Habitat Fragmentation, Infrastructures and the Roles of Ecological Engineering*, 17-21 Sept.1995. Maastricht and The Hague, The Netherlands.
- LOBO, L. 1994. Inventario faunístico del municipio de Vitoria-Gasteiz: atlas ornitológico. Vitoria, Centro de Estudios Ambientales.
- MALLARACH, J. M. 2003. Criteria and tools for planning and managing networks of natural and rural spaces in metropolitan areas: challenges and latest trends. *III Simposio Internacional sobre espacios naturales y rurales en áreas metropolitanas y periurbanas*, p. 165-169. Ed. Consorci Parc de Collserola, Barcelona.
- MALLARACH, J. M. (Coord.) et al. 2004. *La connectivitat ecològica a Catalunya. Taller d'experts en connectivitat ecològica i paisatgística*. Cd-Rom. Consell d'Iniciatives Locals per al Medi Ambient, Girona.
- MARULL, J. & J. M. MALLARACH. 2002. La conectividad ecológica en el Área Metropolitana de Barcelona. *Ecosistemas*, 11 (2). <http://www.aeet.org/ecosistemas/022/investigacion6.htm>.
- MARULL, J. & J. M. MALLARACH. 2004. A new GIS methodology for assessing and predicting landscape and ecological connectivity: Applications to the Metropolitan Area of Barcelona (Catalonia, Spain). *Landscape and Urban Planning*. In press.
- MALLARACH, J.M. 2004. La connectivitat ecològica a Catalunya. *Taller d'experts en connectivitat ecològica i paisatgística. Consell d'Iniciatives Locals per al Medi Ambient*, CD-Rom, Sèrie CILMA, núm.1.
- MÚGICA, M.; DE LUCIO, J. V.; MARTÍNEZ, C; SASTRE, P.; ATAURI-MEZQUIDA, J. A. & C. MONTES. 2002. Territorial integration of natural protected areas and ecological connectivity within Mediterranean landscapes. *Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía*. 124 p.
- PALAZÓN, S. & J. RUIZ-OLMO. 1998. A preliminary study of the behaviour of the European mink *Mustela lutreola* in Spain, by means of radiotracking. *Behaviour and ecology of riparian mammals*. N. Dunstone and M. L. Gorman, Cambridge University Press: 93-105.
- PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE VITORIA-GASTEIZ- Revisión - Texto refundido. Clasificación y Régimen del Suelo.

TROMBULAK, S. C. & C. A. FRISSELL. 1999. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology*, 14 (1): 18-30.

VIRGÓS, E.; TELLERÍA, J. L. & T. SANTOS. 2002. A comparison on the response to forest fragmentation by medium-sized Iberian carnivores in central Spain. *Biodiversity and Conservation*, 11: 1063-1079.

WITH, K. A. & T. O. CRIST. 1995. Critical thresholds in species response to landscape structure. *Ecology*, 76 (8): 2446-2459.

ZABALA, J., I. ZUBEROGOITIA, et al. 2003. Landscape features in the habitat selection of European mink (*Mustela lutreola*) in south-western Europe. *J. Zool. Lond.*(260): 415-421.

## ANEXO CARTOGRÁFICO

- Mapa 1** Área de estudio Sector Sur de Vitoria-Gasteiz, definida sobre ortofotografía.
- Mapa 2** Áreas ecológicas funcionales actuales
- Mapa 3** Índice de afectación de barreras actual
- Mapa 4** ICE actual de los bosques caducifolios actual
- Mapa 5** ICE actual de los bosques ribereños
- Mapa 6** ICE del conjunto de la situación actual
- Mapa 7** ICEa de la situación actual
- Mapa 8** Índice de Afectación de barreras del PGOU
- Mapa 9** ICE de bosques caducifolios del escenario del PGOU
- Mapa 10** ICE de parques y jardines del escenario del PGOU
- Mapa 11** ICE de bosques ribereños del escenario del PGOU
- Mapa 12** ICE del conjunto del escenario del PGOU
- Mapa 13** ICEa del conjunto del escenario del PGOU
- Mapa 14** Impacto del PGOU en la conectividad ecológica y paisajística
- Mapa 15** Propuesta alternativa para maximizar beneficios sociales y ambientales en el sector sur
- Mapa 16** ICE de los bosques caducifolios de la propuesta alternativa
- Mapa 17** ICE de los parques y jardines de la propuesta alternativa
- Mapa 18** ICE de los bosques ribereños de la propuesta alternativa
- Mapa 19** ICE conjunto de la propuesta alternativa
- Mapa 20** ICEa conjunto de la propuesta alternativa
- Mapa 21** Efectos de la propuesta alternativa en la conectividad ecológica y paisajística respecto el escenario del PGOU