



COMUNICACIÓN TÉCNICA

El análisis de la vulnerabilidad urbana como clave para la definición de estrategias de adaptación al cambio climático

Autor: Marta Olazabal Salgado

Institución: LBEIN - Tecnalia

e-mail: marta.olazabal@tecnalia.com

Otros Autores: Karmele Herranz-Pascual (LBEIN-Tecnalia), Efrén Feliú (LBEIN-Tecnalia), Gemma García (LBEIN-Tecnalia), Beñat Abajo (LBEIN-Tecnalia),

RESUMEN

Durante la última década se han dado grandes pasos hacia la consecución de una gestión urbana cada vez más proactiva ante escenarios de Cambio Climático (CC). A pesar de estos avances, aún se necesitan enfoques más ajustados a la práctica de la planificación, que ligen diagnóstico y actuación. Así, se deberían tener en cuenta herramientas para identificar zonas urbanas vulnerables o generadoras de vulnerabilidad donde destinar parte del presupuesto y esfuerzos municipales y regionales. No obstante, ¿cómo hacer de la medida de la vulnerabilidad algo aplicable y operativo para la ordenación del territorio y la planificación urbana? Superar los modelos conceptuales hacia modelos operativos y replicables es precisamente la cuestión que el proyecto K-Egokitzen (parcialmente financiado por el Gobierno Vasco) intenta responder con la línea de investigación cuya primera fase de ha desarrollado durante 2008-2010. La hipótesis de la metodología que presentamos en esta comunicación, se centra en la factibilidad de definir medidas y estrategias de adaptación al CC y por lo tanto, identificar condicionantes en la ordenación del territorio y la planificación urbana, mediante la caracterización previa de áreas o elementos vulnerables. Entendemos vulnerabilidad urbana como el grado en que un elemento urbano es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos adversos del CC, siendo función de la naturaleza, magnitud y persistencia de la variabilidad climática a la que el elemento está expuesto, su sensibilidad y su capacidad de respuesta. La dimensión social, el medio construido, el medio biofísico y la estructura económica municipal afectan a la vulnerabilidad. Por esta razón, el modelo de evaluación que presentamos esta construido sobre un aproximación multidimensional que integra todos estos factores.

Palabras Clave: Cambio climático, vulnerabilidad, adaptación, planificación urbana, modelo de evaluación, indicadores

1 INTRODUCCIÓN

El territorio entendido como un sistema socio-ecológico responde de manera diversa ante los cambios en función de sus características intrínsecas y de la naturaleza de las perturbaciones a las que se enfrenta (Young et al. 2006). Por ello, es de suma importancia dedicar esfuerzos y recursos a conocer tanto las amenazas, efectos e impactos que se derivan del Cambio Climático (CC), como los factores y aquellas características del territorio que van a determinar cuán vulnerable se muestra éste ante dicho cambio, para poder diseñar estrategias más eficientes, eficaces y efectivas de adaptación -estrategias orientadas a reducir la vulnerabilidad del territorio- haciendo especial hincapié en aquellas relacionadas con la planificación urbana y la ordenación territorial. En la CAPV los escenarios climáticos predicen una variabilidad climática y un aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, en particular del fenómeno inundaciones y de las olas de calor. Estos fenómenos están influidos tanto por factores climáticos -variación en los patrones de precipitación, estacionalidad, temperatura- así como por cambios en los usos del suelo, factores sociodemográficos y la dinámica económica que actúan como fuerzas motrices de los modelos territoriales.

En esta línea de investigación nos hemos centrado en el estudio de la vulnerabilidad urbana, debido a los escenarios que ya se dibujan sobre la migración campo-ciudad (UN 2007) y a las vulnerabilidades que se derivan de la concentración de población en áreas urbanas (Satterthwaite et al. 2007). Las ciudades son sistemas socio-económicos-ecológicos dinámicos que se auto-organizan a través de un conjunto de procesos y funciones en los que se utiliza y transforma la materia y energía disponible (Olazabal et al. 2009), bajo la demanda de la dinámica social, la red de gobernanza y estructura institucional existente, y su medio natural y construido (Santa-Coloma et al. 2009). Esta perspectiva supone admitir el cambio y la evolución como propiedades intrínsecas del sistema, por lo que la gestión urbana dirigida al mantenimiento inalterado del sistema resulta poco realista (Alberti et al. 2003).

A partir de estos argumentos, se aboga por apostar por una resiliencia de los sistemas territoriales entendida como la habilidad de adaptarse y ajustarse a eventos cambiantes mientras que paralelamente se busca oportunidades hacia la consecución de un desarrollo sostenible (Holling 2001; Pickett et al. 2004; Folke 2006; Alberti and Marzluff 2004). Así, la resiliencia urbana se convierte en el producto de las capacidades adaptativas del sistema urbano y sus vulnerabilidades ecológicas, del medio construido y las infraestructuras urbanas, así como su vulnerabilidad social y económica ante un cambio potencial.

De lo anterior se deduce que son necesarios modelos de carácter operativo y aplicables en la práctica de la Ordenación del Territorio y Planificación Urbana (OTyPU) con el objeto de identificar aquellas áreas urbanas vulnerables para las cuales es necesario destinar recursos públicos, sin olvidar la necesidad de definir modelos de evaluación de las capacidades adaptativas del municipio frente al CC. En esta línea de investigación se ha definido una aproximación conceptual y analítica cuantitativa para abordar estas lagunas en la práctica de la gestión urbana teniendo en cuenta que el objetivo último es el desarrollo de estrategias de adaptación ante el CC.

En lo que se refiere a las estrategias de adaptación a nivel regional y local, el Libro Blanco sobre Adaptación al Cambio Climático de la Comisión Europea (2009) ratifica que es necesario integrar en nuestras políticas las consideraciones relativas a la adaptación sobre la base de análisis científicos y económicos sólidos. Así debe analizarse cómo reorientar cada una de las áreas políticas para facilitar la adaptación, acción que en algunos casos requiere financiación. El Libro Blanco argumenta que para esto deben realizarse trabajos que permitan conocer mejor los impactos del cambio climático, evaluar las respuestas adecuadas y garantizar los fondos necesarios.

Según el Libro Blanco de Adaptación (2009), en cada ámbito político tiene que darse una respuesta a las siguientes preguntas fundamentales: (a) ¿Cuáles son los impactos reales y potenciales del cambio climático en el sector? (b) ¿Cuáles son los costes de la acción/inacción? y (c) ¿Cómo repercuten e interactúan las medidas propuestas en otros sectores? K-Egokitzen ha abordado estas cuestiones mediante la desarrollo de un catálogo de medidas y una guía general para la definición de estrategias de adaptación coordinadas con el contexto regional y los escenarios climáticos y estudios de vulnerabilidad.

En este capítulo se expone un resumen de los resultados más relevantes de los tres años de trabajo en los que se ha desarrollado esta línea de investigación en vulnerabilidad y adaptación del sector de la OTyPU. Se presentan como caso de estudio la implementación de los modelos desarrollados en el área urbana del municipio de Amurrio perteneciente a la cuenca del Nervión, caso de estudio de la Línea de Trabajo sobre Recursos Hídricos del proyecto K-Egokitzen.

En las siguientes secciones se describe brevemente tanto la metodología utilizada, como los productos resultantes de ésta línea de investigación: (R1) metodología para la identificación de municipios vulnerables a inundaciones, islas de calor y subida del nivel del mar en el ámbito geográfico de la CAPV, (R2) modelo de evaluación detallada de la vulnerabilidad a escala urbana que integra las dimensiones social, económica, biofísica y del medio construido, (R3) guía de definición de estrategias de adaptación al CC desde la escala regional a la local, (R4) catálogo de medidas generales de adaptación al CC en el ámbito de la planificación urbana y territorial y, por último, (R5) validación de los modelos de detalle de vulnerabilidad ante inundaciones y olas de calor, y de definición de medidas de adaptación específicas a un caso piloto: el municipio de Amurrio.

2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD: MÉTODO

A lo largo de la última década se han propuesto diversas metodologías para la medida de la vulnerabilidad ante el CC a nivel regional y local (Gallopín 2006; Janssen et al. 2006). Utilizando cualquiera de ellas, el técnico profesional probablemente encuentre una tarea mucho más compleja: ¿cómo hacer de la medida de la vulnerabilidad algo aplicable y operativa para la OTyPU? Ésta es precisamente la cuestión que K-Egokitzen intenta responder con esta línea de investigación.

En el proyecto K-Egokitzen, la investigación en materia de vulnerabilidad frente al cambio global se entiende como el proceso que estimula acciones “proactivas” ante la materialización del riesgo y se aborda desde una perspectiva amplia tratando de contribuir a los debates en los ámbitos de la resiliencia y la adaptación (IPCC 2007). Así, la vulnerabilidad (Füssel and Klein 2006; Adger 2006) se entiende como el grado en que un sector es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos adversos del CC. Es función de la naturaleza, la magnitud y la persistencia de la variabilidad climática a la que el sector está expuesto, así como de su sensibilidad y capacidad de adaptación:

- *Exposición (E)*: es la naturaleza y magnitud a la que un sector está expuesto a estímulos climáticos.
- *Sensibilidad (S)*: es el nivel de afección de un sector a los estímulos climáticos, de manera adversa o beneficiosa. Estos efectos pueden ser directos o indirectos y dependen del capital social, económico, ecológico e infraestructural del sector (factores no-climáticos).
- *Impactos (I)*: son las consecuencias del CC debidas a la exposición y la sensibilidad del sector considerado. Se distingue entre potenciales impactos e impactos residuales, en función de si se han considerado los efectos de la adaptación (residuales) o no (potenciales).



Fig. 1. Hipótesis de K-Egokitzen: aplicabilidad del análisis de vulnerabilidad al cambio climático para la ordenación del territorio y la planificación urbana

Existen dos opciones fundamentales de respuesta ante los riesgos derivados del CC inducido antropogénicamente. Estas son la Mitigación y la Adaptación. La mitigación consiste en limitar el CC global a través de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, potenciando sus sumideros. La adaptación tiene como fin el moderar los efectos adversos del un CC inevitable a través de un amplio rango de acciones dirigidas a los sectores identificados como vulnerables.

Por ello, la adaptación se define como el ajuste en sistemas naturales o humanos en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados, moderando así el daño o potenciando las oportunidades identificadas en el cambio. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación: proactiva, reactiva, privada, pública, planificada, estratégica, etc. También se habla de la capacidad adaptativa (CA), que se refiere a la capacidad de un sistema de gobernanza territorial de ajustarse, en nuestro caso, al CC para moderar los potenciales daños, tomar ventaja de las oportunidades o hacer frente a las consecuencias (Füssel and Klein 2006; Brooks 2003) y tiene que ver más con el largo plazo y con estrategias en pro del desarrollo sostenible del territorio (Gallopín 2006).

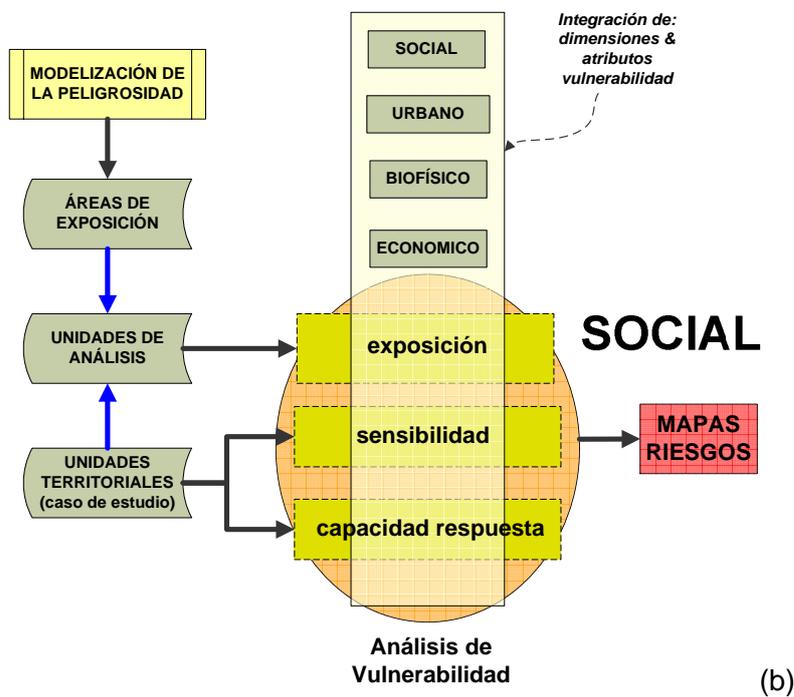
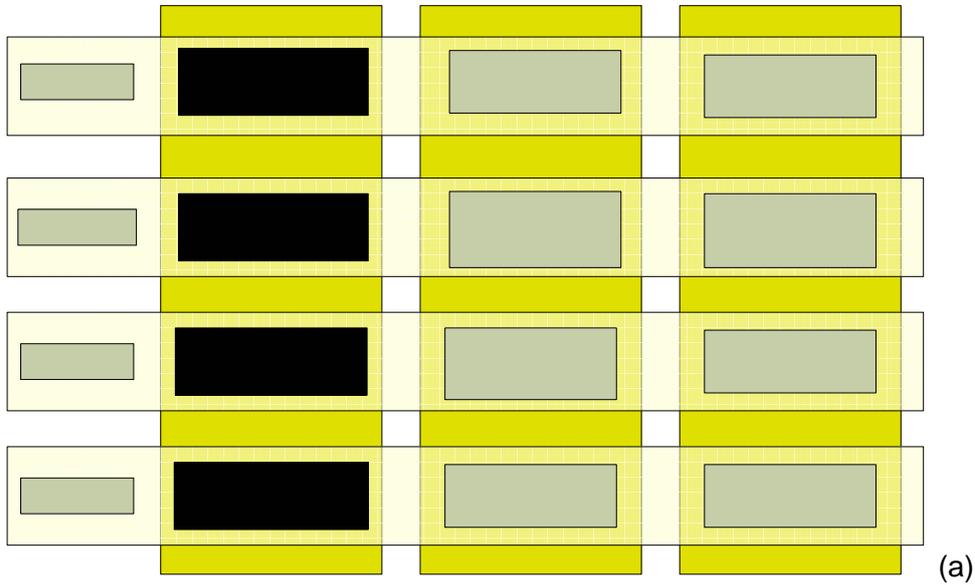
En nuestro planteamiento se diferencia esta capacidad adaptativa de la capacidad de respuesta (CR), que corresponde a la capacidad a corto plazo, justo después de sufrir una perturbación, que responde más al instinto de supervivencia que a una estrategia planteada con anterioridad (Gallopín 2006).



Fig. 2. Aproximación K-Egokitzen al concepto de vulnerabilidad (adaptado de Gallopín 2006)

Así, entendemos que la capacidad adaptativa no es un subelemento de la vulnerabilidad, sino una consecuencia del desarrollo de una gobernanza adaptativa del sistema basada en la reorganización propia y en procesos de aprendizaje de experiencias pasadas. Esta capacidad adaptativa influirá, por lo tanto, en la capacidad de respuesta inmediata de un sistema ante la ocurrencia de un evento.

La dimensión social, el medio construido, el medio biofísico y la estructura económica municipal definirán la vulnerabilidad de las áreas urbanas. Por esta razón, el modelo de evaluación está construido sobre una aproximación multidimensional que integra todas estas dimensiones. Así, las variables de exposición (E), sensibilidad (S) y capacidad de respuesta (CR) de los elementos que forman parte de estas dimensiones han de ser evaluados. Después, la idea es integrar estos valores en un único valor de vulnerabilidad.



E
exposición

URBANO

Fig. 3. (a) Modelo de definición de indicadores: dimensiones, elementos analizados y atributos de vulnerabilidad (b) modelo conceptual K-Egokitzen para el análisis de la vulnerabilidad

BIOFÍSICO

El grado de éxito de las estrategias de adaptación depende de la distribución de la capacidad adaptativa (Adger et al. 2005). Por lo tanto, la capacidad adaptativa municipal, la de las redes sociales y la de las instituciones deben ser evaluadas antes de diseñar e implementar medidas de adaptación. En K-Egokitzen se ha definido un conjunto de indicadores para medir la capacidad adaptativa del sistema de gobernanza de un área urbana. De esta manera, es posible evaluar el éxito potencial de la implementación de las medidas de adaptación y su viabilidad. Los indicadores seleccionados evalúan factores como la cohesión social, la identidad con el lugar, la coordinación institucional, la cultura participativa, el nivel de educación, el conocimiento de eventos climáticos, el presupuesto municipal, el *know-how*, etc.

La forma en la que se conceptualizan y tipifican las medidas de adaptación es importante a la hora de realizar el análisis de alternativas y plantear adecuadamente las líneas de actuación de un programa de adaptación al CC. En la literatura sobre la materia (Smit et al. 1999; McCarthy et al. 2001; Füssel and Klein 2002; Yohe and Tol 2002; Klein 2004; Brooks et al. 2005; Tompkins and Adger 2005; Smit and Wandel 2006) se pueden encontrar diferentes clasificaciones en función de los atributos que se utilicen en el análisis: (i) *autónomas* (según propia evolución de los sistemas) vs. *planificadas* (inducidas), (ii) *reactivas* (respuesta a evidencias) vs. *anticipatorias* (según escenarios climáticos), (iii) *con resultados a corto* vs. *beneficios a largo plazo*, (iv) *localizadas* espacial o sectorialmente vs. *generalizadas*, y (v) de *carácter normativo* vs. *enfoque orientativo o promocional*.

Adicionalmente, es importante identificar y potenciar las sinergias de las medidas de adaptación con las políticas existentes y los posibles co-beneficios de las mismas (no específicos de la adaptación), asociando estos al esfuerzo de implementación de las mismas.

3 RESULTADOS: Municipio de Amurrio como caso de estudio

El municipio de Amurrio es uno de los municipios más grandes, después de Bilbao, situados en la cuenca del Río Nervión, caso de estudio de la línea de trabajo de Recursos Hídricos de K-Egokitzen. Amurrio tiene 10.102 habitantes y 95.923 km² y está caracterizado por su diversidad en cuanto a actividades rurales, comerciales e industriales, y por el compromiso social y del ayuntamiento hacia el desarrollo del área municipal.

3.1 Impactos analizados

La validación del Modelo de Vulnerabilidad de K-Egokitzen en el municipio de Amurrio se ha hecho ante dos clases de impactos del CC: inundaciones y olas de calor.

En el caso de inundaciones, se han seleccionado dos periodos de retorno: 500 años (TR500) y 50 años (TR50), para lo que la línea de trabajo de Recursos Hídricos (LT2) de K-Egokitzen ha hecho una simulación de clima regional bajo el escenario de emisiones A1B del IPCC a una resolución espacial de 25 x 25 km, calibrados con estaciones meteorológicas locales. Las manchas resultantes de las zonas inundables han sido comparadas con el PIPI 2007 (Plan Integral de Prevención de Inundaciones del País Vasco).

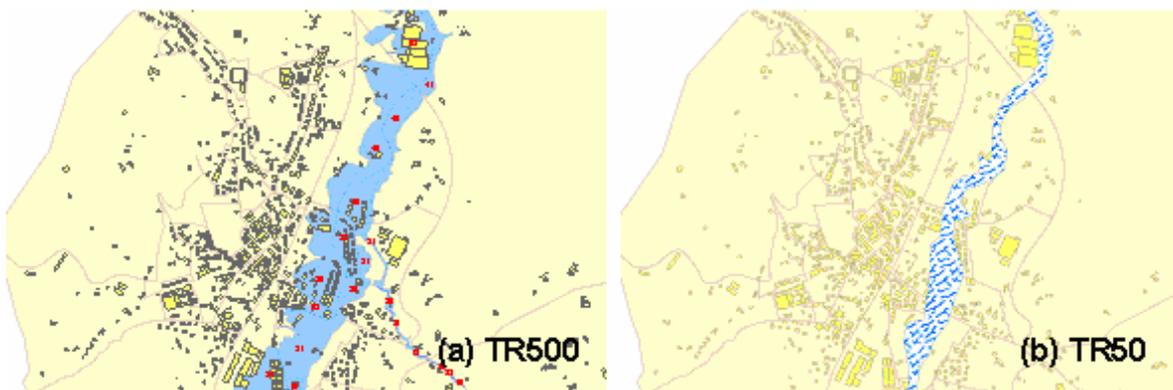


Fig 4. Periodos de retorno analizados en el municipio de Amurrio: (a) Periodo de retorno 500 años (TR500) y (b) Periodo de retorno 50 años (TR50)

En el caso de olas de calor se ha realizado un análisis del impacto de estos eventos en Amurrio examinando su evolución para la serie regional representativa de la CAPV. La definición de ola de calor utilizada es la recomendada por la Organización Mundial de la Meteorología, es decir, periodos de cinco días consecutivos en los que la temperatura supera la media estacional (de verano) para un periodo de control (en este caso 1978-2000) en más de 5 °C.

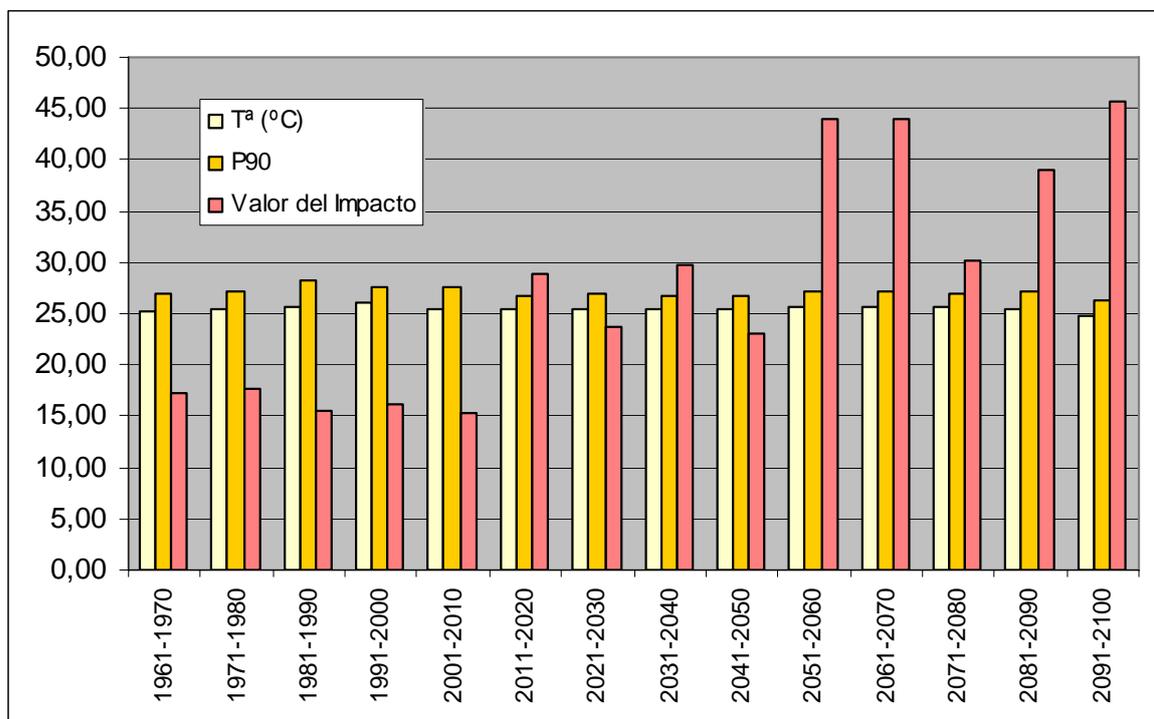


Fig. 5. Evolución del valor del impacto de olas de calor en Amurrio de 1961 hasta 2100

Los resultados indican que la severidad de las olas de calor aumenta (número de días involucrado y frecuencia).

3.2 Unidades de análisis

La selección de las unidades de análisis (UA) del caso de estudio se ha llevado a cabo inicialmente tras identificar las juntas administrativas en las que se encuentra dividido el término municipal de Amurrio. Dado que algunas de las juntas son de un tamaño considerable, se han dividido estas en unidades de menor superficie, atendiendo principalmente a criterios físicos, principalmente a la presencia de infraestructuras de transporte y de cursos fluviales. Esta definición de las unidades de análisis está especialmente enfocada a la consideración del impacto en el territorio por olas de calor, ya que abarca la totalidad de su ámbito geográfico.

Además, el área urbana también se ha dividido en unidades más pequeñas, para lo que se ha acudido a criterios de planeamiento urbano, o sociales y culturales.

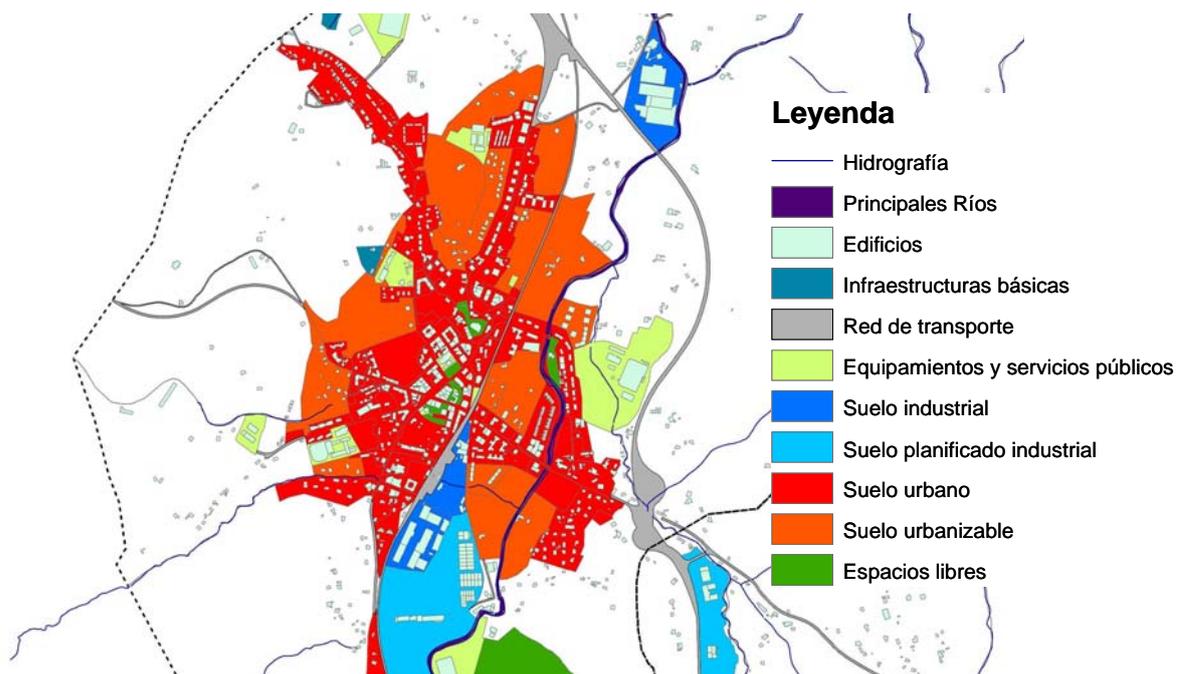


Fig. 6. Centro urbano de Amurrio: planificación urbana (1:10.000)

No obstante, para el caso de los posibles impactos debidos a inundaciones, es preciso considerar otras subunidades, cuyo tamaño y forma se adecuen a la superficie de exposición de la posible área de inundación. Es por ello que existen unidades de análisis específicas para los periodos de retorno analizados (50 años y 500 años).

3.3 Vulnerabilidad al Cambio Climático

La vulnerabilidad al CC, como se ha comentado, se ha analizado para las cuatro dimensiones en torno a las que se estructura el modelo propuesto, es decir, social, biofísica, económica y medio construido, y para dos tipos de impacto, a saber, inundaciones -TR500 y TR50- y olas de calor.

Los resultados de estos análisis en Amurrio, nuestro caso de estudio, son diversos e interesantes. A continuación se presenta una selección de los resultados obtenidos, centrándonos principalmente en la vulnerabilidad a inundaciones para el PR500, por ser una de las situaciones posibles más críticas.

3.3.1 Vulnerabilidad social

En relación a la vulnerabilidad social a inundaciones (PR500) del municipio de Amurrio se observa que las UAs con población envejecida son las que poseen una mayor sensibilidad a inundaciones, mientras las UAs de mayor densidad de población y donde hay menos personas mayores de 65 años presentan capacidades de respuesta algo más altas. También se aprecia que las unidades que tienen más capacidad de respuesta social a inundaciones son las que tienen más experiencia previa con eventos traumáticos o estresantes como inundaciones, incendios, etc.

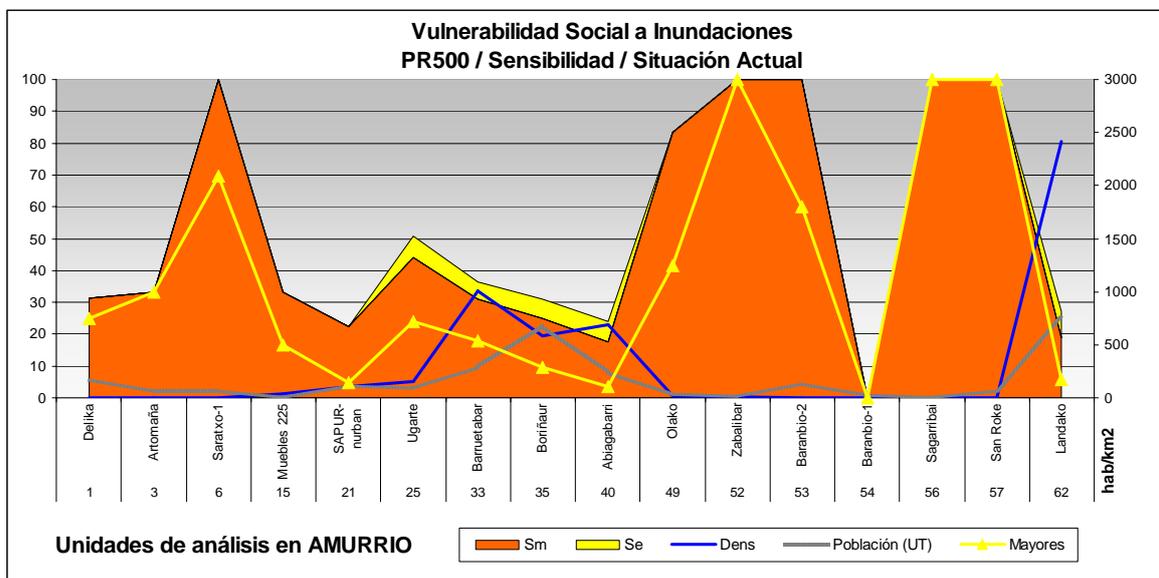


Fig. 7. Vulnerabilidad social a inundaciones TR500: análisis de indicadores de sensibilidad por movilidad y por dependencia económica.

En este caso, la sensibilidad social depende básicamente de la sensibilidad por movilidad, sobre todo por envejecimiento de la población, mientras que la capacidad de respuesta se encuentra determinada por muy diversos factores como experiencia previa, capacidad de toma de decisiones, uso de nuevas tecnologías...

3.3.2 Vulnerabilidad biofísica

En cuanto a la vulnerabilidad biofísica, se han utilizado como base los datos facilitados desde el Ayuntamiento de Amurrio y que forman parte de un reciente Diagnóstico del Patrimonio Cultural y Ambiental (2008) de su término municipal. Se han tenido en cuenta fundamentalmente la información sobre unidades ambientales, exotividad, resiliencia y valor ecológico.

Los datos indican que no hay diferencias extremas en los impactos de las diferentes unidades de análisis, aunque estas poseen características distintas. No obstante, se puede resaltar que las UAs que tienen un alto porcentaje de suelo excluido por ser urbano o urbanizable muestran niveles de sensibilidad más bajos. Mientras que la sensibilidad es alta entre aquellas unidades que poseen valor ecológico por los servicios de sus ecosistemas alto o muy alto.

Ahora bien, aparecen también algunos casos especiales, en los que a pesar de que el porcentaje de especies autóctonas es alto, la sensibilidad debida a la exotividad de las especies (por no estar adaptadas al entorno) sigue siendo alta. Esto es debido a que, aunque en pequeño porcentaje, éstas han sido clasificadas como de muy alta exotividad, lo cual acentúa su sensibilidad.

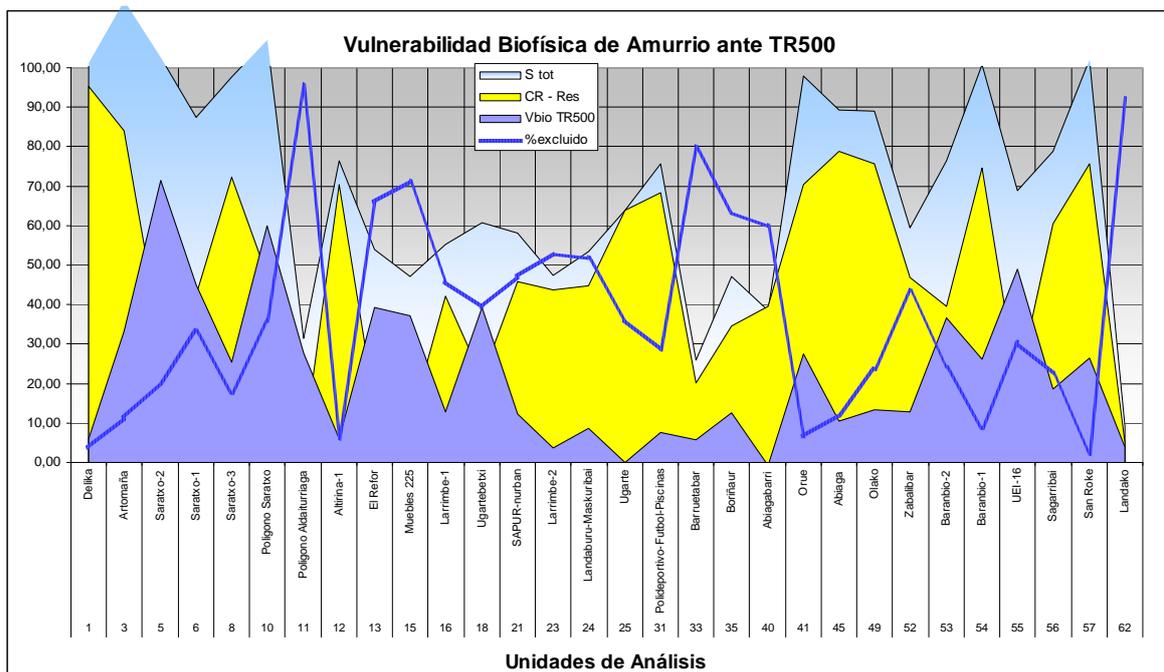


Fig. 8. Vulnerabilidad biofísica a inundaciones TR500 asignada a cada unidad de análisis afectada del área del municipio de Amurrio

La capacidad de respuesta biofísica sólo depende de un indicador, a saber, la resiliencia media de las unidades ambientales presentes en cada unidad de análisis. Entre las diferentes UAs analizadas se observan unos cuantos casos con alto valor socio-ecológico

(ya que incluye la percepción de los servicios de los ecosistemas por parte de la población), pero con poca resiliencia.

En relación con la vulnerabilidad biofísica se identifican una serie de patrones generales: (i) UAs rurales o del área periurbana con alta sensibilidad biofísica, (ii) UAs con alto valor socio-ecológico, sobre todo del ámbito periurbano, con baja CR y (iii) la Vulnerabilidad sigue, en general, el patrón de la sensibilidad, siendo más alta cuanto más crece la sensibilidad, ya que la CR no llega a mitigarla. Las áreas de mayor vulnerabilidad biofísica son las áreas rurales y alguna de las periurbanas.

3.3.3 Vulnerabilidad económica

Para el análisis de la vulnerabilidad económica se ha acudido al número de empresas, su localización y el número de empleados a partir de la información proporcionada por el EUSTAT para el municipio de Amurrio, tras vincularla con su propio portalero.

Los resultados del análisis de sensibilidad muestran que las UAs expuestas con mayor carácter industrial son las que muestran una mayor sensibilidad económica debido a la pérdida potencial de empleos (temporal o definitiva) por eventos de inundaciones. Por otra parte, tenemos tres UAs en las que las actividades económicas expuestas pertenecen principalmente al sector terciario, ya que son en su mayor parte de carácter residencial. Se observa también que la sensibilidad por pérdida de producto inmobiliario, como era de prever, es mínima en UAs industriales y rurales.

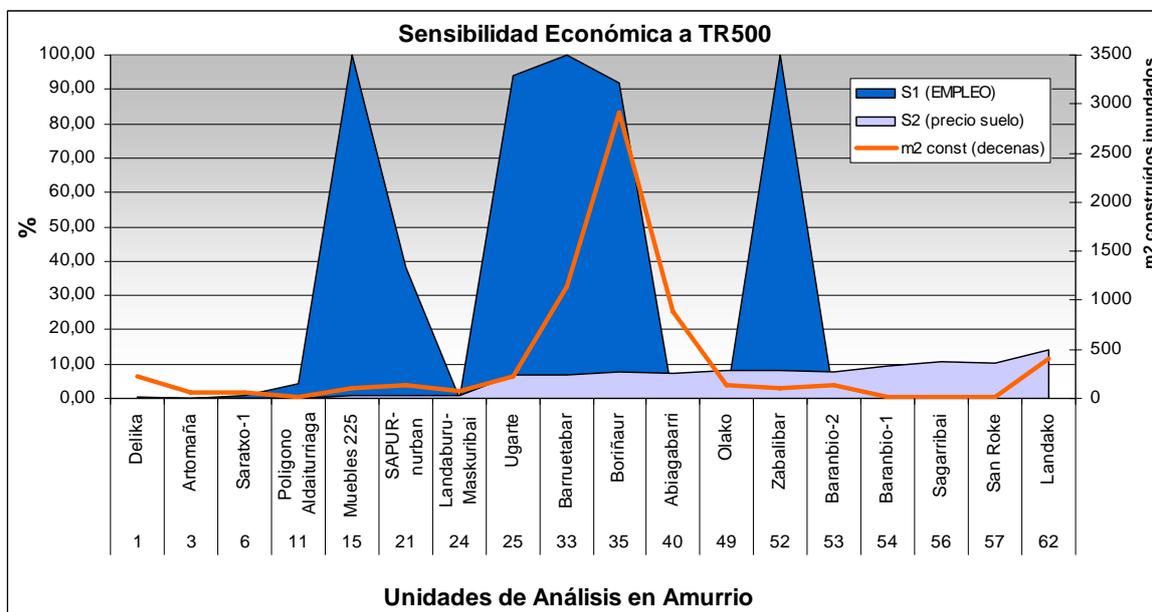


Fig. 9. Sensibilidad económica a inundaciones TR500 asignada a cada unidad de análisis afectada del área del municipio de Amurrio

En cuanto a la CR económica debemos destacar que es bastante alta, ya que el municipio de Amurrio posee una alta capacidad para transferir parte de la actividad expuesta a las inundaciones con PR500 a otros negocios del municipio. El número de negocios expuesto no es muy alto, pero algunos de ellos emplean a un gran número de personas. La CR económica a inundaciones es mínima entre aquellas UAs que no podrían dar respuesta a la posible parada en producción o suministro de servicios.

La capacidad de respuesta a inundaciones en Amurrio es más variable en el caso de TR50 que en el caso de TR500.

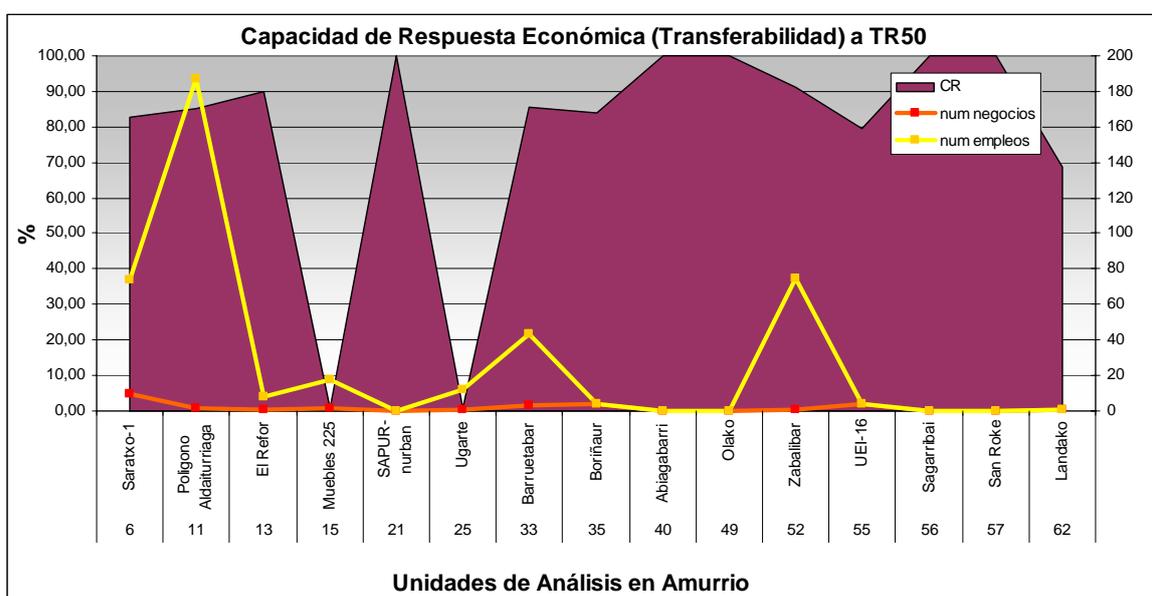


Fig. 10. Capacidad de respuesta económica a inundaciones TR50 asignada a cada unidad de análisis afectada del área del municipio de Amurrio

En relación con la vulnerabilidad se puede observar que, en general, ésta sigue el mismo patrón que la sensibilidad debida a la pérdida de producto inmobiliario expuesto, exceptuando Ugarte, Barruetabar y Boriñaur, donde esta vulnerabilidad se debe a la pérdida de empleos que supondría la exposición de esas actividades a inundaciones, a pesar de que la CR es alta en cuanto a poder transferir la demanda de esos productos o servicios a otros negocios de Amurrio.

3.3.4 Vulnerabilidad urbana o del medio construido

Se ha identificado que 20 de las 45 unidades de análisis que pertenecen a la zona urbana pueden estar expuestas a inundaciones en un período de retorno de 500 años.

En relación a la sensibilidad del medio construido a inundaciones se aprecia que las UAs con edificaciones más antiguas son las que presentan mayor sensibilidad. Algunas de estas UAs también poseen algunas edificaciones especiales, como es el caso de Ugarte, o elementos del patrimonio cultural del municipio, como ocurre con Olako. Por el

contrario, cuanto más recientes son las edificaciones, mayor es la capacidad de respuesta de la UA, como es el caso sobre todo de SAPUR-urban y Abiagabarri.

En relación estrecha con lo anterior se observa que Ugarte, Olako, El Refor, Landaburu-Maskuribai, Landako y Muebles 225 aparecen como las unidades de análisis más vulnerables desde el punto de vista urbano, debido, sobre todo, a sus altos valores de sensibilidad. Esta descompensación entre sensibilidad y capacidad de respuesta va disminuyendo a medida que nos encontramos con unidades con valores de vulnerabilidad más bajos.

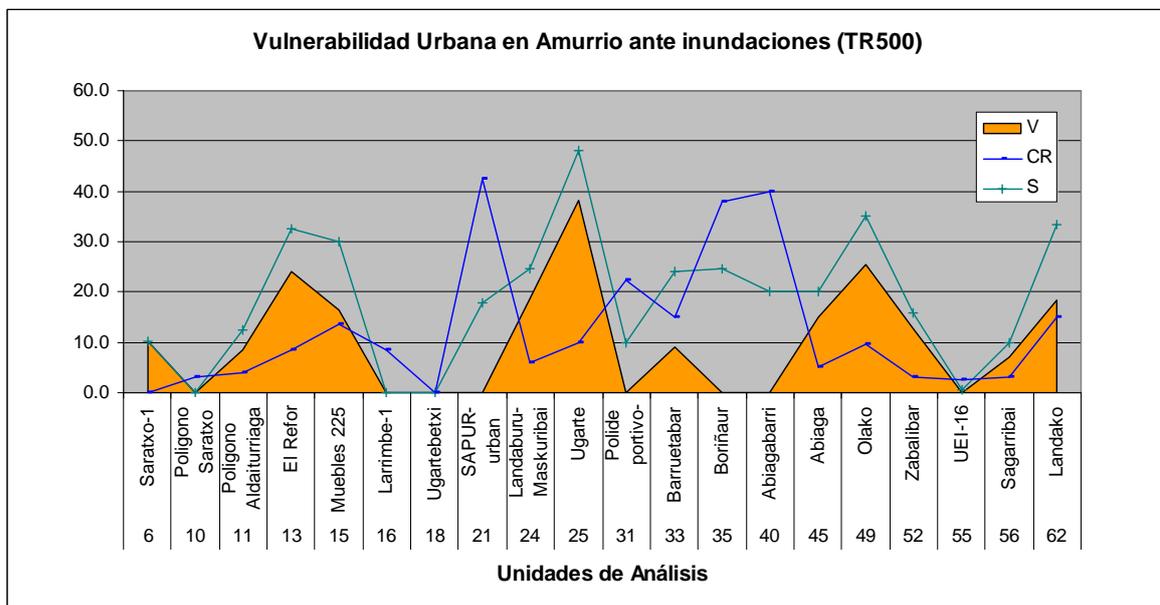


Fig. 11. Vulnerabilidad urbana a inundaciones TR500 asignada a cada unidad de análisis afectada del área del municipio de Amurrio

No obstante, cabe destacar en este punto como la unidad de análisis Landaburu-Maskuribai, que no se encuentra entre las unidades con mayor sensibilidad, presenta valores destacables en vulnerabilidad debido a su pequeña capacidad de respuesta.

4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A lo largo de esta línea de trabajo, centrada en el análisis de la vulnerabilidad y la definición de estrategias de adaptación, se han constatado los beneficios de un análisis a nivel regional previo a un análisis a nivel urbano. Este principio se ha llevado a cabo tanto para el análisis de la vulnerabilidad como para la definición de planes de adaptación, donde se priorizan impactos y áreas afectadas.

Independientemente de los beneficios de un análisis general, la metodología de detalle de análisis de vulnerabilidad municipal presentada en este informe amplía enormemente la información necesaria para la definición de estrategias de adaptación específicas. La diferencia fundamental con el primer análisis, que influirá en el cuándo o en el cómo

comenzar estos estudios, es el volumen de información necesaria y la importancia de la intervención de los agentes, organizaciones y comunidades de los municipios en completar y ofrecer observaciones de primera mano. Es importante insistir que en el caso de la validación de este modelo de evaluación en el municipio de Amurrio, K-Egokitzen ha podido contar con la experta colaboración de las personas que trabajan en los diferentes departamentos del ayuntamiento, a los que se ha hecho una primera presentación de los resultados obtenidos en su municipio.

El éxito de esta implementación nos lleva a confirmar la aplicabilidad potencial de los modelos y guías desarrolladas. Los análisis de vulnerabilidad en el ámbito de la CAPV (R1) pueden constituir un insumo importante para las DOT (Directrices de Ordenación del Territorio), ya que identifican, por una parte, áreas de oportunidad para el desarrollo territorial y, por otra, condiciones y particularidades para ciertas áreas funcionales y municipios que son susceptibles de ser recogidas en Planes Parciales o Especiales (o sus modificaciones). Esto puede servir también de apoyo para exigir, proponer o sugerir (dependiendo del marco legislativo) a ciertos territorios o municipios un estudio de vulnerabilidad detallado (R2) ante impactos potenciales identificados preliminarmente. Este análisis de vulnerabilidad detallado podría formar parte bien de los estudios previos o bien de una Evaluación Conjunta de Impacto Ambiental que integre los impactos climáticos. Estos modelos complementan, asimismo, el diagnóstico para el desarrollo y definición de Planes Locales de Adaptación al CC, para los cuales la Guía de Definición de Estrategias de Adaptación (R3) y el Catalogo de Medidas de Adaptación (R4) constituyen herramientas de apreciada ayuda.

La integración de las medidas específicas de adaptación (R5) en los análisis de vulnerabilidad (R2) tiene un gran valor, que no se ha podido abordar durante estos tres años, pero que se ha planteado para una próxima continuación del proyecto. Esto, junto con la integración de escenarios de cambios de usos del suelo y escenarios socio-económicos, nos dará un conocimiento más real sobre escenarios de vulnerabilidad futura de gran importancia para la toma de decisiones en ordenación y planificación urbana.

Las líneas futuras de trabajo que se han identificado incluyen la definición más detallada de las condiciones y exigencias de una gestión adaptativa territorial que incluya la propuesta de instrumentos o herramientas para facilitarla. También, la inclusión de conceptos como la resiliencia ante el CC en la planificación urbana, que proporcionen información sobre umbrales de cambio de los sistemas urbanos ante los cuales se requiere una acción proactiva por parte del municipio, promete ser una línea de investigación práctica y fructífera. La integración de distintos escenarios en el análisis de la vulnerabilidad futura, como ya se ha mencionado, se ha identificado como un paso futuro lógico de gran impacto en la toma de decisiones en ordenación territorial y planificación urbana.

5 AGRADECIMIENTOS

K-Egokitzen es un proyecto de investigación orientada que está cofinanciado por el Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca de Gobierno Vasco, a través del programa ETORTEK de la Sociedad para la Promoción y Reconversión Industrial (SPRI), y el Departamento de Industria e Innovación en el marco de Plan Vasco de Ciencia, Tecnología e Innovación 2010.

El proyecto K-Egokitzen “Cambio Climático: Impactos y Adaptación”, de tres años de duración en su primera fase (2008-2010), está coordinado por la Unidad de Medio Ambiente de TECNALIA, participando también otros tres centros de investigación de TECNALIA y de 12 equipos de investigación de la Universidad del País Vasco (UPV-EHU). El principal objetivo de este amplio programa de investigación, que ya fue presentado en la edición de CONAMA 2008 (Mendizabal et al. 2008), es analizar las evidencias del cambio climático y las medidas de adaptación más efectivas frente a los potenciales impactos en los recursos hídricos, las infraestructuras, los entornos urbanos, las costas o los ecosistemas marinos, terrestres y agrarios. Una nueva comunicación técnica será igualmente presentada en esta edición 2010 de CONAMA (Herranz-Pascual et al. 2010).

También tenemos que agradecer la colaboración del Ayuntamiento de Amurrio, en su conjunto, y a las personas que trabajan en él, que se han ofrecido amablemente a colaborar en este proyecto, poniendo a disposición del equipo de trabajo de TECNALIA los datos e información que la implementación de la metodología de vulnerabilidad ha requerido, así como su experiencia y conocimiento propio en la gestión del municipio y en el de sus habitantes y actividades.

6 REFERENCIAS

Adger WN (2006) Vulnerability. *Global Environmental Change* 16 (3):268-281.

Adger WN, Arnell NW, Tompkins EL (2005) Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change Part A* 15 (2):77-86.

Alberti M, Marzluff JM (2004) Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban Ecosystems* 7 (3):241-265.

Alberti M, Marzluff JM, Shulenberger E, Bradley G, Ryan C, Zumbrunnen C (2003) Integrating humans into ecology: Opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *Bioscience* 53 (12):1169-1179.

Brooks N (2003) Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research and Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE),

- Brooks N, Adger WN, Kelly PM (2005) The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* 15 (2):151-163. doi:10.1016/j.gloenvcha.2004.12.006
- Comisión Europea (2009) Libro blanco de adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación. vol 147 final. Bruselas.
- Herranz-Pascual, MK, Feliu, E, Olazabal, M, Virizuela M, Alonso A (2010) Plan de Adaptación al Cambio Climático (PACC) de Vitoria-Gasteiz. CONAMA10 Congreso Nacional del Medio Ambiente, Madrid, 2010.
- Folke C (2006) Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* 16 (3):253-267. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002
- Füssel H-M, Klein R (2006) Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking. *Climatic Change* 75 (3):301-329.
- Füssel H-M, Klein RJT (2002) Assessing vulnerability and adaptation to climate change: An evolution of conceptual thinking. Paper presented at the UNDP Expert Group Meeting on "Integrating Disaster Reduction and Adaptation to Climate Change", Havana, Cuba, 17-19 June 2002.
- Gallopín GC (2006) Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change* 16 (3):293-303.
- Holling CS (2001) Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems* 4 (5):390-405.
- IPCC (2007) *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group ii to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Janssen MA, Schoon ML, Ke W, Börner K (2006) Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. *Global Environmental Change* 16 (3):240-252.
- Klein RJT (2004) Approaches, methods and tools for climate change impact, vulnerability and adaptation assessment. Paper presented at the In-Session Workshop on Impacts of, and Vulnerability and Adaptation to, Climate Change. Twenty-First Session of the UNFCCC Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice, Buenos Aires, Argentina,
- McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS (eds) (2001) *Climate change 2001: Impacts, adaptation, vulnerability.* Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Mendizabal M, Chust G, Pinto M, Gorostiaga JM, Feliu E, Ciprián (2009) K-Egokitzen: Proyecto de investigación sobre cambio climático: Impacto y adaptación. In: Comunicaciones de CONAMA Congreso Nacional del Medio Ambiente, Madrid, 2008.
- Olazabal M, Garcia I, Garcia G, Abajo B, Herranz K, Alonso A, Feliu E, Izaola B, Aspuru I, Coloma OS (2009) Flows, drivers, services and functions and urban typologies: An integrated approach for the analysis of urban eco-systems. *Sustainable City V: Urban Regeneration and Sustainability* 117:183-192.
- Pickett STA, Cadenasso ML, Grove JM (2004) Resilient cities: Meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms. *Landscape and Urban Planning* 69 (4):369-384. doi:10.1016/j.landurbplan.2003.10.035
- Santa-Coloma O, Olazabal M, García G, Feliú E (2009) Metabolismo urbano y dinámica territorial. In: Urrutia V, Zubero I, Izaola A, de la Peña A (eds) *Las dimensiones sociales de la ciudad*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao, pp 159-175.
- Satterthwaite D, Huq S, Pelling M, Reid H, Romero-Lankao P (2007) Adapting to climate change in urban areas: The possibilities and constraints in low and middle income nations. *Human Settlements Working Paper Series. Climate Change and Cities*, vol 1. IIED, London.
- Smit B, Burton I, Klein RJT, Street R (1999) The science of adaptation: A framework for assessment. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 4 (3):199-213
- Smit B, Wandel J (2006) Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change* 16 (3):282-292.
- Tompkins EL, Adger WN (2005) Defining response capacity to enhance climate change policy. *Environmental Science & Policy* 8 (6):562-571. doi:10.1016/j.envsci.2005.06.012
- World Urbanization Prospects: The 2007 revision (2007) Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. <http://esa.un.org/unup>.
- Yohe G, Tol RSJ (2002) Indicators for social and economic coping capacity--moving toward a working definition of adaptive capacity. *Global Environmental Change* 12 (1):25-40.
- Young OR, Berkhout F, Gallopin GC, Janssen MA, Ostrom E, van der Leeuw S (2006) The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research. *Global Environmental Change* 16 (3): 304-316.