



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

COMUNICACIÓN TÉCNICA

"K-Egokitzen", proyecto de investigación sobre Cambio Climático: Impacto y Adaptación

Autor: Maddalen Mendizabal

Institución: Tecnalía-Labein
E-mail: mmendizabal@labein.es

Otros autores: Guillem Chust (Tecnalía-AZTI); Miriam Pinto (Tecnalía-NEIKER); José María Gorostiaga (Universidad del País Vasco-Dpto. Biología Vegetal y Ecología); Efrén Feliu (Tecnalía-Labein); Estela Ciprian (Tecnalía-Labein)



RESUMEN:

K-EGOKITZEN es un proyecto de investigación orientada, basada en la captación y desarrollo del conocimiento sobre los impactos producidos por el Cambio Climático y las posibles vías de adaptación que permitan hacer frente a dichos impactos, a través del conocimiento de los procesos y de los sistemas que intervienen, de forma que se puedan diseñar estrategias de adaptación efectivas y abordables desde un punto de vista económico, tras la consiguiente valoración y análisis del coste de no hacer frente al coste de hacer. Este proyecto tiene como Misión el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas humanos y naturales locales en respuesta a los posibles escenarios resultantes del impacto del cambio climático en la CAPV, de modo que se modere el daño o se aprovechen las oportunidades. Todo ello basado en el conocimiento de manera rigurosa y precisa del impacto local del cambio climático sobre los sistemas de la CAPV.



IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO Y VULNERABILIDAD A ESCALA REGIONAL

El cambio climático es de los problemas medioambientales más desalentadores al que se está enfrentando la humanidad en la actualidad. El Tercer Informe de Evaluación del IPCC (2001) desveló que no habría región en el mundo que no se viera afectada, y que en muchos lugares las consecuencias sobre las actividades humanas sería muy acusado. Los impactos, sin embargo, variarán de una región a otra. El cometido de los científicos será estimar los impactos sobre cada una de las categorías, su distribución en los diferentes sectores y/o sistemas (medio urbano e infraestructuras, medio costero, ecosistemas terrestres y marinos, etc.), regiones y en las distintas clases sociales. (S. H. Scheneider, Buenos Aires 2004).

En la décima reunión de la Conferencia de las Partes (COP), en su decisión 1/CP.10 (Buenos Aires dic. 2004) pidió al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA) la elaboración de un programa de trabajo quinquenal (5WP) estructurado sobre los aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos de los efectos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático.

En la COP11 (Montreal, Canadá diciembre 2005) la conferencia de las partes, en su decisión 2/CP.11 adoptó el 5WP propuesto por el SBSTA. (FCCC/CP/2005/5/Add.1). Durante el SBSTA 24 (mayo 2006) se debatieron las actividades iniciales que debían desarrollar el 5WP durante los dos primeros años, pero la falta de acuerdo obligó a posponer las negociaciones para las sesiones del SBSTA 25 (FCCC/SBSTA2006/5).

Uno de los principales problemas hasta la actualidad la constituía la cuantificación del impacto climático a una escala regional y local. Los escenarios climáticos dependen en gran medida de modelos numéricos. Desde comienzos de los años 70 hasta la actualidad, dichos modelos computacionales se han refinado de forma que las proyecciones del clima actuales permiten investigar sobre escenarios de evolución del clima temporal y espacial, con un mayor nivel de detalle, como consecuencia del incremento de su complejidad y resolución.

Por otro lado, los procedimientos para evaluar la vulnerabilidad local y las estrategias de adaptación a largo plazo requieren igualmente de evaluaciones de alta resolución además de la integración regional entre diferentes sectores. El conocimiento de los escenarios climáticos a nivel local, permitirá crear los escenarios de impacto, evaluar la sensibilidad y la capacidad de resiliencia de los sistemas con una menor incertidumbre, y en consecuencia, contribuirá a la identificación de estrategias de adaptación más apropiadas a los sistemas locales.

Si bien el desarrollo de tecnologías y prácticas de adaptación a las presiones ejercidas por el clima no es algo novedoso en medida en que las sociedades se han enfrentado durante milenios a las variación y a los eventos extremos del clima (UNFCCC/TP/2006/2), la posibilidad de un cambio climático con efectos a largo plazo está contribuyendo a que la comunidad científica y política reflexionen sobre: el papel de la tecnología, los mecanismos que aseguren el acceso de la tecnología a las comunidades y sectores para que se adapten y la integración del proceso de adaptación en los objetivos del desarrollo sostenible.



La creciente sensibilidad y preocupación social (a escala local, territorial e internacional) unido a la orientación de las nuevas políticas y estrategias (muchas de ellas emanadas de la Unión Europea y del Panel Intergubernamental) permiten prever que el ámbito de este proyecto constituirá un marco de referencia para la sociedad, la administración y el conjunto de sectores económicos del Estado en la consecución de una cada vez mayor calidad de vida y bienestar de la sociedad. El desarrollo tecnológico y la generación de capacidades en este campo deberán por tanto tener un recorrido paralelo en el camino hacia el Desarrollo Sostenible, por la necesidad de la planificación territorial. La adecuada planificación y gestión de los usos del territorio tienen y van a tener una incidencia clave en el desarrollo futuro de nuestra sociedad. La planificación y construcción de infraestructuras de transporte, la ordenación adecuada de los usos del suelo con fines urbanísticos, industriales, etc., la integración de los medios urbano, rural y natural y, en general, cualquier plan que incida en la ordenación territorial constituirán una oportunidad para el desarrollo si se realiza de acuerdo a un modelo de sostenibilidad. En este sentido, la gestión sostenible del territorio constituye una apuesta en clave de competitividad en el desarrollo del Estado y Comunidades, por lo que la capacitación necesaria para lograr esto será uno de los factores claves de futuro para lograr que un país competitivo con un nivel tecnológico y de bienestar comparable e incluso superior a muchos de los países más avanzados de la Unión Europea.

EL PROYECTO K-EGOKITZEN COMO ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN EN EL MARCO DE LAS POLÍTICAS DE CAMBIO CLIMÁTICO REGIONAL

La adaptación al cambio se ha reconocido como una prioridad en el conjunto de las actuaciones tanto a nivel internacional y europeo, como estatal y regional, debido a la gran vulnerabilidad que las diferentes regiones del mundo presentan frente a los efectos del cambio climático. Iniciativas internacionales del IPCC tales como “Future Climate Change Research and Observations: GCOS, WCRP and IGBP Learning from the IPCC Fourth Assessment Report” (Workshop and Survey Report 2008); iniciativas europeas como el de La Comisión de las Comunidades Europeas elaborando el Libro Verde: “Adaptación al cambio climático en Europa, opciones de actuación para la UE” (Junio 2007, Bruselas); iniciativas estatales tales como la presentación por parte de la Oficina Española de Cambio Climático del “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en España” (Aprobación julio 2006, Consejo de Ministros toma conocimiento en octubre 2006); e iniciativas regionales, como la elaboración del documento base PVLCC denominado “Análisis de la Vulnerabilidad y Adaptación frente al Cambio Climático en la CAPV: Medidas de Adaptación” (Junio 2007) y el “Plan Vasco de Lucha contra el Cambio Climático 2008-2012”, elaborado por la Oficina Vasca de Cambio Climático, 2008, constituyen el marco de referencia para la coordinación entre las administraciones públicas en las actividades de evaluación de impacto, vulnerabilidad y adaptación al cambio.

Estas iniciativas persiguen la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación de los distintos sectores y/o sistemas, identificándose la ordenación del territorio y la planificación urbanística como instrumentos clave en la adaptación al cambio climático.

El proyecto K-EGOKITZEN da respuesta a estas necesidades de integración mediante el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas humanos y naturales a escala



regional y local en respuesta a los posibles escenarios resultantes del impacto del cambio climático, de modo que se modere el daño o se aprovechen las oportunidades. Todo ello basado en el conocimiento de manera rigurosa y precisa del impacto local del cambio climático sobre los sistemas.

Este diseño de medidas de adaptación considera los aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos, bajo una perspectiva multidisciplinar e integradora de aquellos sistemas identificados a nivel internacional como vulnerables: los recursos hídricos, las zonas costeras, áreas urbanas y las infraestructuras, los ecosistemas terrestres naturales y como los agrarios (cultivos y explotaciones forestales), los ecosistemas marinos y los recursos pesqueros; sin perder de vista los efectos sobre la salud humana por olas de calor, que serán más acuciantes en áreas urbanas, por el fenómeno conocido como “Islas de Calor” y los fenómenos de eventos extremos (como inundaciones y sequías), potenciados por el Cambio Climático.

Esta misión se abordará mediante el desarrollo de capacidades científico-técnicas y metodológicas de análisis de impacto-adaptación. De ahí se obtendrán diferentes resultados, como definiciones de criterios para el establecimiento de medidas de adaptación, que serán aplicables tanto a guías metodológicas (de planificación, diseño, actuación, etc.), como al desarrollo normativo y definiciones de actuaciones específicas de adaptación (infraestructuras, especies, etc.). También serán resultado de este proyecto la participación de agentes clave en el proceso y la relación con iniciativas de comunicación y educación.

En el marco de este proyecto se plantean una serie de tareas para alcanzar el objetivo específico de generar conocimiento sobre las variables climáticas y el régimen de las mismas. En este sentido, se plantea la identificación y monitorización de una serie de indicadores sensibles a los impactos del cambio climático y la creación de una base de datos que permita conocer la respuesta de los sistemas regionales frente a los estímulos del cambio climático que se viene produciendo en los últimos años. Al fin y al cabo se propone la clasificación, tipificación, categorización de los distintos sistemas y estudio de su comportamiento frente a los estímulos directos o indirectos de los efectos del cambio climático.

Una vez conocida la envergadura de los cambios de las variables climáticas y la resolución geográfica y temporal, se procederá a la creación de escenarios de impacto en los sistemas objeto de estudio. Se estudiará la vulnerabilidad de los sistemas, en el que se crearán mapas de vulnerabilidad/impacto/riesgos y se identificarán las zonas con mayor riesgo de impacto (en medio urbano e infraestructuras, en medio costero, en ecosistemas terrestres y en ecosistemas marinos). La metodología diseñada para el estudio del riesgo, en la que se integrarán nuevos criterios para el ajuste de los modelos a escala local, se validará por medio de casos piloto en los sistemas mencionados. Después de la validación de la metodología, se proseguirá con la identificación de catálogos de medidas de adaptación para los sistemas locales en función de los impactos esperados y en el desarrollo de respuestas seleccionadas para su implantación. Este estudio a su vez, permitirá la identificación de lagunas del conocimiento actual y necesidades de investigación.

Además de la investigación y desarrollo de la línea mencionada, existen otras cuatro labores importantes que terminan definiendo el proyecto, que son la formación de alto nivel, cooperación internacional, vigilancia tecnológica y visibilidad y difusión.



Figura 1: Esquema del equipo investigador y áreas temáticas

DISCIPLINAS IMPLICADAS Y TEMAS DE ESTUDIO ABORDADOS

Se plantea éste como un proyecto inter y transdisciplinar en el que el equipo investigador se ha conformado combinando las distintas disciplinas cubiertas por sus miembros y con la preocupación patente de que esa combinación se lleve a cabo de una forma integrada. Por tanto la cooperación y coordinación entre LABEIN- Tecnalia, AZTI-Tecnalia, NEIKER-Tecnalia y equipos de investigadores de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) es un hecho primordial dentro de la gestión del proyecto.

El equipo de investigación lo conforman disciplinas que cubren cuatro medios diferentes, que son objeto de estudio en este proyecto: medio urbano e infraestructuras, medio costero, ecosistemas terrestres y ecosistemas marinos, quedando incluidos los siguientes agentes (Figura 1):

Medio Ambiente Urbano e Infraestructuras: LABEIN, Dpto. de Geodinámica (GED), Dpto. de Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos (INMF), y Dpto. de Matemática Aplicada (MAT).

Medio Costero: AZTI.

Ecosistemas terrestres: NEIKER, Dpto. de Biología Vegetal y Ecología (BIO), Dpto. de Zoología y Biología Celular (ZOO).



Ecosistemas marinos: Dpto. de Biología Vegetal y Ecología (BIO), Dpto. de Zoología y Biología Celular (ZOO) y Dpto. de Estratigrafía y Paleontología (EST), AZTI.

K-EGOKITZEN es coherente asimismo con la estrategia y actividades de cada uno de los Centros Tecnológicos y Departamentos de la Universidad:

La aproximación de LABEIN-Tecnalia a este campo de conocimiento parte desde su amplio conocimiento de la problemática de la contaminación atmosférica, calidad de suelos y la gestión sostenible del territorio (desde la Planificación Urbana hasta la Ordenación del Territorio). En este campo, LABEIN-Tecnalia aporta valor a los gestores del medio ambiente, del territorio, y de otros sectores apoyando científico-técnicamente sus procesos de toma de decisión y ofreciendo una visión integral e integradora de las disciplinas ambientales involucradas, manteniendo la fortaleza y liderazgo en muchas de ellas (gestión de brownfields y usos del suelo, cuantificación de emisión de gases efecto invernadero, gestión de la calidad del aire, ecoeficiencia y análisis de ciclo de vida, gestión basada en el riesgo), e incluyendo el factor social y económico, habiendo desarrollado una capacidad relevante que se ha consolidado en diferentes estudios medioambientales y de gestión del territorio (estudios psicosociales y de percepción ciudadana en relación a temáticas medioambientales, trabajos sobre participación, desarrollo de modelos de comunicación, etc.).

En este sentido uno de los campos de aplicación de la Unidad de Medio Ambiente Urbano e Industrial, es el Impacto, Adaptación y Mitigación del Cambio Climático, cuyas líneas maestras se alinean con el proyecto ETORTEK.

AZTI-Tecnalia que ha participado activamente, junto con LABEIN y NEIKER, en la iniciativa K-EGOKITZEN, se dedica a proveer de soluciones innovadoras para el desarrollo económico y social de la industria alimentaria y de la pesca, y a la protección del medio marino y sus recursos naturales. Sus actividades de investigación se orientan a la gestión sostenible de los recursos marinos y a la gestión integral de las zonas costeras, en clara coherencia con el objeto de K-EGOKITZEN. Este equipo tiene una dilatada experiencia en la implementación de diversas Directivas Europeas (como la Directiva Hábitats 92/43/EEC y la Directiva Marco del Agua, 2000/60/CE) en el medio costero, participando en grupos de trabajo internacionales (como los grupos del ICES, Consejo Internacional de Exploración del Mar).

NEIKER aporta su valor desde su amplio conocimiento de los agrosistemas, cuya importancia es patente dada la extensión que ocupa el espacio rural. Fruto de esta importancia, NEIKER ha desarrollado su actividad desde su creación para apoyar al sector agrario vasco, disponiendo de una línea de I+D dedicada a los agroecosistemas, consistente en desarrollar e introducir nuevas tecnologías y herramientas de gestión en las explotaciones agrarias, mejorando la productividad y la competitividad de los sistemas de producción agraria en el marco del uso sostenible de los recursos naturales.

En este sentido NEIKER contribuye al conocimiento del impacto y adaptación al cambio climático, desde su conocimiento de los agroecosistemas, disponiendo de líneas de investigación en coherencia con K-EGOKITZEN y su estructura, disponiendo de actividades alineadas claramente con la estructura del proyecto, y en concreto el análisis del estado/impactos: (i) diagnóstico y evaluación, (ii) definición de indicadores y herramientas y, posteriormente, definición de un soporte de toma de decisiones de apoyo a la adaptación al cambio climático.



Por su parte, los diferentes grupos de investigación de la UPV/EHU aportan la parte más cercana al medio natural de K-EGOKITZEN. Sus líneas de Investigación son la dinámica y gestión de cuencas hidrográficas y acuíferos, biodiversidad e indicadores biológicos (tanto de la flora como de la fauna, terrestres como marinos), ecología de paisaje e indicadores ecológicos de la calidad ambiental y biomarcadores. El cambio de las variables climáticas en todas las regiones del planeta, hace que la conservación de la biodiversidad biológica sea un reto de futuro, teniendo en cuenta que las políticas para el mantenimiento de la diversidad biológica deben de ser enfocadas desde una adecuada gestión del territorio y su adaptación a la nueva situación climática. Estas líneas de investigación tienen como objeto desarrollar indicadores biológicos y ecológicos, que permitan evaluar la adaptabilidad del sistema terrestre como marino y analizar su evolución espacial y temporal, en relación al tipo de gestión realizado, por lo que es clara la coherencia con K-EGOKITZEN.

La dimensión del equipo de trabajo tiene la heterogeneidad apropiada para abordar la problemática del cambio climático que afecta de forma integral a todos los medios y sistemas naturales como construidos. Es necesaria la integración en esta iniciativa de todos los miembros del grupo de investigación, además de gestores públicos medioambientales.

Cada área temática a su vez, se divide en diferentes líneas y tareas a abordar dependiendo de los objetivos planteados en cada una (Figura 2).

En el área de Medio Ambiente Urbano e Infraestructuras se realiza el estudio de la Ordenación del Territorio y Planificación Urbana, de los Recursos Hídricos y del Clima Urbano. En la primera, se establecen los criterios que permitan identificar las alternativas de adaptación, especialmente en aspectos de planificación urbana, transporte y las principales actividades que están expuestas a sus impactos del cambio climático. En la segunda, se identifica el impacto en los recursos hídricos en las cuencas y se definen las posibles medidas de adaptación en la planificación general del agua y en la gestión de abastecimiento urbano e industrial. En la tercera, se analizan los efectos del cambio climático en la atmósfera urbana actual y se diseñan medidas para minimizar los efectos en áreas urbanas.

La línea orientada al medio costero identifica y cuantifica los impactos (áreas, sectores, especies animales) relacionados con escenarios de cambio climático futuro en áreas de costa, mediante la identificación de medidas de adaptación en costas y la posible respuesta a su implantación.

El trabajo sobre los ecosistemas naturales y agrícolas, se centra en los impactos en vegetación y los aspectos amenazados de la flora, áreas protegidas y vegetación de humedales, fauna, suelo y agricultura intensiva. Se establecen estrategias de adaptación incluyendo aspectos socio-económicos.

Los estudios en ecosistemas marinos tienen como objeto establecer índices biológicos que muestren la tendencia del cambio climático, mediante la utilización de diferentes datos costeros (bentos, fitoplancton y zooplacton) de las dos últimas décadas. Se analizarán los impactos y el riesgo en la biodiversidad marina basado en escenarios a corto, medio y largo plazo (cambios en la estructura y diversidad de especies, su distribución, presencia de especies invasoras y dañinas, cambios en el ciclo del carbón y

efectos en la disposición de nutrientes). Además se diseñan medidas para la adaptación y estrategias para la conservación de especies, hábitats identificados con el mayor nivel de vulnerabilidad.

MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS → LABEIN	
Ordenación del Territorio y Planificación Urbanística	→ LABEIN
Recursos Hídricos	
Escenarios régimen hídrico	→ Dpto. Geodinámica- Grupo Hidrogeología
Planificación hidrológica	→ LABEIN
Abastecimientos	→ Dpto. Ingeniería nuclear y Mecánica de fluidos
Clima Urbano	
Variables climáticas y escenarios urbanos	→ LABEIN (participación del Dpto. Matemática)
Efectos de escenarios urbanos en la calidad de aire	→ Dpto. Matemática (participación de LABEIN)
Planificación y construcción urbana	→ LABEIN (participación del Dpto. Matemática)
MEDIO COSTERO → AZTI	
Zonas Costeras	→ AZTI
ECOSISTEMAS TERRESTRES → NEIKER	
Ecosistemas naturales.	
Flora y Vegetación	→ Dpto. Biología Vegetal y Ecología
Fauna continental	→ Dpto. Zoología y Biología Celular
Paisaje Vegetal	→ Dpto. Biología Vegetal y Ecología y Dpto. Geografía
Grupo "Ekogori"	→ Dpto. Zoología y Biología Celular
Ordenación, modelos espaciales	→ NEIKER
Ecosistemas agrarios	→ NEIKER
N2	→ Dpto. Biología Vegetal y Ecología
CO2	→ Dpto. Biología Vegetal y Ecología
ECOSISTEMAS MARINOS → UPV/EHU	
Flora y fauna bentónica	→ Dpto. Biología Vegetal y Ecología
Fitoplancton de estuarios y aguas costeras	→ Dpto. Biología Vegetal y Ecología
Zooplancton y su ambiente en estuarios	→ Dpto. Zoología y Biología Celular
Adaptaciones celulares en organismos marinos	→ Dpto. Zoología y Biología Celular

Figura 2: Definición de las líneas de investigación de las áreas temáticas en estudio e identificación de los agentes que liderarán y dirigirán las tareas previstas.

HORIZONTES Y SIGUIENTES PASOS

Una de las metas principales de este proyecto se centra en el diseño de metodologías para la inclusión de criterios de cambio climático en la Ordenación del Territorio y en la Planificación Urbana, teniendo como principal objetivo la reducción del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático. Como labor importante cabe destacar la reducción de la vulnerabilidad humana y social a través de herramientas de gestión.

Los componentes del riesgo son, las amenazas naturales y antrópicas. El efecto del cambio climático, por su parte, hace que se aumente el riesgo en intensidad y frecuencias esperadas. Además de la degradación ambiental (degradación de costas, cuencas, manglares, suelos y bosques), existen componentes socio-económicas (desarrollo urbano no planificado, falta de sensibilización y capacidades institucionales) y físicas



(infraestructura localizada en áreas de amenazas) que hacen necesario identificar la incidencia que puede tener el cambio climático en las áreas mencionadas anteriormente.

A pesar de existir una clara interrelación entre clima e hidrología, medios costeros, ecosistemas terrestres como marinos y por lo tanto una generalizada aceptación de la incidencia del cambio climático en estos sistemas, contamos con poca certidumbre respecto a los efectos que pueden tener las alteraciones climáticas a escala regional (en la variación de caudales, niveles de cauces o masas de agua, en los eventos meteorológicos extremos de sequías y lluvias torrenciales, grado pérdida o alteración de biodiversidad y valor del paisaje).

Para abordar con rigor el análisis de esa clara relación entre clima y los sistemas antrópicos y naturales (costeros, terrestres y marinos), no se puede obviar el estudio de las interacciones existentes entre los mismos y la ordenación del territorio, entendiendo ésta no sólo como planificación territorial sino en un sentido amplio -el territorio como soporte de los sistemas naturales y antropizados-. Los usos del suelo afectan de forma directa a los escenarios climáticos que se pretenden proyectar y analizar.

Si nos centramos en los sistemas antrópicos y bajamos de escala, se detecta la necesidad de plantear acciones que mejoren la habitabilidad en las ciudades, minimizando los efectos atmosféricos locales que actualmente se producen en los núcleos urbanos. Para ello es necesario establecer criterios de planificación urbana, de uso de materiales,... que permitan 'enfriar la ciudad' adaptándolas al esperado incremento global de las temperaturas en el planeta.

Por la acción transformadora del espacio natural sobre el que se asienta, la ciudad llega a ser productora en gran medida de sus propias condiciones ambientales, incluidas las climáticas. Una de las principales alteraciones que causa la ciudad sobre el clima es el incremento de la temperatura del aire y el desarrollo de una isla de calor o térmica, que se concreta en la mayor temperatura del centro urbano en relación con el espacio rural circundante. La configuración que adquiere la isla de calor no es estable y la variabilidad espacial y temporal puede ser muy importante, estando relacionados estos cambios con la dinámica atmosférica regional y determinadas condiciones meteorológicas, que son objeto de estudio en este proyecto. La trascendencia económica y social que en la actualidad tiene el fenómeno urbano y su incidencia sobre el confort y la calidad de vida explican el lugar privilegiado que ocupa como tema de estudio y la utilidad de su conocimiento para la gestión ambiental de la ciudad.

Uno de los aspectos a trabajar en el proyecto es el de enfocar la metodología hacia escalas intermedias de ordenación y planificación territorial, que presentan un nivel de actuación menos desarrollado por encontrarse entre la propia ordenación del territorio, cuya competencia es autonómica, y los planes de ordenación urbana, más propios de las administraciones locales. Además, hay que considerar que, en muchos casos, estas escalas intermedias incluyen áreas de transición entre el medio urbano y el medio rural, cuyos límites no tienen por qué siempre coincidir con unidades administrativas, y que, por estar sometidas a una presión urbanística importante, son especialmente vulnerables, pudiendo llegar a perder gran parte de las funciones naturales que poseen.

Como área prioritaria de adaptación por su grado de vulnerabilidad y la menor incertidumbre que presenta se propone el medio costero. Muchos países han empezado estudiando el impacto, la vulnerabilidad y la adaptación de las zonas costeras, tales como España, Nueva Zelanda, Finlandia, Cabo Verde. De acuerdo con el cuarto informe del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2007) y la evaluación



preliminar de los impactos del cambio climático del Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2005), los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras se relacionan con el posible ascenso del nivel medio del mar (NMM), cambios en la energía del oleaje y en la frecuencia y/o intensidad de las tormentas.

En el ámbito de sistemas terrestres naturales y agrarios, estudios previos ponen de manifiesto la existencia de especies y/o parámetros que detectan los cambios en el entorno antes de que éstos resulten evidentes: poblaciones que aparecen o desaparecen, actividades que aumentan o disminuyen, etc... la detección de estas especies y/o parámetros nos servirán de clave para identificar los hábitats en riesgo inmediato.

Como resumen de metas en este ámbito se propone el establecimiento de tendencias e impactos en la respuesta de los ecosistemas terrestres a las variaciones ambientales, además de establecer indicadores para la detección de las variaciones (microflora del suelo, fauna, especies vegetales sensibles, etc.) y el establecimiento de una red de seguimiento en la que se seleccionen parcelas o zonas territoriales habitadas por dichas poblaciones o comunidades donde se realicen medidas a largo plazo para poder estudiar "in situ" la evolución de las especies/parámetros indicadores y cotejar los resultados de los modelos de dinámica de poblaciones en su caso.

El comportamiento de las plantas, bien sea en ecosistemas naturales como en ecosistemas agrícolas, tanto a corto, a medio, como a largo plazo, requiere llevar a cabo análisis en prospectiva de las respuestas fisiológicas de la planta frente a las condiciones futuras para poder predecir, dentro de unos márgenes aceptables, la respuesta de las especies a los cambios climáticos en desarrollo. Para ello se simulará, en ambientes controlados, la incidencia de aspectos ligados al cambio climático como aumento de CO₂, aumento de temperatura, estrés hídrico, salinidad de los suelos, deficiencia nutricional, etc., y sus interacciones, así como la competencia tanto intraespecífica como interespecífica en la fisiología y producción de dichos ecosistemas. Aunque esta iniciativa irá en paralelo con la realización de seguimiento en campo de las modificaciones tanto morfológicas, fisiológicas como fenológicas que experimentarán estos sistemas en el transcurso del tiempo, en función de los cambios climatológicos que se están observando.

El estudio de los ecosistemas marinos sigue la misma metodología que en ecosistemas terrestres: se establecen indicadores biológicos del cambio climático mediante el análisis de las tendencias de cambios observados en las dos últimas décadas en la costa con el objetivo de estimar la relación entre abundancia y composición de los organismos acuáticos (fitoplancton) y la variabilidad hidrológica y térmica tanto a nivel estacional como interanual. En esta investigación es de suma importancia la medición de la respuesta a la temperatura y a la radiación de algunas de estas especies acuáticas (fitoplancton) nocivas para evaluar la posibilidad de que formen proliferaciones masivas en un escenario de incremento térmico en la costa. El objetivo final en esta área es definir los parámetros necesarios para desarrollar los escenarios climáticos regionalizados y para ello es necesario la recopilación de variables climáticas y físicas: temperatura, irradiancia, pluviosidad, vientos, corrientes, regímenes extremales, oleaje, afloramientos, NAO (Oscilación del Atlántico Norte), además de estudiar la relación entre la biodiversidad marina y las variables climáticas.

Se han llevado a cabo experimentos preliminares cuyo objetivo es determinar cómo los cambios en el patrón de variabilidad estacional y en el ciclo reproductor inherentes a la



adaptación a cambios en el régimen de temperatura pueden afectar a la salud del ecosistema y su evaluación y a la susceptibilidad de sensibilidad de los organismos frente a agresiones ambientales habituales, mediante el empleo de biomarcadores moleculares/celulares de susceptibilidad frente a estrés ambiental. Como salida del proyecto se realizará un inventario catalogado e indexado de muestras para la construcción de series de muestras y datos históricas (POS + otras: desde 1988) que nos permitan conocer los cambios a largo plazo, tanto en el ciclo reproductor como en biomarcadores de exposición a contaminantes, como de efecto biológico y susceptibilidad, junto con la opción de aplicar biomarcadores de adaptación al cambios en el régimen de temperaturas una vez disponibles de biomarcadores en diversos organismos. Esta tarea se engloba en la actividad cuyo objetivo es la construcción y gestión de un banco de especímenes ambientales.

Estas iniciativas y orientación de los grupos de investigación, junto con la coordinación y puesta en común de los resultados harán posible el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas humanos y naturales a escala regional y local en respuesta a los posibles escenarios resultantes del impacto del cambio climático, de forma que sirva para adoptar una estrategia anticipatoria para que se modere el daño o se aprovechen las oportunidades.