



Ayuntamiento  
de Vitoria-Gasteiz  
Vitoria-Gasteizko  
Udala



**Unidad de Medio  
Ambiente**

# **Plan de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz**

## **Etapa 1**

**Informe de resultados de las Fases I y II:  
Escenarios climáticos y análisis de la  
vulnerabilidad por sectores**



**diciembre 2011**

## Equipo de trabajo

En este proyecto han participado las siguientes personas:

1. Equipo técnico de la unidad de Medioambiente de Tecnalía
  - M. Karmele Herranz Pascual (jefa del proyecto),
  - Beñat Abajo,
  - Marta Olazabal,
  - Julia Hidalgo,
  - Iratxe González,
  - Andrés Simón,
  - Juan Ángel Acero, y
  - Eflen Feliu (responsable de Gestión Sostenible del Territorio y Medio Urbano).
  
2. Equipo técnico del ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz
  - Miguel Virizuela, Andrés Alonso (coordinador del proyecto), Joseba Sánchez, Iñaki Arriba (Medio Ambiente y Sostenibilidad);
  - José Ramón Alonso, Fernando de Juana, Luis Lobo (Centro de Estudios Ambientales, CEA);
  - Juan Vilela (Zona Rural y Montes);
  - Charo Muñoz de la Peña (AMVISA);
  - Susana Vizcarra, Aitziber Elorrieta, Alfredo Bengoa (Urbanismo);
  - Luís Mendizabal, María Fernández (Promoción Económica);
  - Juan Carlos Alonso, M<sup>a</sup> José Ruiz (Participación Ciudadana);
  - Juan José Estibalez, Francisco Gómez (Salud y Consumo)
  - Eduardo Aragazola (Seguridad Ciudadana);
  - Eduardo Rojo, Mónica Vergara (Vía Pública);
  - Eduardo Enguita (Deporte);
  - Susana Alfonso, Jessica Bittman (Intervención Social);
  - José Luís Pérez (Relaciones Ciudadanas);
  - Blanca Guerrero (Educación);
  - Daniel González de Garibay (ENSANCHE 21);

## Contenidos

---

<b>Equipo de trabajo</b> .....	<b>2</b>
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>5</b>
<b>Contexto</b> .....	<b>11</b>
Enfoque y criterios .....	12
¿Qué es un Plan Local de Adaptación al Cambio Climático? .....	13
<b>Estructura del presente informe</b> .....	<b>15</b>
<b>Fase 1: Evaluación de las evidencias del cambio climático</b> .....	<b>16</b>
Tarea 1.1 Escenarios climáticos a escala regional (CAPV) basados en temperatura, humedad y precipitación .....	18
Contexto climático regional .....	18
Datos y Métodos .....	19
Proyecciones futuras de temperatura para la CAPV .....	23
Proyecciones futuras de precipitación .....	26
Tarea 1.2 Evaluación del clima urbano actual: mapa térmico de Vitoria-Gasteiz .....	28
Simulaciones .....	31
Análisis por zonas .....	34
Análisis 2D .....	37
Tarea 1.3 Tendencias climáticas y escenarios futuros a escala urbana .....	46
Tendencias de temperatura en el pasado para Vitoria-Gasteiz .....	46
Datos y métodos .....	51
Escenarios futuros de temperatura a escala local .....	53
<b>Fase 2: Caracterización de la vulnerabilidad por sectores</b> .....	<b>61</b>
Tarea 2.1 Definición de sectores para Vitoria-Gasteiz .....	61
Tarea 2.2 Metodología de evaluación de la vulnerabilidad al CC de los sectores de Vitoria-Gasteiz .....	64
Marco Teórico .....	66
Metodología y proceso .....	68
Tarea 2.3 Evaluación de la vulnerabilidad al CC de los sectores de Vitoria-Gasteiz ..	78
Proceso de evaluación de la vulnerabilidad .....	78



**Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores**

Tarea 2.4. Propuesta de priorización de sectores de actividad de Vitoria-Gasteiz.... 84

**Conclusiones generales ..... 89**

**Referencias ..... 94**

**Glosario IPCC..... 97**

**Anexo 1.1. Escenarios de clima para Vitoria-Gasteiz previstos en 2050 y 2100 ..... 101**

**Anexo 2.1. Descripción de los ECs de los sectores de Vitoria-Gasteiz..... 106**

**Anexo 2.2. Fichas de evaluación de la vulnerabilidad ..... 112**

**Anexo 2.3. Fichas de evaluación conjunta..... 113**

## Resumen ejecutivo

En este documento se presenta un resumen de la **Primera Etapa** del proyecto **Plan de Adaptación al Cambio Climático para el municipio de Vitoria-Gasteiz** (PACC-Vitoria).

Según la bibliografía internacional (Naciones Unidas, Unión Europea, etc.), el diseño de un Plan de Adaptación al Cambio Climático (CC) municipal debería contemplar los siguientes focos de actuación: la creación de un mecanismo institucional de desarrollo y puesta en marcha del plan, la evaluación del cambio climático, la evaluación de los escenarios sociodemográficos y socioeconómicos a escala local/regional, la cuantificación de los impactos y riesgos asociados a un clima cambiante, y la articulación de la intención de actuar (Plan Nacional de Adaptación al CC de la OECC, 2010).

El desarrollo de este proyecto hace que Vitoria-Gasteiz sea pionera una vez más, ya que es el primer municipio español que ha empezado a aplicar localmente las directivas nacionales e internacionales de adaptación al CC. En esta ocasión, en el marco de un convenio firmado entre el Gobierno Vasco, el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz y Tecnalia.

Así, el objetivo de la primera etapa de trabajo, cuyos resultados y conclusiones más relevantes se presentan en este documento, es la presentación de una **propuesta de priorización de sectores de actividad** del municipio de Vitoria-Gasteiz basado en un análisis de la vulnerabilidad de los mismos al CC, diseñado y desarrollado dentro de la unidad de Medio Ambiente de Tecnalia, a partir de sus áreas de conocimiento, competencias y capacidades (proyecto Eortek K-Egokitzen) para la articulación con la actual revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Vitoria-Gasteiz.

Tanto la metodología como el trabajo desarrollado en esta etapa ha estado guiado por los siguientes principios generales: un planteamiento abierto y flexible, el aprovechamiento de las sinergias con otras políticas y procesos, la coordinación entre los diferentes equipos de trabajo y de gestión, la transferencia de los avances y conocimientos adquiridos a los agentes claves y la implicación de los mismos en el Plan.

El proceso para alcanzar el objetivo propuesto se ha estructurado en torno a dos tareas principales, que definen también el esquema de este informe: Una evaluación de las evidencias del cambio climático (Fase I) y el análisis de la vulnerabilidad por sectores (Fase II).

En este apartado se destacan los resultados y conclusiones más relevantes de este trabajo, agrupadas en torno a las tareas principales que se han desarrollado.

En relación con la **evaluación de las evidencias del CC**, se parte de la elaboración de unos escenarios climáticos a escala regional (CAPV) basados en temperatura, humedad y precipitación (Tarea 1.1) en los que a partir de un análisis del contexto climático regional se realizan unas proyecciones futuras de temperatura y precipitación para la

CAPV. Estos escenarios se complementan con una evaluación del clima urbano actual que se plasma en unos mapas térmicos 2D del municipio de Vitoria-Gasteiz (Tarea 1.2). Para finalizar con un análisis de tendencias climáticas y escenarios futuros a escala urbana (Tarea 1.3).

En relación con los **escenarios climáticos** nos gustaría destacar en primer lugar que la generación de las *proyecciones meteorológicas futuras a escala regional* se realizan para la contextualización del impacto del cambio climático en la región vasca sobre la climatología local. Bajo el escenario de emisiones A1B descrito por el Panel Intergubernamental del cambio climático, a través de la selección de varios modelos regionales de clima se obtiene una horquilla de resultados de escenarios futuros de temperatura. Así, se obtiene una tendencia de cambio global en un contexto de cambio local, a cuyo efecto climático ha de añadirse el efecto que causa la ciudad en el clima local. Entre los modelos seleccionados, los modelos PROMES y CLM son los modelos que mejor se ajustan a las observaciones para esta área geográfica.

La tendencia futura indicada por todos los modelos, tanto en invierno como en verano, es un aumento de las temperaturas extremas de 3 °C. Además:

- En **invierno**, a partir del 2020, comienzan a disminuir más rápidamente el umbral de las temperaturas mínimas, el número de días helados y el número de olas de frío, que pueden, incluso, desaparecer, según la mitad de los modelos.
- En **verano** aumenta a lo largo del siglo XXI el umbral de las temperaturas máximas. Las olas de calor no son mucho más frecuentes, pero sí más duraderas, de modo que hasta el 2020 corresponden al 12% de los días del verano, a partir del 2020 al 16% y en las tres últimas décadas puede llegar al 22%, si bien la temperatura involucrada en las olas de calor se mantiene prácticamente constante.

Respecto a los análisis del **Clima Urbano**, que incluyen el **Mapa Térmico**, destacamos que los modelos de ciudad existentes permiten caracterizar la heterogeneidad climática de una ciudad, identificando tipos de estructura urbana donde el efecto de Isla de Calor es mayor, como es el caso del de las calles cuya relación alto/ancho es mayor, y cuyo entorno, además, posee una escasa vegetación. Esta tipología en los escenarios definidos puede asociarse a un mayor estrés térmico y, por lo tanto, a la posibilidad de una mayor incidencia de problemas de salud en situaciones de olas de calor. Estos modelos, además, permiten localizar áreas con alto estrés, tanto térmico como relativo a la calidad de aire, permitiéndonos realizar una evaluación de la repercusión (beneficios) de la aplicación de una medida de adaptación o de un nuevo diseño urbano.

El *mapa térmico de Vitoria-Gasteiz* nos ha permitido identificar zonas generales de esta ciudad donde previsiblemente, según la modelización realizada, las variaciones climáticas esperables pueden tener una incidencia mayor, como son los polígonos industriales y el casco histórico. Sería aconsejable llevar a cabo en estas zonas estudios específicos y para conocer en detalle el alcance de esta posible afección.



Otra de las conclusiones generales de este trabajo es la necesidad de seguir trabajando e investigando en relación al clima urbano con objeto de aumentar la exactitud de los resultados. Una de las líneas futuras de interés es la mejora climática asociada a la vegetación en nuestros entornos urbanos.

A pesar del alto grado de incertidumbre que acompaña a las tendencias y/o escenarios futuros en relación al aumento de temperatura, cambio en el régimen de las precipitaciones, subida del nivel del mar, etc. asociados al CC, es necesario comenzar a actuar para adaptarse a los impactos, sobretodo si se tiene en cuenta que en las simulaciones de todos los modelos de circulación global se proyecta la misma tendencia. Un paso previo imprescindible para comenzar a actuar es conocer la vulnerabilidad de los diferentes sectores posiblemente afectados por los cambios del clima que se prevén. La metodología que se ha definido en este proyecto pretende dar respuesta a esta necesidad, la cual cumple con **especificaciones de un modelo de evaluación de la vulnerabilidad** desarrollado por Tecnalía, siguiendo las tendencias científicas actuales (p.e.: IPCC). Este modelo se ha desarrollado específicamente para este proyecto ya que no existe ningún método aceptado de forma general para la definición de medidas de adaptación a partir de una evaluación de la vulnerabilidad, y, en especial, partiendo de una especificación concreta y novedosa de este proyecto que consiste en valorar, no elementos físicos, sino sectores de actividad del municipio.

La metodología desarrollada está dirigida a evaluar la vulnerabilidad al CC en los sectores del municipio de Vitoria-Gasteiz. Esto no es un fin en sí mismo, sino un medio que nos ha permitido establecer una serie de prioridades de actuación (objetivo último de esta primera etapa del proyecto) basada en la identificación de áreas, sectores o elementos claves de los mismos especialmente sensibles o vulnerables a los cambios esperados en el clima de Vitoria-Gasteiz. Esta priorización debería orientar la definición futura de medidas de adaptación al CC en el municipio de Vitoria-Gasteiz que articularán su PACC (segunda etapa del proyecto), permitiendo apoyar y orientar las políticas municipales de lucha contra el CC.

Antes de presentar los resultados más relevantes de este trabajo, se debe señalar que las valoraciones que se plantean para llevar a cabo la evaluación de vulnerabilidad al CC del municipio de Vitoria-Gasteiz se hacen situándonos en la peor situación posible **-principio de precaución-**. Y así, se considera que para el 2050 las temperaturas máximas en verano se incrementan 2,9°C (con una desviación de 2-3 °C), y en invierno las mínimas extremas suben 1,8°C (con una desviación de 2-3 °C) y disminuye la ocurrencia de los episodios de olas de frío. Y siguiendo este principio se estima que para el 2100 el aumento de las temperaturas máximas es de 4,7°C (con una desviación de 2-3 °C), en verano y disminuyen las precipitaciones hasta un 50%, y en invierno las temperaturas mínimas extremas suben 3°C (con una desviación de 2-3 °C), y las precipitaciones aumentan hasta en un 20%.

Los resultados más destacables de la aplicación de esta metodología en el municipio de Vitoria-Gasteiz son:

- La inmensa mayoría de los elementos clave de los sectores de actividad de Vitoria-Gasteiz muestran una **vulnerabilidad actual media**. Dos de los cuatro

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

elementos que tienen *alta vulnerabilidad* actual son del medio natural y corresponden a recursos hídricos (acuífero y humedal de Salburua), lo cual es lógico. Los otros dos pertenecen al medio urbano (comercio y hostelería y casco histórico).

- El *humedal de Salburua* y el *acuífero* se asocian a una alta vulnerabilidad por la alta exposición y la alta sensibilidad a las variaciones de temperatura y precipitación, tanto en relación a sus funciones de regulación (hídrica, procesado de residuos, etc.) como de hábitat y de regulación biológica. Se trata de recursos hídricos cuya cantidad y calidad pueden verse alteradas en gran medida. El humedal por sus dimensiones y el entorno dónde se localiza, cercano al principal núcleo urbano de Vitoria-Gasteiz, y el acuífero por tratarse ya de un elemento con un elevado estrés por contaminación. Por su claro carácter vinculado al agua, ambos pueden ser objeto de una sobreexplotación debida a un uso intensivo en actividades agrícolas, urbanas e industriales. Ambos elementos también muestran una baja capacidad de respuesta, posiblemente porque su adaptación a los cambios en cantidad y calidad de agua precise de un tiempo más prolongado.
- La alta vulnerabilidad del *comercio y hostelería* puede ser debida a que es un elemento sensible a pequeñas variaciones, debidas o no al clima, y con poca capacidad de respuesta. Por lo general, se trata de actividades económicas pequeñas, situadas en edificios de cierta antigüedad, para las que cualquier inversión extra (por ejemplo, aclimatación de los locales) puede suponer un gasto no asumible. Además, en relación con las precipitaciones extremas su impacto puede ser mayor al localizarse fundamentalmente en las plantas bajas de los edificios.
- El *casco histórico* muestra una alta vulnerabilidad principalmente debido a que en el se da una mayor concentración de algunos de los grupos vulnerables al CC de la ciudad (personas mayores, con escasos recursos económicos, inmigrantes), a lo que deberían añadirse las características edificatorias, al ser edificios muy antiguos y englobados dentro de una figura de protección urbanística. Además, esta es una de las zonas donde la isla de calor es más acentuada, posiblemente debido al efecto de vista del cielo y a la escasa vegetación existente.
- La vulnerabilidad al CC de los sectores de Vitoria-Gasteiz se incrementa sustancialmente, y así para el 2100 la mayoría de los sectores y sus elementos muestran una **vulnerabilidad futura alta**. Esto se debe a que en el futuro a la mayoría de elementos claves se los asocia valoraciones de exposición y sensibilidad altas. Estas dos dimensiones, como se recordará, se combinan aditivamente incrementando la vulnerabilidad. En cambio las valoraciones de la capacidad de respuesta futura son medias o, incluso, bajas.



### Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

- Los elementos que muestran una alta vulnerabilidad pertenecen a diferentes áreas y sectores de Vitoria-Gasteiz, aunque son más abundantes los del medio urbano y principalmente los de los sectores de infraestructuras básicas y de la comunicación, y actividades económicas. Los ECs más vulnerables en el futuro del área de sociedad y gobernanza (educación y servicios de asistencia social y de salud) se asocian con grupos que pueden resultar especialmente vulnerables al CC como infancia y adolescencia, mayores, inmigración...
- Los ECs con capacidad de respuesta alta en el futuro corresponden, por lo general a los que tienen una vulnerabilidad futura menor.
- Los resultados de la vulnerabilidad **actual** nos indican que resulta **prioritario actuar** sobre el **área de medio natural**, ya que es el que muestra mayores grados de vulnerabilidad, principalmente en relación a los recursos hídricos.
- Ahora bien, cuando se consideran la vulnerabilidad actual y futura, se constata que si bien es **prioritario actuar** sobre el medio natural, también lo es el actuar en las otras dos áreas (medio urbano y sociedad), ya que estas resultan aún algo más vulnerables que la primera en 2100. Lo mismo se constata al centrarnos en **sectores o sus elementos claves**, ya que, por lo general, los de menor vulnerabilidad actual muestran incrementos más elevados de la vulnerabilidad en el futuro que los hace situarse casi a la par que los más vulnerables inicialmente.
- En relación a la **priorización de los elementos claves** destacar que:
  - Los ECs cuya vulnerabilidad casi no varía corresponden a los dos con mayor vulnerabilidad actual (acuífero, y comercio y hostelería) y algunos más del medio natural, como el anillo verde; la flora y fauna amenazada; los montes altos de Vitoria y bosques islas; y los ríos, arroyos y masas de agua superficiales. Una explicación pausable de esto es que se trata de sistemas que evolucionan lentamente adaptándose a los cambios.
  - Los ECs que más incrementan su vulnerabilidad son el transporte de mercancías; los servicios de salud; el aeropuerto; las zonas verdes y espacios públicos; y la población.
    - En el caso de los *servicios de salud*, por ejemplo, se aprecia que la tendencia en exposición y sensibilidad de las instalaciones, trabajadores o usuarios al aumento de temperatura, principalmente, es incremental. Además, la capacidad de respuesta que era media se mantiene o disminuye, ya que se considera que los usuarios cada vez serán mayores y habrá menos recursos destinados a los servicios públicos de salud.
  - También hay elementos cuya vulnerabilidad se reduce. Uno es el casco histórico, posiblemente por las políticas y planes específicos que le competen, ya que se ha considerado que su capacidad de respuesta

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

aumenta con el tiempo. El otro es el sistema de captación, tratamiento y distribución de agua, que también mejora su capacidad de adaptación al estar implementando ya políticas que van en este sentido. En estos elementos se está trabajando ya en acciones o medidas que suponen una mayor capacidad de respuestas al CC de estos elementos en el futuro.

Además, es necesario indicar algunas líneas de mejora que pueden constituir trabajos futuros:

- La incorporación de *ponderaciones* de sectores, elementos claves o sub-elementos o funciones creemos que ayudaría a perfilar algo más nuestra propuesta de priorización, pero esto no ha podido llevarse a cabo en esta primera etapa del proyecto.
  - En nuestra propuesta se ha considerado que la importancia de cada uno de los elementos analizados, sean sectores, elementos claves o sub-elementos, era igual que la de los demás, es decir, no se han ponderado.
- Es importante acometer un trabajo conjunto y consensado a la hora de definir el número y características de los elementos clave, ya que de ello dependerá que puedan llegar o no a ser incluidos en grupos más o menos vulnerables. Por ejemplo, el elemento Montes de Vitoria y bosques-isla está formado por dos sub-elementos cuya sensibilidad frente a estresores climáticos y no climáticos es bastante diferente.

Un aspecto que nos gustaría destacar especialmente es la **participación de diferentes grupos y agentes municipales de muy diversas disciplinas** y su valiosa aportación en las diferentes tareas desarrolladas a lo largo de todo el proceso en esta primera etapa del proyecto.

Los resultados correspondientes a esta primera etapa se espera que tengan continuidad en una segunda. La **segunda etapa** de este proyecto constituiría el **propio desarrollo del Plan de Acción ante el CC de Vitoria-Gasteiz**, centrada específicamente en la “**Gobernanza Adaptativa**”, es decir, en la respuesta que la sociedad debería dar para adaptarse al CC.

## Contexto

Si bien tradicionalmente los esfuerzos en la lucha contra el cambio climático se han orientado hacia la mitigación (principalmente a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>) cada vez está cobrando mayor fuerza la necesidad de conocer, tal y como dice el Panel Internacional para el Cambio Climático (IPCC) como elemento crucial para diseñar estrategias eficaces, eficientes y efectivas de adaptación, “el grado en el que un sistema es incapaz de asumir los efectos adversos del cambio climático incluyendo variabilidad climática y eventos extremos asociados” (IPCC, 2007).

La reducción de la vulnerabilidad, y el incremento de la capacidad adaptativa y la resiliencia de los sistemas ante los efectos del cambio climático han ido ganando prioridad en las principales agendas políticas internacionales y se ha ido generando una corriente muy fuerte de iniciativas relativas a la adaptación que también aparecen en el País Vasco:

- Se ha elaborado el documento base del **Plan Vasco de Lucha contra el Cambio Climático (PVLCC)** denominado “Análisis de la Vulnerabilidad y Adaptación frente al Cambio Climático en la CAPV: Medidas de Adaptación” (Junio 2007).
- El **Plan Vasco de Lucha contra el Cambio Climático (2008-2012)**.
- La **Oficina Técnica de Cambio Climático** creada en 2006 por iniciativa de IHOBE durante el proyecto STOP CO2-Euskadi.
- El **Plan de Lucha Contra el Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz (2010-2020)**, destacando entre sus objetivos específicos el aumento de la concienciación pública, y la prevención y preparación ante el cambio climático.

En las iniciativas anteriores se pone de manifiesto la necesidad de definir y evaluar los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático de los sectores económicos, y de los sistemas sociales y ecológicos. La adaptación anticipadora o proactiva se plantea como la clave para minimizar los impactos en los ecosistemas, la salud humana, el desarrollo económico, las propiedades y las infraestructuras. Además, posibilita la obtención de ventajas competitivas y beneficios económicos de aquellos que lideren estrategias y tecnologías de adaptación.

El último informe del IPCC en 2007 prevé una amplia gama de impactos algunos de los cuales se dejarán notar en el entorno de la llanada alavesa:

- Incremento de la intensidad de la meteorología extrema incluyendo fuertes lluvias, tormentas de nieve y tornados.
- Incremento de las pérdidas económicas por el aumento de indemnizaciones frente a eventos extremos.
- Incremento de las olas de calor, frío y “smog”.
- Aumento de la incidencia y extensión de las sequías e incendios asociados.

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

- Reducción del acceso al agua potable, descenso de los niveles de embalses y retroceso de la cobertura de nieve.
- Exposición de las poblaciones a vectores de enfermedades antes confinadas en zonas tropicales.
- Expansión de las plagas de insectos que afectan a la producción agrícola y a los bosques.
- Incremento del estrés y deterioro de los hábitats y ecosistemas vulnerables.

En las ciudades, estos impactos tendrán un efecto negativo (vulnerabilidad) en el abastecimiento y depuración del agua, la distribución energética y los sistemas de transporte. Dañarán edificios, infraestructuras y zonas verdes e incrementarán enfermedades y muertes en la población vulnerable. Las pérdidas en poblaciones urbanas y en la economía causadas por eventos extremos en los últimos años ponen de manifiesto la vulnerabilidad del medio urbano independientemente de un potencial clima cambiante.

El “Libro Verde de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - Adaptación al cambio climático en Europa: Opciones de actuación para la UE” del 29/06/2007 se traspuso en el español “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, Marco para la coordinación entre Administraciones Públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático” y a su vez en estrategias autonómicas como el “Plan Vasco de Lucha contra el Cambio Climático”. Asimismo, en abril del presente año se aprobó el Libro Blanco de Adaptación al cambio climático que, además de hacer una revisión específica de diferentes sectores, plantea crear una base de conocimiento suficiente e integrar la adaptación al cambio climático en el resto de políticas. Sin embargo, no consta que ningún municipio español haya aplicado estas directivas y orientaciones de forma estructurada a escala local. En esta ocasión, Vitoria-Gasteiz es nuevamente pionera a nivel nacional en el marco del convenio firmado entre el Gobierno Vasco, el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz y Tecnalia.

### Enfoque y criterios

El presente informe tiene por objeto presentar una propuesta de trabajo y acciones específicas para poner en marcha un Plan de Adaptación al Cambio Climático (PACC-Vitoria), partiendo de las áreas de conocimiento, competencias y capacidades de la Unidad de Medio Ambiente de Tecnalia, entre lo que es destacable el proyecto Etorrek K-Egokitzen. Lo cual se pretende articular con la actual revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Vitoria-Gasteiz.

El diseño y desarrollo estará guiado por los siguientes principios generales:

1. Un Planteamiento abierto y flexible, para que pueda ser adaptado a las diferentes situaciones que puedan surgir en su desarrollo, de manera que se responda en cada caso de forma óptima.

2. El aprovechamiento de las sinergias con otras políticas y procesos.
3. La coordinación entre los diferentes equipos de trabajo y de gestión para facilitar la transparencia y transferencia de información y conocimiento.
4. La transferencia de los avances y conocimientos adquiridos a los agentes clave (ciudadanía, asociaciones, actores económicos...), y la implicación de los mismos en el Plan.

La aplicación de estos principios implica una ruptura con la inercia, un reto de reforma, de modernización, de innovación, reto que solo podrá lograrse con éxito a través de la alianza de los gobiernos (locales) con sus respectivas comunidades. Por ello, partimos de un planteamiento holístico y sistémico, donde la coordinación-participación la entendemos como un proceso continuo y no como acciones puntuales inconexas entre sí.

## ¿Qué es un Plan Local de Adaptación al Cambio Climático?

Según la bibliografía internacional y diferentes guías metodológicas de referencia (Naciones Unidas, Unión Europea), el diseño de un Plan de Adaptación al Cambio Climático municipal debería contemplar los siguientes focos de actuación.

- *La creación de un mecanismo institucional de desarrollo y puesta en marcha del Plan.* La adaptación requiere conocimiento local, competencias locales y capacidad local de gobierno. Precisa de una comunidad informada, organizada y con capacidad de actuar. Una de las etapas más críticas en el desarrollo del proceso de adaptación es el establecimiento de un mecanismo institucional para desarrollarlo e implementarlo. Debe contarse por tanto con algún tipo de mecanismo que asegure la colaboración de los sectores relevantes, por ejemplo, comité inter-departamental o de coordinación, al igual que ocurre en otros ámbitos de la gestión local, como las agendas 21. Este tipo de mecanismos deberán expresar la naturaleza interinstitucional e intersectorial del cambio climático, y por ende, facilitar espacios de integración de los diversos actores y sectores relevantes para la adaptación (y mitigación) del cambio climático.
- *La evaluación del cambio climático.* Cada municipio presenta unas necesidades y capacidades de adaptación que responden a las condiciones locales particulares y por ello debe superar limitaciones de carácter local. El conocimiento del clima del municipio presente y futuro es un pilar fundamental en el que debe apoyarse cualquier política de adaptación.
- *La evaluación de los escenarios sociodemográficos y socioeconómicos a escala local/regional.* Además de los escenarios futuros de clima, deben tenerse en cuenta los escenarios sociales y de uso del territorio a corto y medio plazo.
- *La cuantificación de los impactos y riesgos asociados a un clima cambiante.* Los impactos potenciales del cambio climático varían de una región a otra e incluso

### Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

dentro de una misma región. Se debe hacer una caracterización sectorial de impactos ad hoc y un pre-análisis de la vulnerabilidad potencial a dichos impactos por sector. Estos análisis pueden complementarse transversalmente con la valoración del grado de pérdida y una evaluación del coste de los riesgos directos e indirectos (económica e impacto en otros sectores) para el clima presente y futuro. En esta etapa se debe ser realista y tener en cuenta que existen limitaciones importantes en el estado de conocimiento de la respuesta de los sectores y sistemas a un potencial cambio climático. Se debe, por tanto, hacer una selección de los potenciales impactos a abordar y para estos hacer un plan de priorización de actuaciones y un programa de actuación tras un análisis en profundidad adecuado.

- *La articulación de la intención de actuar.* Esta fase debe permitir la implementación del programa diseñado, su seguimiento en el marco de las políticas municipales y supra-municipales, en las que se integra, permitiendo la identificación de lagunas de conocimiento que más tarde puedan abordarse.



## Estructura del presente informe

Este informe se enmarca dentro del proyecto del Plan de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz -PACC-Vitoria- cuyo objetivo es el desarrollo de un plan de adaptación al cambio climático (CC) para el municipio de Vitoria-Gasteiz. Y en el se recogen los resultados de la primera etapa del trabajo.

El objetivo de esta primera etapa de trabajo es la presentación de una propuesta de priorización de sectores de actividad del municipio de Vitoria-Gasteiz en función de la vulnerabilidad de los mismos al CC.

El proceso para alcanzar el objetivo propuesto se ha estructurado en torno a dos tareas principales, que definen también el esquema de este informe: Una evaluación de las evidencias del cambio climático (Fase I) y el análisis de la vulnerabilidad por sectores (Fase II).

En relación con la evaluación de las evidencias del CC, se parte de la elaboración de unos escenarios climáticos a escala regional (CAPV) basados en temperatura, humedad y precipitación (Tarea 1.1) en los que a partir de un análisis del contexto climático regional se realizan unas proyecciones futuras de temperatura y precipitación para la CAPV. Estos escenarios se complementan con una evaluación del clima urbano actual que se plasma en unos mapas térmicos 2D del municipio de Vitoria-Gasteiz (Tarea 1.2). Para finalizar con un análisis de tendencias climáticas y escenarios futuros a escala urbana (Tarea 1.3).

La segunda parte de este informe recoge el análisis de vulnerabilidad de los sectores de actividad de Vitoria-Gasteiz (Fase II). Para llevar a cabo este análisis, primero se ha realizado una definición de sectores para este municipio (Tarea 2.1), después se ha desarrollado la metodología de evaluación de la vulnerabilidad al CC de los sectores de Vitoria-Gasteiz (Tarea 2.2), describiendo tanto el marco teórico de partida como el proceso metodológico diseñado. Una vez diseñada la metodología, se realiza una propuesta de priorización de sectores de actividad de Vitoria-Gasteiz (Tarea 2.4).

## Fase 1: Evaluación de las evidencias del cambio climático

Para la realización de estudios climáticos y de generación de escenarios futuros a escala urbana es necesario un análisis exhaustivo incluyendo diferentes perspectivas y factores externos. Es decir, los flujos globales dominantes juegan un papel muy importante a la hora del estudio del clima regional; y además, el microclima generado en una ciudad está directamente vinculado a la situación climática de la zona. Por lo tanto, con el fin de conocer los riesgos y la vulnerabilidad ocasionada por el cambio climático asociada a una ciudad, es necesario incluir las variables anteriormente mencionadas. Dicho esto, son varias las etapas llevadas a cabo en la realización de esta Fase 1 del Plan de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz, centrada en la Evaluación de las evidencias del cambio climático (a partir de ahora CC).

Centrándonos en el estudio científico realizado, se ha comenzado por describir el flujo climático dominante en la Comunidad Autónoma Vasca (CAV) y los factores clave que influyen a nivel regional. Además, se describen aquellos conceptos técnicos, modelos y medidas utilizadas, así como la metodología desarrollada para este estudio.

La generación de escenarios a escala regional juega un papel importante, por lo que es necesario adentrarnos en ellos antes de evaluar la situación en Vitoria-Gasteiz. Por este motivo, se han desarrollado distintos escenarios meso-escalares, los cuales han sido analizados a través de indicadores climáticos. Estos indicadores estiman los episodios extremos que tendrán lugar en proyecciones futuras para variables meteorológicas clave como son: temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y humedad.

Para la generación de las proyecciones futuras a escala urbana, es necesario también llevar a cabo una evaluación previa de la situación actual. Para ello, se ha elaborado un mapa térmico de Vitoria-Gasteiz, en el que se analiza la isla de calor en diferentes estaciones del año y donde se ponen de manifiesto los puntos calientes (*“hot-spots”*) de la ciudad sobre la base a una clasificación de áreas con propiedades termodinámicas y características físicas similares.

Una vez que disponemos de la generación de los escenarios regionales y con el apoyo del mapa térmico de la ciudad (situación actual), se pueden generar los escenarios futuros, a escala urbana, para Vitoria-Gasteiz. Los escenarios futuros para Vitoria-Gasteiz se definen con los mismos indicadores climáticos utilizados en el análisis a meso-escala. En estos escenarios, como era de esperar, aparece una tendencia climática similar a la de la región, o incluso más pronunciada.

La generación de los escenarios climáticos, tanto a escala regional como a escala urbana, está basada en los diferentes escenarios definidos por el IPCC (<http://www.ipcc.ch/>). Estos escenarios definen hipotéticas situaciones futuras con un abanico de impactos en diferentes campos: impacto en los movimientos de población, fluctuaciones en la economía, impacto en el medio ambiente, en la tecnología y en la Globalización. Los escenarios en los que nos hemos basado son: el escenario de

impacto moderado A1B del IPCC SRES que corresponde a un escenario de globalización que pone el énfasis en la riqueza humana, mientras que para la generación de los escenarios urbanos se han tenido en cuenta tres de los cuatro escenarios de referencia del IPCC: el A1B, como escenario moderado, el escenario A2, escenario drástico con una involución en el desarrollo (reducción en el crecimiento de los factores), y el escenario B1, en el que se da un aumento drástico en los campos definidos anteriormente.

Escenario	Población	Economía	Medioambiente	Equidad	Tecnología	Globalización
A2	↗	↗	↘	↘	↗	↘
B1	↗	↗	↗	↗	↗	↗
A1B	↗	↗	↗	↗	↗	↗

Además, el escenario A2 se diferencia del anterior por su carácter regional, mientras que el B1 se diferencia de los anteriores en su énfasis en la sostenibilidad y equidad. La consideración de estos diferentes escenarios da como resultado un análisis con un rango de incertidumbre más robusto.

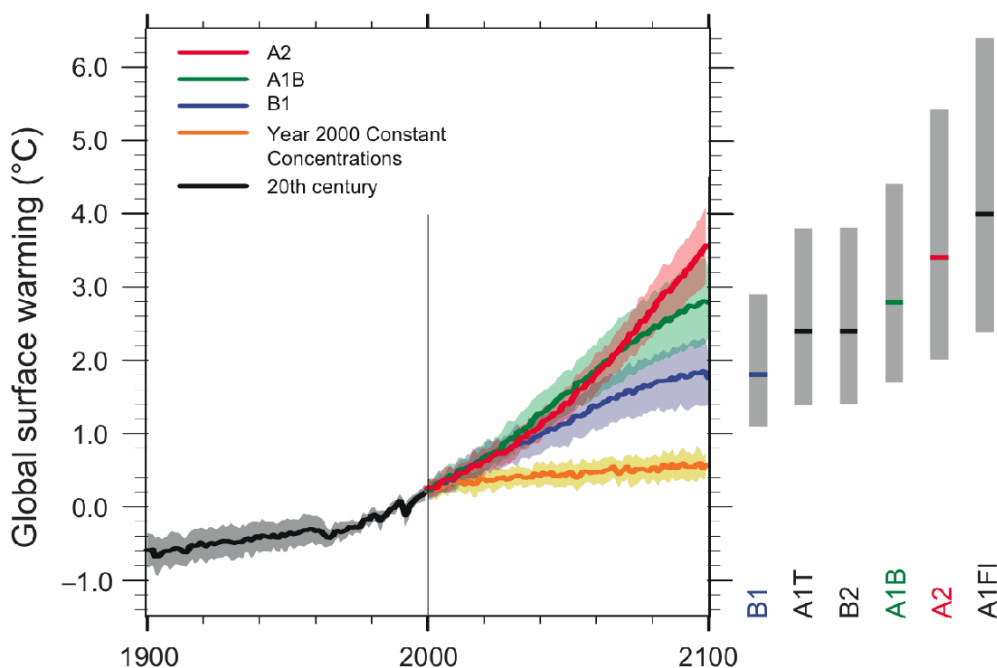


Figura 1.0. Medias multi-modelos e intervalos estimados del calentamiento global en superficie entre 1900-2099 (IPCC, 2007)

Los tres escenarios anteriores predicen un aumento de las temperaturas a lo largo del siglo XXI, siendo este aumento mayor para el año 2100 con el escenario A2, seguido por el A1B y después por el B1. Es decir, el escenario A1B predeciría un calentamiento global de la superficie intermedio, pero más semejante al A2.

Esto conlleva que el resultado de los impactos en las variables meteorológicas analizadas a nivel regional, basadas en un escenario único y moderado, sea mayor que los de los escenarios urbanos, basados estos en tres escenarios diferentes moderados y drásticos tanto en el crecimiento como en la involución de este.

Este capítulo centrado en las evidencias del CC finaliza con un estudio de los tipos de tiempo, para el que se ha desarrollado y aplicado una metodología basada en una clasificación de tipos de día característicos de Vitoria-Gasteiz, para después trasladar estos resultados a las proyecciones futuras, estimando los cambios en el clima con las mismas tendencias obtenidas anteriormente. Con ello se pretende conseguir una mayor fiabilidad en los resultados, y así contribuir a la reducción de la incertidumbre de las tendencias climáticas definidas en este trabajo.

## **Tarea 1.1 Escenarios climáticos a escala regional (CAPV) basados en temperatura, humedad y precipitación**

### **Contexto climático regional**

La Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) está situada geográficamente en el área donde confluyen varios flujos de circulación atmosférica global (flujos dominantes a gran escala) provenientes de diferentes vertientes. Por ello, para analizar el clima regional, se debe estudiar la influencia meteorológica a escala sinóptica; es decir, la influencia del clima a una escala de longitud horizontal del orden de los 1.000 kilómetros.

La CAPV está emplazada en la banda de transición entre los flujos dominantes: los vientos del oeste (“westerlies”), el frente Polar y el anticiclón de las Azores. Los “westerlies” son los vientos constantes, cuya dirección, de oeste a este en latitudes subtropicales y medias, pone de manifiesto la influencia moderadora en el clima de la CAPV, aportando numerosas masas de aire húmedo. Debido al frente Polar, el aire cálido procedente de los anticiclones subtropicales (“westerlies”) colisiona con los aires fríos procedentes de los anticiclones polares en la banda de transición donde está situada esta región. Este fenómeno juega un importante papel en la oscilación térmica a lo largo de toda la Comunidad; además, el anticiclón de Siberia causa numerosas heladas en periodo invernal.

El anticiclón de las Azores es el centro de acción y suele situarse sobre todo en el mar Cantábrico provocando inviernos secos, templados y eliminando las borrascas que aparecen. Cuando se producen situaciones de viento “Föhn” (característicos vientos del norte) las temperaturas pueden ascender hasta 35 °C. El aire húmedo asciende por las laderas montañosas donde descarga su humedad en forma de precipitación y desciende cálido y seco. Al ser la CAPV una zona costera, a escala regional (meso-escala), el clima esta fuertemente influido por su proximidad al mar Cantábrico y la irregular orografía: presenta cordilleras de hasta 1500 m y en zonas con una pendiente de hasta 20º que atraviesan la región de norte a sur.

## Datos y Métodos

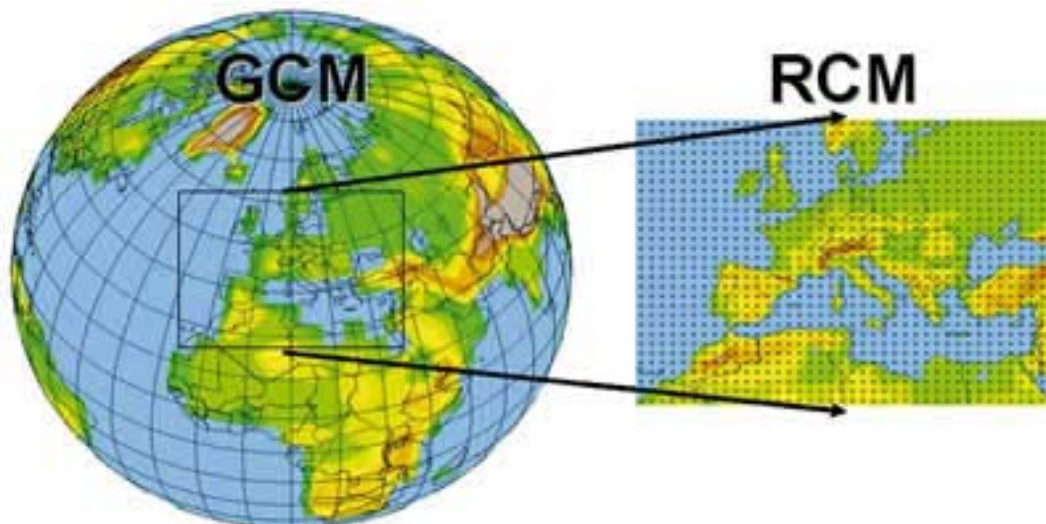
La situación climática tan cambiante en la que vivimos, el rápido desarrollo y crecimiento de las ciudades, las migraciones de población a núcleos urbanizados, etc. conllevan la necesidad de evaluación del impacto que estas variaciones pueden causar en el clima local e incluso la influencia al clima regional. El estudio de la situación actual, como de escenarios futuros, juega un papel importante sobre todo desde un enfoque de estrategias de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Dentro de la comunidad científica, las herramientas principales que se utilizan, y que están en continuo desarrollo, son los llamados Modelos de Circulación General (MCGs). Estos modelos (Gordon et al., 2000; Stendel et al., 2000) representan el clima a través de simulaciones de flujos de energía, masa y cantidad de movimiento, mediante las ecuaciones primitivas de la dinámica. El clima se simula entre puntos de malla tridimensionales (horizontal en dos direcciones (latitud y longitud) y en la vertical por niveles) que cubren la atmosfera, océanos y las capas superiores de la litosfera y la criosfera. Mediante la combinación de las ecuaciones físicas y matemáticas mencionadas resultan simulaciones de la evolución de los estados atmosféricos. Existen varios MCGs que pueden caracterizarse por tres rasgos principales comunes: la resolución para dar prospección del clima a escala global, la formulación de las ecuaciones físicas y matemáticas, y la configuración del modelo para su compilación y ejecución.

Sin embargo, dado que la resolución de los modelos globales está dada a escala sinóptica, para los estudios de impacto y adaptación al cambio climático, se realizan técnicas de descenso de escala; es decir, se aplican técnicas matemáticas o técnicas de modelización a las salidas de los MCGs y se obtienen un aumento en el número de mallas que cubre la zona de interés. Así, el área de cada celda es menor, simulando de manera más precisa el clima. Estos descensos de escala (conocidos comúnmente como “downscaling”) permiten obtener proyecciones del clima futuro (escenarios climáticos) a meso-escala y a escala local generando los llamados Modelos de Clima Regional (MCR). Un intento de obtener este tipo de escenarios son los Proyectos Europeos EU-FP5 PRUDENCE, EU-FP6 ENSEMBLES y Mistra-SWECIA Project que han realizado un conjunto de simulaciones con modelos de clima regional (MCR) para toda Europa (Figura 1.1).

Los resultados que se presentan en este estudio se han obtenido a partir de las simulaciones del clima actual y de los escenarios de clima futuro a través de varios MCR. El proyecto europeo en donde se enmarcan los escenarios climáticos generados a partir de los MCRs es el proyecto EU-FP6 ENSEMBLES (<http://ensemblesrt3.dmi.dk/>). Los modelos regionales analizados en este estudio son seis con una resolución horizontal de 25 x 25 Km. (área que cubre una celda), generados a partir de tres modelos globales: los modelos regionales HIRHAM y ALADIN son forzados por el modelo global ARPEGE; los modelos regionales RACMO y REMO son forzados por el modelo global ECHAM5-r3 y los modelos regionales PROMES y CLM son forzados por el modelo global HadCM3. La elección de los pares de modelos regionales forzados por el mismo modelo global se ha realizado con el objetivo de estudiar la variabilidad, la

incertidumbre y la influencia de los modelos globales en los regionales para las proyecciones futuras. Además, la elección de diferentes modelos regionales facilita una horquilla de incertidumbres para valorar los diferentes resultados de cada uno y tener una fiabilidad mayor, estimando el cambio climático en los escenarios futuros para varias simulaciones.



**Figura 1.1.** Descenso de escala general de un Modelo Climático Global (Global Climate Model, GCM) a un Modelo Climático Regional (Regional Climate Model, RCM). En el modelo global las mallas cubren tanto la atmósfera como los océanos y tierra. La resolución de los modelos regionales es mayor, las celdas cubren atmósfera, océano y tierra en la región de estudio. [Figura extraída de Google.]

Las salidas de las simulaciones con estos modelos generaron variables meteorológicas de frecuencia diaria para el periodo 1961-2100 utilizando un solo escenario de emisiones IPCC, el escenario de cambio climático A1B (Nakicenovic y colaboradores, 2000) además, en este estudio, las variables modeladas fueron validadas con un reanálisis realizado por cada modelo durante el periodo 1961-1990 por el Centro Europeo de Predicción Climática a Medio Plazo (ECMWF). Sin embargo, antes de realizar el análisis de estas variables, es necesario validar de nuevo las salidas de los modelos con series observadas emplazadas en la región de estudio. Esto es, cada variable meteorológica simulada en cada modelo se compara con las series observadas extraídas a partir de estaciones meteorológicas de toda la región con objeto de verificar cómo se ajustan los modelos a la realidad.

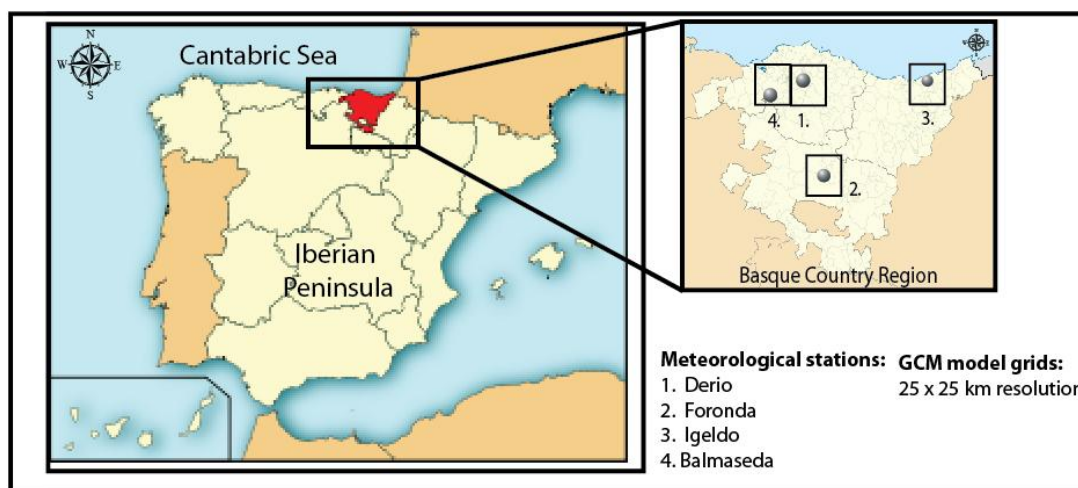
Se denomina periodo de referencia o de control al periodo que el cambio climático todavía no estaba presente, es decir, periodo en el que se asume que no ha habido modificación del clima y las variaciones o anomalías son debidas únicamente a la variabilidad natural del clima. En este estudio el periodo de control es el periodo 1978-2000, ha sido calculado a través de un análisis de tendencias para la CAPV en el caso de temperatura y humedad. Para la precipitación se analiza la serie anual construida mediante agregación de los datos diarios. El periodo de control considerado para esta variable es de 40 años, 1961-2000. El clima “futuro” o modificado en este estudio corresponde al periodo 2001-2100 donde se considera que la señal del cambio



climático es ya apreciable (más información en el informe número 4 del IPCC. El periodo futuro seleccionado se considera el mismo para las tres variables estudiadas: temperatura, humedad y precipitación.

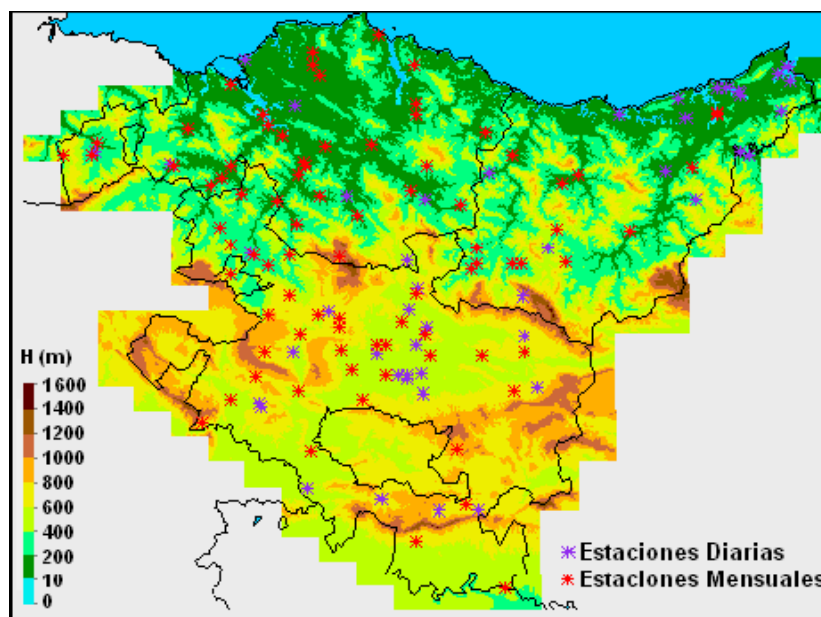
Las variables meteorológicas de las que se proporciona información son la temperatura máxima y mínima diaria a 2 metros de la superficie, la humedad relativa (González-Aparicio e Hidalgo, 2011) y la precipitación (Moncho y colaboradores, 2009). El análisis de clima futuro para la temperatura y para la humedad se centra en los periodos donde las dos variables dan valores extremos más frecuentemente; durante el verano y durante el invierno. Los periodos escogidos son los estándares para estudios climáticos; para verano son los meses de junio, julio y agosto (JJA) y para el invierno son los meses de diciembre, enero y febrero (DEF).

En este análisis los datos simulados escogidos por los modelos de clima regional son comparados y validados con datos de observaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Para la temperatura y humedad se seleccionaron cuatro observatorios que proporcionan suficiente cobertura espacial de la CAPV (Sondika, Foronda, Igeldo y Balmaseda), Figura 1.2.

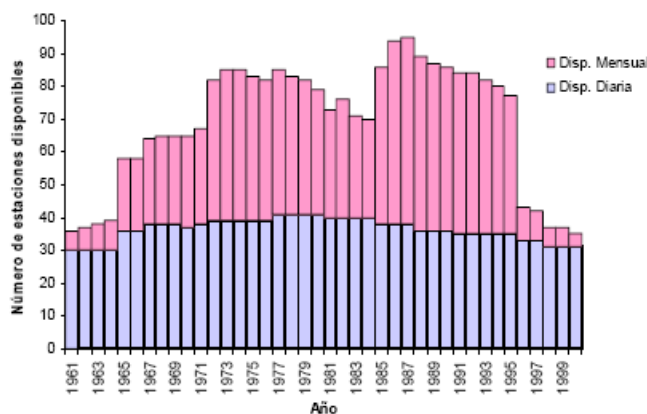


**Figura 1.2.** Puntos correspondientes a las celdas seleccionados para la obtención de la serie de temperatura y humedad regional a partir de los seis modelos regionales obtenidos correspondientes a las estaciones meteorológicas seleccionadas (González Aparicio e Hidalgo, 2011).

Para la precipitación se han utilizado los datos anuales y mensuales de Moncho y colaboradores (2009) procedentes de 132 estaciones de la red de AEMET (Figura 1.3). Sin embargo, la disponibilidad de datos en dichas estaciones depende del año. El número de estaciones útiles varía fuertemente con el tiempo y se obtienen dos períodos con máximos destacables, uno entre 1972 y 1980 y otro entre 1986 y 1995 (Figura 1.4).



**Figura 1.3.** Estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) disponibles para el estudio de la precipitación. Representación en el mapa de la distribución geográfica, donde H representa la elevación en metros respecto el nivel del mar (Fuente: Moncho y colaboradores, 2009).



**Figura 1.4.** Distribución temporal para el período 1961-2000 para las estaciones extraídas de AEMET que se muestran en la Figura 3 (Fuente: Moncho y colaboradores, 2009).

El análisis de las variables meteorológicas para la evaluación del impacto del cambio climático, tanto en el clima presente como en las proyecciones futuras (secciones siguientes), se ha llevado a cabo en base a índices estadísticos. Estos índices fueron estandarizados siguiendo la metodología del proyecto europeo FP5 STARDEX (<http://www.cru.uea.ac.uk/projects/stardex/>) para la evaluación de episodios meteorológicos extremos, es decir, cuantifican anomalías en la amplitud y frecuencia de los eventos extremos ya que son estos, más que los cambios en magnitudes medias, los que tienen un impacto mayor en la sociedad. Por ejemplo, refiriéndose a las

consecuencias sobre la salud humana; se indica que las temperaturas extremas que se repiten durante varios días consecutivos dan lugar a las olas de frío y de calor que favorecen la dispersión de las enfermedades. El campo de la agricultura y de la ganadería se ven también afectados, estando la contaminación atmosférica íntimamente ligada a las variaciones del clima. La interacción de la contaminación generada, sobre todo en las ciudades, y el microclima urbano que se genera es una de las principales causas del cambio climático.

Para la evaluación de los índices de dichas variables hay que tener en cuenta que las temperaturas máximas y mínimas tienen que caracterizar el umbral en donde se definen los episodios de extremos. Para ello, no se debe elegir las temperaturas extremas aisladas o los picos ya que estos no dan ninguna referencia de límite, sino que se deben de cuantificar a través de los percentiles.

Para la temperatura y la humedad, los índices seleccionados se refieren a eventos extremos propios de las estaciones estivales e invernales:

- Los percentiles 10 y 90 de las temperaturas mínimas y máximas diarias para el invierno y verano respectivamente (tmin10p, tmax90p).
- El número de días en los que la temperatura desciende por debajo de cero grados centígrados denominado como índices helados.
- Los índices que describen los eventos de olas de frío y calor relacionados con temperaturas extremas mínimas y máximas durante días consecutivos.
- Para el verano, el índice de confort térmico también llamado Índice de Humedad y de Temperatura (Temperature Humidity Index, THI), que como su nombre indica está relacionado directamente con la humedad relativa y la temperatura máxima.

Sin embargo, para la cuantificación de la precipitación se ha seguido el análisis de la distribución espacial en la precipitación media y su desviación típica, así como el estudio de los eventos de precipitaciones intensas sobre la zona de estudio.

## **Proyecciones futuras de temperatura para la CAPV**

Una vez desarrollada la metodología de análisis para evaluar los modelos regionales seleccionados, puede deducirse de los resultados obtenidos que, para la región de la CAPV, durante el periodo futuro (2001-2100), tanto para invierno (DEF) como para verano (JJA), el aumento de las temperaturas mínimas y máximas se encuentra entre 1°C y 3°C con una desviación estándar respecto a la media de 0.53°C. Como primer estudio, se evalúa la situación climática para el periodo de control (1978-2000) y se obtienen los índices de referencia, de esta manera, a la hora de estudiar los escenarios futuros se obtendrán las anomalías (variaciones) de los índices respecto a este periodo de referencia. La Tabla 1.1 resume las estadísticas básicas realizadas y el resultado de los índices calculados durante el invierno y el verano para diferentes periodos: para el periodo de referencia (1978-2000) y para las proyecciones futuras se analizan

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

diferentes trienios: 2020-2050 y 2070-2100. El resultado esta dado como media de todos los modelos en conjunto para dar una horquilla de incertidumbres más amplia.

**Tabla 1.1.** Estadísticas básicas obtenidas de los resultados de los índices para el cálculo de los seis modelos regionales seleccionados en conjunto para la CAPV. Índices dados para el periodo de referencia y para dos escenarios futuros diferentes, mediados de siglo (2020 2050) y para finales de siglo (2070 2100).  
(González Aparicio e Hidalgo 2011)

Índices	periodos	media conjunta	desviación típica conjunta
Tmin(P10) (°C)	1978-2000	-4,4	0,4
	2020-2050	-1,9	0,7
	2070-2100	-1,3	0,6
Número de días helados	1978-2000	25	0,5
	2020-2050	15	2
	2070-2100	7	2,5
Tmax(P90) (°C)	1978-2000	33,9	0,4
	2020-2050	35,8	1,3
	2070-2100	37,3	1,8

Consecuentemente, la duración y la frecuencia de las olas de frío y calor varían respectivamente. Por ejemplo, durante el periodo de referencia, la media conjunta de todos los modelos simula 5 episodios de olas de frío (Tabla 1.2) variando entre los días involucrados entre 7 y 20 días; es decir, el 15% de los días de la estación de invierno corresponden a las olas de frío. Sin embargo, para el trienio del 2020-2050 la frecuencia media de episodios de olas de frío disminuye a dos, con un total de días involucrados en los episodios entre seis y diez, lo que corresponde al 9% de los días del invierno. A finales de siglo, para el trienio 2070-2100 el resultado varía significativamente entre los modelos.

Mientras que tres modelos ya no predicen ninguna ola de frío (HIRHAM, RAMCO y REMO) los otros tres modelos (CLM, PROMES, ALADIN) predicen una ola de frío por invierno de 6 días de duración. Particularmente, la temperatura involucrada en las olas de frío para todos los periodos estudiados se mantiene prácticamente constante (-6.0°C). Siguiendo la misma conclusión, el índice de duración de las olas de calor (Tabla 1.2) indica que las simulaciones de todos los modelos aumentan en el número total de días de olas de calor y en la frecuencia.

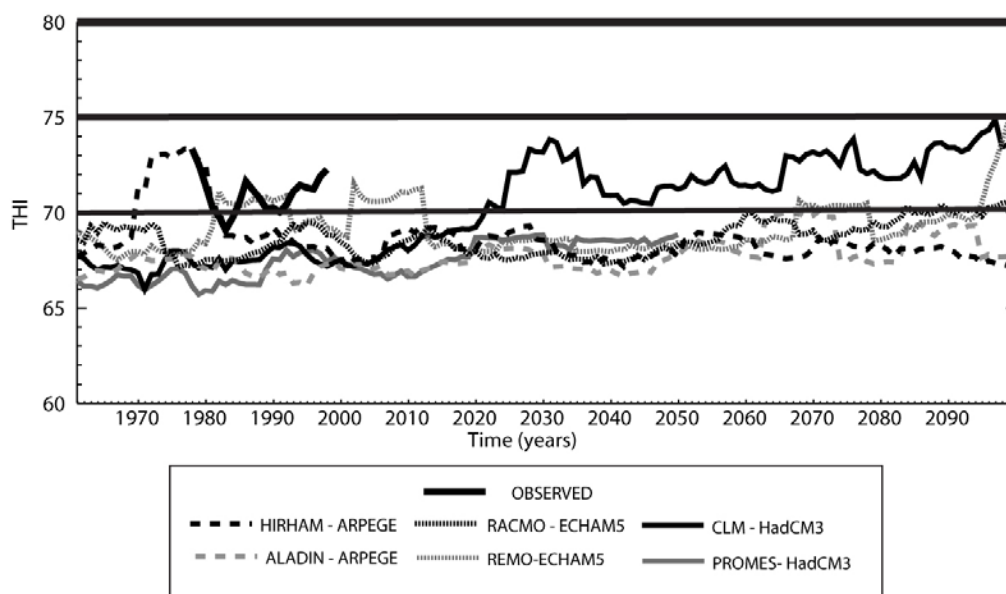
**Tabla 1.2.** Resumen de los episodios de olas de calor para verano y olas de frío para invierno en los diferentes escenarios establecidos.

Periodo	Numero de olas	Días totales	%días de la estación
Invierno			
1978-2000	5	7 a 20	15
2020-2050	2	6 a 10	9
2070-2100	0 o 1	0 a 6	6
Verano			
1978-2000	2 o 3	15	16

Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

2020-2050	4	23	22
2070-2100	5 o 6	25	27

Para el periodo de referencia, se estiman 15 días de olas de calor como media conjunta de todos los modelos y para finales del siglo XXI (2070-2100) se estima 25 días involucrados. En general, el número de días totales en las olas de calor, calculado como la media conjunta de todos los modelos, aumentarán un 30% desde el periodo de referencia hasta el 2100. En este índice, particularmente, la temperatura involucrada en las olas de calor también permanece prácticamente constante en los periodos analizados (32°C). Esta tendencia descrita coincide con otros estudios realizados en otras regiones de Europa como Schär y colaboradores (2004) y Beniston y Díaz (2004).



**Figura 1.5:** Representación del índice de confort térmico (THI) regionalizado para la CAV. Los seis modelos regionales seleccionados comparados con las observaciones durante el periodo de referencia. El THI está limitado por tres umbrales diferentes: El THI = 70 indica que el 10 % de la población se siente incómoda, íntimamente relacionado con la población sensible. El THI = 75 indica que el 50 % de la población siente incomodidad y el THI = 80, entre el 90% y el 100% de la población no se siente confortable.

Por ultimo, el índice de confort térmico (THI), que expresa el grado de incomodidad de la población, muestra para el último tercio del siglo XXI valores entre 70 y 75 unidades de THI (adimensional), como se puede apreciar en la Figura 1.5. El porcentaje de población que siente incomodidad o malestar se incrementa del 10 al 50% cuando el THI pasa de 70 y 75. Cuando el THI se sitúa por encima de 80, más del 90% de la población manifiesta incomodidad (Gates, 1972). El THI muestra una tendencia positiva de 2,5<sup>1</sup> a finales de siglo XXI con una desviación estándar entre modelos de 1,12. El

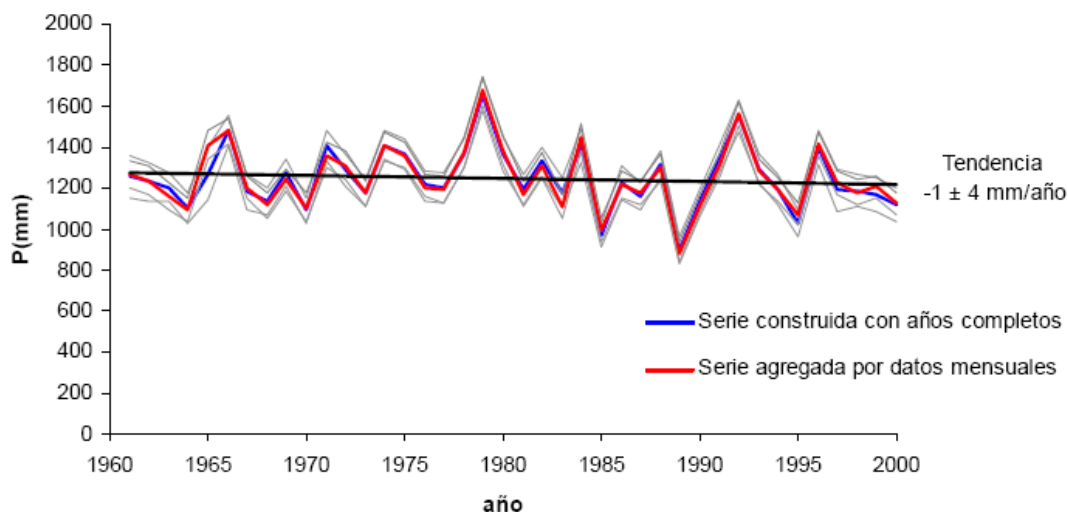
<sup>1</sup> Esta diferencia se refiere a diferencias en el Índice de Confort Térmico cuyas unidades son adimensionales. Este índice está calculado a partir de una ecuación en la que intervienen tanto las temperaturas máximas como la humedad específica, presión y presión de vapor de saturación.

valor medio del conjunto de modelos durante los episodios de olas de calor es de 67,91 para el periodo 1978-2000, de 67,99 para el periodo 2040-2050 y de 69,34 para finales de siglo (2090-2100) abandonando el nivel de confort térmico característico de la región durante el verano. Estos valores podrían estar ligeramente infravalorados por los modelos, en torno a un 7%, debido a la fuerte dependencia de este parámetro con la humedad relativa. La humedad relativa, más difícilmente modelada que la temperatura, esta ligeramente infravalorada, en torno al 35%, en las simulaciones de clima regional.

Finalmente, se puede concluir que las estimaciones obtenidas en los seis modelos para los escenarios futuros, tanto la temperatura mínima como la temperatura máxima aumentará aproximadamente 3°C a lo largo del siglo XXI (periodo 2000-2100). Los índices climáticos indican que, para el verano, las temperaturas extremas van a acentuarse aumentando de esta manera los episodios de olas de calor y, aunque la temperatura involucrada en las olas de calor se mantenga constante, estos episodios aumentarán en frecuencia y en el número total de días. Siguiendo la misma tendencia para invierno, las temperaturas mínimas extremas dejarán de ser tan pronunciadas disminuyendo tanto las horas de frío como el número de días helados, hasta que, a finales de la última década del siglo XXI varios modelos simulan la desaparición de estas.

### Proyecciones futuras de precipitación

En el análisis de los episodios de precipitaciones intensas, para el periodo de referencia seleccionado, 1961-2000, la precipitación media anual calculada representativa de la CAPV es de 1250 ± 20 mm. Durante este periodo no se observa una tendencia significativa a su aumento o disminución (-1 ± 4 % por década; Figura 1.6). En cuanto a las tendencias de las precipitaciones mensuales, la mayoría presentan disminuciones no significativas (concretamente ocho meses), sin embargo julio presenta un aumento significativo de +0,8 ± 0,8 mm por año.





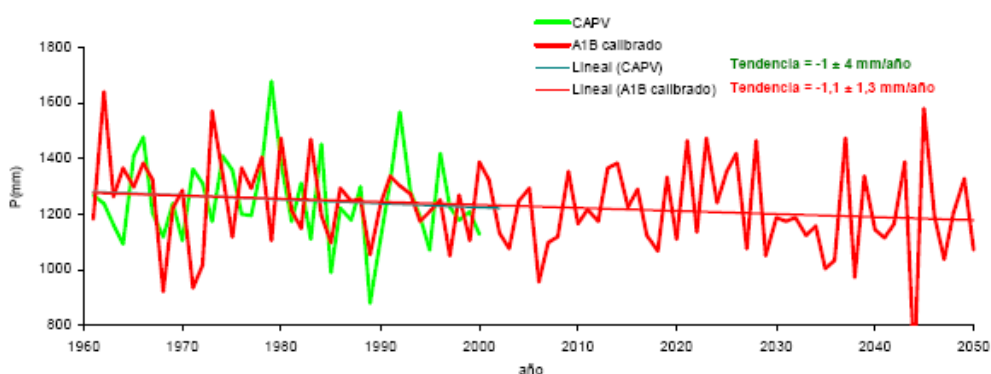
## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

**Figura 1.6.** Serie de la precipitación anual del País Vasco para el período 1961-2000, construida con años completos y serie anual agregada por datos mensuales. Las líneas grises representan el intervalo de confianza del 95% (Moncho y colaboradores, 2009).

Ninguno de los modelos analizados presenta una tendencia significativa durante el período 1961-2000, pero todos coinciden en que el valor más probable de la tasa de variación es negativo. La media de las tendencias es  $-0,4 \pm 0,2$  % por década (con un nivel de confianza del 95%). Para las proyecciones futuras de la precipitación, se han seleccionado dos periodos como escenarios futuros: el primero del 2001-2050 y el segundo periodo desde 2051-2100. Para ambos escenarios tampoco se aprecian cambios significativos de la tendencia de la precipitación en ningún modelo. Promediando la tendencia de los modelos (Figura 1.7), la incertidumbre sólo se reduce si se analiza un período más largo como por ejemplo 1961-2050 ( $-1,1 \pm 1,3$  % por década).

En precipitación como en temperatura, una de las variables de mayor impacto sobre los recursos humanos son los eventos de precipitaciones intensas. La zona de mayor riesgo de precipitaciones torrenciales en España es la costa mediterránea; sin embargo en el País Vasco también se han registrado diferentes episodios de inundaciones muy importantes, siendo alguno de ellos extraordinario, como es el caso de las inundaciones de Bilbao de 1983. Se ha estimado la curva representativa de la precipitación extrema y se obtiene que la precipitación máxima esperada para un día es de 58,3 mm, con un período de retorno de un año.

Sin embargo hay un grupo de 11 estaciones que presenta una mayor probabilidad de precipitaciones intensas, concretamente presenta un valor de 125 mm en 24h con un período de retorno de 1 año, que se corresponde con 70 mm de media por estación. Se espera un aumento de los episodios de precipitaciones extremas a lo largo del S. XXI de entorno al 10%.



**Figura 1.7.** Serie de la precipitación anual para el periodo de referencia 1961-2000 (verde) y del conjunto de modelos para el período 1961-2050 (roja) (Moncho y colaboradores, 2009).

## Tarea 1.2 Evaluación del clima urbano actual: mapa térmico de Vitoria-Gasteiz

En este apartado se presenta la metodología seguida para la realización de un mapa térmico para la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Este tipo de herramientas son indispensables a la hora de caracterizar el comportamiento climático de una ciudad y de sus barrios. La finalidad de este trabajo es la localización de áreas donde se experimenta un alto estrés térmico, y son, por lo tanto, vulnerables a un potencial ascenso de las temperaturas. La finalidad última de estas acciones es la definición de medidas de adaptación, que disminuyan dicho estrés térmico y reduzcan la vulnerabilidad de la zona. El mapa térmico que se muestra es una representación en dos dimensiones (horizontal) de la distribución del campo de temperatura a 2 metros de altura, en el dominio alrededor de Vitoria-Gasteiz.

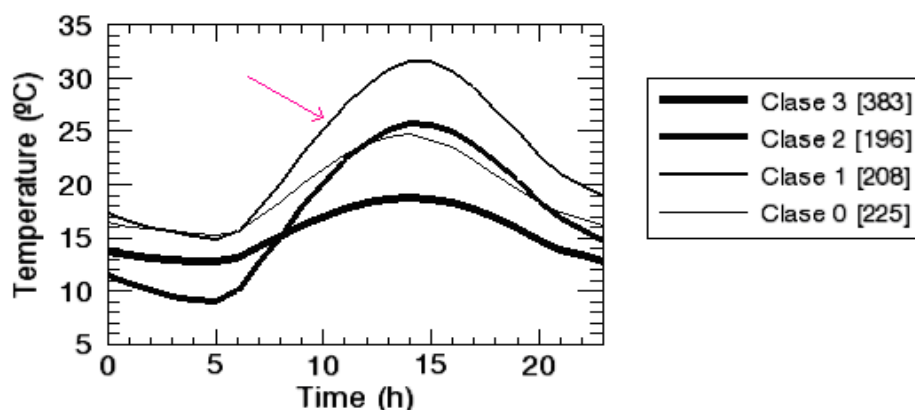
Para el análisis de la situación del clima urbano actual, se ha partido de una clasificación del clima en tipos de tiempo atmosférico. Esta presenta una caracterización de 'días tipo' en cuanto a la evolución diaria de la temperatura. Cualquier tiempo observado en Vitoria-Gasteiz se podrá incluir en alguna de esas clases, permitiendo caracterizar climáticamente la ciudad analizando solamente dichos 'días tipo'. Esta clasificación se ha realizado a partir de datos de temperatura máxima, mínima y media y de la amplitud térmica diaria, registrados en las estaciones de Foronda y Arkaute (AEMET) durante el periodo 1998-2008.

Posteriormente, a partir de datos de escenarios futuros, se calcula cómo evolucionará la probabilidad de ocurrencia de cada una de las clases. Esto es muy importante ya que de esta forma se podrá estudiar la clase más probable en el futuro, para basar en ese caso la definición de las medidas de adaptación.

La clasificación en tipos de tiempo se ha realizado mediante un análisis cluster (K-means) y ha dado como resultado la obtención de 4 clases de tiempo para el verano (Figura 1.8) y 6 para el invierno (Figura 1.9):

### ■ Verano:

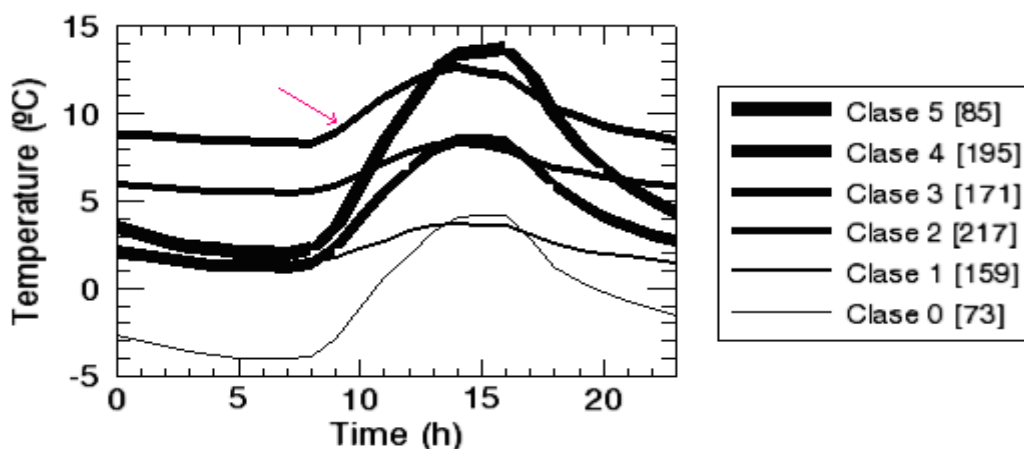
- Clase 0: Esta clase muestra, junto a la clase 1, la mayor de las temperaturas mínimas, con una temperatura máxima media.
- Clase 1: Se caracteriza por mostrar la mayor de las temperaturas mínimas y la mayor de las máximas.
- Clase 2: Tiene la menor de las temperaturas mínimas y una temperatura máxima media.
- Clase 3: Esta clase tiene una amplitud térmica muy reducida, su valor máximo es el menor de todos y tiene una temperatura mínima media.



**Figura 1.8:** Ciclo diario de temperatura por tipo de tiempo para el verano en Vitoria-Gasteiz. [La flecha señala la clase 1, la seleccionada para nuestros análisis y el número entre corchetes el número de días inscritos en cada clase.]

■ Invierno:

- Clase 0: Tiene la menor temperatura mínima y, junto a la clase 1, la menor de las máximas.
- Clase 1: Esta clase tiene una amplitud térmica muy reducida, con la mínima y la máxima bajas.
- Clase 2: Esta clase también tiene una amplitud térmica muy reducida, con una temperatura máxima de valor medio y una mínima elevada.
- Clase 3: Clase con amplitud térmica pequeña, con la menor de las temperaturas mínimas y una máxima elevada.
- Clase 4: Esta clase tiene unas temperaturas máxima y mínima medias.
- Clase 5: Es la clase con mayor amplitud térmica. Tiene la mayor de las temperaturas máximas y una temperatura mínima media.



**Figura 1.9:** Ciclo diario de temperatura por tipo de tiempo para el invierno en Vitoria-Gasteiz. [La flecha señala la clase 3, la seleccionada para nuestros análisis y el número entre corchetes el número de días inscritos en cada clase.]

De entre los diferentes tipos de tiempo identificados en Vitoria-Gasteiz se ha seleccionado una clase por estación, basando su elección en su relevancia, ya sea fundamentada en sus valores máximos y mínimos (extremos) o en la evolución de la frecuencia de ocurrencia en el futuro de la misma. Es decir, en este informe nos centraremos en las clases más recurrentes y con características meteorológicas más importantes en cuanto al análisis de la vulnerabilidad. Al ser la adaptación al CC nuestro marco de referencia, se han seleccionado aquellas situaciones que pueden generar un mayor estrés térmico o situaciones peligrosas para la salud humana.

Las clases seleccionadas son la clase 1 para el verano, por mostrar la mayor de las máximas y la temperatura mínima más alta, y la clase 3 para el invierno ya que, como veremos, es la que más aumenta su probabilidad de ocurrencia en el futuro. En ambas se ha tenido en cuenta el caso con y sin precipitación por separado.

- Para el **verano** se ha elegido la clase 1, que representa el 20,5 % de los días de esta estación, ya que muestra la mayor temperatura máxima y, junto con la clase 0, la mayor temperatura mínima, aspecto muy importante de cara a las olas de calor debido al reducido enfriamiento nocturno que ello implica. Sinópticamente, esta clase de tiempo se asocia a situaciones de inestabilidad, con temperatura no demasiado baja en altura pero con entrada de aire Africano en la península en las capas bajas. Con estas características obtenemos temperaturas elevadas en superficie (30-33°C) y, como hemos dicho, inestabilidad debida al contraste térmico vertical. En cuanto a su evolución a futuro, como se verá más adelante, esta clase es, junto con la clase 0, la que más aumenta, llegando a casi un 40% de probabilidad de ocurrencia a final de siglo XXI, lo cual hace imprescindible su estudio.
- Para el **invierno** se ha analizado la clase 3, que representa el 19 % de los días de esta estación, por tener asociadas unas temperaturas, tanto máximas como mínimas, elevadas (7 y 14 °C, aproximadamente) y por mostrar un aumento en su probabilidad de ocurrencia, llegando hasta casi un 70 % en el 2100. Es esta última razón la que ha conducido a la elección de esta clase. Sinópticamente, aunque la situación no tiene un patrón fijo, se observa actividad frontal, sobretudo en los casos con precipitación. La temperatura presenta, en varios casos, una entrada de aire cálido desde latitudes menores. Aproximadamente un 50% de los días descritos por este tipo, presentan precipitación.

Partiendo de esta clasificación, se ha realizado una simulación de cada una de las clases mediante el uso del modelo de superficie urbana SURFEX (Nohlan and Planton, 1989 y Masson, 2000). Este modelo calcula la evolución de los campos meteorológicos dentro de la ciudad (temperatura en distintos niveles, humedad, presión, módulo y dirección del viento, flujos de calor sensible y latente, así como variable derivadas), considerando su interacción con los elementos de ésta mediante parametrizaciones físicas. Para su ejecución, es necesaria información de la meteorología (forzamiento

meteorológico) y de las características del suelo. La primera se puede introducir acoplado SURFEX a un modelo meteorológico o bien se puede ‘forzar’ con ciclos (diurnos, mensuales, etc.) calculados por el usuario. La definición de la superficie se ha de llevar a cabo por el usuario.

## Simulaciones

Para el uso del modelo SURFEX, como ya se ha apuntado antes, hay que definir un ‘forzamiento meteorológico’ y unas características de la superficie. El forzamiento meteorológico es la información meteorológica que se le impone al modelo. Éste se compone de ciclos diarios de las variables atmosféricas a partir de los cuales se realizan los cálculos, es la señal atmosférica a una altura de 30 metros, igual tanto para el medio rural como para el urbano. Para la definición de dichos ciclos se han utilizado datos horarios extraídos de la estación ubicada en el tejado de la facultad de farmacia (30 metros sobre el suelo) para el periodo 2002-2008 (estación perteneciente a la red de estaciones de calidad de aire de Gobierno Vasco). A partir de éstos se han seleccionado los datos de los días correspondientes a cada clase de tiempo simulada y se han calculado las medias para cada hora del día obteniendo dos ciclos diarios medios (con y sin precipitación) por clase para cada una de las variables utilizadas en el forzamiento.

Las características de la superficie se definen mediante ‘tipos de suelo’, que se concretan en función de ciertas características, como son: tipo de material del que se compone el suelo, altura y anchura edificios, anchura de las calles, porcentaje de vegetación, y altura y tipo medio de ésta, porcentaje de superficie edificada, etc. Todas estas características son las que interaccionarán con la atmósfera. La superficie utilizada en el trabajo se ha dividido en zonas con características semejantes, suponiendo esas características como un promedio asociado a la resolución de 142.5x194 m que se ha utilizado. A cada una de estas zonas se le ha asignado una tipología de suelo, entre las siguientes:

1. Zona rural:
  - Montaña con vegetación
  - Montaña sin vegetación
  - Bosque de rivera
  - Bosque
  - Suelo desnudo
  - Río
  - Embalse
  - Cultivos
2. Zona urbanizada:
  - Urbano muy denso (95% de superficie edificada y 5% con vegetación)
  - Urbano denso (90% de superficie edificada y 10% con vegetación)

### Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

- Urbano poco denso (75% edificado, 25% con vegetación)
- Pueblo (pueblos situados alrededor de la zona urbana de Vitoria-Gasteiz, 35% edificado, 65% vegetación)
- Área industrial (incluye centros comerciales y polígonos industriales)
- Parque urbano
- Campo deportivo
- Carretera
- Aeropuerto
- Cementerio
- Cantera

Estas 19 clases se han utilizado para alimentar el modelo, cuyas simulaciones han dado como resultado la distribución espacial y la evolución temporal tanto de las variables meteorológicas, antes nombradas, como de los términos involucrados en la ecuación del balance de energía en superficie (flujo neto radiactivo, flujo de calor sensible, flujo de calor latente, flujo de calor antropogénico, calor almacenado).

No obstante, para facilitar el análisis las 19 tipologías se han agrupado en cuatro 'tipo' (Hidalgo y colaboradores, 2008), que son:

- **Zona urbana:** Zonas densas y muy densas del centro de la ciudad, con vegetación escasa.
- **Zona suburbana residencial:** Zona poco densa destinada casi exclusivamente a viviendas. Edificios moderadamente altos y espaciados, con gran porcentaje de zonas verdes,
- **Zona suburbana no residencial:** Zona con centros comerciales y polígonos industriales, calles anchas y con muy poca vegetación.
- **Zona rural:** Alrededores de la ciudad, zonas ocupadas con campos de cultivos, no incluye los pequeños pueblos alrededor de la capital).

Los valores climáticos obtenidos para cada zona 'tipo' se han calculado promediando espacialmente los resultados surgidos del modelo.

En la figura 1.10 se muestra una imagen de los puntos seleccionados para el cálculo de los valores promedio, así como de las estaciones de medida. Para elegir los puntos a partir de los cuales se calculan los promedios para las 'zonas tipo' se tiene en cuenta la heterogeneidad existente en cada zona y se eligen puntos separados entre sí. A continuación se discutirán los resultados extraídos del análisis, seguidos por un estudio de la distribución espacial de la temperatura.





Figura 1.10. Estaciones de medida y puntos seleccionados en cada una de las zonas de estudio en el municipio de Vitoria-Gasteiz.

## **Análisis por zonas**

El análisis por zonas se ha realizado considerando la situación de verano y la de invierno por separado.

### **VERANO:**

A continuación se presenta un análisis de la evolución diaria de la temperatura para la clase 1 del verano calculada sobre cada una de las zonas 'tipo' previamente mencionadas (Figura 1.11).

La temperatura aumenta desde las 5 UTC hasta las 13 UTC (15:00, hora local), hora en que se alcanza la temperatura máxima relativa para cada zona (entre los 29°C y los 30°C en función de la zona). Aunque el medio rural presenta una variación más rápida de temperatura (por tener menor inercia térmica, lo que es la capacidad de mantener la temperatura en ausencia de aportes de energía), las temperaturas máximas absolutas se observan en los medios urbanizados, dándose la más alta en la zona suburbana no residencial, seguida por la zona urbana y por la suburbana residencial. La menor de las máximas la obtenemos en el medio rural. Posteriormente se observa un descenso de temperatura, más marcado en el medio rural, de nuevo debido a su menor inercia térmica.

Un análisis de la intensidad de la isla de calor ( $T_{urbana} - T_{rural}$ ) muestra una máxima a las 21 UTC (23h Hora local) de 4.9 °C y una isla de calor negativa (medio rural más caliente) a las 11 UTC (13h hora local) de intensidad -1.7 °C (Figura 1.12).

Se ha observado que los aspectos que más influyen en los valores de la temperatura son el porcentaje de vegetación y la forma de los cañones urbanos, que son algunas de las características que diferencian las distintas zonas entre sí. Por un lado, la vegetación disminuye la acumulación de calor y la inercia térmica del medio, por lo que en el medio rural los valores extremos serán menores y la variación de temperatura más rápida. La presencia de vegetación supone un aumento del albedo (se refleja mayor cantidad de radiación) y un menor almacenaje de radiación incidente debido a la evapotranspiración, proceso en el que se utiliza la energía para evaporar el agua. Por otro lado, la forma de los cañones ejerce una resistencia tanto a la entrada como a la salida de la radiación debido al apantallamiento producido las paredes de dicho cañón. Se define la variable factor de vista del cielo, que determina la cantidad de cielo que se ve desde el interior del cañón. Cuanto menor es la relación ancho-alto, menor es el factor de vista del cielo y, por lo tanto, mayor es el apantallamiento y menor es la cantidad de radiación que entra y que sale, aumentando, con ello, la inercia térmica. Como conclusiones podemos destacar que, por un lado, la temperatura máxima se encuentra en el medio suburbano no residencial, medio en el que encontramos mucha superficie cementada (que acumula la energía) y cañones urbanos poco profundos (lo que permite una alta incidencia de radiación); y, en segundo lugar, que la temperatura mínima menos baja se encuentra en el medio urbano, zona con poca vegetación y cañones urbanos profundos que dificultan que la radiación 'se escape', reduciéndose el enfriamiento nocturno.

Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

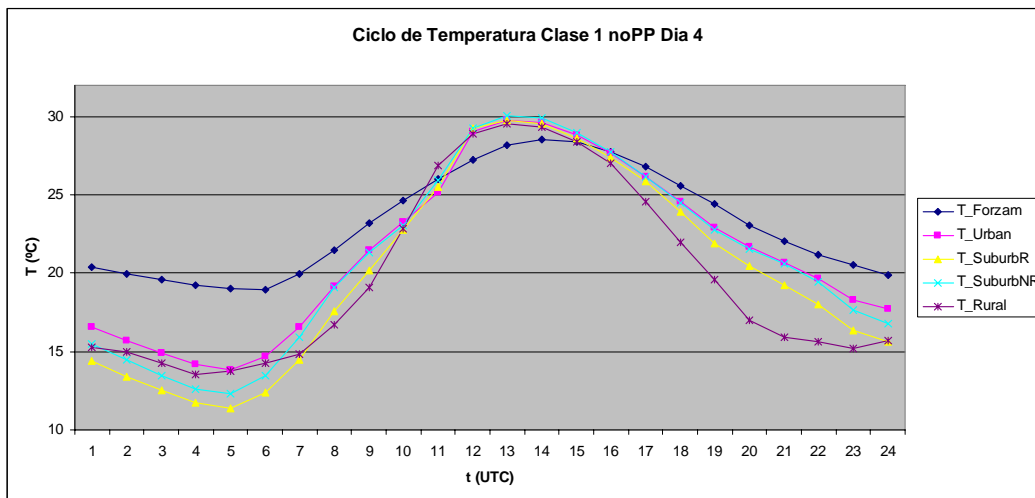


Figura 1.11. Ciclos diarios de temperatura para el forzamiento y los resultados de las simulaciones en los medios rural, suburbano residencial, suburbano no residencial y rural para Vitoria-Gasteiz.

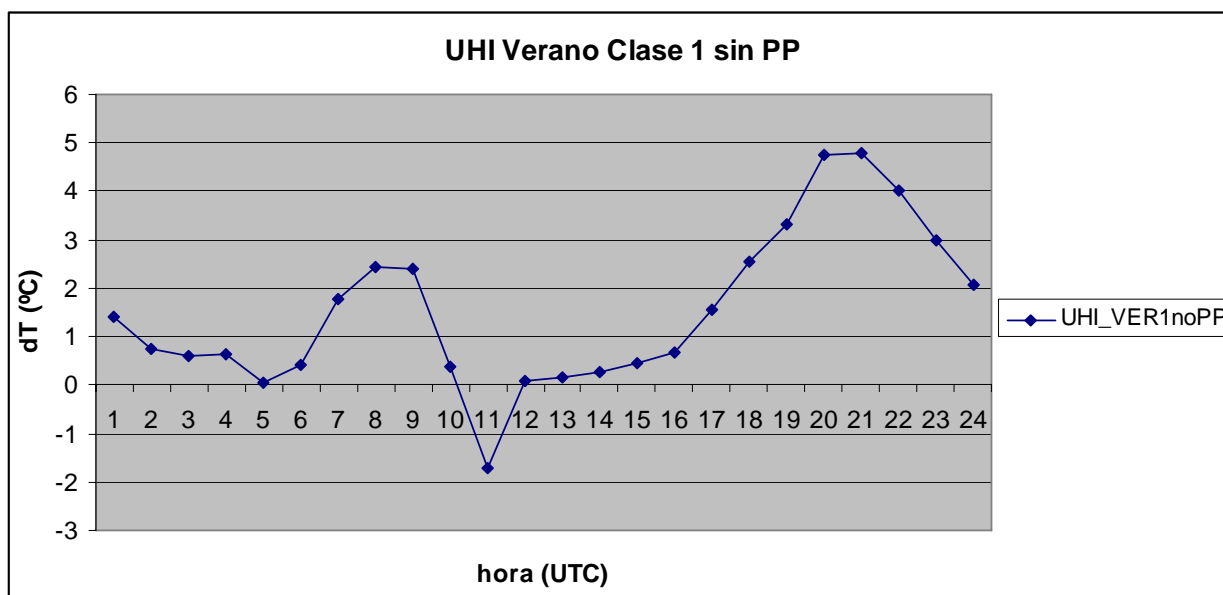


Figura 1.12: Ciclo diario de la intensidad de la isla de calor, calculada como la diferencia entre la temperatura urbana y la rural para la clase 1 del verano, sin precipitación, en Vitoria-Gasteiz.

Un análisis del efecto de la precipitación muestra que el aumento de la nubosidad provoca una reducción en la radiación tanto incidente como saliente, disminuyendo la amplitud térmica y la intensidad de la Isla de calor. Además, el aumento de la cantidad de agua ‘evaporable’ hace que se emplee energía en evaporar agua, en lugar de almacenarse en el suelo, observándose el mismo efecto de la presencia de vegetación. Así, las temperaturas máximas son menores, las mínimas son mayores y la diferencia entre la temperatura urbana y rural se reduce. Aunque el enfriamiento nocturno es menor que con cielo despejado, las máximas no son tan altas.

INVIERNO:

Como en el caso del verano, se observa una disminución de la temperatura durante las primeras horas del día, hasta alcanzar el mínimo a las 5 UTC (6h hora local). Este mínimo, de valor entre 1,2°C y 5,9°C dependiendo la zona, muestra el valor más bajo en el medio rural, seguido del suburbano residencial y el suburbano no residencial y el urbano, ambos últimos con valores muy similares.

A partir de las 5 UTC se observa un ascenso de temperatura hasta las 14 UTC (15h hora local), momento en que se alcanza el máximo, con un valor comprendido entre 14,1 y 13,6°C. La mayor de las temperaturas máximas la encontramos, a diferencia del caso anterior, en el medio rural. La razón de esto parece ser el efecto del ángulo solar (mayor en invierno que en verano) con el apantallamiento producido por los edificios. En invierno, al ser menor la altura relativa que alcanza el sol, los edificios hacen que se reduzca la radiación incidente en las calles dificultando que se eleve la temperatura. Posteriormente, encontramos la temperatura del medio suburbano no residencial, el urbano residencial y, por ultimo, el urbano, que aunque tenga edificios más bajos que el suburbano residencial, al estar estos más juntos, producen un apantallamiento mayor.

Un análisis de la evolución diaria de la isla de calor (Figura 1.14), muestra que la intensidad máxima, de 4,8°C, se encuentra a las 5 UTC (6h hora local). Posteriormente se observa un cambio de signo entre las 12 y las 15 UTC (13-16h hora local), momento en que las temperaturas son máximas, encontrándose la mayor de ellas en el medio rural. La intensidad de la isla de calor negativa máxima es de -0,5 °C.

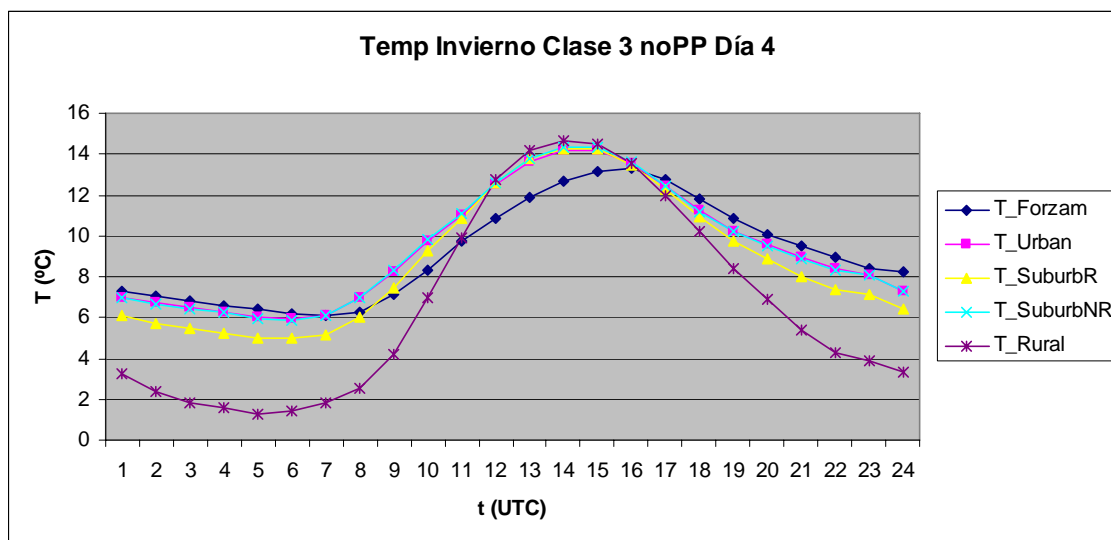
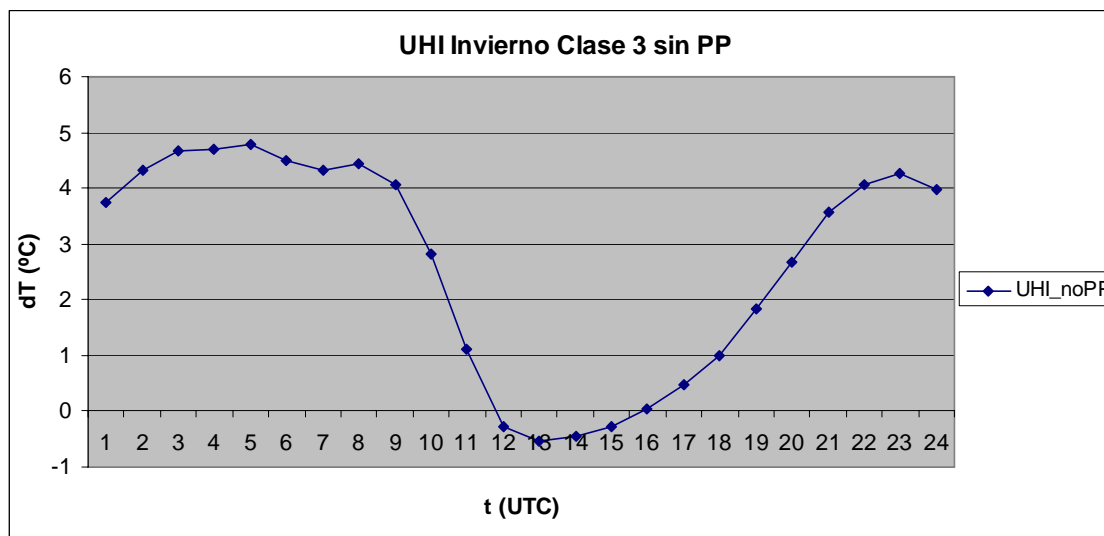


Figura 1.13. Ciclos diarios de temperatura para el forzamiento, y los resultados de las simulaciones en los medios rural, suburbano residencial, suburbano no residencial y rural, para la ciudad de Vitoria-Gasteiz.





**Figura 1.14.** Ciclo diario de la intensidad de la isla de calor, Calculada como la diferencia entre la temperatura urbana y la rural, en la ciudad de Vitoria-Gasteiz.

Como se ha visto, el análisis del invierno muestra la importancia del factor de la inclinación solar. Se observa que el apantallamiento producido por los edificios puede ser tal que impida un aumento de temperatura mayor que en el medio rural. Lo que sí se observa es la mayor inercia térmica de los medios urbanizados, por variar su temperatura en un menor grado (la amplitud térmica es menor) que en el exterior de la ciudad.

De la misma forma que en el análisis de la simulación en verano, se observa que el efecto de la precipitación reduce la amplitud térmica, pasando de 13,4°C de amplitud en el caso sin precipitación a 8,9°C, se obtiene por tanto una temperatura máxima menor y una mínima mayor que en el caso sin precipitación.

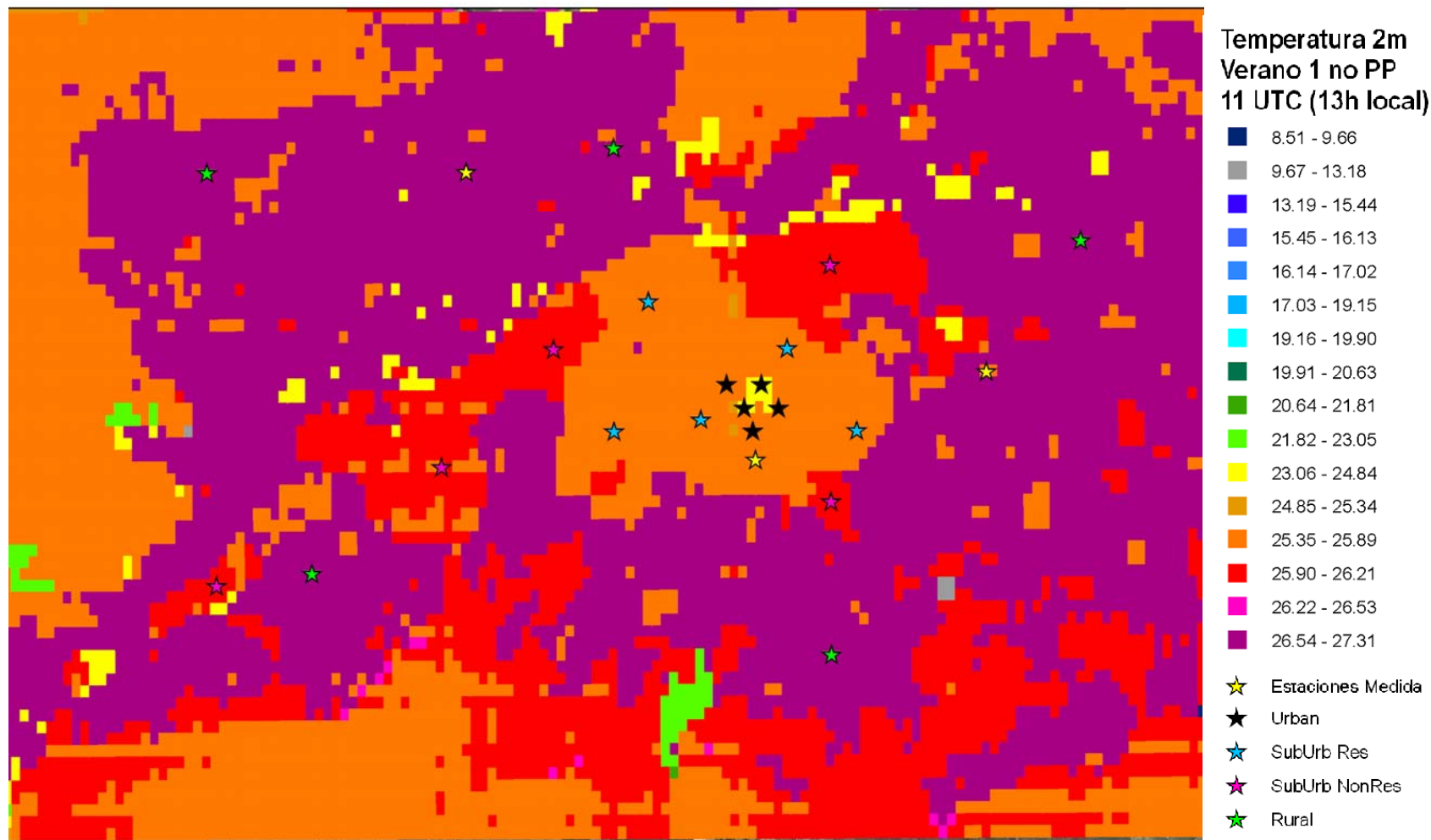
## Análisis 2D

En este apartado se analiza la distribución horizontal (espacialización) del campo de la temperatura a 2 metros de altura, centrándonos en el entorno urbanizado. Se elegirán los momentos con UHI máxima y con UHI negativa, por ser cuando más se aleja el clima urbano del rural, que es lo que se pretende evitar mediante las medidas de adaptación. Se analizarán los casos tanto de verano como de invierno.

En las figuras 1.15 a y b se muestra la distribución de la temperatura a 2 metros de altura para el caso de UHI negativa (11 UTC) y para el de UHI máxima (21 UTC) en la ciudad de Vitoria-Gasteiz en **verano**.

La primera (Figura 1.15.a) de ellas corresponde a una UHI negativa. Este momento se da en las horas centrales del día, en las que los entornos con menor inercia térmica se han calentado más rápidamente que el resto. Las temperaturas más altas las encontramos en el aeropuerto, por tener gran porcentaje de superficie cementada y ausencia de edificios que apantallen la radiación incidente, seguido del medio rural, también sin apantallamiento, con valores de 27,5 y 26°C, respectivamente.

Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores



**Figura 1.15.a.** Espacialización de la temperatura a 2 metros en Vitoria-Gasteiz para la clase 1 del verano a las 11 UTC (13h, hora local, hora a la que se produce la isla de calor negativa) sin precipitación.



Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

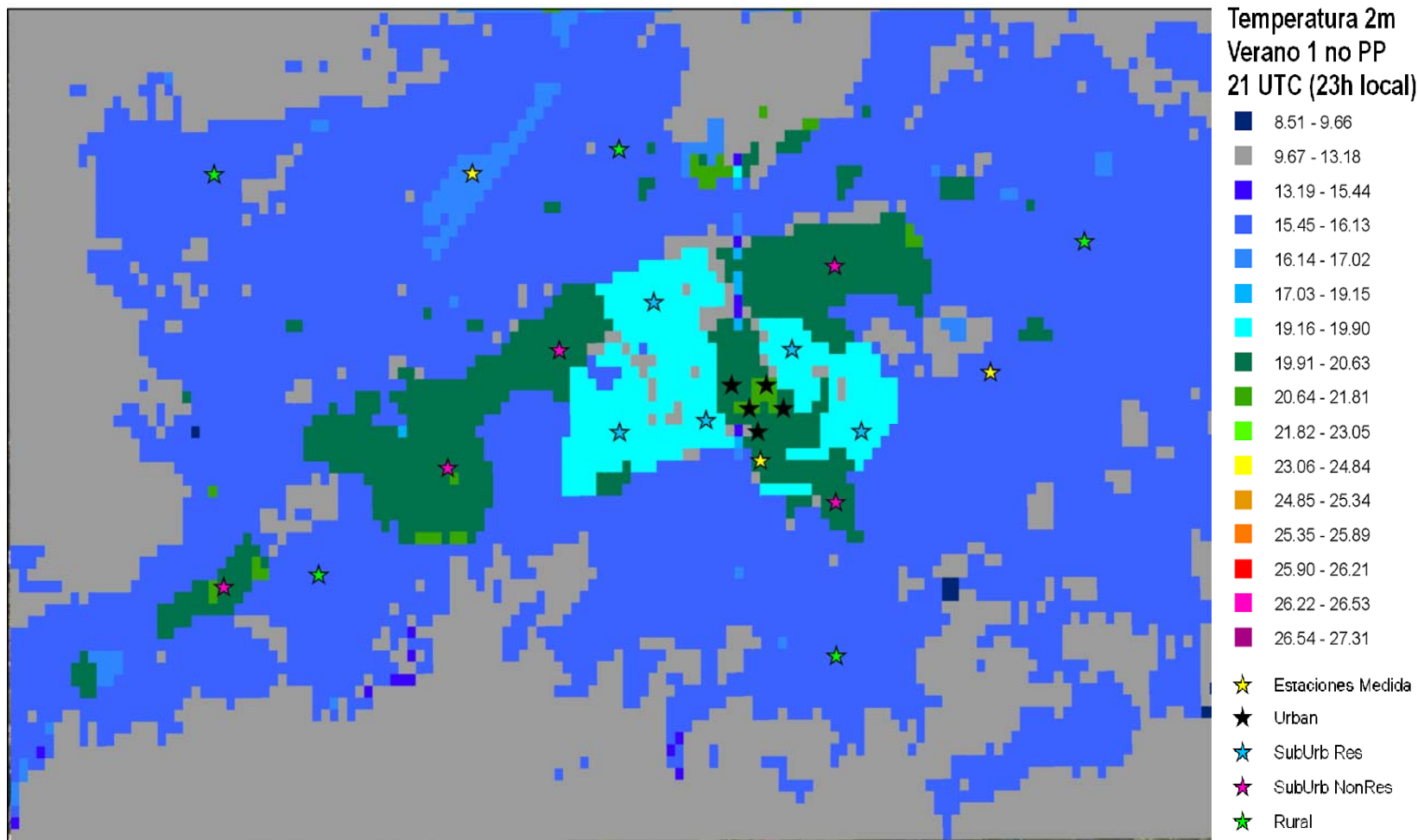


Figura 1.15.b. Espacialización de la temperatura a 2 metros en Vitoria-Gasteiz para la clase 1 del verano a las 21 UTC (23h, hora local, hora a la que se produce la isla de calor máxima) sin precipitación.

**Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores**

A continuación se sitúa el medio suburbano no residencial (Gamarra, Betoño, Ali Gobeo, Jundiz, Subillabide, Los Llanos y Uritiasolo), con una temperatura de 25,9°C, que, debido a la mayor anchura de sus cañones y al escaso porcentaje de vegetación muestra un calentamiento mayor que el resto de los medios urbanizados. Seguidamente se encuentra el resto del núcleo urbano, salvo el área del Casco Medieval, con mayor porcentaje de vegetación y edificios de gran altura, con una temperatura de aproximadamente 25°C, y, por último, el casco antiguo, la zona más densamente construida y con mayor inercia térmica debida al apantallamiento producido por los edificios, con una temperatura de 24,6°C (consultar Tabla 1.3).

La figura 1.15.b corresponde a la UHI máxima. En ésta se observa que las temperaturas más altas se alcanzan en las zonas urbanas más densas correspondientes al casco antiguo, con alrededor de 21°C, donde el factor de vista del cielo es escaso, reduciendo el enfriamiento nocturno. A continuación encontramos las zonas suburbanas no residenciales (las mismas que en el caso anterior), con temperaturas de 20,6°C aproximadamente, y las áreas con densidad ligeramente por debajo al casco antiguo, como son Pilar, Coronación, Ensanche y Desamparados, con aproximadamente 20,5 °C. Por un lado, el gran porcentaje de superficie cementada y la emisión antropogénica de las zonas suburbanas no residenciales y por el otro, la reducción del factor de vista del cielo en las áreas residenciales alrededor del casco, así como la emisión antropogénica, son los causantes de ese menor enfriamiento. La zona urbana más fría es la zona suburbana residencial, con una temperatura aproximada de 19,3°C, debido al gran porcentaje de vegetación y a la amplia distancia entre edificios (mayor factor de vista del cielo). Por último, se observan las menores temperaturas en las zonas ajardinadas del centro de la ciudad, con valores de aproximadamente 14,5°C, más frías que el medio rural circundante (16°C), probablemente debido a la mayor presencia de árboles (Tabla 1.3).

**Tabla 1.3.** Comparativa de las temperaturas asociadas a las UHI máximas y mínimas en verano e invierno en las diferentes zonas de Vitoria-Gasteiz

	Casco medieval	Zona no residencial	Jardines urbanos	Z. urbana, densidad media	Suburbana residencial	Medio rural	Aeropuerto
UHI mín., verano	24,6	25,9	25,4	25,0	25,0	26,0	27,5
UHI máx., verano	21,0	20,6	14,5	20,5	19,3	16,0	16,3
UHI mín., invierno	13,6	13,7	14,0	13,7	13,7	14,0	14,3
UHI máx., invierno	6,3	6,0	0,75	5,9	4,97	1,3	2,5

De forma general, se comprueba la diferencia de temperatura existente entre los medios rural y urbano. Una representación en 2D como la que se presenta muestra de forma muy clara la isla de calor urbana. En este caso, en el momento de UHI máxima se observan diferencias de 3,5°C aproximadamente con respecto al área suburbana

residencial y de casi 5°C con respecto a la zona más densamente construida de Vitoria-Gasteiz (ver Tabla 1.3).

En las figuras 16 a y b se presenta la espacialización de la clase 3 del **invierno**, para el caso sin precipitación, a las 05 UTC (06h, hora local), momento de UHI máxima, y a las 13 UTC (14h hora local), UHI negativa. Se comprueba que el aspecto general es el mismo que el caso del verano.

En las figuras 1.16.a1 observamos mayores temperaturas en las zonas rurales en torno a la capital, con valores de aproximadamente 14°C. Ligeramente más fríos encontramos los barrios de poca o mediana densidad (la mayor parte de la superficie, salvo el casco medieval, el área de Mendizorroza y las zonas ajardinadas) y las zonas suburbanas no residenciales (Gamarra, Betoño, Ali Gobeo, Jundiz, Subillabide, Los Llanos y Uritiasolo), con temperaturas entre 13.5 y 13.8°C. En las zonas urbanas densas, el apantallamiento debido a los edificios hace que la temperatura quede ligeramente por debajo de las zonas menos densas. Como antes en la situación de UHI negativa del verano, encontramos temperaturas mayores en las áreas con mucha vegetación del interior de la ciudad, con valores de aproximadamente 14°C. Se observa que en este caso las diferencias de temperaturas entre los distintos barrios son muy pequeñas, probablemente debido a la alta inclinación solar, que hace que la radiación incidente sea menor al verano (consultar Tabla 1.3).

En la figura 1.16.b1 se presenta el momento con UHI máxima. En ésta los valores máximos de temperatura se presentan en el casco medieval y en parte del área suburbana no residencial (Gamarra, Betoño, Ali Gobeo, Jundiz, Subillabide, Los Llanos y Uritiasolo), con valores de 6 y 6,5°C, respectivamente. A continuación encontramos las zonas de densidad media, como los barrios del Pilar, Coronación, Ensanche y Desamparados, con temperaturas de ligeramente inferiores a 6°C y los barrios de baja densidad (Salburua, Armentia, Lakua), con una temperatura ligeramente inferior a 6°C. Por último, se encuentran las áreas de Mendizorroza, Mendizabala y el alto de Ulleta, con gran cantidad de vegetación, y el aeropuerto, con una temperatura de 2,5°C aproximadamente. En el área rural encontramos una temperatura de entre -1,5 y 2°C, aproximadamente (Tabla 1.3).

En los análisis 2D realizados se han visualizado los barrios que tendrán mayor estrés térmico, por lo que sería preferible que fueran estos donde se debería actuar primero (priorización). Una posible medida de adaptación podría localizarse en las zonas aguas arriba de los denominados 'hot spots', esto es, las zonas desde donde viene el viento. Si en esas zonas se crean, por ejemplo, bosques, el aire que llegue a un barrio afectado por estrés térmico será más parecido al aire rural.

El proceso a seguir debería ser la definición de medidas que disminuyan el efecto de isla de calor en los barrios más problemáticos y la comprobación, a través de modelos específicos, del resultado de dichas medidas.

Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores



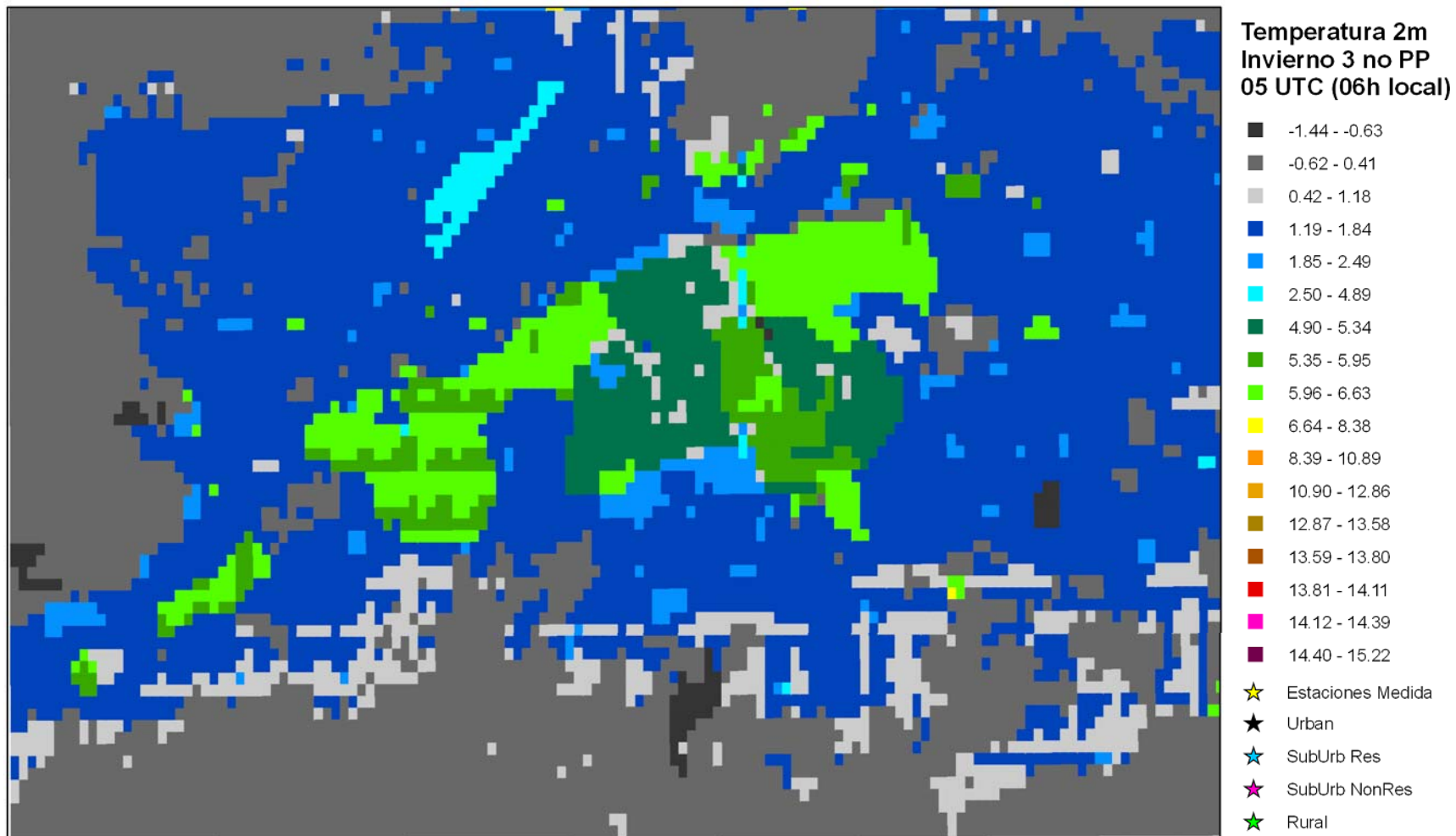
Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores



Figura 1.16.a. Espacialización de la temperatura a 2 metros para la clase 3 del invierno a las 13 UTC (14h, hora local, UHI negativa) sin precipitación.



Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores





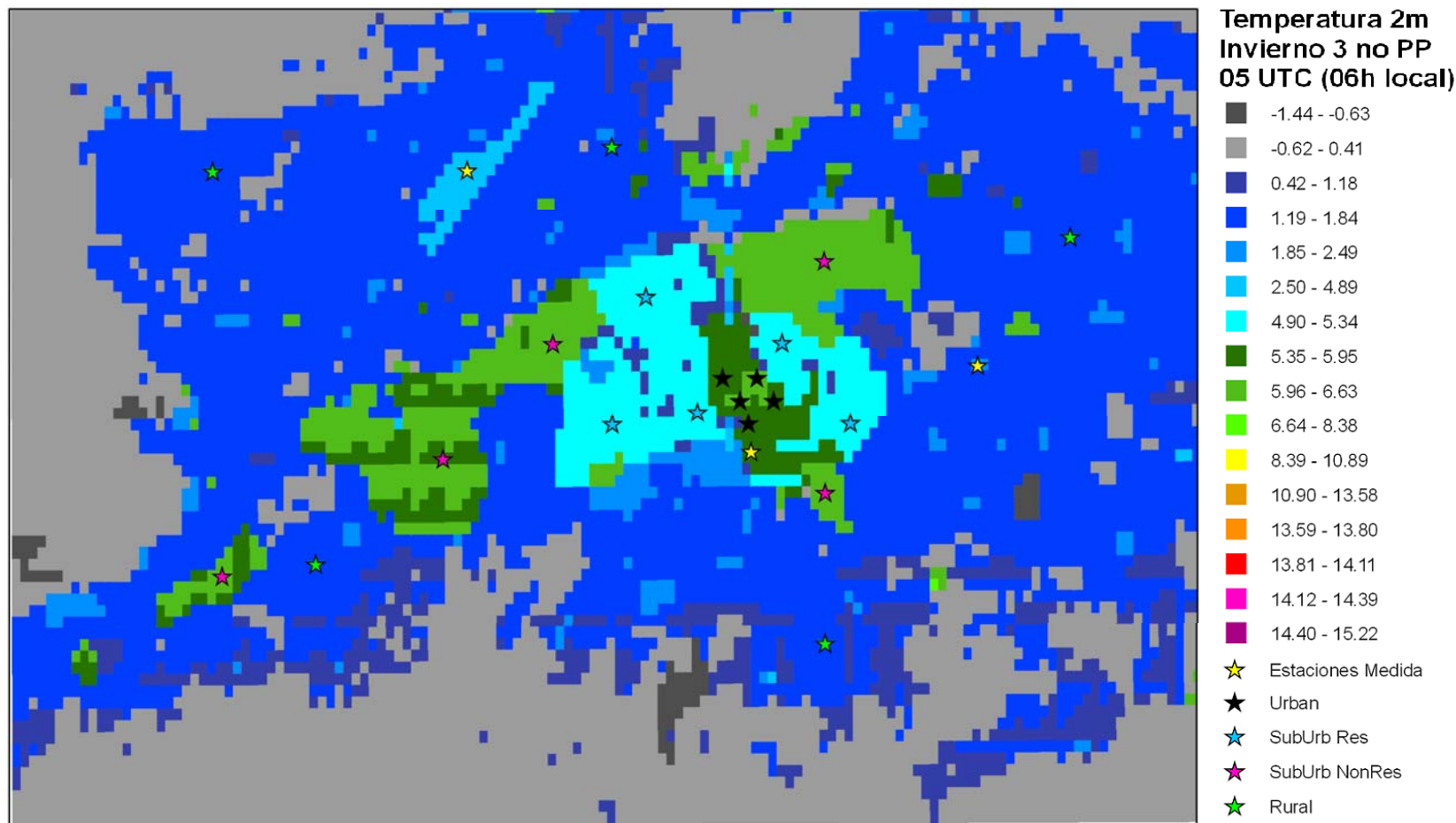
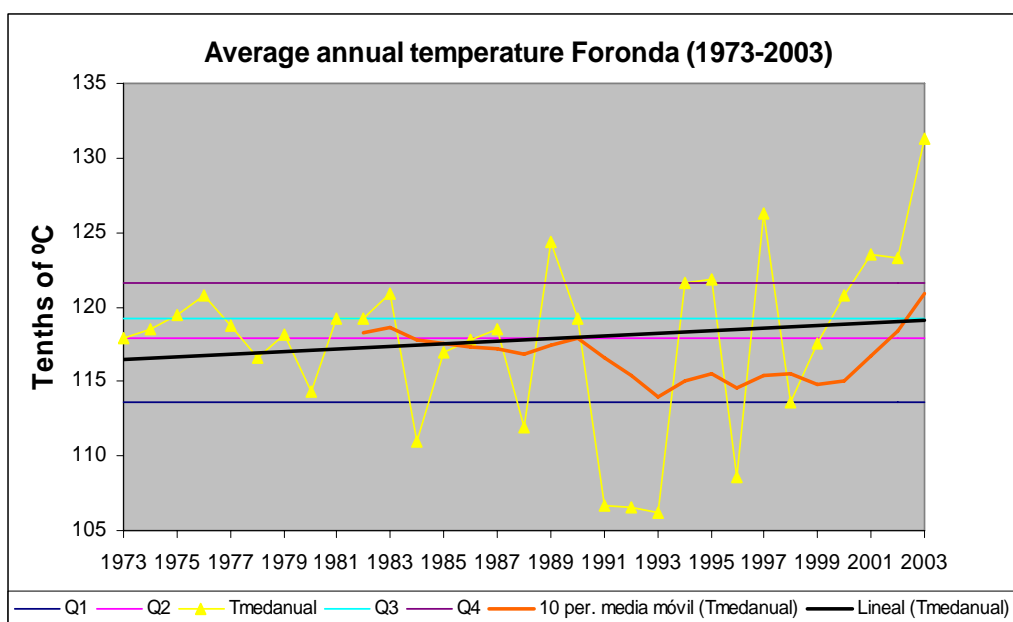


Figura 1.16.b. Espacialización de la temperatura a 2 metros para la clase 3 del invierno a las 05 UTC (06h, hora local, UHI máxima) sin precipitación.

## Tarea 1.3 Tendencias climáticas y escenarios futuros a escala urbana

### Tendencias de temperatura en el pasado para Vitoria-Gasteiz

Para el estudio a escala urbana se realiza un análisis climático a partir de mediciones recogidas en estaciones meteorológicas. Se ha realizado un análisis de la evolución temporal durante el periodo 1973-2003. La variable estudiada es la temperatura media anual para la estación de observaciones meteorológicas de AEMET, situada en el aeropuerto de Foronda a 2 m de la superficie y a 513 m sobre el nivel del mar. En la Figura 1.17 se representa dicha serie junto con sus quintiles correspondientes. Los quintiles representan las temperaturas características de cada año, si han sido años fríos, muy fríos, cálidos o muy cálidos.



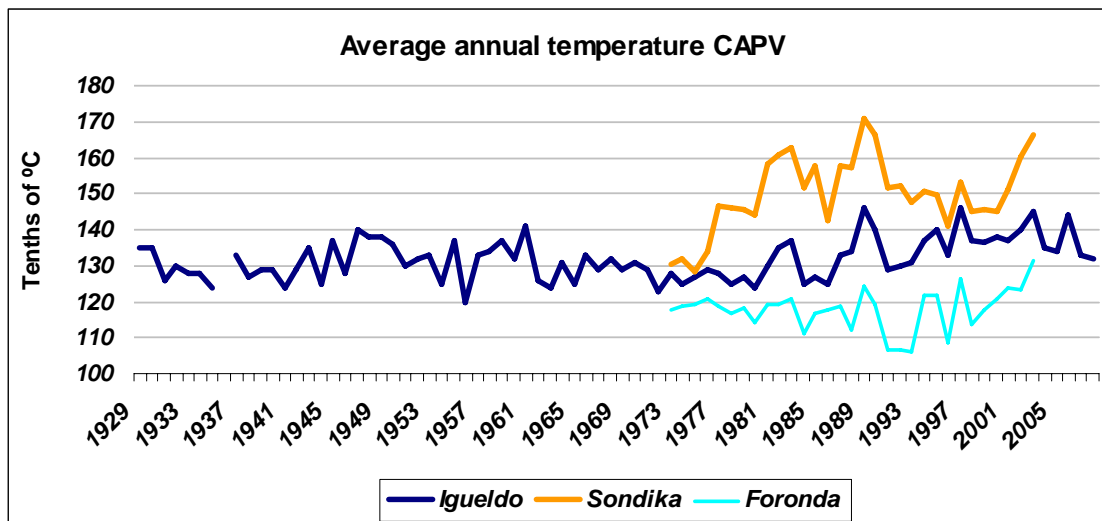
**Figura 1.17.** Análisis de la evolución temporal de la temperatura media a 2 metros de la superficie durante el periodo 1973-2003. Elaboración propia a partir de los datos meteorológicos de la estación de Foronda.

Podemos observar una **tendencia positiva** en la evolución de temperaturas sobre todo a partir de la década de los ochenta. Atendiendo al significado de los quintiles:

- Por debajo de Q1: años muy fríos
- Entre Q1 y Q2: años fríos
- Entre Q2 y Q3: años normales
- Entre Q3 y Q4: años cálidos
- Por encima de Q4: años muy cálidos

Los periodos con años calificados de muy fríos son 1984, 1988, 1991-1993, y 1996, mientras que los calificados de muy caliente corresponden a 1989, 1995, 1997 y a

partir de 2001. Agrupando las gráficas de las estaciones principales de cada ciudad, observamos que se sigue una tendencia similar para las tres capitales vascas (Figura 1.18).



**Figura 1.18.** Comparación temporal de la temperatura entre las tres estaciones meteorológicas seleccionadas. Elaboración propia a partir de los datos meteorológicos de las estaciones de Bilbao (Sondika), Vitoria-Gasteiz (Foronda) y Donostia-San Sebastián (Igueldo).

De los resultados del análisis de tendencias de las estaciones representadas cabe destacar:

- Los meses individuales no suelen presentar una tendencia significativa. Sin embargo, en el análisis estacional (verano o invierno) o anual (como es en nuestro caso), **todas** las estaciones dan como resultado una **tendencia positiva** de temperatura. La principal diferencia estriba en la localización geográfica. Vitoria-Gasteiz presenta las temperaturas medias anuales más bajas (10,5 a 13 °C) debido a sus inviernos más fríos. Se puede observar la influencia oceánica en la temperatura media anual con temperaturas más suaves en San Sebastián y Bilbao.
- El estudio de los meses de invierno indica que las temperaturas máximas han aumentado más que las mínimas, por lo que el rango diario de temperaturas también habría aumentado.
- El estudio de los meses de verano revela que la tendencia es, en general, más significativa para las temperaturas mínimas que para las máximas.

### Extremos térmicos más señalados para la ciudad de Vitoria-Gasteiz

Los extremos térmicos y su persistencia (olas de calor u olas de frío) tienen implicaciones importantes sobre diferentes aspectos socioeconómicos: salud, agricultura, desarrollo regional, ocio, etc. Estos eventos son causantes de numerosas pérdidas, tanto humanas como económicas. De este modo, huracanes, tornados, inundaciones y sequías, o episodios de altas o bajas temperaturas han sido objeto en

los últimos años de un particular seguimiento y estudio debido al alto coste en vidas y en bienes materiales que suelen ocasionar.

El efecto neto proyectado sobre el consumo anual de energía es específico del escenario y de la localización. La adaptación a este cambio de cada ciudad, sistema energético e industria plantea retos en el diseño y funcionamiento de las mismas durante los sucesos climáticos más severos, así como oportunidades para aprovechar durante el clima más benigno. La adaptación a climas más cálidos requerirá el ajuste local de las ciudades a un medio ambiente cambiante y no sólo a temperaturas más cálidas.

En materia de salud humana, se espera un aumento de la tasa de enfermos y muertos por olas de calor e islas de calor y un aumento de los episodios agudos respiratorios, especialmente de las alergias. Estos episodios se intensificarían como consecuencia de la ampliación del periodo polínico y del número de días calurosos y secos que potencian la carga ambiental y afectarían fundamentalmente a la población sensible, como la infancia y las personas mayores.

Por estos motivos es importante el análisis en profundidad de los impactos de eventos extremos pasados. A continuación, citaremos algunas de las efemérides meteorológicas más reseñables que han ocurrido en Vitoria-Gasteiz y en la CAPV.

#### Ola de frío de febrero de 1956

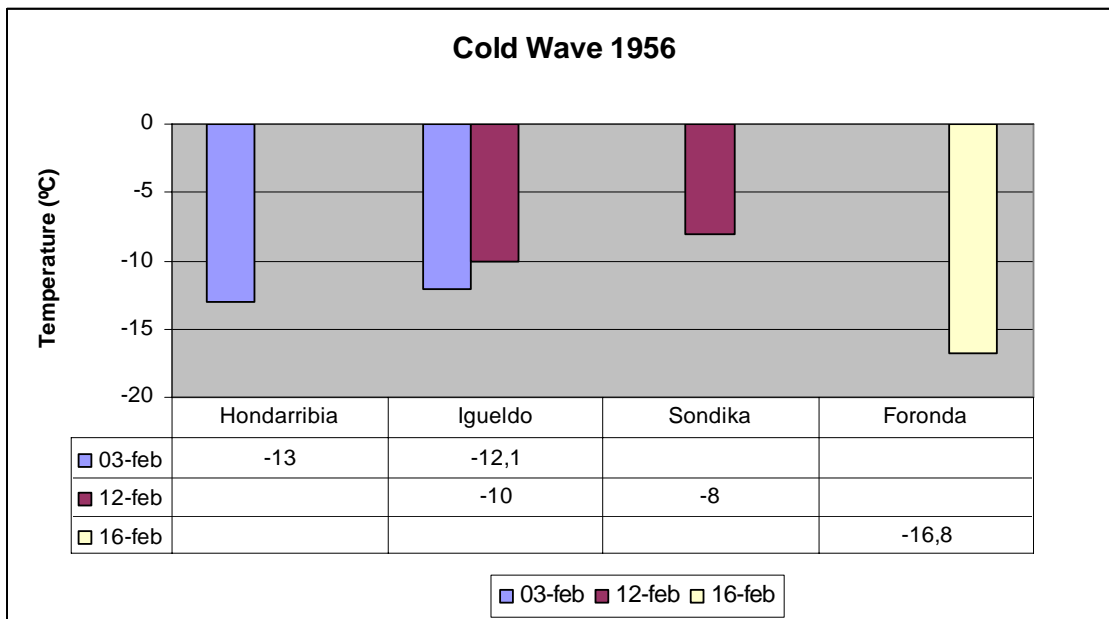
De las heladas que han afectado al País Vasco, la más grave que se ha recogido en los datos meteorológicos históricos fue la de febrero de 1956. A continuación se detallan los datos disponibles de las 4 estaciones meteorológicas principales<sup>2</sup>:

- **Hondarribia:** La temperatura recogida en esta estación meteorológica fue de -13,0 °C el día 3 de febrero.
- **Igueldo:** La temperatura recogida en esta estación meteorológica fue de -12,1 °C el día 3 de febrero y -10,0 °C el día 12 de febrero. En total, hubo 19 días de helada durante ese mes.
- **Sondika:** La temperatura recogida en esta estación meteorológica fue de -8,0 °C, el día 12 de febrero. Hubo 22 días de helada en ese mes.
- **Vitoria-Gasteiz:** La temperatura recogida en esta estación meteorológica fue de -16,8 °C el día 16 de febrero. Hubo 27 días de helada de los 29 días que tuvo el mes.

Por lo tanto, se analiza en la figura 1.19 las olas de frío en las estaciones meteorológicas seleccionadas, muestran las temperaturas alcanzadas en las tres estaciones principales durante la ola de frío de 1956.

---

<sup>2</sup> Datos obtenidos del documento *Observatorio de Igueldo. 100 años – Igueldoko Babatokia. 100 urte.*



**Figura 1.19.** Recopilación de los episodios de olas de frío en las estaciones meteorológicas analizadas. Elaboración propia a partir de los datos disponibles en el documento Observatorio de Igueldo. 100 años – Igeldoko Bahatokia. 100 urte.

Como se puede observar en el gráfico anterior, hubo tres olas de aire frío en el mes de febrero de 1956. La primera ola de frío ocurrió durante los primeros días de mes, las estaciones de Igueldo y Hondarribia fueron las estaciones meteorológicas en dar los registros en el País Vasco, otra a mediados que dio  $-8,0^{\circ}$  en Bilbao el día 12. La tercera, fue la que registró  $-16,8^{\circ}$  en Vitoria-Gasteiz el día 16, volvió a ser de origen siberiano, como la primera. La temperatura media del mes resultó negativa en toda la costa vasca. Se trata del único mes de Febrero de la historia en el que esto ha sucedido.

### Ola de calor de agosto 2003

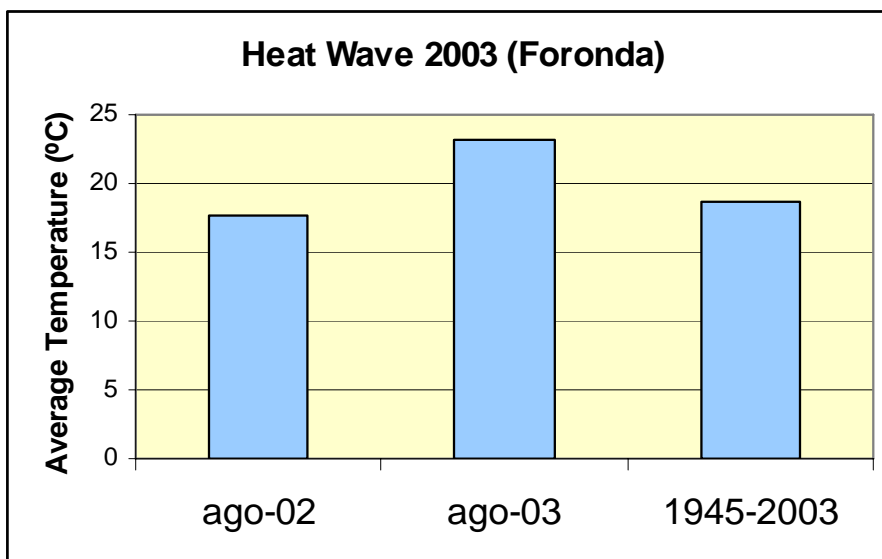
Las olas de calor son una de las causas principales de fallecimientos relacionados con fenómenos meteorológicos adversos. Debido al aumento de temperatura previsto por el 4º Informe del IPCC para el sur de Europa, podría esperarse que este hecho se viera incrementado tanto en su frecuencia como en intensidad, duración y extensión. Estos fenómenos no solo afectan a la salud sino que también tienen una incidencia notable en las sequías, la desertificación o los incendios forestales.

La comparación de las temperaturas medias del mes de agosto de 2003 con las de las series observadas disponibles y las del año anterior, se obtienen para Vitoria-Foronda los siguientes resultados:

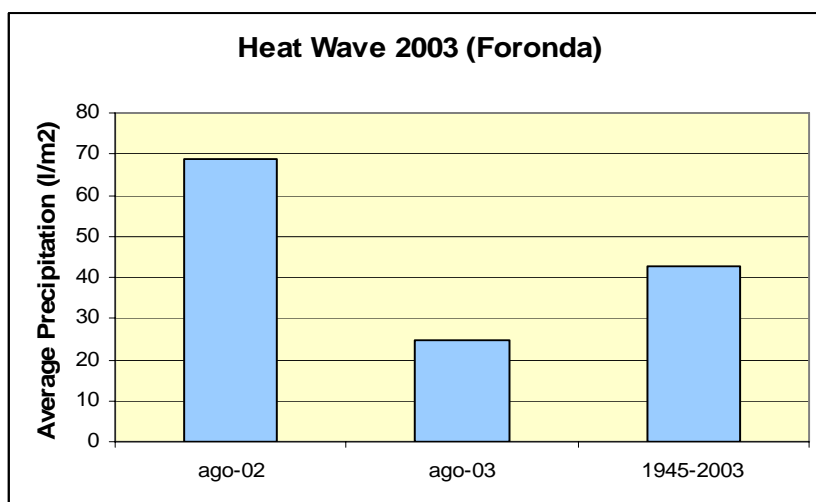
- **Agosto de 2003:** La temperatura media es de  $23,2^{\circ}\text{C}$  y la precipitación es de  $24,8\text{ l/m}^2$ .
- **Serie observada durante el periodo 1945-2003:** La temperatura media es de  $18,7^{\circ}\text{C}$  y la precipitación  $42,7\text{ l/m}^2$ .

- **Agosto de 2002:** La temperatura media es de 17,7 °C y la precipitación es de 68,6 l/m<sup>2</sup>.

Datos máximos anteriores: 21,4 °C en Agosto de 1997, 21,3 °C en 1991 y 20,8 °C en 1994. En las figuras 1.20 y 1.21, se puede observar que el año 2003 está caracterizado por un incremento importante de las temperaturas medias anuales y, a su vez, una clara disminución en las precipitaciones medias registradas para un mismo observatorio.



**Figura 1.20:** Datos comparativos de temperatura registrados en la estación de Foronda. Elaboración propia a partir de datos de la estación de Foronda. Datos comparativos de temperatura registrados en la estación de Foronda.



**Figura 1.21:** Datos comparativos de precipitación registrados en la estación de Foronda. Elaboración propia a partir de datos de la estación de Foronda. Datos comparativos de precipitación registrados en la estación de Foronda.



### Resumen climatológico del verano de 2003 para las principales estaciones

Las temperaturas medias de las temperaturas máximas y de las mínimas de agosto son efemérides meteorológicas en las 4 estaciones (Igeldo, Hondarribia, Sondika y Foronda). Para la ciudad de Vitoria-Gasteiz, el mes de agosto de 2003 presentó una anomalía en la temperatura media de +2,2°C, es decir, 2,2°C más que las temperaturas medias en el periodo de control. Este hecho unido a la escasa pluviosidad, bajo índice de humedad (por su lejanía a la costa) y el alto índice de insolación hacen a la ciudad de Vitoria-Gasteiz especialmente vulnerable a este tipo de eventos.

**Tabla 1.4** Evolución del clima en la red de observatorios de la CAPV

	Igeldo	Hondarribia	Sondika	Foronda
T media (°C)	20,4	22,5	22,1	20,2
T (°C) media serie	18,5	20,0	19,5	18,0
Clasificación termométrica	Extremadamente cálido, Efeméride meteorológica	Extremadamente cálido, Efeméride meteorológica	Extremadamente cálido, Efeméride meteorológica	Extremadamente cálido, Efeméride meteorológica
Precipitación total (mm)	240,5	215,4	128,3	67,4
Precipitación serie (mm)	334,5	350,2	222,1	130,5
Clasificación pluviométrica	Muy seco	Muy seco	Seco	Muy seco
Horas sol	612	589	616	701
Horas sol-serie	562	562	530	632

**Nota:** Las longitudes de las series climatológicas de las distintas estaciones no son las mismas para todas. Varían en función de la puesta en marcha de cada una de ellas.

- Observatorio de Igeldo: 1928-2003
- Observatorio del aeropuerto de Sondika: 1947-2003
- Observatorio del aeropuerto de Hondarribia: 1955-2003
- Serie de Vitoria-Gasteiz, resultado de la fusión de la serie del aeródromo de Vitoria-Gasteiz 1945-1980 con el aeropuerto de Foronda 1980-2003.

### Datos y métodos

El análisis de las proyecciones de temperatura para la ciudad de Vitoria-Gasteiz se ha hecho en base a los modelos del proyecto Europeo ENSEMBLES citados en el apartado 1.1 de escenarios regionales. Además, se han utilizado simulaciones del modelo Francés ARPEGE-CLIMAT con una resolución horizontal de 50x50 Km. y tres escenarios de emisiones de referencia del IPCC (A1B, A2 y B1).

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

Recordemos que, como se ha señalado en la introducción de este capítulo, los escenarios regionales generados (apartados 1.1) están basados en el escenario de impacto moderado A1B del IPCC SRES que corresponde a un escenario de globalización que pone el énfasis en la riqueza humana, mientras que para la generación de los escenarios urbanos que se presentan en este apartado se han considerado tres de los cuatro escenarios de referencia del IPCC:

- el A1B, como escenario moderado;
- el escenario B1, escenario drástico con una involución en el desarrollo (reducción en el crecimiento de los factores que se incluyen); y
- el escenario A2, en el que se da un aumento drástico en los campos definidos anteriormente.

La consideración de estos diferentes escenarios da como resultado un análisis con un rango de incertidumbre más robusto. Ahora bien, el resultado de los impactos en las variables meteorológicas analizadas a nivel regional, basadas en un escenario único y moderado, será mayor que los de los escenarios urbanos, basados estos en tres escenarios diferentes moderados y drásticos tanto en el crecimiento como en la involución de este.

Para cada modelo se han extraído los datos correspondientes a la celda (punto de malla) más cercana o correspondiente a la latitud y longitud de la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Como los modelos tienen una resolución tan grosera, 50 Km. x 50 Km. de resolución (en el caso de los modelos de ARPEGE-CLIMAT) y 25 Km. x 25 Km. (para los modelos del proyecto ENSEMBLES), no son capaces de representar el impacto meteorológico en términos de temperatura, humedad o viento de la ciudad. Por lo tanto, para que las series de estas variables meteorológicas simuladas representen la tendencia y el impacto dentro de la ciudad, hay que “corregir” las series para “incluir” el efecto que causa la ciudad en la meteorología. El impacto más conocido es la llamada Isla de Calor Urbana (ICU), cuyo efecto es el aumento de la variable temperatura dentro de la ciudad en horas nocturnas (Oke, 1987). Por lo tanto, en este estudio, procedemos a corregir las proyecciones de temperatura de cada modelo respecto a los datos de observaciones de la estación urbana Arkaute. De esta manera incluimos en las proyecciones la señal de la ICU.

Esta estación es la única cercana al núcleo urbano con una serie de temperaturas lo suficientemente larga. Además en las simulaciones 2D del núcleo de Vitoria-Gasteiz se ha visto que esta estación presenta un comportamiento mas “urbano” que la estación de Foronda situada en el aeropuerto. Para este estudio se han utilizado observaciones de **temperatura máxima, mínima y media diaria** de las estaciones de referencia **Foronda y Arkaute** para el periodo de referencia 1998-2008 y 1961-1990 respectivamente.

**Tabla 1.5.** Resumen de las características de las estaciones elegidas en Vitoria-Gasteiz. Foronda, correspondiente a la estación “rural” y Arkaute, correspondiente a la estación “urbana”.

		Station name	code	Altitude (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Available period
Vitoria	Rural	Foronda	90910	508	42.8840	-2.7280	1978-2008
	Urban	Arkaute	9086	515	42.8522	-2.6247	1961-2008

### Análisis de las observaciones para el periodo de referencia 1961-1990

Durante los periodos de **verano**, la media de las temperaturas máximas para la ciudad de Vitoria-Gasteiz (correspondiente al percentil 50) es de 24,5°C mientras que las temperaturas máximas extremas (90 percentil de las temperatura máximas) son elevadas para lo que es media de la CAPV rozando los 31,6 °C.

La evaluación de las temperaturas mínimas más elevadas se realiza calculando el 90 percentil de las temperaturas mínimas. El valor equivale a 15°C, esto quiere decir que en verano durante la noche la temperatura desciende hasta un nivel de confort aceptable para el cuerpo humano. El descenso de temperaturas en horas nocturnas juega un papel de gran importancia durante los eventos de olas de calor, ya que una parte importante de la mortalidad provocada por dichos eventos proviene de la incapacidad del cuerpo a recuperarse durante la noche del calor sufrido durante el día. Es decir, durante una ola de calor, la situación de riesgo es en el momento en que durante la noche las temperaturas no desciendan. La amplitud térmica entre el día y la noche oscila entre 6°C a 20°C. Esta gran amplitud térmica es debido al carácter continental de la ciudad que amplifica los contrastes día/noche y del característico clima regional de define a la CAPV.

Para periodos de **invierno**, en la ciudad de Vitoria-Gasteiz, las temperaturas máximas rondan entorno a las 14 °C de media, considerada una temperatura baja si se compara con las temperaturas medias de la CAPV. Durante las horas nocturnas, la media de las temperaturas mínimas, calculadas como el percentil 50 de la serie, equivale a 1 °C mientras que el cálculo del 90 percentil de las temperaturas mínimas ronda los 5-7 °C y el 10 percentil de las temperaturas mínimas equivale a los -4 °C.

La amplitud térmica diaria para el invierno se sitúa entre 2-4°C para situaciones de poca amplitud térmica (días con nieve o lluviosos con alta nubosidad) a 10-14°C para situaciones de gran amplitud térmica (días despejados con poca nubosidad).

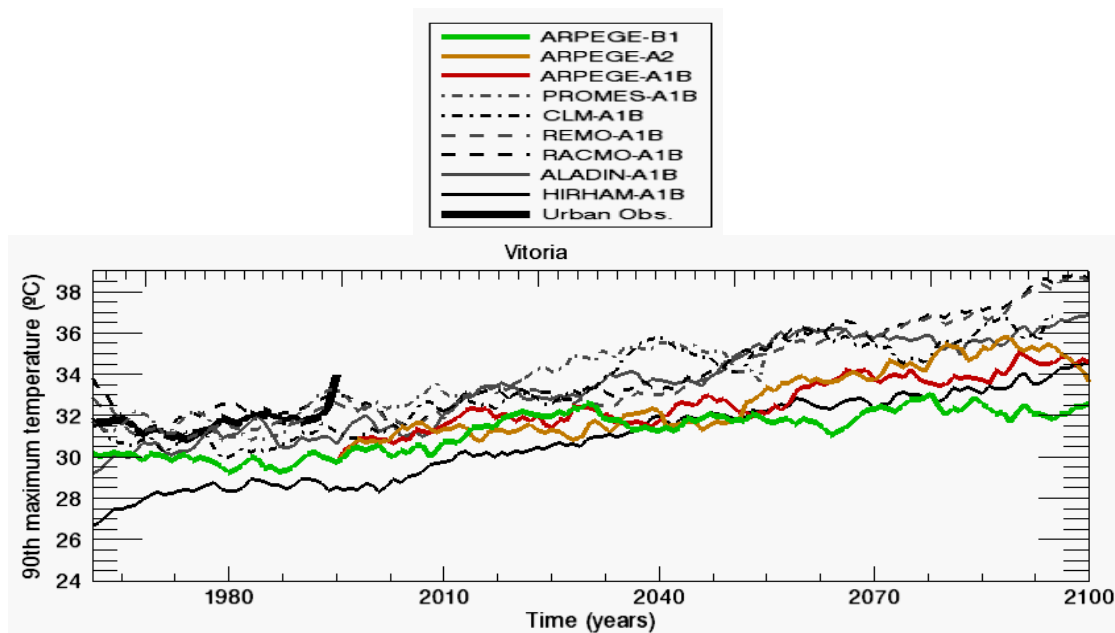
### Escenarios futuros de temperatura a escala local

El análisis de las series climáticas futuras se ha realizado en base a los mismos índices estadísticos presentados en el apartado.1.1 que cuantifican anomalías en la amplitud y frecuencia de los eventos extremos. En esta sección diferenciamos los índices climáticos calculados para evaluar los extremos durante el periodo de verano y durante el periodo de invierno.

#### VERANO

La temperatura máxima aumenta en verano a lo largo del tiempo, por lo que el 90 percentil de las temperaturas máximas presenta una tendencia positiva. Durante el periodo de control (1961-1990), la media conjunta de todos los modelos para el percentil 90 simulado para la ciudad de Vitoria-Gasteiz es de 29,6 °C, subestimando

ligeramente los modelos las observaciones (temperatura máxima 31,57 °C). Al centrarnos en los escenarios futuros, se espera que para el trienio 2030-2060 la media conjunta de todos los modelos sea de 32,5 °C, con una desviación estándar media (STD) de 1,2 °C. En el escenario futuro que representa el trienio de finales del siglo XXI (2070-2100) se esperan temperaturas de 34.35 con una desviación estándar de 1,11 °C para Vitoria-Gasteiz.



**Figura 1.22.** Evolución temporal (1961-2100) del percentil 90 de la temperatura máxima para el periodo de verano (junio-julio-agosto).

Si se compara la temperatura del escenario de finales de siglo con respecto a la temperatura del periodo de referencia, se obtiene la variación de temperatura que ocurre en el futuro respecto al periodo de control, también llamada anomalía de la ciudad. Esta anomalía de la ciudad (2070-2100 menos 1961-1990) para la ciudad de Vitoria-Gasteiz corresponde a 4,7 °C de variación.

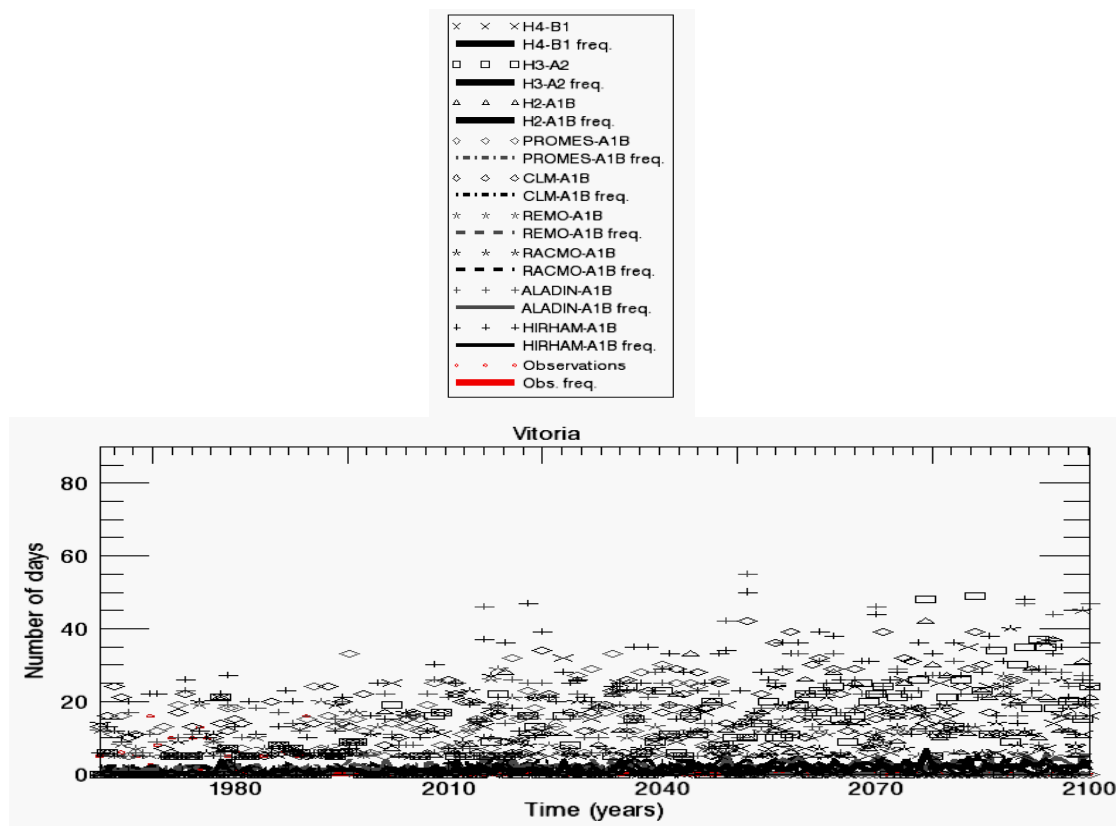
### Número de días con temperatura máxima mayor que 35°C

El número de días que superan los 35°C es un valor de referencia internacional de temperaturas muy elevadas para la afección a la salud humana. Durante el periodo de referencia (1961-1990), para la ciudad de Vitoria-Gasteiz, los días que superan los 35°C son por término medio 1,9 días. Analizando los escenarios futuros, a finales del siglo XXI (2070-2100) este valor se multiplica por cinco llegando a superarse en torno a 10 días por verano. Se estima que estos valores son para la ciudad entre 2 y 3 veces mayores que en las zonas rurales adyacentes.

### Olas de calor

Las olas de calor, que se definen como los índices de los escenarios regionales, son periodos de más de 5 días consecutivos en los que la temperatura máxima diaria supera un intervalo específico de temperaturas. El intervalo específico de temperaturas se calcula como la media de las temperaturas máximas durante el

periodo de control más 5 °C. Para el periodo de referencia en la ciudad de Vitoria-Gasteiz, la temperatura que cumple esta condición es de 29 °C.



**Figura 1.23.** Evolución temporal de las olas de calor. La nube de símbolos indica el número de días por verano pertenecientes a este tipo de eventos. Las barras indican su frecuencia.

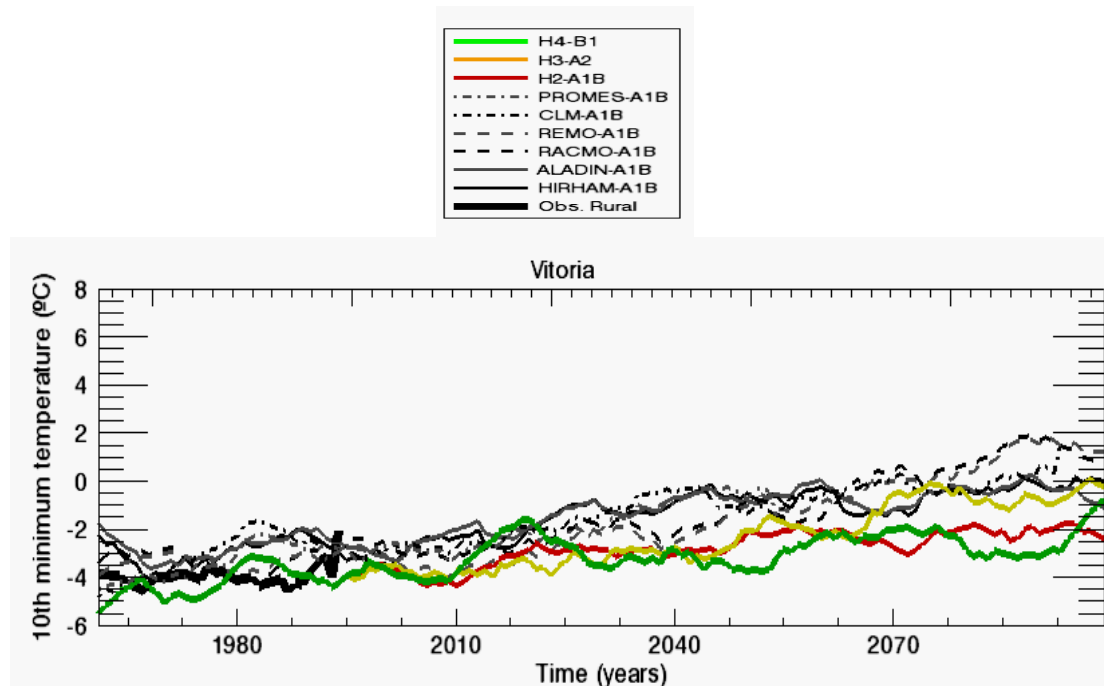
Para este mismo periodo, los días que durante el verano caracterizan este tipo de eventos son el 4,5% del verano y su temperatura máxima media de 33,25 °C. La media del conjunto de todos los modelos, en este periodo, sobreestima ligeramente la ocurrencia de estos eventos (la frecuencia predicha es de 5,4%) y subestima ligeramente la temperatura máxima media (32,5 °C), esto es debido a la subestimación del valor de las temperaturas extremas citado con anterioridad.

Para los escenarios futuros, en general, se observa una tendencia positiva en el número de días involucrados en las olas de calor, además de un aumento en las temperaturas. Se espera que los días inscritos en olas de calor aumenten hasta un 18% a finales de siglo (2071-2100) con temperaturas máximas medias involucradas de 33,97 °C. La frecuencia (numero de olas de calor por verano), sin embargo, muestra un aumento más débil, esto quiere decir que los periodos de olas de calor se hacen más largos

## INVIERNO

El percentil 10 de las temperaturas mínimas presenta en invierno una tendencia positiva, es decir los inviernos serán más suaves en el futuro con temperaturas menos

extremas. Durante el periodo de control (1961-1990), la media del Ensemble del percentil 10 modelizado para la ciudad de Vitoria-Gasteiz es de  $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que el observado es de  $-4,13\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Es decir, que los modelos tienden a representar un clima ligeramente más cálido que el observado.



**Figura 1.24.** Evolución temporal (1961-2100) del percentil 10 de la temperatura mínima para el periodo de invierno (Diciembre-Enero-Febrero).

Para el periodo 2030-2060 se espera que la media del Ensemble sea de  $-1,68\text{ }^{\circ}\text{C}$  con una desviación estándar de 0,94 para la ciudad de Vitoria-Gasteiz y a finales de siglo XXI (2070-2100) se esperan temperaturas de  $-0,58\text{ }^{\circ}\text{C}$  con una desviación estándar de 1,27 en esta ciudad. Es decir la anomalía de las temperaturas mínimas simuladas es de  $2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  para la ciudad de Vitoria-Gasteiz.

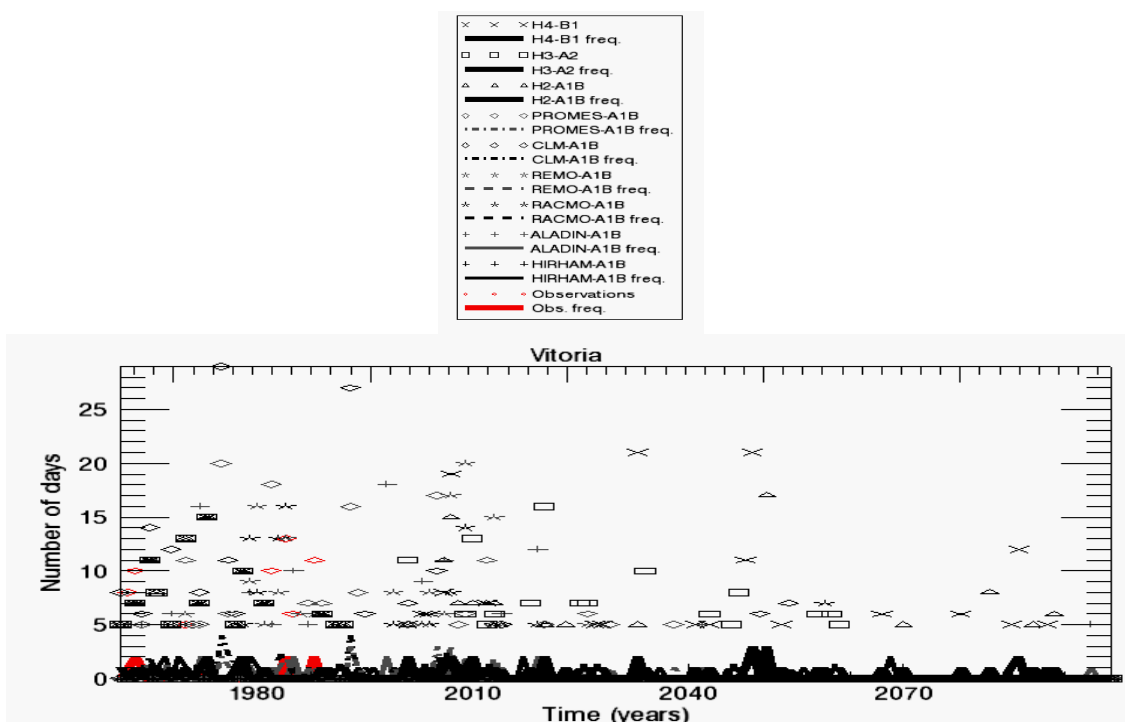
### Número de días con temperaturas mínimas menores de $0^{\circ}\text{C}$

El número de días que presentan temperaturas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ , para el periodo de referencia (1961-1990), es de 30 días para Vitoria-Gasteiz. Debido al aumento de las temperaturas, se espera, además, que este valor disminuya llegando a finales de siglo (2070-2100) a 8,5 días.

### Olas de frío

Las olas de frío se definen como periodos de más de 5 días en los que la temperatura mínima diaria es inferior a la temperatura media de las mínimas durante el periodo de control menos  $5^{\circ}\text{C}$ . Para Vitoria-Gasteiz esta condición es de  $-3,81\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Para el periodo de control (1961-1990) el porcentaje de días de invierno observados que pertenecen a este tipo de eventos es de 2,8% con una temperatura media de las mínimas de  $-6,92\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El Ensemble de modelos en este periodo sobreestima ligeramente estos eventos, prediciendo un porcentaje de 3,34 y una temperatura media de  $-6,4^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 1.25.** Evolución temporal de las olas de frío. La nube de símbolos indica el número de días por invierno pertenecientes a este tipo de eventos. Las barras indican su frecuencia.

La tendencia futura predicha por los modelos es negativa con un porcentaje de días en disminución y una temperatura en aumento. La disminución en número de días es muy marcada a partir de 2020 con algunos modelos que no predicen ninguna ola de frío a finales del SXXI. La frecuencia (número de olas de frío por invierno), sin embargo, muestra una disminución menos marcada. A finales de siglo (2070-2100) los días inscritos en olas de frío será de 0,53% con temperaturas medias mínimas involucradas de -5,2°C.

### Evolución de los tipos de clase en base a estos escenarios futuros

Como se ha descrito en el apartado 1.2, el análisis del campo de la temperatura se ha basado en una clasificación de tipos de tiempos y en su evolución a futuro. Esta metodología nos permite un acercamiento al clima que existirá en el futuro en una región determinada, lo que nos puede ayudar a predecir las situaciones que serán más probables.

En este apartado se analiza la evolución predicha por los modelos de las clases de tiempo presentadas en el apartado 1.2. La metodología utilizada es la siguiente:

- Primero se clasifican las predicciones futuras de cada modelo en las clases descritas tanto para invierno como para verano en función de la Tmax, Tmin, Tmean y su amplitud térmica diaria.
- Se procede a su validación a través de la comparación con las observaciones durante un periodo de control (1998-2008).

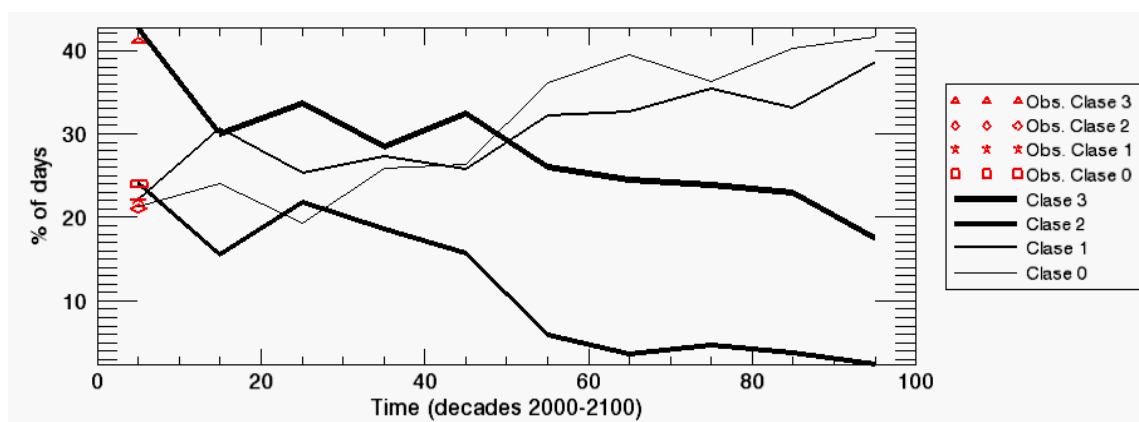


- Finalmente, se analiza la evolución futura de su frecuencia y temperatura en base a los escenarios de temperatura presentados para el periodo 2000-2100.

## VERANO

El análisis de la evolución de los tipos de clase que se presenta a continuación procede del modelo RACMO aunque se ha comprobado que todos los modelos predicen tendencias similares y del mismo signo, lo que indica una alta consistencia del resultado. La elección de éste se ha basado en su capacidad de predecir simultáneamente el porcentaje de días por clase y las temperaturas involucradas.

En la Figura 1.26 se presenta la evolución de cada una de las clases para el verano en el municipio de Vitoria-Gasteiz.

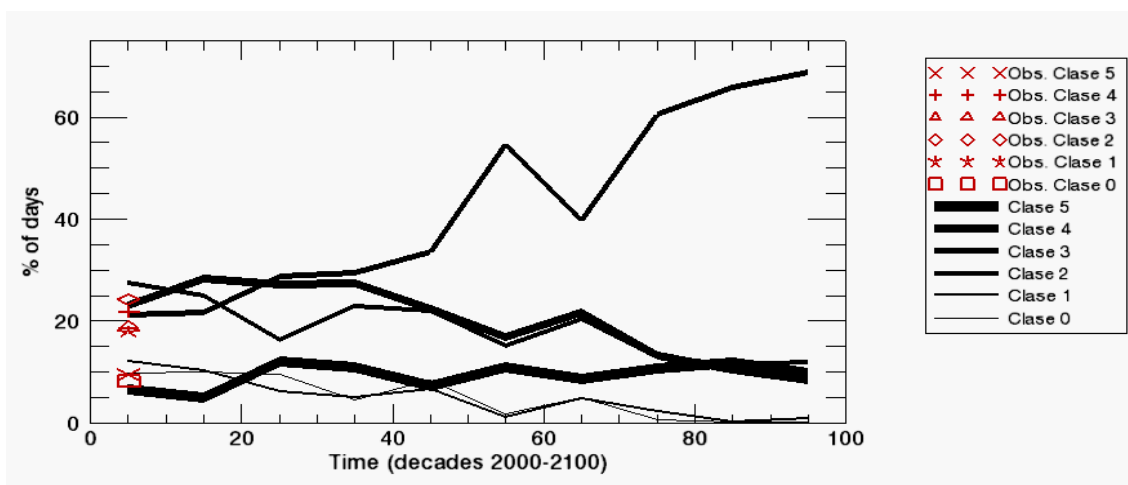


**Figura 1.26.** Porcentaje de días de verano que pertenecen a una clase en particular por década. Resultados del modelos REMO.

Los resultados indican una clara tendencia en la evolución del número de días por clase de tiempo, aumentando los días de mayor amplitud térmica y disminuyendo los de temperaturas mínimas mas bajas (para cualquier amplitud térmica). Esto es debido a que se esperan temperaturas mínimas más elevadas en el futuro, como se había indicado en los escenarios de clima urbano presentados en secciones anteriores. Las clases de tiempo en verano que más predominan en el futuro son la 0 y la 1.

## INVIERNO

Se muestra en la Figura 1.27 la evolución de las clases del invierno para Vitoria-Gasteiz. La clase de tiempo de invierno que más aumenta su probabilidad de ocurrencia, con diferencia, es la clase 3, que es la que tiene una mayor temperatura mínima.



**Figura 1.27.** Porcentaje de días de invierno que pertenecen a una clase en particular por década. Resultados del modelos REMO.

Debido a la tendencia positiva (aumento) observada en los escenarios urbanos de las temperaturas mínimas, las clases de temperaturas bajas (clases 0 y 1) son cada vez menos frecuentes, resultando prácticamente inexistentes a finales de siglo. La clase con temperaturas altas y con poca amplitud térmica para el caso de Vitoria-Gasteiz aumenta su probabilidad de ocurrencia (clase 3). Las clases con altas temperaturas son las que tienen un mayor efecto sobre el clima urbano, mostrando una isla de calor más intensa.

Estos resultados implican que en invierno y en una ciudad como Vitoria-Gasteiz no se generará estrés térmico debido a altas temperaturas y se reducirá el estrés térmico correspondiente a bajas temperaturas, mientras que en verano, esto producirá disconfort. Es por ello, que se hace palpable la necesidad de definir medidas de adaptación que reduzcan el aumento de temperatura existente en la ciudad con respecto al medio circundante, principalmente en verano.

De los resultados presentados sobre Clima Urbano: Mapa Térmico nos gustaría resaltar los siguientes aspectos:

- La ciudad de Vitoria-Gasteiz muestra el efecto isla de calor, llegando casi hasta los 5°C de diferencia con respecto al medio rural. Esta isla de calor es ligeramente mayor en verano que en invierno, y máxima durante la noche. Los valores son semejantes a los encontrados en ciudades europeas de tamaño medio.
- Durante algunas horas centrales del día se forma una isla de calor negativa, estando los alrededores y las zonas ajardinadas más calientes que el centro. Esto se debe a la menor inercia térmica de este tipo de entornos, lo que hace que se calienten y se enfríen de forma más rápida que los medios urbanizados. Esta isla de calor negativa es mayor en verano que en invierno.

### Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

- Las zonas que mayor temperatura registran en los momentos de isla de calor máxima se corresponden con zonas de poca vegetación y con un factor de vista del cielo reducido, esto último es más importante en verano que en invierno, debido a la menor inclinación solar en invierno. En invierno la reducción del factor de vista dificulta el ascenso de la temperatura, aunque también su descenso.
- La vegetación tiene un efecto de mejora del estrés térmico, reduciendo la temperatura de la zona en momentos de isla de calor positiva, y, por lo tanto, acercando los valores a los del medio rural circundante.
- Los embalses y fuentes tienen también un efecto positivo durante el verano, refrescando el ambiente. En invierno, sin embargo, sus consecuencias no están claras.
- La isla de calor es máxima durante la noche. Esto es muy importante en un contexto de ola de calor, ya que el hecho de que no bajen las temperaturas durante la noche, genera un alto estrés térmico negativo, lo que es especialmente relevante para determinados grupos vulnerables (ancianos, niños, etc.).

Lo que se traduce en los siguientes escenarios, basados en los cambios climáticos previsibles, definidos para Vitoria-Gasteiz en los horizontes temporales 2050 y 2100.

#### **Impactos previsibles del CC en Vitoria-Gasteiz**

Los cambios climáticos que se esperan para **2050** son:

1. **Verano:**

- a. *Aumento de las temperaturas extremas: las máximas suben 2,9 C y las mínimas algo, pero no mucho.*
- b. *Aumento ligero de los días que corresponden a Olas de Calor respecto al s. XX.*

2. **Invierno:**

- a. *Aumento de las temperaturas mínimas extremas en 1,8° C.*
- b. *Desaparecen Olas de Frío.*

Los cambios climáticos que se esperan para **2100** son más acentuados:

1. **Verano:**

- c. *Aumento de las temperaturas extremas: las máximas suben 4,7° C y las mínimas algo, pero no mucho.*
- d. *El 18% de los días corresponden a Olas de Calor, las cuales son más largas que en el siglo XX.*
- e. *Disminuyen las precipitaciones en un 30-50% respecto al s. XX.*

2. **Invierno:**

- f. *Aumento de las temperaturas mínimas extremas en 3° C.*
- g. *Desaparecen Olas de Frío.*
- h. *Aumentan las precipitaciones en un 5-20% respecto al s. XX.*

3. **Las lluvias extremas aumentan en un 10%, por lo que aumenta la probabilidad de inundaciones.**

## Fase 2: Caracterización de la vulnerabilidad por sectores

En este apartado se presentan los resultados del análisis de la vulnerabilidad de los sectores para el municipio de Vitoria-Gasteiz. Para ello se necesita:

1. Previamente, definir los principales sectores de actividad del municipio (Tarea 2.1);
2. Definir y desarrollar una metodología de evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático (CC) aplicable a sectores de actividad (Tarea 2.2);
3. Aplicar dicha metodología al municipio de Vitoria-Gasteiz (Tarea 2.3); y
4. Analizar y organizar los resultados en una propuesta de priorización de sectores de actividad de este municipio en función de su grado de vulnerabilidad al CC, es decir, de su necesidad de políticas de adaptación al CC esperable (Tarea 2.4) en los horizontes temporales definidos en el capítulo anterior de este documento (Fase 1).

### Tarea 2.1 Definición de sectores para Vitoria-Gasteiz

Como se ha señalado previamente, la primera tarea a realizar para la evaluación de la vulnerabilidad al CC de Vitoria-Gasteiz es la definición de los sectores o ámbitos que pueden verse afectados por el CC en este municipio. Cuando hablamos en este trabajo de sectores no nos referimos estrictamente a los sectores económicos tradicionales, aunque algunos nombres coincidan, sino que hacemos referencia a los grupos o categorías de actividad de la ciudad, ya sea de carácter económico, social, cultural o ambiental, si bien es cierto que estas categorizaciones son en muchos casos arbitrarias y sus límites un tanto difusos.

Para llevar a cabo una primera propuesta de sectores de la ciudad de Vitoria-Gasteiz se partió de la revisión de la literatura internacional relacionada y especialmente nos basamos en los documentos preparatorios del 5º informe del IPCC (Panel Intergubernamental de cambio climático), donde se presenta una propuesta de sectores (IPCC, 2010). Para adecuar este planteamiento a la realidad de Vitoria-Gasteiz se analizaron también la propuesta de sectores realizada dentro del GEO<sup>3</sup> (2009) y los estudios previos de la revisión del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) que recientemente se han llevado a cabo en estos momentos. En el Cuadro 2.1 se presenta una comparativa de caracterización de sectores en la que se basó la propuesta inicial de sectores para Vitoria-Gasteiz.

---

<sup>3</sup> GEO (2009) Informe-diagnóstico ambiental y de sostenibilidad de Vitoria-Gasteiz –GEO-. PNUMA y CEA del Ayuntamiento de Vitoria, enero 2009.

Cuadro 2.1. Comparativa de sectores IPCC-2010, GEO-2009 y PGOU-EP2010

	IPCC 2010		GEO 2009		PGOU EP2010
Recursos y sistemas naturales y sus usos	Recursos Hídricos	Medio natural y rural	Medio natural	Medio físico	
	Sistemas terrestres y acuáticos internos		Medio rural		
Asentamientos humanos, industria e infraestructuras	Sistemas de producción y seguridad alimentaria	Medio urbano	Medio urbano	Aspectos urbanísticos	
	Áreas urbanas	Sociedad y economía	Sociedad y Gobernanza	Equipamientos sanitarios, de bienestar social, deportivo, cultural	
	Áreas rurales			Patrimonio cultural	
	Sectores económicos claves y servicios	Movilidad	Movilidad	Demografía	
			Actividades económicas y financieras	Actividad económica	
Salud humana, bienestar y seguridad	Salud humana	Metabolismo urbano	Metabolismo urbano (agua, energía, materiales, residuos y emisiones)	Actividad comercial	
	Seguridad humana			Infraestructura de comunicaciones	
				Infraestructuras de servicios: redes de telecomunicaciones, abastecimiento, saneamiento, redes eléctrica, de gas, de residuos, de energías alternativas	

La propuesta final de sectores para el municipio de Vitoria-Gasteiz se articula alrededor de 9 sectores agrupados en torno a tres áreas generales: medio natural y rural, medio urbano, y sociedad y gobernanza (ver Cuadro 2.2). A esta propuesta se llegó con la participación de casi todos los departamentos, y sociedades y organismos implicados en la gestión del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

Cuadro 2.2. Propuesta de sectores para el análisis de la vulnerabilidad al CC dentro del PACC de Vitoria-Gasteiz

Áreas	Sectores
Medio Natural y Rural	1. Recursos hídricos
	2. Recursos naturales
	3. Medio rural
Medio Urbano	4. Asentamiento residencial y EPU
	5. Infraestructuras básicas y de comunicación
	6. Actividades económicas
Sociedad y Gobernanza	7. Sociedad
	8. Salud
	9. Gobernanza

A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los sectores que se han definido para el municipio de Vitoria-Gasteiz en este trabajo:

- 1. Recursos Hídricos:** Masas de agua, tanto naturales como artificiales (acuíferos, ríos, embalses...) e infraestructuras (abastecimiento, saneamiento, sistemas de contención o seguridad, etc.) que representan o están asociados a

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

recursos hídricos de Vitoria-Gasteiz en relación con su uso, como con su calidad o estado ecológico de las aguas.

2. **Recursos Naturales:** Otros recursos y sistemas naturales, tanto terrestres como acuáticos, que no se contemplen específicamente como recursos hídricos. Se consideran no sólo aquellos espacios que estén incluidos en alguna figura de protección, sino también aquellos otros espacios no protegidos que presenten un valor ecológico relevante (biodiversidad asociada, bienes y servicios ambientales de alto valor...).

3. **Medio Rural:** Áreas y asentamientos rurales, incluyendo aquellos servicios y actividades, no sólo las económicas, que se desarrollan en este medio: agricultura, ganadería, conservación de la biodiversidad, paisaje, etc.

4. **Asentamiento Residencial y Espacios Públicos Urbanos (EPU):** Medio construido en núcleos urbanos, incluyendo tanto áreas residenciales como espacios públicos urbanos (EPU) para el disfrute y ocio de la comunidad (parques urbanos, plazas, etc.).

5. **Infraestructuras Básicas y de Comunicación:** Infraestructuras y redes de transporte y comunicación, así como aquellas relativas a la recogida de residuos, abastecimiento de electricidad o de gas, la generación de energías renovables, etc.

6. **Actividades Económicas:** Actividades económicas y comerciales (servicios e industria) vinculadas al medio urbano. [Las vinculadas al medio rural se incluyen en el sector 3.]

7. **Sociedad:** Características de la población (demografía) así como los servicios de interés general disponibles, relacionados con educación, patrimonio histórico y cultural, deporte, ocio, protección civil, etc.

8. **Salud:** Muy relacionado con el anterior, pero referido específicamente a los servicios de salud y servicios sociales. Se centraría en las consecuencias en la salud provocadas por eventos extremos o una inadecuada calidad ambiental (agua, aire, suelos, etc.), con especial atención a los grupos más vulnerables (niños, personas mayores, etc.) y teniendo en cuenta que puedan existir desigualdades en el acceso a los diferentes servicios.

9. **Gobernanza<sup>4</sup>:** hace referencia a los instrumentos y práctica de gobierno, dentro de los que se presta una especial relevancia a la participación ciudadana, coordinación intra e inter institucional y multinivel (horizontal y vertical).

---

<sup>4</sup> El EC "Gobernanza" no es estrictamente un EC sobre el que se pueda analizar la vulnerabilidad al CC. Corresponde a lo que llamamos "Gobernanza Adaptativa", es decir, a la respuesta que la sociedad debería dar para adaptarse al CC. Esto es objeto de la segunda etapa del proyecto, a saber, el propio desarrollo del Plan de Acción ante el CC de Vitoria-Gasteiz, por lo que aunque aparece en este listado, no será objeto de evaluación de la vulnerabilidad y, por lo tanto, tampoco aparecerá en la lista de prioridades de actuación.



En la definición de esta segunda propuesta participaron, además del departamento de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, los departamentos y servicios de Zona Rural y Montes (ZRM); Planificación Urbana (PU), Intervención Social (IS), Promoción Económica (PE), Participación Ciudadana (PC), Consumo y Salud (CS), Seguridad Ciudadana (SC), Vía Pública (VP), Servicio de Ciudadanía y Deporte (CD); además del Centro de Estudios Ambientales (CEA), la Sociedad Urbanística Municipal Ensanche 21, la empresa Aguas Municipales de Vitoria (AMVISA), la Oficina de Turismo, entre otros.

De cara a valorar la vulnerabilidad de cada uno de estos sectores se ha recabado información a través de unas fichas elaboradas *ex profeso* sobre los elementos claves de cada sector, las fuentes de información documental de los mismos, así como las personas y grupos de contacto que nos podrían ayudar a valorar cuál es la vulnerabilidad de cada uno de los sectores identificados del municipio de Vitoria-Gasteiz. [En el Anexo 2.1 se muestran las fichas en las que se recoge la información recabada de cada sector en cuya elaboración han participado los diferentes departamentos del Ayuntamiento, así como los organismos vinculados a la gestión del mismo.]

Las fuentes de información nos han servido para conocer y describir los diferentes elementos claves (EC) identificados de la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Las principales fuentes de información han sido el **PGOU** actual y sus estudios previos, el Plan Director 2015, el Informe-diagnóstico **GEO** (2009), el Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz – **PISU**- (2010) y el Plan de Lucha contra el CC de Vitoria-Gasteiz (2010-2020) del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (2010). A partir de esta información y de otra más específica de cada sector o elemento clave se ha extractado un resumen que se incluye en la ficha de evaluación de la vulnerabilidad de ese EC.

## Tarea 2.2 Metodología de evaluación de la vulnerabilidad al CC de los sectores de Vitoria-Gasteiz

En este apartado se presenta la propuesta de metodología dirigida a evaluar la vulnerabilidad al CC en los sectores del municipio de Vitoria-Gasteiz. No obstante, es preciso comentar que esto no es un fin en sí mismo sino un medio que nos permitirá establecer una serie de prioridades de actuación (objetivo último de esta primera etapa del proyecto) basada en la identificación de sectores o elementos claves de los mismos especialmente sensibles o vulnerables a los cambios esperados en el clima de Vitoria-Gasteiz. Estas prioridades serán las que orientarán la definición futura de medidas de adaptación al CC en el municipio de Vitoria-Gasteiz que articularán su PACC (segunda etapa del proyecto), permitiendo apoyar y orientar las políticas municipales de lucha contra el CC.

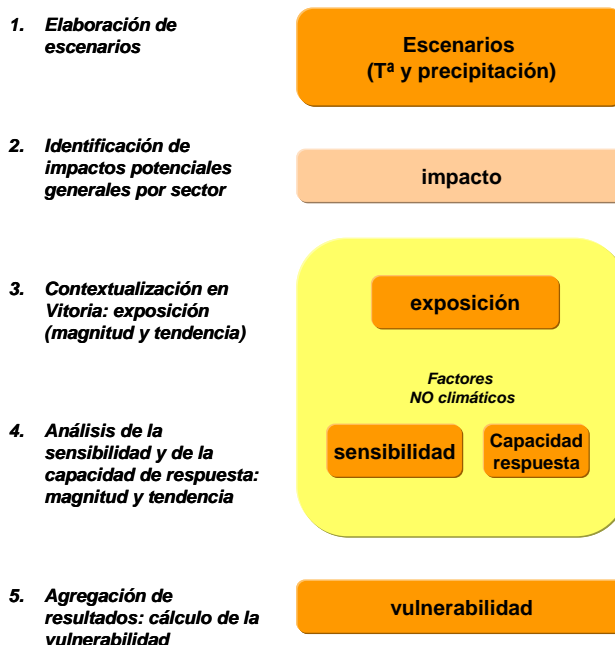
A pesar del alto grado de incertidumbre que acompaña a las tendencias y/o escenarios futuros en relación al aumento de temperatura, cambio en el régimen de las precipitaciones, subida del nivel del mar, etc. asociados al CC, es necesario comenzar a

**Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores**

actuar para adaptarse a los impactos que se sabe, con “cierta seguridad”, que ocurrirán.

Un paso previo imprescindible para comenzar a actuar es conocer la vulnerabilidad de los diferentes sectores posiblemente afectados por los cambios del clima que se prevén. La metodología que se propone en este apartado pretende dar respuesta a esta necesidad para lo que sigue un esquema ordenado de trabajo (Figura 2.1).

A partir de unos escenarios de cambio climático (cuyos horizontes temporales se han establecido en 2050 y 2100), elaborados sobre la base de los resultados de la Fase 1 de este estudio, se evalúa la repercusión de estos cambios climáticos en los diferentes sectores y en sus elementos claves (impactos). Posteriormente se realiza un análisis de vulnerabilidad de los mismos que nos permite establecer una serie de prioridades de actuación, lo que se materializaran en la segunda etapa en el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz.



**Figura 2.1.** Metodología para la evaluación sectorial de la vulnerabilidad:  
**Proceso metodológico**

Es decir, de forma resumida, nuestro esquema de trabajo es:

**Escenarios de CC → Impactos → Vulnerabilidad → Adaptación**

Esta metodología se alimenta de varias fuentes de trabajo previo, combinándolas, de las que destacamos el proyecto Eortek K-Egokitzen sobre “Adaptación al Cambio Climático” y el “Plan de Prioridades de Adaptación al CC de la CAPV”, realizado este último para IHOBE, así como de otros trabajos de investigación realizados en el marco del IPCC, ESPON-Climate, CIRCLE, etc. La filosofía de nuestro planteamiento es contribuir a preparar a los sectores prioritarios, adaptándolos a los cambios estimados en el clima.

## Marco Teórico

En líneas generales, se parte del marco teórico de análisis de la vulnerabilidad planteado en el **proyecto K-Egokitzen**, que se basa a su vez en el modelo propuesto por el IPCC y otros proyectos de investigación a escala europea en el marco de ESPON.

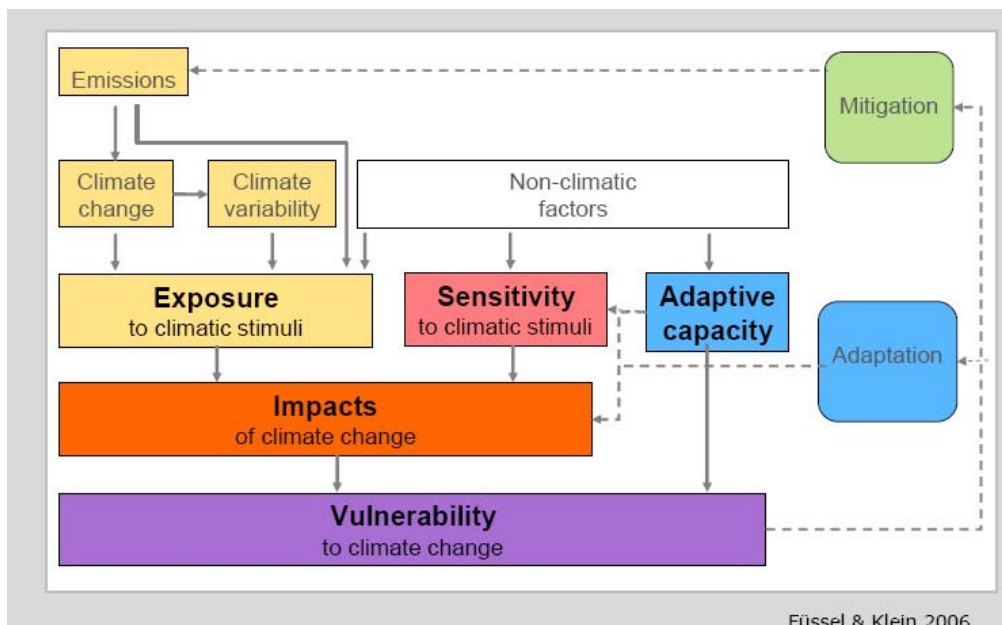


Figura 2.2. Marco conceptual IPCC, ESPON...



Figura 2.3. Aproximación clásica de la vulnerabilidad (IPCC 2007)<sup>5</sup>

En nuestro planteamiento hemos optado por un enfoque en el que no hay un análisis intermedio de impactos como combinación de exposición y sensibilidad, sino que se estima directamente la vulnerabilidad a partir de la exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta por medio de la siguiente función:

$$\text{Vulnerabilidad} = (\text{Exposición} + \text{Sensibilidad}) - \text{Cap. Respuesta}$$

Antes de continuar, se considera oportuno hacer un breve paréntesis terminológico, intentando aclarar, en la medida de lo posible, los conceptos con los que estamos trabajando:

<sup>5</sup> El **impacto** se define en el marco del IPCC como una función de la exposición y la sensibilidad. En esta figura, no obstante, se refiere al impacto sobre el clima (cambios en variables climáticas o impacto climático), no al impacto de los CC sobre el sistema, sector, etc.

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

- **Vulnerabilidad** de un EC o sector: es el grado en el que un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo, variabilidad climática y extremos. La vulnerabilidad es función del carácter, magnitud y el porcentaje al que un elemento está expuesto al cambio climático, su sensibilidad y su capacidad de respuesta (adaptado de IPCC 2007). La vulnerabilidad se evalúa ante impactos potenciales dadas unas variaciones climáticas específicas.
- **Exposición (E)**: hace referencia a la magnitud o extensión en la que un EC entra en contacto con las variaciones climáticas identificadas (por ejemplo, porcentaje del territorio que puede inundarse...). En este ejercicio suponemos, que si se ha identificado un impacto potencial, el EC está expuesto.
- **Sensibilidad (S)**: se refiere al grado en que el EC puede verse afectado más negativamente por cambios relacionados con el clima debido a características propias no climáticas. Es decir, en comparación con una actitud neutra ante el impacto, el potencial daño se dramatiza según la sensibilidad aumenta. El grado de sensibilidad depende de las características intrínsecas del EC que acentúan especialmente el impacto resultante. [Por ejemplo, % de personas con problemas respiratorios es una característica que hace que la población sea más sensible actualmente a olas de calor.] Frecuentemente se asume que la sensibilidad permanece constante en el tiempo, pero esto se cuestiona dado que los sistemas socio-ecológicos (incluidos los sistemas urbanos) evolucionan continuamente, aún en ausencia de cambio climático. Es necesario, por lo tanto, definir su tendencia si se conocen las proyecciones de los factores no-climáticos que la puedan afectar. Siguiendo el mismo ejemplo anterior, el envejecimiento de la población es un indicador que utilizaríamos para identificar una tendencia positiva en la sensibilidad de la población ante olas de calor.
- **Capacidad de respuesta (CR)**: corresponde a la capacidad a corto plazo del EC de actuar o reaccionar frente al cambio climático, reduciendo los efectos de ese cambio. Esta respuesta se produce justo antes o después de sufrir una perturbación o durante la misma. En nuestro caso, debemos fijarnos en medidas ya implantadas que hagan que el individuo o el sistema analizado puedan responder de forma favorable mitigando el potencial daño por estar muy expuesto o por ser muy sensible, o por ambas causas simultáneamente. Por ejemplo, estrategias ya diseñadas para el uso de un desvío cuando las carreteras queden inundadas, el uso de sistemas de alerta temprana, la migración de especies, la utilización de sistemas alternativos de generación de energía, entre muchos otros.

Para el análisis de la vulnerabilidad se consideran las siguientes asunciones:

- La **exposición y sensibilidad** son dimensiones que suman debido a que explican la debilidad de los sectores (o sus elementos), y sirven para medir hasta qué punto es más delicado un sector en comparación a otro.
- La **capacidad de respuesta** reduce la debilidad remarcada por la suma de los anteriores, es decir, ejerce un efecto de “resta”. Esto se debe a que un sector puede reducir su vulnerabilidad en función de su capacidad de adaptarse a las nuevas situaciones generadas por el cambio climático analizado.
  - Por ejemplo, sabemos que un aumento de temperaturas causará estrés hídrico, para lo cual los bosques deberán cambiar sus regímenes de transpiración que corresponde a una adaptación natural del sistema a largo plazo. En comparación a la reacción que puede ser desarrollada en ciudades con menos cantidad de agua disponible cuya regulación antrópica y adaptación pueden ser más rápidas y por lo tanto la vulnerabilidad final menor.

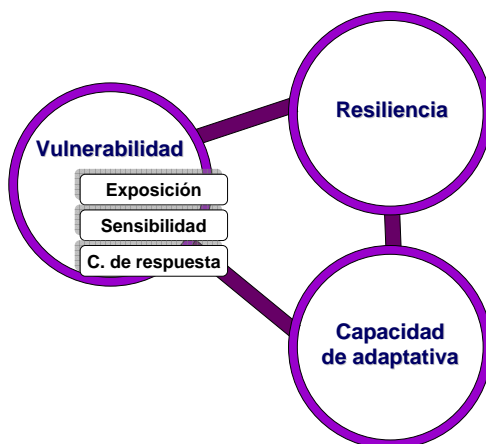
Para orientar las valoraciones de exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta se

parte de un análisis previo de la literatura en relación con los efectos documentados de las variaciones de las condiciones climáticas esperables en nuestros escenarios de trabajo (cambios climáticos esperados en 2050 y 2100, descritos en la Fase 1 de este trabajo) en las diferentes áreas, sectores y elementos claves en el municipio de Vitoria-Gasteiz. Este análisis lo hemos llamado **Análisis de Impactos Potenciales** y se basa en la literatura existente sobre los impactos esperados del los CC tanto a nivel mundial, como a niveles más específicos (regional o local).

Este análisis se recogen en una tabla de Impactos diseñada a tal efecto en la que se cruzan los elementos claves de los sectores de Vitoria-Gasteiz con los cambios climáticos esperados para 2050 y para 2100 y en dichos cruces se identifican los impactos sobre los que existen referencias. Estas tablas se incluyen también en las fichas de evaluación dentro del apartado de impactos potenciales (consultar Anexo 2.2).

Otro aspecto a destacar de nuestro planteamiento es que en el se distingue entre **capacidad de respuesta** (corto plazo) y **capacidad de adaptación** (largo plazo y relacionada directamente con la *gobernanza adaptativa*).

La visión de **K-Egokitzen** a este respecto se clarifica mediante el siguiente diagrama (adaptado de Gallopin, 2006):



**Figura 2.4.** Aproximación K-Egokitzen al concepto de vulnerabilidad (adaptado de Gallopin, 2006)

Otro aspecto destacable es que la participación de diferentes grupos y agentes de muy diversas disciplinas ha sido básica a la hora de realizar este trabajo de priorización.

## Metodología y proceso

Como ya se ha comentado, la metodología definida en este proyecto propone una evaluación de la Vulnerabilidad al CC de los ECs basada en las valoraciones globales de tres dimensiones (exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta), ya que son a partir de las cuales se define la vulnerabilidad al CC. Estos elementos se valoran en relación a su magnitud, con lo que podremos obtener una evaluación de su

**Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores**

vulnerabilidad actual, y su tendencia, que nos permitirá calcular su vulnerabilidad futura. En estas valoraciones la unidad de análisis es el elemento clave (EC):

*Se entiende por Elementos claves (EC) de los sectores de Vitoria-Gasteiz a los elementos físicos o actividades que el Ayuntamiento gestiona, planifica o sobre las que hace políticas y que son relevantes o, incluso, emblemáticos para la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Pueden tener carácter social, natural, infraestructural o económico.*

La metodología propuesta en este trabajo es fundamentalmente de carácter cualitativo, ya que lo que se pide es una valoración, la cual debe de estar fundamentada en los datos y conocimiento existente que puede ser tanto **cuantitativos como cualitativos**.

Para facilitar, orientar y guiar las valoraciones necesarias para llevar a cabo la evaluación de vulnerabilidad se han definido lo más sencillamente posible los aspectos a evaluar. Parte de esta facilitación se ha apoyado en los pasos previos a la propia evaluación de la vulnerabilidad en los que:

1. se ha buscado información sobre los diferentes ECs del municipio de Vitoria-Gasteiz;
2. se han elaborado los escenarios climáticos futuros (Anexo 1.1);
3. se han documentado los impactos potenciales previstos del CC a nivel global y específicamente para el municipio de Vitoria-Gasteiz.

La información recabada en estas tareas se ha integrado en las fichas de evaluación de la vulnerabilidad (ver Anexo 2.2).



**Figura 2.5.** Metodología para la evaluación sectorial de la vulnerabilidad:  
**Pasos previos**

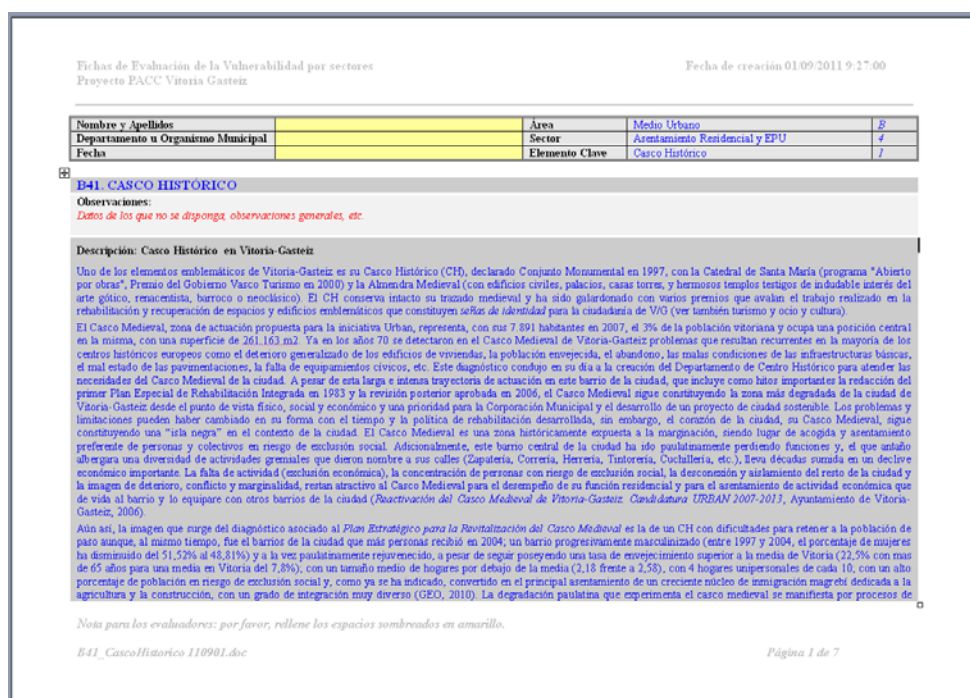
Tanto los conceptos a evaluar como el propio método cumplen las **especificaciones de un modelo de evaluación de la vulnerabilidad**, siguiendo las tendencias científicas actuales (p.e.: IPCC). Este modelo se ha desarrollado específicamente por Tecnalía para este proyecto ya que no existía ningún método aceptado de forma general para la definición de medidas de adaptación a partir de una evaluación de la vulnerabilidad, y, en especial, partiendo de una especificación concreta y novedosa de este proyecto que consiste en valorar, no elementos físicos, sino sectores de actividad del municipio.



**Paso 1. Diseño de la Ficha de Evaluación de la Vulnerabilidad al CC**

Para realizar la evaluación de la vulnerabilidad al CC de los ECs de Vitoria-Gasteiz se ha diseñado una Ficha de Evaluación tipo a partir de la cual se han elaborado 32 Fichas de Evaluación de la Vulnerabilidad (una por cada EC), en las que se ha incorporado la información recopilada y analizada: descripción de los ECs, impactos potenciales, estresores, y la propia evaluación de vulnerabilidad.

Además de los datos de identificación del evaluador y del EC que se está evaluando, en la primera parte de la ficha se incluye una descripción del elemento clave: evolución, desarrollo como sector, etc. (Figura 2.6). Cuando estén disponibles, se aportan datos cuantitativos y se identifican también otros datos que pueden ser necesarios.



**Figura 2.6.** Ficha de Evaluación de la Vulnerabilidad al CC: descripción del EC

En la segunda parte de la ficha se incluye los resultados del análisis de impactos potenciales de los CC en ese elemento clave, tanto de forma narrativa, como en forma sintética de tablas (Figura 2.7a y b respectivamente).

En la parte narrativa se presentan un resumen de los **impactos potenciales**<sup>6</sup> del cambio climático sobre el elemento clave (EC), basados en estudios e informes internacionales, estatales y regionales, sin adaptarlo a la situación particular de la ciudad. Ahora bien, en ciertos casos se habla de las infraestructuras o elementos disponibles en la ciudad que puedan verse afectados. También pueden identificarse impactos que luego no apliquen a la situación particular del municipio, bien porque no existan ese tipo de infraestructuras o bien porque las variaciones climáticas que

<sup>6</sup> **Impacto potencial:** se entiende como el potencial efecto negativo sobre un EC o sector, como consecuencia de una modificación de su entorno debido directo o indirectamente a un cambio climático.

afectan al municipio no induzcan ese tipo de impactos. En opinión del equipo técnico de Tecnalía, recoger una lista general de impactos resulta interesante para poder prever potenciales impactos en caso de que nuevas infraestructuras o elementos sean planificadas o los modelos climáticos sean mejorados.

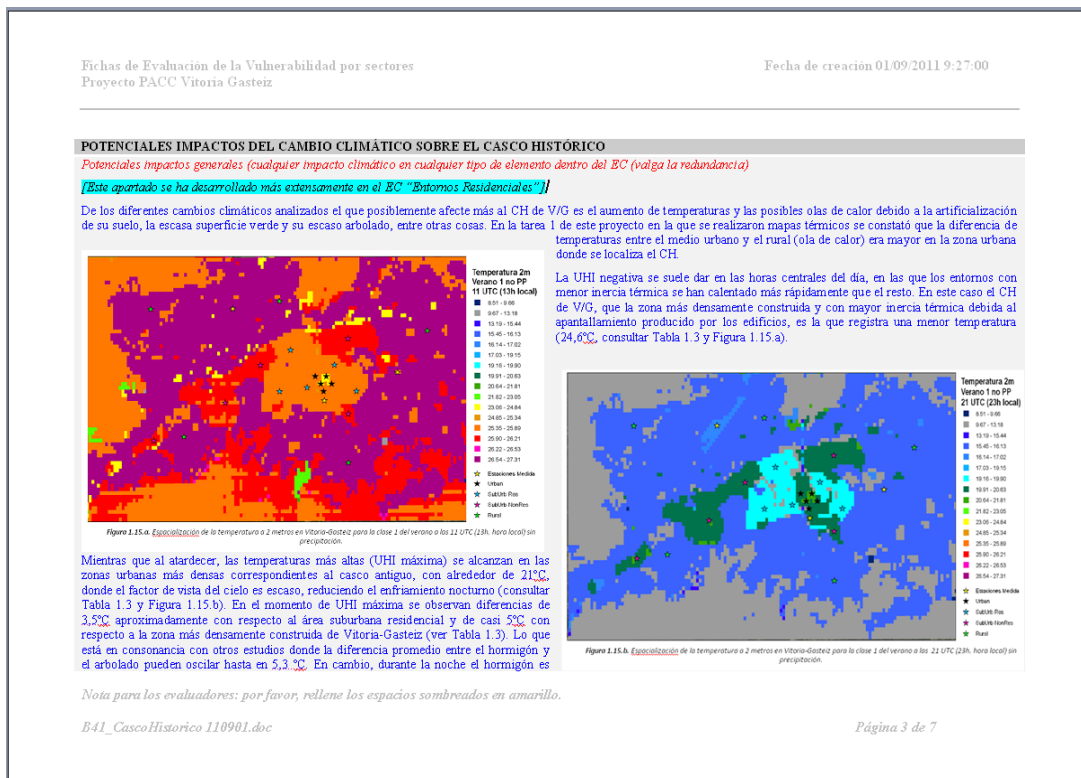


Figura 2.7a. Ficha de Evaluación de la Vulnerabilidad al CC: Impactos potenciales del CC en el EC a) generales

La tabla resumen de impactos (Figura 2.27b) se basa tanto en los escenarios desarrollados para Vitoria-Gasteiz en relación a los impactos relevantes (temperatura y precipitación), como en los elementos clave existentes de cada sector. Es decir, se recogen (utilizando como fuente el apartado anterior) los impactos potenciales que aplican a la ciudad, basándose en los trabajos realizados previamente en la CAPV y en España:

*En España el primer estudio sobre esta temática versa sobre los impactos del CC en diferentes sectores y sistemas y fue coordinado por la Universidad de Castilla-La Mancha y supervisado por la OECC (Oficina Española de Cambio Climático). Los resultados de este informe se recogen en la 4ª comunicación Nacional de España (2005).*

Fichas de Evaluación de la Vulnerabilidad por sectores  
Proyecto PA2C Vitoria Gasteiz

Fecha de creación 01/09/2011 9:27:00

Tabla resumen de impactos				
Elemento del CC	Proyecciones Vitoria 2050	Impacto Potencial (2050)	Proyecciones Vitoria 2100	Impacto Potencial (2100)
Cambios en temperatura ΔT	<b>Verano:</b> aumento de las Trás. Extremas: las máximas suben 2,7°C y las mínimas algo, pero no mucho. También aumentan ligeramente los días que corresponden a Olas de Calor (OC)	Aumento de la demanda energética para refrigeración	<b>Verano:</b> Aumentan de las Trás. Extremas, las máximas suben 4,7°C y las mínimas algo, pero no mucho (ATMax). Además, el 18% de los días corresponden a Olas de Calor (OC), que son más largas que en sXXX	Aumento de la demanda energética para refrigeración
		Ligera reducción de la calidad de la habitabilidad de edificaciones antiguas o vulnerables		Reducción de la calidad de la habitabilidad de edificaciones antiguas o vulnerables
				Visitantes y usuarios EU: reducción del confort térmico urbano (estrés térmico)
Cambios en las precipitaciones ΔP	<b>Invierno:</b> aumento de las Temperaturas mínimas extremas en 1,8°C. Desaparecen las Olas de Frio (OF)	Ligero descenso de la demanda energética para calefacción [1]	<b>Invierno:</b> aumento de las Temperaturas mínimas extremas en 2°C (ATMin) y desaparecen las Olas de Frio (OF)	Reducción de la demanda de energía para calentar en invierno [1]
			<b>Verano:</b> disminuyen las precipitaciones en un 30-50% respecto al sXXX <b>Invierno:</b> Aumenta 10% lluvias extremas. Ligero incremento de las precipitaciones (5-20%)	Posibles datos en edificios de viviendas o de PH por lluvias extremas (goteras, filtraciones cimentación...)

[1] Este impacto no se analiza a continuación ya que es positivo

Nota para los evaluadores: por favor, rellene los espacios sombreados en amarillo.

B41\_CascoHistorico 110901.doc

Página 5 de 7

Figura 2.7b. Ficha de Evaluación de la Vulnerabilidad al CC: Impactos potenciales del CC en el EC b) específicas para Vitoria-Gasteiz

Además, en la Ficha de evaluación se incluye un apartado dedicado a los **estresores no climáticos** que pueden ser relevantes principalmente para la evaluación de sensibilidad tanto en relación a su magnitud, como a su tendencia y comportamiento. Estos estresores pueden depender de factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, etc. En este apartado se nombran algunos, identificando la tendencia que siguen actualmente con el fin de poder dar apoyo al análisis de la sensibilidad y la capacidad de respuesta de ese elemento clave para cada impacto potencial identificado.

La tercera parte de la ficha (Figura 2.8) recoge la propia evaluación de la vulnerabilidad, que se describe más detalladamente en el apartado siguiente (Paso 2). Aquí, el participante debe evaluar la exposición (E), la sensibilidad (S) y la capacidad de respuesta (CR) del EC para cada impacto potencial identificado o agrupación de impactos (segunda columna de la izquierda). De cada una de estas dimensiones se valora su magnitud (M) y su tendencia (T):

- **Magnitud:** es el grado de importancia o contribución (escala: alta, media, baja) de E, S o CR en la magnitud del efecto o impacto potencial del cambio climático que se esté analizando sobre el total del EC.
- **Tendencia** de E, S o CR: es su propensión o inclinación (ascendente ↗, mantenida =, y descendente ↘) a comportarse de una determinada manera como resultado de sus condiciones actuales, las proyecciones socio-económicas conocidas y con mira a los horizontes 2050 y 2100. Se evalúa en base a los estresores que actualmente influyen en la evolución y desarrollo del EC. Por ejemplo, la escasez de recursos fósiles, el envejecimiento de la población, la fragmentación de hábitats debida a la urbanización dispersa, etc.

También se indica en la primera columna, a modo de referencia, el cambio climático asociado a ese impacto ( $\Delta T$ : variaciones de temperatura,  $\Delta P$ : variaciones en precipitaciones).

Fichas de Evaluación de la Vulnerabilidad por sectores  
Proyecto PACC Vitoria Gasteiz

Fecha de creación 19/07/2011 13:37:00

ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LA VULNERABILIDAD (M= Magnitud, T= Tendencia)										
Impacto Potencial		Exposición			Sensibilidad			Capacidad de respuesta		
	(Extracción de Tabla Resumen Impacto)	M	T	¿En qué pensabas?	M	T	¿En qué pensabas?	M	T	¿En qué pensabas?
$\Delta T$		A	↗		A	↗		A	↗	
		M	=		M	=		M	=	
		B	↘		B	↘		B	↘	
$\Delta T$		A	↗		A	↗		A	↗	
		M	=		M	=		M	=	
		B	↘		B	↘		B	↘	
$\Delta T$		A	↗		A	↗		A	↗	
		M	=		M	=		M	=	
		B	↘		B	↘		B	↘	
$\Delta T$		A	↗		A	↗		A	↗	
		M	=		M	=		M	=	
		B	↘		B	↘		B	↘	
$\Delta P$		A	↗		A	↗		A	↗	
		M	=		M	=		M	=	
		B	↘		B	↘		B	↘	
$\Delta P$		A	↗		A	↗		A	↗	
		M	=		M	=		M	=	
		B	↘		B	↘		B	↘	

Figura 2.8. Ficha de evaluación: valoración de E, S, CR

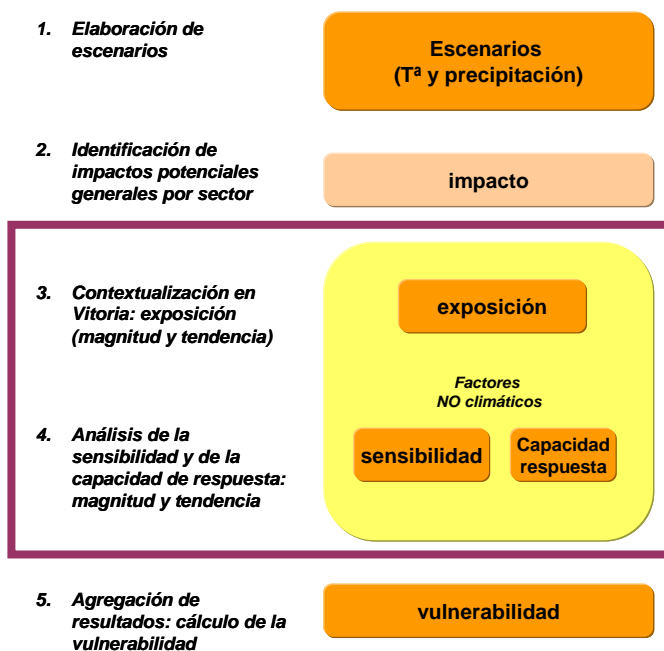
Además, se propone otro apartado: *¿En qué pensabas?* donde la persona participante indica los aspectos en los que se ha basado en su valoración, o cualquier observación que crea necesario resaltar, con el objetivo de que el equipo técnico conozca el origen de la valoración para un posterior análisis. Este es un elemento de ayuda para aunar evaluaciones, definir medidas de adaptación y ponderar elementos entre otras tareas.

**Paso 2. Valoración de Exposición (E), Sensibilidad (S) y Capacidad de Respuesta (CR) de los ECs de Vitoria-Gasteiz**

Para realizar la evaluación de vulnerabilidad se necesita valorar sus dimensiones de exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta.

Esta valoración es doble. En primer lugar se valora la magnitud de cada una de ellas si los CC más drásticos previstos para 2050 ocurrieran hoy mismo. El resultado de este análisis nos informa sobre la **vulnerabilidad actual** de los ECs a los CC previstos en 2050. En segundo lugar, se evalúa la tendencia de cada una de esas dimensiones en el futuro. Estas valoraciones nos permiten hacer una estimación de la **vulnerabilidad futura** de los ECs de los sectores de actividad del municipio de Vitoria-Gasteiz.

Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores



**Figura 2.9.** Metodología para la evaluación sectorial de la vulnerabilidad:  
Paso 2 Valoración de Exposición, Sensibilidad y Capacidad de Respuesta

La unidad de análisis es el elemento clave (EC). No obstante, para facilitar este trabajo, dentro de cada EC se identifican sus principales sub-elementos o funciones, simplificando así la evaluación al centrarnos en una unidad de análisis menor, y más homogénea y adaptada a cada tipo de EC (natural, urbano, social):

- **Un ejemplo basado en sub-elementos:** en relación al EC Educación se identificaron como aspectos relevantes sus infraestructuras, los trabajadores, los usuarios (alumnos) y la propia actividad de educación.
- **Otro ejemplo basado en funciones:** el EC montes de Vitoria y bosques islas se articula en torno a sus funciones de regulación (regulación hídrica, disponibilidad hídrica, sujeción del suelo, regulación de nutrientes, procesado de residuos), de hábitat y regulación biológica, de producción, y de información (estética, recreativa y educativa).

Las valoraciones a realizar de E, S y CR se centran en estos sub-elementos o funciones (unidades de análisis). Pero para facilitar aún más estas valoraciones se asocia cada uno de estos sub-elementos a los impactos potenciales que los CC previstos podrían ocasionar en ellos.

**Paso 3. Evaluación de la Vulnerabilidad al CC en el municipio de Vitoria-Gasteiz**

Antes de continuar recordar que la valoración de la exposición considera las siguientes fuentes:

- **UHI:** mapa térmico actual de Vitoria-Gasteiz donde se muestran las zonas en las que la variación de temperatura respecto a la zona rural es mayor. Elaborado por Tecnalía.
- **Mapas de inundabilidad del río Zadorra TR100, TR500** (TR= Tiempo de Retorno = probabilidad). TR500 años nos da el mapa de inundabilidad

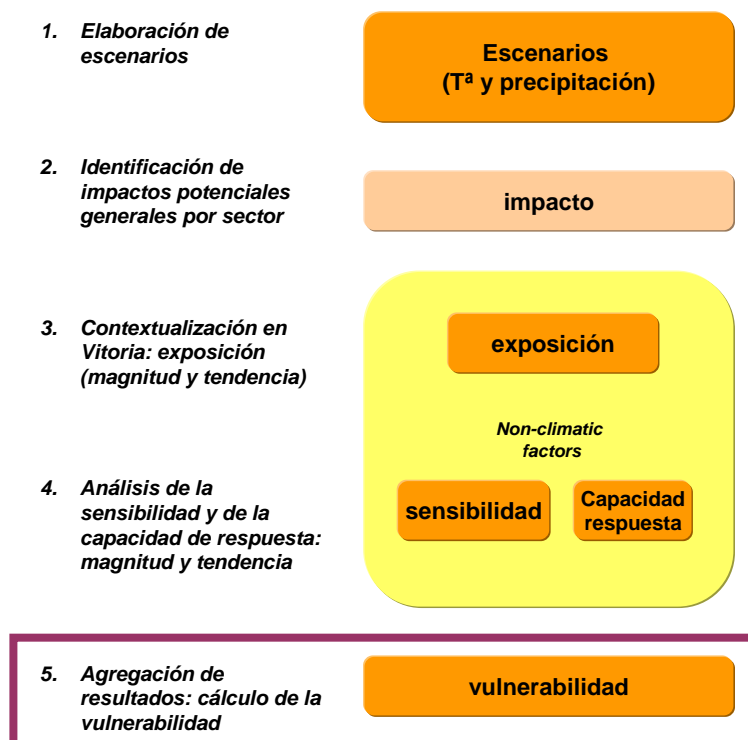
**Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores**

debido a eventos más extremos pero menos probables que TR100. Fuente de estos datos: CEA-Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz

En relación con los **Impactos potenciales**, se debe tener presente la alta incertidumbre que rodea la identificación y evaluación de estos, debida, por una parte, a la incertidumbre asociada a los resultados de los modelos climáticos y, por otra, a la falta de estudios científicos sobre el impacto en ese sector o elemento debido a ese cambio climático. Muchas veces incluso, según este equipo técnico ha identificado, existe falta de coherencia entre distintos estudios, contradiciéndose en muchos casos sus resultados.

Relacionado con lo anterior, no tenemos que olvidar que las valoraciones que se plantean para llevar a cabo la evaluación de vulnerabilidad al CC del municipio de Vitoria-Gasteiz se hacen situándonos en la peor situación posible –principio de precaución-. Y así, se considera que para el 2050, las temperaturas máximas en verano se incrementan 2,9 °C, y en invierno las mínimas extremas suben 1,8 °C y desaparecen las olas de frío. Y siguiendo este principio se estima que para el 2100 el aumento de las temperaturas máximas es de 4,7 °C en verano y disminuyen las precipitaciones hasta un 50%, y en invierno las temperaturas mínimas extremas suben 3 °C y las precipitaciones aumentan hasta en un 20%.

Además, comentar que aunque se han identificado casos en los que el cambio climático redundaría en beneficios (impactos positivos), como en el caso del turismo, en la evaluación final de la vulnerabilidad solo se tienen en cuenta los impactos potenciales negativos.



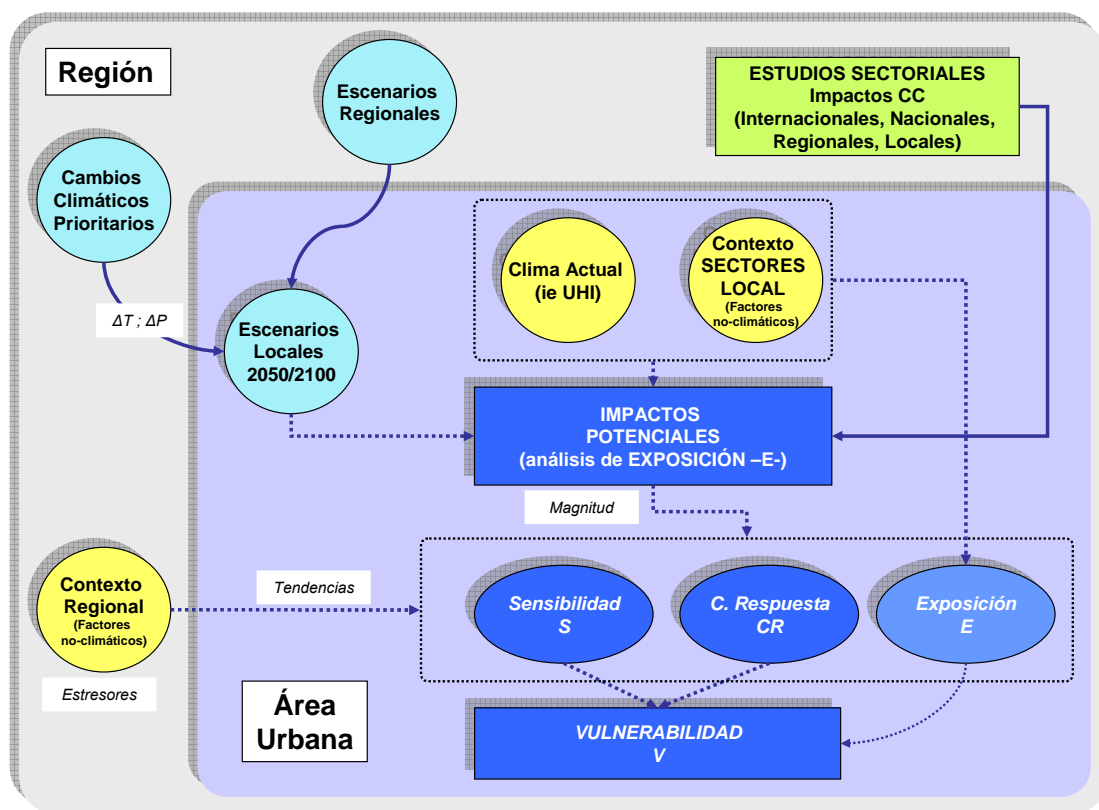
**Figura 2.10.** Metodología para la evaluación sectorial de la vulnerabilidad:  
**Evaluación de la vulnerabilidad**



Como se viene señalando el algoritmo al que acudimos para el cálculo de la vulnerabilidad nos permite asignar un valor a cada elemento clave de los diferentes sectores del municipio de Vitoria-Gasteiz y, por lo tanto, nos permite, más tarde **priorizar** las áreas, sectores y sus elementos claves en función de sus necesidades de adaptación al CC.

**$Vulnerabilidad = (Exposición + Sensibilidad) - Cap. Respuesta$**

Recordemos, además, que nuestro planteamiento hace dos evaluaciones de vulnerabilidad, una hace referencia a la **vulnerabilidad actual**, para lo que nos basamos en las valoraciones relativas a la magnitud, tanto de exposición, como de sensibilidad y capacidad de respuesta, y la otra recoge la **vulnerabilidad futura**, para lo que nos basamos en las valoraciones realizadas en términos de tendencia (-1 desciende, 0 se mantiene, +1 aumenta).



**Figura 2.11.** Metodología para la evaluación sectorial de la vulnerabilidad: Aproximación en la escala regional-local

Para poder llevar a cabo los cálculos de vulnerabilidad futura, primero se tienen que estimar la exposición, la sensibilidad y la capacidad de respuesta futura, lo que se hace combinando las valoraciones de magnitud y tendencia de estas dimensiones según se muestra en el cuadro 2.4.

Si bien en este caso el rango de la escala varía entre 0 y 4, se ha corregido para equipararla a la de E, S y CR actual, para lo cual se ha re-codificado el valor 0 a 1 y el 4 a

3. Los valores de la escala de las dimensiones futuras ahora son, al igual que la de magnitud actual, 1 baja, 2 media, 3 alta.

**Cuadro 2.4.** Estimación de la exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta futura

		E, S, CR futura		tendencia		
				desciende	se mantiene	aumenta
			-1	0	1	
magnitud actual	baja	1	0	1	2	
	media	2	1	2	3	
	alta	3	2	3	4	

Es decir, las valoraciones de tendencia modifican las valoraciones previas relativas a la magnitud, de tal forma que lo primero que tenemos que hacer para estimar la vulnerabilidad futura es recalcular las magnitudes estimadas en función de las tendencias, de tal forma que:

- Si la tendencia **se mantiene**: la valoración actual y futura coincide.
- Si la tendencia es a **aumentar**: las valoraciones de E, S y CR actual subirían un nivel (de baja a media y de media a alta, la alta se mantendría alta).
- Si la tendencia es que **disminuye**: las valoraciones de E, S y CR actual bajarían un nivel (de alta a media y de media a baja, la baja se mantendría baja).

A continuación se describe cómo se combinan estas valoraciones para obtener los valores de vulnerabilidad actual y futura.

### Valoraciones globales de E, S y CR por EC

En las evaluaciones de Vulnerabilidad se ha considerado conveniente que la unidad de análisis sea el EC, y para ello se ha calculado la media de las valoraciones de exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta, tanto actual como futura de las valoraciones de los sub-elementos o funciones que constituyen cada EC.

### Estimación de Exposición + Sensibilidad

Para calcular la combinación de exposición y sensibilidad tanto **actual** como **futura** se parte de las valoraciones medias de exposición y sensibilidad realizadas en una escala ordinal de 3 puntos (1 baja, 2 media, 3 alta) y se combinan de forma aditiva. Para facilitar su lectura en estos cuadros las puntuaciones medias se han redondeado sin decimales, si bien los análisis se realizan con el valor medio real con decimales. La combinación de los valores se hace según el Cuadro 2.5.

**Cuadro 2.5.** Propuesta de combinación (aditiva) de valoraciones de exposición y sensibilidad para su estimación actual o futura

		Combinación aditiva		Exposición		
				baja	media	alta
			1	2	3	
sensibilidad	baja	1	2	3	4	
	media	2	3	4	5	
	alta	3	4	5	6	

### Estimación de la Vulnerabilidad: Exposición + Sensibilidad – Capacidad de respuesta

La vulnerabilidad actual o futura se calcula como la combinación sustractiva de las valoraciones globales de la combinación de exposición y sensibilidad, por una parte, y capacidad de respuesta, por la otra, tanto actuales o como futuras. Nuestra propuesta de combinación aparece reflejada en el Cuadro 2.6.

**Cuadro 2.6.** Propuesta de combinación (sustractiva) de valoraciones de impacto y capacidad de respuesta para la estimación de la vulnerabilidad actual o futura

Vulnerabilidad (resta)		Exposición + Sensibilidad					
		bajo	medio		alto		
		2	3	4	5	6	
Capacidad de respuesta	alta	3	neg	0	1	2	3
	media	2	0	1	2	3	4
	baja	1	1	2	3	4	5

Como resultado tenemos para cada EC una evaluación de vulnerabilidad actual y otra de vulnerabilidad futura. Estas evaluaciones varían desde 0 hasta 5, agrupándose estos en tres categorías:

- **baja vulnerabilidad:** valores menores o iguales a 1,5
- **vulnerabilidad media:** valores comprendidos entre 1,5 y 3,5
- **alta vulnerabilidad:** valores mayores o iguales a 3,5

### Priorización de EC

Como ya se ha señalado previamente, el objetivo último de esta Tarea 2 es obtener una priorización de sectores y ECs que ayuden al ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz a dirigir mejor la futura investigación y a priorizar los recursos para la implementación de las medidas de adaptación. Esta priorización se consigue ordenando los ECs en función de su vulnerabilidad, siendo los sectores prioritarios los que obtienen puntuaciones mayores en vulnerabilidad.

## Tarea 2.3 Evaluación de la vulnerabilidad al CC de los sectores de Vitoria-Gasteiz

### Proceso de evaluación de la vulnerabilidad

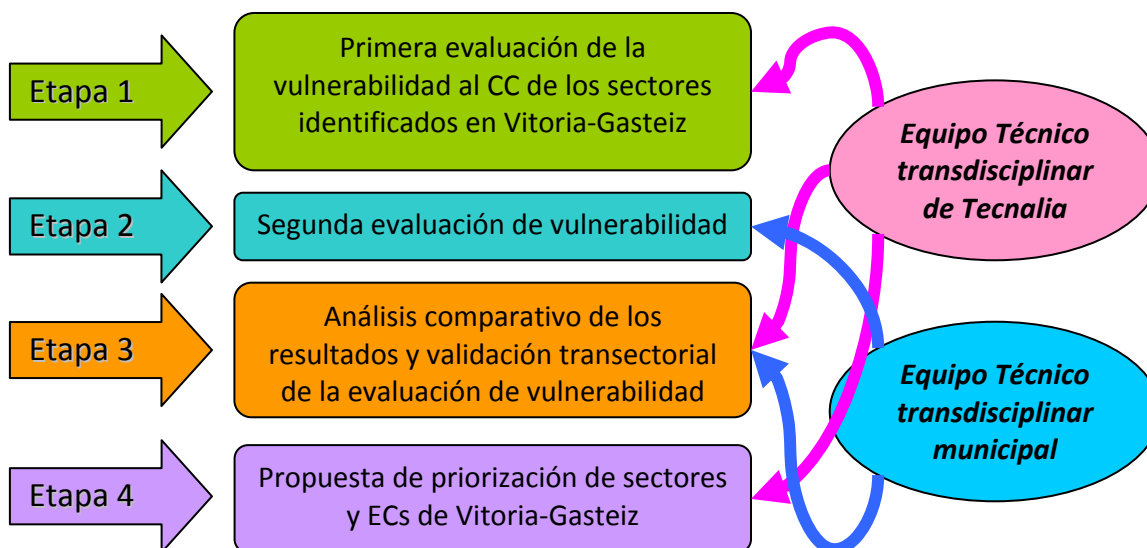
El proceso para llevar a cabo esta evaluación se desarrolla en 4 etapas y está basado en trabajo en grupos pequeños y en discusión de los resultados en grupos amplios y transdisciplinarios:

1. Primera valoración de la vulnerabilidad al CC de los sectores identificados en Vitoria-Gasteiz → equipo técnico transdisciplinar de Tecnalía.

**Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores**

2. Segunda valoración de la vulnerabilidad al CC de los sectores identificados en Vitoria-Gasteiz → grupos de trabajos formados por los contactos del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz identificados en cada sector.
3. Tercera: Análisis comparativo de los resultados y validación transectorial de la evaluación de vulnerabilidad de los diferentes sectores y elementos claves por medio de contactos personales con los diferentes agentes municipales participantes.
4. Cuarta: Propuesta de priorización de los sectores de Vitoria-Gasteiz y sus ECs → equipo técnico transdisciplinar de Tecnalía basándose en los resultados de las etapas anteriores.

La propuesta de priorización se realiza en a partir de una tarea se ordenaron los ECs del Municipio de Vitoria-Gasteiz en función de las evaluaciones conjuntas, cuyo resultado es una lista de ECs en función de su vulnerabilidad, es decir, en función de las necesidades de actuación para preparar a estos elementos a los cambios climáticos previsibles en el municipio de Vitoria-Gasteiz.



**Figura 2.12. Proceso de evaluación de la vulnerabilidad y propuesta de priorización**

La participación de diferentes grupos y agentes de muy diversas disciplinas ha sido básica a la hora de realizar este trabajo de priorización.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación conjunta, es decir, la que integra la evaluación del equipo de Tecnalía con la del equipo transdisciplinar del ayuntamiento. [En el Anexo 2.3 se presentan las fichas donde se recogen las evaluaciones de los equipos transdisciplinares del Ayuntamiento y de Tecnalía, así como la valoración conjunta basada en las dos anteriores.]

**Evaluación de la vulnerabilidad actual**

En la Tabla 2.1 se presentan los resultados del análisis de evaluación conjunta de la vulnerabilidad actual, así como las valoraciones de los ECs en cuanto a exposición,

sensibilidad y capacidad de respuesta. En las columnas de exposición (E), sensibilidad (S) y capacidad de respuesta (Cr) se presentan los valores redondeados sin decimales para facilitar su lectura, mientras que en la columna de vulnerabilidad se presentan los valores con un decimal para poder discriminar más las diferencias entre algunos de los ECs.

**Tabla 2.1.** Evaluación conjunta de la vulnerabilidad actual (puntuaciones medias)

EC	Actual			
	E	S	Cr	V
A11. Ríos, arroyos y masas de agua superficiales	2	2	1	2,7
A12. Humedal de Salburua	3	2	2	3,5
A13. Acuífero	3	3	1	4,7
A14. Captación, tratamiento y distribución de agua	2	2	2	2,1
A15. Saneamiento y red de drenaje	2	2	2	2,5
A21. Red de corredores ecológicos	2	2	2	2,9
A22. Montes Altos de Vitoria y bosques-isla	2	2	2	2,9
A23. Anillo verde	3	2	1	3,2
A24. Flora y fauna amenazada	2	2	2	3,1
A31. Sistema agropecuario	2	2	2	2,6
A32. Núcleos rurales	2	2	2	2,4
B41. Casco Histórico	3	3	2	4,2
B42. Zonas verdes y espacios públicos	2	2	2	1,7
B43. Zonas residenciales (*)	2	2	2	1,9
B51. Vías ciclistas y sendas urbanas	2	1	2	1,4
B52. Vías urbanas e interurbanas	2	2	2	1,7
B53. Transporte público (*)	2	3	1	3,4
B54. Aeropuerto	2	2	2	2,6
B55. Transporte de mercancías	2	3	2	3,2
B56. Infraestructuras de residuos	2	2	2	1,8
B57. Infraestructuras de energía	2	2	1	2,1
B61. Industria	3	2	2	3,4
B62. PT Miñano	2	2	1	3,2
B63. Comercio y hostelería	2	3	1	4,3
B64. Turismo (*)	2	2	1	2,0
C71. Cultura y ocio	2	2	3	1,7
C72. Educación (*)	2	2	2	3,2
C73. Apoyo social	2	2	3	1,5
C80. Población	2	2	2	2,0
C81. Servicios de salud	2	2	2	1,6
C82. S. asistencia social	3	3	2	3,3
C83. Seguridad y emergencia	2	2	2	2,2

Vulnerabilidad: baja ( $\leq 1,5$ ), media ( $> 1,5$  &  $< 3,5$ ), y alta ( $\geq 3,5$ )

(\*) Evaluación basada en valoraciones del equipo de Tecnalia

En la tabla 2.2, se constata que solo 4 de los 32 ECs tienen, según la evaluación conjunta, una vulnerabilidad actual alta (puntuaciones iguales o mayores de 3,5), que se deriva de su alta exposición y sensibilidad y baja capacidad de respuesta.

**Tabla 2.2.** ECs de Vitoria-Gasteiz con alta vulnerabilidad actual, según la evaluación conjunta (puntuaciones medias)

ECs	Actual			
	E	S	Cr	V
A13. Acuífero	3	3	1	4,7
B63. Comercio y hostelería	2	3	1	4,3
B41. Casco histórico	3	3	2	4,2
A12. Humedal de Salburua	3	2	2	3,5

Vulnerabilidad: baja ( $\leq 1,5$ ), media ( $>1,5$  &  $<3,5$ ), y alta ( $\geq 3,5$ )

(\*) Evaluación basada en valoraciones del equipo de Tecnalia

Quizá destacar que los dos EC con alta vulnerabilidad actual del medio natural corresponden al sector recursos hídricos (acuífero y humedal de Salburua). Los otros dos pertenecen al medio urbano (comercio y hostelería y casco histórico). Ninguno de los EC de sociedad y gobernanza se encuentran entre los EC con alta vulnerabilidad actual.

En el otro extremo se encuentran los ECs con baja vulnerabilidad actual (puntuaciones iguales o menores de 1,5), siendo estos solo 2 de los 32 ECs, perteneciente uno al área del medio urbano y el otro al área de sociedad y gobernanza. El EC con menor vulnerabilidad actual es las vías ciclistas y sendas urbanas.

**Tabla 2.3.** Elementos claves de Vitoria-Gasteiz con baja vulnerabilidad actual, según la evaluación conjunta (puntuaciones medias)

	Actual			
	E	S	CR	V
C73. Apoyo social	2	2	3	1,5
B51. Vías ciclistas y sendas urbanas	2	1	2	1,4

Vulnerabilidad: baja ( $\leq 1,5$ ), media ( $>1,5$  &  $<3,5$ ), y alta ( $\geq 3,5$ )

(\*) Evaluación basada en valoraciones del equipo de Tecnalia

El resto de los ECs (26), es decir, la inmensa mayoría, poseen un nivel medio de vulnerabilidad actual, es decir, obtienen puntuaciones entre 1,5 y 3,5.

### **Evaluación de la vulnerabilidad futura**

Los resultados de la evaluación conjunta de la vulnerabilidad futura se presentan en la Tabla 2.4, junto con las valoraciones de los ECs en cuanto a exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta.

En un primer vistazo se aprecia que la vulnerabilidad futura es sustancialmente más alta que la actual, lo cual podría ser esperable. La mayoría de los EC presentan valoraciones de exposición y sensibilidad futuras altas. Estas dos dimensiones, como se recordará, se combinan aditivamente en el sentido de vulnerabilidad. En cambio las



valoraciones de la capacidad de respuesta futura son mayoritariamente medias (puntuaciones entre 1,5 y 3,5).

**Tabla 2.4.** Resultados de la evaluación conjunta de la vulnerabilidad futura (puntuaciones medias)

	Futura			
	E	S	CR	V
A11. Ríos, arroyos y masas de agua superficiales	2	2	2	2,6
A12. Humedal de Salburua	3	3	2	4,1
A13. Acuífero	3	3	1	4,7
A14. Captación, tratamiento y distribución de agua	2	2	3	1,5
A15. Saneamiento y red de drenaje	3	3	3	2,2
A21. Red de corredores ecológicos	3	3	2	3,6
A22. Montes Altos de Vitoria y bosques-isla	2	3	2	3,3
A23. Anillo verde	3	2	2	2,8
A24. Flora y fauna amenazada	3	3	2	3,0
A31. Sistema agropecuario	3	3	2	3,1
A32. Núcleos rurales	3	3	2	3,4
B41. Casco Histórico	3	3	3	3,5
B42. Zonas verdes y espacios públicos	2	2	2	2,9
B43. Zonas residenciales (*)	3	2	3	2,6
B51. Vías ciclistas y sendas urbanas	2	2	2	2,3
B52. Vías urbanas e interurbanas	2	2	2	2,7
B53. Transporte público (*)	3	3	1	4,3
B54. Aeropuerto	3	3	2	3,9
B55. Transporte de mercancías	3	3	1	4,7
B56. Infraestructuras de residuos	3	2	2	2,6
B57. Infraestructuras de energía	3	2	2	3,1
B61. Industria	3	3	2	4,3
B62. PT Miñano	3	3	1	4,0
B63. Comercio y hostelería	3	3	2	4,0
B64. Turismo (*)	2	2	2	2,2
C71. Cultura y ocio	3	2	3	2,3
C72. Educación (*)	3	3	2	4,0
C73. Apoyo social	3	2	3	2,5
C80. Población	3	3	2	3,1
C81. Servicios de salud	3	3	2	3,8
C82. Servicios de asuntos sociales	3	3	2	4,3
C83. Seguridad y emergencia	3	3	2	3,4

Vulnerabilidad: baja ( $\leq 1,5$ ), media ( $> 1,5$  &  $< 3,5$ ), y alta ( $\geq 3,5$ )

(\*) Evaluación basada en valoraciones del equipo de Tecnalia

Los ECs con capacidad de respuesta alta en el futuro corresponden, por lo general a los que tienen una vulnerabilidad futura menor.

En la tabla 2.5 se constata que 13 de los 32 ECs tienen, según la evaluación conjunta, una vulnerabilidad futura alta (puntuaciones iguales o mayores de 3,5), que procede fundamentalmente de su alta exposición y sensibilidad y de su baja o media capacidad de respuesta.

**Tabla 2.5** ECs de Vitoria-Gasteiz con alta vulnerabilidad futura, según la evaluación conjunta (puntuaciones medias)

ECs	Futura			
	Ef	Sf	CRf	Vf
A13. Acuífero	3	3	1	4,7
B55. Transporte de mercancías	3	3	1	4,7
B53. Transporte público (*)	3	3	1	4,3
B61. Industria	3	3	2	4,3
C82. Servicios de sociales	3	3	2	4,3
A12. Humedal de Salburua	3	3	2	4,1
B62. PT Miñano	3	3	1	4,0
B63. Comercio y hostelería	3	3	2	4,0
C72. Educación (*)	3	3	2	4,0
B54. Aeropuerto	3	3	2	3,9
C81. Servicios de salud	3	3	2	3,8
A21. Red de corredores ecológicos	3	3	2	3,6
B41. Casco histórico	3	3	3	3,5

Vulnerabilidad: baja ( $\leq 1,5$ ), media ( $> 1,5$  &  $< 3,5$ ), y alta ( $\geq 3,5$ )

(\*) Evaluación basada en valoraciones del equipo de Tecnalia

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el número de EC con alta vulnerabilidad se ha incrementado de 4 (vulnerabilidad actual) a 13 (vulnerabilidad futura). Hay varios ECs que pasan de vulnerabilidad actual media a alta vulnerabilidad futura, como servicios de salud, transporte público, y de mercancías, industria, servicios de asistencia social, PT Miñano, educación, aeropuerto, y red de corredores ecológicos.

De nuevo, estos elementos pertenecen a diferentes áreas y sectores de Vitoria, no concentrándose en alguno/s de ellos, aunque algo más de la mitad de estos son EC del medio urbano y principalmente de los sectores de infraestructuras básicas y de la comunicación, y actividades económicas. Además, dos de los tres ECs del medio natural corresponden a recursos hídricos. Los ECs más vulnerables en el futuro del área de sociedad y gobernanza (Educación y servicios de asistencia social y de salud) se asocian con grupos que pueden resultar especialmente vulnerables al CC como infancia y adolescencia, mayores, inmigración...

En el otro extremo se encuentran los ECs con baja vulnerabilidad futura (puntuaciones menores o iguales a 1,5), entre los que ahora solo hay un EC de captación, tratamiento y distribución de agua

El resto de los ECs (18), es decir, la mayoría, posee un nivel medio de vulnerabilidad futura, obteniendo puntuaciones entre 1,5 y 3,5.

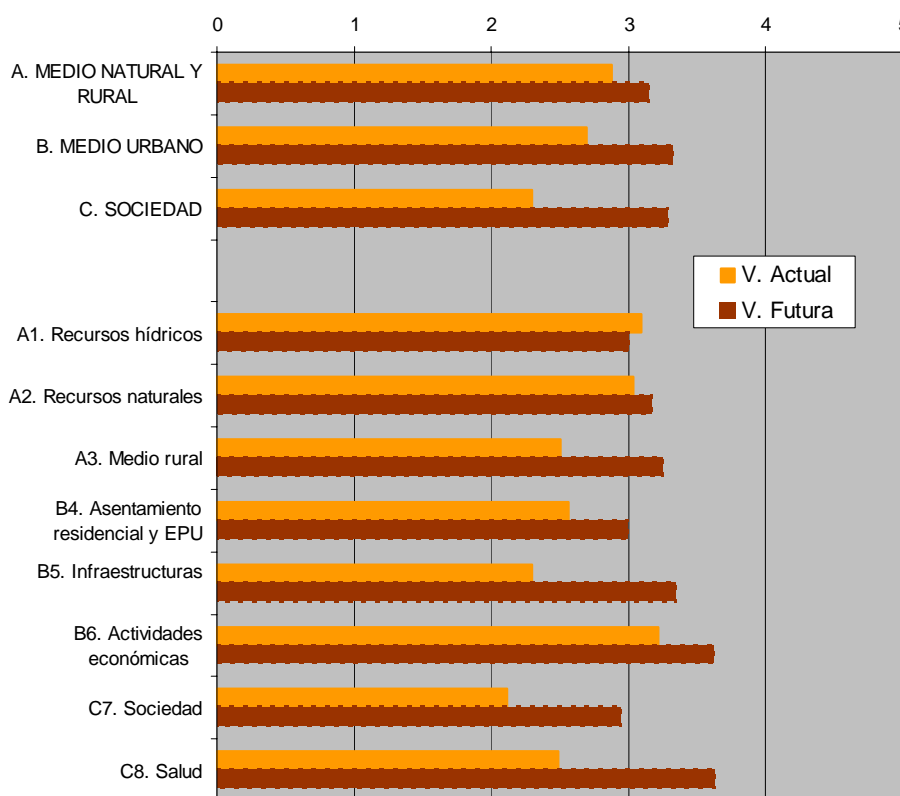
## Tarea 2.4. Propuesta de priorización de sectores de actividad de Vitoria-Gasteiz

Los resultados que se presentan en este apartado corresponden a la cuarta tarea del proceso de evaluación de la vulnerabilidad, es decir, a la propuesta de priorización basada en la evaluación conjunta de las valoraciones de vulnerabilidad de los equipos técnicos transdisciplinares de Tecnalía y el Ayuntamiento.

Para llevar a cabo esta tarea se ordenaron los ECs del municipio de Vitoria-Gasteiz en función de las evaluaciones conjuntas que se han presentado en el apartado anterior, dándonos como resultado una lista de ECs en función de su vulnerabilidad, es decir, en función de las necesidades de actuación para preparar a estos elementos a los cambios climáticos previsibles en el municipio de Vitoria-Gasteiz.

A partir de estas puntuaciones se ha establecido la priorización de sectores y áreas.

De este análisis se deduce que el área más vulnerable actualmente es el medio natural y rural, por lo que será prioritario actuar primero sobre esta, seguida de cerca por el del medio urbano (Figura 2.6).



**Figura 2.6.** Priorización de áreas y sectores del municipio de Vitoria-Gasteiz

En cambio, cuando nos centramos en el futuro las tres áreas muestran una vulnerabilidad media, por encima del valor 3, y es ahora cuando el medio natural parece ser ligeramente menos afectable que las otras áreas. Parece que cuanto menos

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

vulnerable es un área actualmente, más incrementa su susceptibilidad en el futuro. Esto mismo se constata cuando nos centramos en los sectores, como veremos a continuación.

En la figura 2.6 se observa que los sectores más prioritarios son los que tienen una vulnerabilidad actual mayor, es decir, sobre los que se necesita actuar más urgentemente: actividades económicas, y recursos hídricos y naturales. Estos muestran una vulnerabilidad media actual (puntuaciones mayores que 3). Y por otro lado están los que han sido evaluados conjuntamente con menor vulnerabilidad actual, que son sociedad (2,1) e infraestructuras (2,3).

Si nos centramos en vulnerabilidad futura al CC se aprecia que todos los sectores, excepto el de sociedad (2,9), tienen una vulnerabilidad media igual o mayor a 3, destacando entre estos de nuevo las actividades económicas, pero también la salud con una vulnerabilidad futura alta (3,6). Es decir, de nuevo los sectores con menor vulnerabilidad actual muestran incrementos elevados de la vulnerabilidad en el futuro que los hace situarse casi a la par que los más vulnerables.

En función del análisis que se ha realizado la priorización de los sectores frente al CC en función de su vulnerabilidad actual sería:

- VA1. Actividades económicas → 1
- VA2. Recursos hídricos → 6
- VA3. Recursos naturales → 5
- VA4. Asentamiento residencial y EPU → 7
- VA5. Medio rural → 4
- VA6. Salud → 2
- VA7. Infraestructuras → 3
- VA8. Sociedad → 8

Si nos orientamos al futuro entonces sería:

- VF1. Actividades económicas
- VF2. Salud
- VF3. Infraestructuras
- VF4. Medio rural
- VF5. Recursos naturales
- VF6. Recursos hídricos
- VF7. Asentamiento residencial y EPU
- VF8. Sociedad

Al comparar estas dos listas se aprecia que los sectores primero y último coinciden. Es decir, las actividades económicas son el sector más vulnerable en el momento actual y en el futuro (2100), mientras que la sociedad es el menor. De esto se deduce que las actuaciones orientadas a la adaptación al CC de las actividades económicas resultan prioritarias tanto ahora como en el futuro.

Ahora bien, cuando nos fijamos en los sectores que aparecen en el medio de las listas, se aprecia que los que poseen una prioridad media alta en el presente (recursos hídricos y naturales y asentamientos residenciales) pasan a una prioridad media baja en el futuro. Y viceversa. Por lo que también se deben considerar prioritarias las

actuaciones de adaptación al CC referidas a la salud y las infraestructuras principalmente, ya que su vulnerabilidad se prevé que aumentará mucho en el futuro. También son áreas prioritarias el medio rural y los recursos naturales, por lo que será necesario dirigir a estos sectores esfuerzos para aumentar su adaptación al CC en el futuro.

Para concretar aún más se ha establecido una propuesta de priorización de ECs en función de su vulnerabilidad actual al CC:

- VA1. A13. Acuífero
- VA2. B63. Comercio y hostelería
- VA3. B41. Casco histórico (\*)
- VA4. A12. Humedal de Salburua
- VA5. B61. Industria
- VA6. B53. Transporte público
- VA7. C82. Servicios de asuntos sociales
- VA8. A23. Anillo verde
- VA9. C72. Educación (\*)
- VA10. B55. Transporte de mercancías
- VA11. B62. PT Miñano
- VA12. A24. Flora y fauna amenazada
- VA13. A22. Montes Altos de Vitoria y bosques-isla
- VA14. A21. Red de corredores ecológicos
- VA15. A11. Ríos, arroyos y masas de agua superficiales
- VA16. A31. Sistema agropecuario
- VA17. B54. Aeropuerto
- VA18. A15. Saneamiento y red de drenaje
- VA19. A32. Núcleos rurales
- VA20. C83. Seguridad y emergencia
- VA21. A14. Captación, tratamiento y distribución de agua
- VA22. B57. Infraestructuras de energía
- VA23. B64. Turismo (\*)
- VA24. C80. Población
- VA25. B43. Zonas residenciales (\*)
- VA26. B56. Infraestructuras de residuos
- VA27. B52. Vías urbanas e interurbanas (\*)
- VA28. C71. Cultura y ocio
- VA29. B42. Zonas verdes y espacios públicos
- VA30. C81. Servicios de salud
- VA31. C73. Apoyo social
- VA32. B51. Vías ciclistas y sendas urbanas

Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

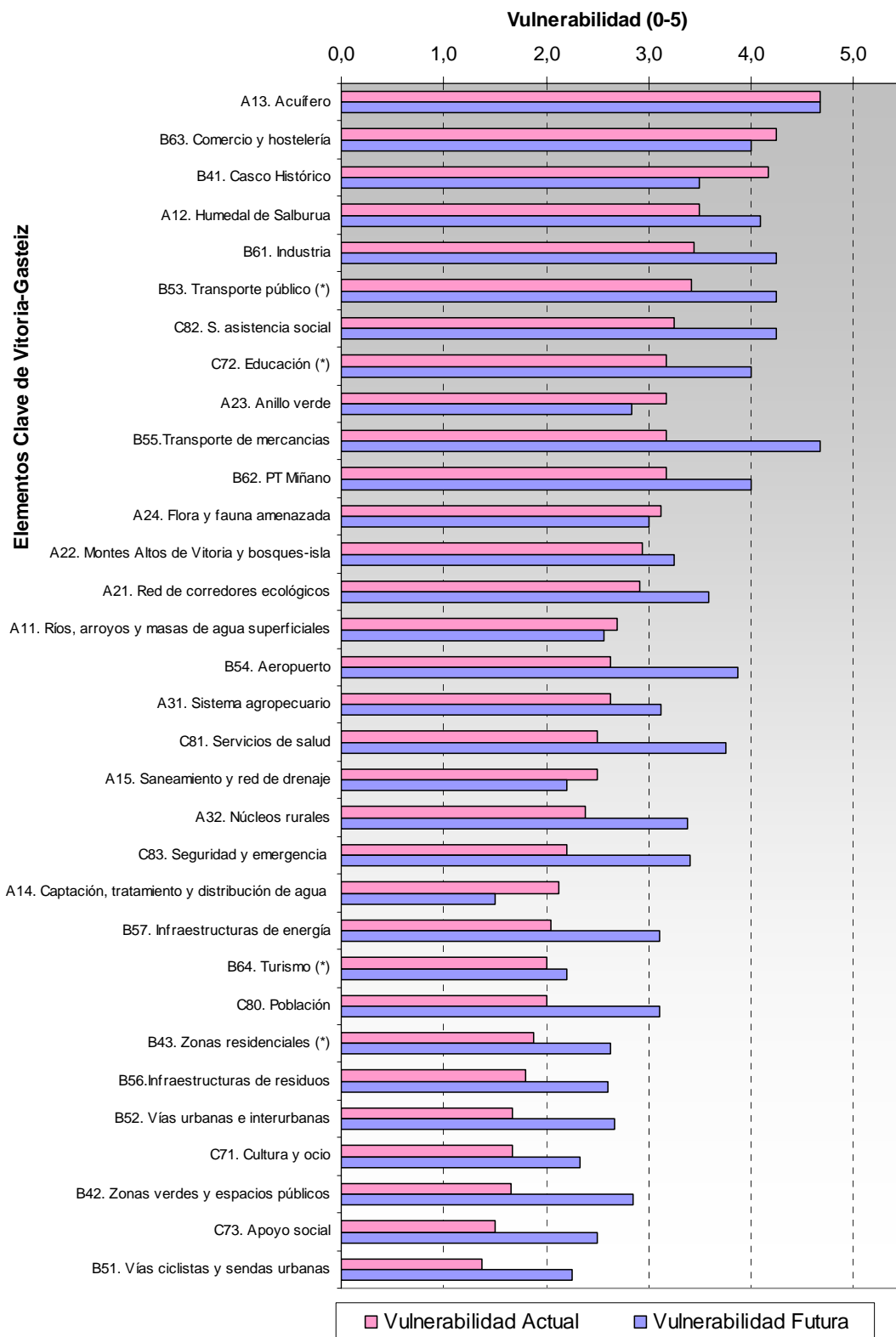


Figura 2.6. Priorización de los elementos claves (ECs) del municipio de Vitoria-Gasteiz en función de su vulnerabilidad al CC actual (evaluación conjunta)



## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

Los elementos claves en los que resulta prioritario actuar porque la evaluación conjunta indica que son elementos con alta vulnerabilidad actual al CC son acuífero, comercio y hostelería, casco histórico y humedal de Salburua. Dos de estos constituyen recursos hídricos de la ciudad de Vitoria-Gasteiz.

Por otro lado, en los que es menos prioritario actuar, porque se asocian con una vulnerabilidad baja al CC, son vías ciclistas y sendas urbanas, apoyo social, y servicios de salud, probablemente porque estas tienen una capacidad de respuesta media alta, como es el caso del apoyo social, o tienen baja sensibilidad, como es el caso de las vías ciclistas y sendas urbanas.

Los ECs más vulnerables actualmente no pertenecen a un único sector o área. Mientras que los ECs menos vulnerables actualmente corresponden principalmente al medio urbano (vías ciclistas, zonas verdes, vías urbanas, infraestructuras de residuos, zonas residenciales...) y al de sociedad (apoyo social, servicios de salud, cultura y ocio, población...). Estos son elementos con una capacidad de respuesta actual media o alta al CC, pero cuya vulnerabilidad se incrementa en el futuro, principalmente la de los servicios de salud. La mayoría de los ECs del medio natural y rural, excepto el acuífero, poseen actualmente una vulnerabilidad al CC media y esta no pasará a ser alta en el futuro, aunque se incremente, salvo en los casos del humedal de Salburua y la red de corredores ecológicos.

Si se compara la vulnerabilidad actual y futura se aprecia que la mayoría de los ECs aumentan su vulnerabilidad en el futuro. No obstante, hay ocho ECs cuya vulnerabilidad casi no varía, entre los que se encuentran los dos elementos con mayor vulnerabilidad actual (acuífero y comercio y hostelería) y algunos más del medio natural, como anillo verde, flora y fauna amenazada, montes altos de Vitoria y bosques islas, ríos, arroyos y masas de agua superficiales. Una explicación pausable de esto es que se trata de sistemas que evolucionan lentamente adaptándose a los cambios.

Los sectores en los que más aumenta la vulnerabilidad son el transporte de mercancías (de 3,2 a 4,7), los servicios de salud (de 2,5 a 3,8), el aeropuerto (de 2,6 a 3,9), las zonas verdes y espacios públicos (de 1,7 a 2,9) y la población (de 2 a 3,1). También incrementan su vulnerabilidad los núcleos rurales, los servicios de seguridad y emergencia, y las vías urbanas e interurbanas.

Por otro lado, hay dos elementos cuya vulnerabilidad se reduce. Uno es el casco histórico, posiblemente por las políticas y planes específicos que se tiene previsto aplicar en este EC, y por lo que se ha considerado que su capacidad de respuesta aumenta con el tiempo. El otro es el sistema de captación, tratamiento y distribución de agua, que también mejora su capacidad de adaptación al estar implementando ya políticas que mejorarán la adaptación al CC de este elemento en el futuro. Probablemente en estos elementos se está trabajando en acciones o medidas que supondrán una mayor capacidad de respuestas al CC de estos elementos en el futuro. Es decir, el Ayuntamiento ya se está adelantando el desarrollo de planes para mejorar la adaptabilidad al CC de algunos ECs vulnerable del municipio (gobernanza adaptativa), según la evaluación realizada tanto por el equipo técnico de Tecnalía como por el equipo técnico del ayuntamiento.

## Conclusiones generales

En este apartado se destacan los resultados y conclusiones más relevantes de este trabajo, agrupadas en torno a las tareas principales que se han desarrollado.

En relación con los **escenarios climáticos** nos gustaría destacar en primer lugar que la generación de las *proyecciones meteorológicas futuras a escala regional* se realizan para la contextualización del impacto del cambio climático en la región vasca sobre la climatología local. Bajo el escenario de emisiones A1B descrito por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), a través de la selección de varios modelos regionales de clima se obtiene una horquilla de resultados de escenarios futuros de temperatura. Así, se obtiene una tendencia de cambio global en un contexto de cambio local, a cuyo efecto climático ha de añadirse el efecto que causa la ciudad en el clima local. Entre los modelos seleccionados, PROMES y CLM son los que mejor se ajustan a las observaciones para esta área geográfica. La tendencia futura indicada en todos ellos, tanto en invierno como en verano, es un aumento de las temperaturas extremas de 3 °C. Además:

- En **invierno**, a partir del 2020, comienzan a disminuir más rápidamente el umbral de las temperaturas mínimas, el número de días helados y el número de olas de frío, que pueden, incluso, desaparecer, según la mitad de los modelos.
- En **verano** aumenta a lo largo del siglo XXI el umbral de las temperaturas máximas. Las olas de calor no van a ser mucho más frecuentes, pero sí más duraderas, de modo que hasta el 2020 corresponden al 12% de los días del verano, a partir del 2020 al 16% y en las tres últimas décadas puede llegar al 22%, si bien la temperatura involucrada en las olas de calor se mantiene prácticamente constante.

Respecto a los análisis del **Clima Urbano**, que incluyen el **Mapa Térmico**, destacamos que los modelos de ciudad existentes permiten caracterizar la heterogeneidad climática de una ciudad, identificando tipos de estructura urbana donde el efecto de Isla de Calor es mayor, como es el caso del de las calles cuya relación alto/ancho es mayor, y cuyo entorno, además, posee una escasa vegetación. Esta tipología en los escenarios definidos puede asociarse a un mayor estrés térmico y, por lo tanto, a la posibilidad de una mayor incidencia de problemas de salud en situaciones de olas de calor. Estos modelos, además, permiten localizar áreas con alto estrés, tanto térmico como relativo a la calidad de aire, permitiéndonos realizar una evaluación de la repercusión (beneficios) de la aplicación de una medida de adaptación o de un nuevo diseño urbano.

El *mapa térmico de Vitoria-Gasteiz* nos ha permitido identificar zonas generales de esta ciudad donde previsiblemente, según la modelización realizada, las variaciones climáticas esperables pueden tener una incidencia mayor, como son los polígonos industriales y el casco histórico. Sería aconsejable llevar a cabo en estas zonas estudios específicos y para conocer en detalle el alcance de esta posible afección.

Otra de las conclusiones generales del trabajo realizado en este ámbito es la necesidad de seguir trabajando e investigando en relación al clima urbano con objeto de aumentar la exactitud de los resultados. Una de las futuras áreas interesantes de trabajo es la mejora climática asociada a la vegetación en nuestros entornos urbanos.

A pesar del alto grado de incertidumbre que acompaña a las tendencias y/o escenarios futuros en relación al aumento de temperatura, cambio en el régimen de las precipitaciones, subida del nivel del mar, etc. asociados al CC, es necesario comenzar a actuar para adaptarse a los impactos, sobretodo si se tiene en cuenta que en las simulaciones de todos los modelos de circulación global se proyecta la misma tendencia. Un paso previo imprescindible para comenzar a actuar es conocer la vulnerabilidad de los diferentes sectores posiblemente afectados por los cambios del clima que se prevén. La metodología que se ha definido en este proyecto pretende dar respuesta a esta necesidad, la cual cumple con **especificaciones de un modelo de evaluación de la vulnerabilidad** desarrollado por Tecnalía, siguiendo las tendencias científicas actuales (p.e.: IPCC). Este modelo se ha desarrollado específicamente para este proyecto ya que no existe ningún método aceptado de forma general para la definición de medidas de adaptación a partir de una evaluación de la vulnerabilidad, y, en especial, partiendo de una especificación concreta y novedosa de este proyecto que consiste en valorar, no elementos físicos, sino sectores de actividad del municipio.

La metodología desarrollada está dirigida a evaluar la vulnerabilidad al CC en los sectores del municipio de Vitoria-Gasteiz. Esto no es un fin en sí mismo, sino un medio que nos ha permitido establecer una serie de prioridades de actuación (objetivo último de esta primera etapa del proyecto) basada en la identificación de áreas, sectores o elementos claves de los mismos, especialmente sensibles o vulnerables a los cambios esperados en el clima de Vitoria-Gasteiz. Esta priorización debería orientar la definición futura de medidas de adaptación al CC en el municipio de Vitoria-Gasteiz que articularán su PACC (segunda etapa del proyecto), permitiendo apoyar y orientar las políticas municipales de lucha contra el CC.

Antes de presentar los resultados más relevantes de este trabajo, se debe señalar que las valoraciones que se plantean para llevar a cabo la evaluación de vulnerabilidad al CC del municipio de Vitoria-Gasteiz se hacen situándonos en la peor situación posible **-principio de precaución-**. Y así, se considera que para el 2050 las temperaturas máximas en verano se incrementan 2,9 °C (con una desviación de 2-3 °C), y en invierno las mínimas extremas suben 1,8 °C (con una desviación de 2-3 °C) y disminuye la ocurrencia de los episodios de olas de frío. Y siguiendo este principio se estima que para el 2100 el aumento de las temperaturas máximas es de 4,7 °C (con una desviación de 2-3 °C), en verano y disminuyen las precipitaciones hasta un 50%, y en invierno las temperaturas mínimas extremas suben 3 °C (con una desviación de 2-3 °C), y las precipitaciones aumentan hasta en un 20%.

Los resultados más destacables de la aplicación de esta metodología en el municipio de Vitoria-Gasteiz son:

- La inmensa mayoría de los elementos clave de Vitoria-Gasteiz muestran una **vulnerabilidad actual media**. Dos de los cuatro elementos que tienen *alta*

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

*vulnerabilidad* actual corresponden a recursos hídricos del medio natural (acuífero y humedal de Salburua), lo cual es lógico. Los otros dos pertenecen al medio urbano (comercio y hostelería y casco histórico).

- El *humedal de Salburua* y el *acuífero* se asocian a una alta vulnerabilidad por la alta exposición y la alta sensibilidad a las variaciones de temperatura y precipitación, tanto en relación a sus funciones de regulación (hídrica, procesado de residuos, etc.) como de hábitat y de regulación biológica. Se trata de recursos hídricos cuya cantidad y calidad pueden verse alteradas en gran medida. El humedal por sus dimensiones y el entorno dónde se localiza, cercano al principal núcleo urbano de Vitoria-Gasteiz, y el acuífero por tratarse ya de un elemento con un elevado estrés por contaminación. Por su claro carácter vinculado al agua, ambos pueden ser objeto de una sobreexplotación debida a un uso intensivo en actividades agrícolas, urbanas e industriales. Ambos elementos también muestran una baja capacidad de respuesta, posiblemente porque su adaptación a los cambios en cuanto a cambios en la cantidad y cantidad de agua precise de un tiempo más prolongado.
- La alta vulnerabilidad del *comercio y hostelería* puede ser debida a que es un elemento sensible a pequeñas variaciones, debidas o no al clima, y con poca capacidad de respuesta. Por lo general, se trata de actividades económicas pequeñas, situadas en edificios de cierta antigüedad, para las que cualquier inversión extra (por ejemplo, instalación de climatización en los locales) puede suponer un gasto no asumible. Además, en relación con las precipitaciones extremas su impacto puede ser mayor al localizarse fundamentalmente en las plantas bajas de los edificios.
- El *casco histórico* muestra una alta vulnerabilidad principalmente debido a que en el se da una mayor concentración de algunos de los grupos vulnerables al CC de la ciudad (personas mayores, inmigrantes o de escasos recursos económicos), a lo que deberían añadirse las características edificatorias, al ser edificios muy antiguos y englobados dentro de una figura de protección urbanística. Además, esta es una de las zonas donde la isla de calor es más acentuada, posiblemente debido al efecto de vista del cielo y a la escasa vegetación existente.
- La vulnerabilidad al CC de los sectores de Vitoria-Gasteiz se incrementa sustancialmente, y así para el 2100 la mayoría de los sectores y sus elementos muestran una **vulnerabilidad futura alta**. Esto se debe a que en este escenario a la mayoría de elementos claves se los asocia valoraciones de exposición y sensibilidad altas. Estas dos dimensiones, como se recordará, se combinan aditivamente incrementando la vulnerabilidad. En cambio las valoraciones de la capacidad de respuesta futura son medias o, incluso, bajas.

### Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

- Los elementos que muestran una alta vulnerabilidad pertenecen a diferentes áreas y sectores de Vitoria-Gasteiz, aunque son más abundantes los del medio urbano y principalmente los de los sectores de infraestructuras básicas y de la comunicación, y actividades económicas. Los ECs más vulnerables en el futuro del área de sociedad y gobernanza (educación y servicios de asistencia social y de salud) se asocian con grupos que pueden resultar especialmente vulnerables al CC como infancia y adolescencia, mayores e inmigración.
- Los ECs con capacidad de respuesta alta en el futuro corresponden, por lo general a los que tienen una vulnerabilidad futura menor.
- Los resultados de la vulnerabilidad **actual** nos indican que resulta **prioritario actuar** sobre el **área de medio natural**, ya que es el que muestra mayores grados de vulnerabilidad, principalmente en relación a los recursos hídricos.
- Ahora bien, cuando se consideran la vulnerabilidad actual y futura, se constata que si bien es **prioritario actuar** sobre el medio natural, también lo es el actuar en las otras dos áreas (medio urbano y sociedad), ya que estas resultan aún algo más vulnerables que la primera en 2100. Lo mismo se constata al centrarnos en **sectores o sus elementos claves**, ya que, por lo general, los de menor vulnerabilidad actual muestran incrementos más elevados de la vulnerabilidad en el futuro que los hace situarse casi a la par que los más vulnerables inicialmente.
- En relación a la **priorización de los elementos claves** destacar que:
  - Los ECs cuya vulnerabilidad casi no varía corresponden a los dos con mayor vulnerabilidad actual (acuífero, y comercio y hostelería) y algunos más del medio natural, como el anillo verde; la flora y fauna amenazada; los montes altos de Vitoria y bosques islas; y los ríos, arroyos y masas de agua superficiales. Una explicación pausable de esto es que se trata de sistemas que evolucionan lentamente adaptándose a los cambios.
  - Los ECs que más incrementan su vulnerabilidad son el transporte de mercancías; los servicios de salud; el aeropuerto; las zonas verdes y espacios públicos; y la población.
    - En el caso de los *servicios de salud*, por ejemplo, se aprecia que la tendencia en exposición y sensibilidad de las instalaciones, trabajadores o usuarios al aumento de temperatura, principalmente, es incremental. Además, la capacidad de respuesta que era media se mantiene o disminuye, ya que se considera que los usuarios cada vez serán mayores y habrá menos recursos destinados a los servicios públicos de salud.
  - También hay elementos cuya vulnerabilidad se reduce. Uno es el casco histórico, posiblemente por las políticas y planes específicos que le competen, ya que se ha considerado que su capacidad de respuesta

## Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores

umenta con el tiempo. El otro es el sistema de captación, tratamiento y distribución de agua, que también mejora su capacidad de adaptación al estar implementando ya políticas que van en este sentido. En estos elementos se está trabajando ya en acciones o medidas que suponen una mayor capacidad de respuestas al CC de estos elementos en el futuro.

Además, es necesario indicar algunas líneas de mejora que pueden constituir trabajos futuros:

- La incorporación de *ponderaciones* de sectores, elementos claves o sub-elementos o funciones creemos que ayudaría a perfilar algo más nuestra propuesta de priorización, pero esto no ha podido llevarse a cabo en esta primera etapa del proyecto.
  - En nuestra propuesta se ha considerado que la importancia de cada uno de los elementos analizados, sean sectores, elementos claves o sub-elementos, era igual que la de los demás, es decir, no se han ponderado.
- La importancia de acometer un trabajo conjunto y consensuado a la hora de definir el número y características de los elementos clave, ya que de ello dependerá que puedan llegar o no a ser incluidos en grupos más o menos vulnerables. Por ejemplo, el elemento Montes de Vitoria y bosques-isla está formado por dos sub-elementos cuya sensibilidad frente a estresores climáticos y no climáticos es bastante diferente.

Un aspecto que nos gustaría destacar especialmente es la **participación de diferentes grupos y agentes municipales de muy diversas disciplinas** y su valiosa aportación en las diferentes tareas desarrolladas a lo largo de todo el proceso en esta primera etapa del proyecto.

Los resultados correspondientes a esta primera etapa se espera que tengan continuidad en una segunda. La **segunda etapa** de este proyecto constituiría el **propio desarrollo del Plan de Acción ante el CC de Vitoria-Gasteiz**, centrada específicamente en la “**Gobernanza Adaptativa**”, es decir, en la respuesta que la sociedad debería dar para adaptarse al CC.



## Referencias

- Abanades García, J.C., Cuadrat Prats, J.M., Castro Muñoz de Lucas, M., Fernández García, F., Gallastegui Zulaica, C., Garrote de Marcos, L., Jiménez Herrero, L.M., Juliá Brugués, R., Losada Rodríguez, I.J., Monzón de Cáceres, A., Moreno Rodríguez, J.M., Pérez Arriaga, J.I., Ruiz Hernández, V., Sanz Sánchez, M.J., Vallejo Calzada, R. (2007) El cambio Climático en España. Documento resumen. Noviembre 2007.
- Adger WN, Arnell NW, Tompkins EL (2005) Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change Part A* 15 (2):77-86
- Amelung B, Moreno A (2009) Impacts of climate change in tourism in Europe. *Peseta-tourism study* (trans: Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies). European Commission,
- Andrey J, Mills B, Jones B, Haas R, Hamlin W (1999) Adaptation to climate change in the Canadian transportation sector. Natural Resources Canada, Adaptation Liaison Office, Ottawa, CA
- Ayers J (2009) International funding to support urban adaptation to climate change. *Environment and Urbanization* 21 (1):225-240. doi:10.1177/0956247809103021
- Beniston, M.& Diaz, F. (2004) The 2003 heat wave as an example of summers in a greenhouse climate? Observations and climate model simulations for Basel, Switzerland *Global and planetary change*, 44, 73-81.
- Blanco H, Alberti M, Forsyth A, Krizek KJ, Rodríguez DA, Talen E, Ellis C (2009) Hot, congested, crowded and diverse: Emerging research agendas in planning. *Progress in Planning* 71 (4):153-205
- Brennan D, Akpan U, Konuk I, Zebrowski A (2001) Random field modelling of rainfall induced soil movement. Climate Change Action Fund, Natural Resources Canada,
- Comisión Europea (2009) Libro blanco de adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación. Vol. 147 final. Bruselas
- DEFRA (2011) Climate resilient infrastructure: Preparing for a changing climate. Secretary of State for Environment, Food and Rural Affairs by Command of Her Majesty, UK
- ESPON, IRPUD, TU Dortmund University (2011) Espon climate: Climate change and territorial effects on regions and local economies. Draft final report. Applied Research 2013/1/4. ESPON 2013 Programme, Luxembourg.
- Gates DM (1972) Man and his environment climate. Harper & Row Publishers, New York.

- Gobierno Vasco (2007) Análisis de la vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático en la CAPV: Medidas de adaptación-Documento base. Plan Vasco de Lucha contra el cambio Climático, Gobierno vasco, Vitoria-Gasteiz.
- Gobierno Vasco (2008) Costes externos del transporte en la capv: Actualización orientada a la aplicación de medidas para internalizar y reducir dichos costes. Gobierno vasco, Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes, Vitoria-Gasteiz.
- González I & Hidalgo J (2010) Recent temperature scenarios for the Basque Country northern of Iberian Peninsula. A bias correction method for climatic indices expressed in a daily based frequency. Int J Climatol (submitted).
- Hufschmidt G (2011) A comparative analysis of several vulnerability concepts. Natural Hazards 58 (2):621-643.
- 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.
- Kamal-Chaoui L, Robert A (eds.) (2009) Competitive cities and climate change. OECD regional development working papers nº 2. OECD publishing.
- McGourty K (2007) Transportation planning and climate change. Paper presented at the WSDOT Transportation Planning Symposium.
- Mieczkowski Z (1985) The tourism climatic index: A method of evaluating world climates for tourism. Canadian Geographer 29 (3):220-233.
- MMA (2006) Perfil Ambiental de España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid
- MMA-OECC (2004). Impactos en la costa española por efecto del cambio climático. Fase II. Evaluación de efectos en la costa española. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- MMA-OECC (2004). Impactos en la costa española por efecto del cambio climático. Fase III. Estrategias frente al cambio climático en la costa. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Moncho R (2009) Validación y calibración de los modelos regionales del clima para el estudio de las precipitaciones intensas del País Vasco. MSc. Thesis, Universitat de València.
- Moncho R, Chust G, Caselles V (2009) Análisis de la precipitación del País Vasco en el período 1961-2000 mediante reconstrucción espacial. Nimbus 23-24: 149-170.
- Moreno Rodríguez, J.M. et al. (2005) Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio Medio Ambiente, Madrid.
- Nakicenovic N, Alcamo J, Davis G, de Vries B, Fenhann J, Gaffin S, Gregory K, Grübler A, Jung TY, Kram T, La Rovere EL, Michaelis L, Mori S, Morita T, Pepper W, Pitcher H, Price L, Riahi K, Roehrl A, Rogner HH, Sankovski A, Schlesinger M, Shukla P, Smith

**Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores**

- S, Swart R, van Rooijen S, Victor N & Dadi Z. (2000) IPCC Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- NRC (2007) Government roles in climate change adaptation for urban infrastructure. Natural Resources Canada.
- RAENG (2011) Infrastructure, engineering, and climate change adaptation: Ensuring services in an uncertain future. Engineering the future. Royal Academy of Engineering, UK.
- Schär, C.; Vidale, P. L.; Lüthi, D.; Frei, C.; Häberli, C.; Liniger, M. A. & Appenzeller, C. (2004) The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves Letters to Nature, 427, 332-336.
- Schröter D, Acosta-Michlik L, Arnell AWA, M.B., Badeck F, Bakker M, Bondeau A, Bugmann H, Carter T, de la Vega-Leinert AC, Erhard M, Espiñeira GZ, Ewert F, Fritsch U, Friedlingstein P, Glendining M, Gracia CA, Hickler T, House J, Hulme M, Kankaanpää S, Klein RJT, others (2004) Advanced terrestrial ecosystem analysis and modelling (ateam) final report. vol Section 5 and 6 and Annex 1 to 6. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Potsdam, Germany.
- Smit B, Pilifosova O (2001) Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. In: McCarthy JJ (ed) Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. . Ipcc working group ii. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp pp. 877-912.
- Solecki W, Leichenko R, O'Brien K (2011) Climate change adaptation strategies and disaster risk reduction in cities: Connections, contentions, and synergies. Current Opinion in Environmental Sustainability 3 (3):135-141.
- UN-Habitat (2011) Global report on human settlements 2011 - cities and climate change. United Nations Human Settlements Programme. United Nations, London - Washington DC.
- USCCSP (2008) Impacts of climate change and variability on transportation systems and infrastructure: Gulf coast study, phase I. U.S. Climate Change Science Program (USCCSP).
- VVAA (2008) El sistema eléctrico español de 2007. Red Eléctrica de España, Madrid.

## Glosario IPCC

### Adaptabilidad

Capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (que incluye la variabilidad y extremos climáticos) para moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o hacerle frente a las consecuencias.

La capacidad adaptativa, según se define arriba, puede referirse tanto a los sistemas sociales como naturales. Los determinantes de la capacidad adaptativa en los sistemas sociales comprenden los recursos económicos, tecnología, información y habilidades, infraestructura, instituciones y equidad. Mientras mayor capacidad adaptativa tiene un sistema o una sociedad, mayor será su potencial para moderar los efectos adversos del cambio climático y menor será su vulnerabilidad. Como la capacidad de un sistema de hacerle frente a la variabilidad climática actual es un indicador importante para su capacidad de adaptación al cambio climático futuro, los análisis de vulnerabilidad actual a través de sistemas o regiones, pueden proporcionar lecciones importantes para la ciencia de la adaptación.

### Años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD)

Indicador de la esperanza de vida que combina la mortalidad y la morbilidad en un indicador sintético de la salud de la población que da cuenta del número de años vividos con déficit de salud. Es un indicador de salud desarrollado para calcular la carga de morbilidad mundial, y la OMS, el Banco Mundial y otras organizaciones lo utilizan también para comparar los resultados de diferentes intervenciones.

### Cambio climático

Se entiende por cambio climático una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad que persiste durante largo tiempo (normalmente decenios o incluso más). Puede deberse a procesos naturales internos o a forzamientos externos, o bien a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) define el cambio climático como "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables". Véase también Variabilidad del clima.

### Capacidad Adaptativa

Ver Adaptabilidad

### Certidumbre

Proyección de impactos o resultados con un alto grado de confianza y alta probabilidad de ocurrencia, (por ejemplo, el daño que es claramente causado por el aumento de las

temperaturas o aumento del nivel del mar). Cuanto más alto sea la certidumbre, más urgente la necesidad de adaptación.

## Clima

---

Se suele definir como el "tiempo medio" o, más rigurosamente, como la descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades de interés durante periodos que pueden ir desde meses a miles o millones de años. El periodo normal es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Dichas cantidades son casi siempre variables de superficie, como la temperatura, la precipitación o el viento.

## Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC)

---

Convención firmada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992. Los gobiernos que se constituyeron en Partes de la Convención acordaron estabilizar las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero en niveles que impidan interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.

## Escenario

---

Descripción verosímil, y a menudo simplificada, de cómo puede evolucionar el futuro, basada en un conjunto coherente e internamente consecuente de hipótesis sobre las fuerzas impulsoras y las relaciones fundamentales. Los escenarios no son predicciones ni pronósticos y a veces se basan en un "guión narrativo".

## Exposición

---

La naturaleza y el grado hasta donde un sistema es alterado y afectado en función de variaciones climáticas significativas. La exposición de un sistema a variaciones climáticas depende tanto del nivel de cambio climático global, como de la localización de ese sistema (que se considera unidad de exposición por el IPCC). El clima es un fenómeno multidimensional, que exhibe variaciones en diferentes escalas de tiempo. Sin embargo, la mayoría de las evaluaciones de impactos tienen la tendencia a ocuparse de los cambios a largo plazo en las condiciones promedias del clima (tal como la temperatura o precipitaciones medias anuales) ya que estos resultados están más fácilmente disponibles a partir de modelos climáticos.

## Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)

---

Grupo de expertos creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Su misión es evaluar la información científica, técnica y socioeconómica de interés para conocer el riesgo de cambio climático inducido por el hombre, basada fundamentalmente en bibliografía científica y técnica revisada por expertos y publicada. El IPCC está compuesto por tres Grupos de Trabajo y un Equipo Especial.

## Impactos climáticos

---

Son las consecuencias del cambio climático sobre sistemas naturales y humanos. En dependencia de la consideración de adaptación se puede distinguir entre impactos potenciales y residuales. Los impactos climáticos se determinan por la exposición de un sistema a estímulos climáticos y por su sensibilidad a estos estímulos. Los impactos potenciales se refieren a las evaluaciones donde se asume que la sensibilidad es constante o sigue un camino de referencia independientemente del cambio climático mientras que los impactos residuales se refieren a los impactos que permanecen después de considerar las medidas de adaptación.

## Importancia

---

Trascendencia o relevancia del sistema impactado para la sociedad implicada/afectada. Los sistemas en situación de riesgo son de gran importancia o de mayor valor, como una ciudad o una gran tradición cultural o un recurso natural.

## IPCC

---

Ver Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio Climático.

## Magnitud

---

La medida cuantitativa de la exposición y la sensibilidad que hace que se puedan definir la escala y/o intensidad de los impactos (alto número de las personas o especies afectadas; grado de daños causados, tales como pérdida de la vida, pérdida de biodiversidad).

## Mitigación

---

Una intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero. La mitigación se refiere a las acciones que limitan la tasa y cantidad de cambio climático. Las dos opciones básicas de la mitigación son la reducción de las emisiones (“brutas”) de GEI, por ejemplo, a través del cambio de combustible en el sector de la energía, y la reducción de sus concentraciones mediante el aumento de la función de sumidero de los sistemas biológicos y otros.

## Morbilidad

---

Tasa de aparición de enfermedades u otros trastornos de salud en una población, teniendo en cuenta las tasas de morbilidad por edad. Los resultados sanitarios considerados son la incidencia y prevalencia de enfermedades crónicas, las tasas de hospitalización, las consultas de atención primaria y los años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD).

## Persistencia

---

Término que hace referencia a la durabilidad de los impactos y por ende de los daños (por ejemplo, en cuanto tiempo puede estimarse la escasez de agua) o daños



irreversibles (por ejemplo, la desintegración de grandes placas de hielo, las especies en extinción).

## **Sensibilidad**

---

Grado en que se afecta negativa o positivamente un sistema por cambios relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación en las temperaturas) o indirecto (como los daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras). La sensibilidad de un sistema denota la relación dosis-respuesta entre la exposición al estímulo climático y los efectos resultantes. Frecuentemente se asume que la sensibilidad permanece constante en el tiempo. Sin embargo, mientras que esta suposición puede ser correcta para sistemas naturales no manejados, su adecuación puede ser cuestionada para la mayoría de los sistemas humanos que evolucionan continuamente, aún en ausencia de cambio climático.

## **Temporalidad**

---

Los efectos de los impactos esperados pueden ser de sincronización variable e impredecible. Pueden ocurrir en el corto plazo y / o ser inevitable en el largo plazo si no se abordan. Con lo cual la temporalidad hace referencia a la situación concreta de impactos en un intervalo o periodo definido, pero no es fijo ni permanente, destacando la transitoriedad de los mismos.

## **Variabilidad climática**

---

Comprende las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones estándar, la frecuencia de situaciones extremas, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales superiores a las de fenómenos meteorológicos individuales. Puede obedecer a procesos internos naturales dentro del sistema climático o a variaciones en forzamientos naturales o antropogénicos externos.

## **Vulnerabilidad**

---

Grado de susceptibilidad de un sistema a, o su incapacidad de tolerar, los efectos adversos del cambio climático, tanto graduales como extremos.. La vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y tasa de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

Vulnerabilidad (al cambio climático) es un concepto más amplio que los impactos (climáticos) aunque ambos están estrechamente relacionados. Las principales diferencias son la atención cada vez mayor que se presta a los factores no climáticos.

## Anexo 1.1.

# Escenarios de clima para Vitoria-Gasteiz previstos en 2050 y 2100

En primer lugar hay que tener en cuenta que existen pocos estudios que se centren en el análisis de los escenarios climáticos correspondientes a la zona del País Vasco. Por ello, las estimaciones que se presentan aquí se deben considerar como una primera aproximación. Los escenarios que se describen se basan en los trabajos y estudios desarrollados dentro del proyecto **Etortek K-Egokitzen** centrado en Adaptación al CC en la CAPV y que han sido ampliados y adaptados a la ciudad de Vitoria-Gasteiz en este proyecto (Tareas 1.1 y 1.3<sup>7</sup>).

**Tabla A1.1.** Caracterización del clima de la ciudad de Vitoria-Gasteiz por medio de diferentes índices de temperatura estimados a partir de los modelos utilizados y los escenarios de emisiones de referencia A1B, A2 y B1 del IPCC en tres momentos temporales: periodo actual (1960-1990), mediados de siglo (2020-2050) y finales de siglo (2070-2100). (González Aparicio e Hidalgo 2011)

Índices	Periodos	Media estimada (sd)	Media observada	observaciones
Tmax,P90 (° C) en verano	1961-1990	29,6	31,6	Los modelos subestiman Tra (2° C)
	2020-2050	32,5 (1,2)	34,5(*)	Anomalía de +2,9° C
	2070-2100	34,4 (1,1)	36,4(*)	Anomalía de +4,7° C
Tmed,P50 (° C) en verano	1961-1990	17,9		
	2020-2050	20,5		Anomalía de +2,6° C
	2070-2100	23,5		Anomalía de +5,6° C
Tmin,P10 (° C) en invierno	1961-1990	-3,5	-4,13	Los modelos subestiman Tra (0.6° C)
	2020-2050	-1,68 (0,9)	-2,3(*)	Anomalía de +1,8° C
	2070-2100	-0,58 (1,3)	-1,2(*)	Anomalía de +2,9° C
Tmed,P50 (° C) en invierno	1961-1990	5,4		
	2020-2050	6,3		Anomalía de +0,9° C
	2070-2100	7,9		Anomalía de +2,5° C

P10, =50 y =90: percentiles 10; 50 y 90

(\*) Valores estimados a partir de la diferencia entre los valores observados y predichos en el periodo de referencia

En este apartado se plantean dos posibles escenarios climáticos futuros para el municipio de Vitoria-Gasteiz basados principalmente en los efectos del cambio climático sobre la temperatura del aire y la precipitación. El primero de estos

<sup>7</sup> Las proyecciones de temperatura para la ciudad de Vitoria-Gasteiz se han hecho basándose en: a) los modelos del proyecto Europeo ENSEMBLES de escenarios regionales; b) las simulaciones del modelo Francés ARPEGE-CLIMAT (resolución horizontal de 50 x 50 Km.); y c) tres escenarios de emisiones de referencia del IPCC (A1B, A2 y B1).

escenarios corresponde al horizonte temporal 2050 y el segundo al final del siglo XXI (2100). Previamente a la presentación de estos escenarios se describe cuáles son las características de Vitoria-Gasteiz en relación a temperatura y precipitación en un periodo de referencia cercano (1961-1990) que se considera que no afectado por el CC.

### **Clima actual de Vitoria-Gasteiz: temperatura y precipitación**

La temperatura media anual de Vitoria (Foronda, Tmed, 1973-2003) es más baja (10,5 a 13º C) que en Donostia-San Sebastián y Bilbao debido a que los inviernos en esa ciudad son más fríos.

En la segunda mitad del s. XX, en Vitoria-Gasteiz durante los periodos de **verano**, las temperaturas varían entre 31,6º C (Tmax, P90: percentil 90 de la temperatura máxima) y 15º C (Tmin, P90: percentil 90 de la temperatura mínima), lo que indica que en verano durante la noche la temperatura desciende hasta un nivel de confort aceptable para el cuerpo humano. La amplitud térmica entre el día y la noche oscila entre 6º C y 20º C. Esta amplio rango térmica es debido al carácter continental de la ciudad que amplifica los contrastes día/noche y del característico clima regional se define a la CAPV. El 4,5% de los días de verano corresponden a días inscritos como **olas de calor**<sup>8</sup>, siendo su temperatura máxima media de 33,25º C.

Para los periodos de **invierno**, en la ciudad de Vitoria-Gasteiz, las temperaturas máximas rondan los 14º C de media (Tmax,P50: percentil 50 de la temperatura máxima), considerada esta una temperatura baja si se compara con las temperaturas medias de la CAPV. Durante las horas nocturnas, las temperaturas mínimas extremas son de -4,13º C (Tmin,P10: percentil 10 de la temperatura mínima). La amplitud térmica diaria para el invierno se sitúa entre 2-4º C en días con nieve o lluviosos con alta nubosidad, y entre 10-14º C en días despejados con poca nubosidad (mucha amplitud térmica). El 2,8% de los días de invierno corresponden a días inscritos como **olas de frío**<sup>9</sup>, siendo su temperatura mínima media de -6,92º C.

El efecto de isla de calor, es decir, la diferencia térmica entre el entorno urbano y rural en la ciudad de Vitoria-Gasteiz es máximo y del orden de 5 grados centígrados en torno a las 23:00 horas en verano y a las 5:00 en invierno.

---

<sup>8</sup> Periodos de más de 5 días consecutivos en los que la temperatura máxima diaria supera un intervalo específico de temperaturas. El intervalo específico de temperaturas se calcula como la media de las temperaturas máximas durante el periodo de control, al que se suma 5º C. Para el periodo de referencia en la ciudad de Vitoria-Gasteiz, la temperatura que cumple esta condición es de 29 º C.

<sup>9</sup> Periodos de más de 5 días consecutivos en los que la temperatura mínima diaria es inferior a la temperatura media de las mínimas durante el periodo de control menos 5º C. Para Vitoria-Gasteiz y el periodo de referencia esta condición es de -3,81º C.

### **El tiempo en Vitoria-Gasteiz en 2050**

A mediados del siglo XXI las temperaturas máximas extremas en **verano** en la ciudad de Vitoria-Gasteiz se espera que sean de 32,5º C ( $sd^{10}=1,2$ ), lo que supone un incremento o anomalía de 2,9 C respecto a la segunda mitad del siglo XX. Se espera que también aumenten, aunque solo levemente las temperaturas mínimas, por lo que durante la noche las temperaturas descenderán también posibilitando un nivel de confort aceptable para el cuerpo humano. Y también se espera que los días de verano considerados como **olas de calor** se incrementen.

En **invierno**, las temperaturas mínimas extremas también aumentarán, siendo estas del orden de -2,3 C ( $sd=0,94$ ), lo que supone una anomalía positiva de 1,8 C con respecto al siglo anterior en Vitoria-Gasteiz. La probabilidad de ocurrencia de **olas de frío** desciende fuertemente a partir de 2020, esperándose que desaparezcan a mediados de este siglo.

Para el año 2050 se espera un incremento de la amplitud térmica diaria en Vitoria-Gasteiz, ya que, tanto en verano como en invierno, aumentaran las temperaturas máximas principalmente. El aumento de las temperaturas mínimas no será muy acentuado, pero podría dificultar la recuperación del estrés térmico del día (caluroso).

Según los escenarios definidos, no se espera una variación significativa en el régimen de precipitaciones anuales, ni estacionales, ni extremas diarias, estas últimas son las que se suelen asociar a inundaciones, por lo que como referencia de zonas inundables se acudirá al PII de PR500 años.

No se dispone de datos sobre la variación del efecto de isla de calor, por lo que se considera que es el mismo que en el s. XX del orden de 5 grados centígrados en torno a las 23:00 horas en verano y a las 5:00 en invierno.

### **El tiempo en Vitoria-Gasteiz a finales del siglo XXI**

A lo largo del siglo XXI se espera en la **CAPV** un aumento de las temperaturas mínimas extremas en invierno del orden de 1-3º C y de las temperaturas máximas extremas en verano de 3º C. Respecto a otros índices climáticos se espera que las olas de calor sean cada vez más largas, aunque no más frecuentes, llegando a representar los días inscritos en olas de calor el 50% de los días de verano. Por el contrario, el número de días helados y las olas de frío disminuirán hasta desaparecer estas a finales de siglo.

En la ciudad de **Vitoria-Gasteiz**, a finales del siglo XXI las temperaturas máximas extremas en **verano** serán de 34,35º C ( $sd=1,11$ ), lo que supone un incremento o anomalía respecto a la segunda mitad del siglo XX de 4,7º C. En esta estación las temperaturas mínimas aumentarán también, pero no tanto como las máximas.

El aumento de las temperaturas máximas irá acompañado de una mayor incidencia de olas de calor. En los últimos decenios del XXI se espera que en Vitoria-Gasteiz el 18% de los días de verano, casi 1 de cada 5, se inscriban en episodios de olas de calor,

---

<sup>10</sup> Desviación estándar (“estándar desviation” en inglés).

suponiendo esto un incremento de más del 300% respecto al siglo anterior de la duración pero no de su frecuencia. Como referencia de verano cálido podemos considerar el del 2003, donde las temperaturas medias en agosto fueron 4,5º C por encima de la media de la serie (1945-2003) en la estación de Foronda. El 2003 ha sido considerado extremadamente cálido y muy seco.

En **invierno**, las temperaturas mínimas extremas también aumentan, siendo estas a finales del XXI en la ciudad de Vitoria-Gasteiz del orden de -0,58 (sd=1,27), lo que supone una anomalía de casi 3º C respecto al siglo anterior. Se espera que en 2100 solo en 8,5 días, como media, de los días de invierno se alcancen temperaturas por debajo de 0º C (frente a los 30 días de finales del XX), esperándose que a finales del s. XXI las olas de frío hayan desaparecido en Vitoria-Gasteiz.

Para el año 2100 también se espera en Vitoria-Gasteiz un incremento de la amplitud térmica diaria, debido principalmente al aumento de las temperaturas máximas tanto en verano como en invierno.

El aumento de las temperaturas mínimas dificultará la recuperación del estrés térmico del día (caluroso).

*El descenso de temperaturas en horas nocturnas juega un papel de gran importancia durante los eventos de olas de calor, ya que una parte importante de la mortalidad provocada por dichos eventos proviene de la incapacidad del cuerpo a recuperarse durante la noche del calor sufrido durante el día. Es decir, durante una ola de calor, la situación de riesgo se sitúa en la noche, cuando las temperaturas no descienden.*

Además, el aumento de las temperaturas irá acompañado de una reducción de las precipitaciones en verano del 30 al 50%, y un ligero incremento de las mismas en invierno (5-20%), aumentando en un 10% las precipitaciones extremas diarias que se asocian a inundaciones, esperándose que las áreas inundables sean más extensas que las predichas en el PIPi de PR50 años, sobretodo en suelo urbano sellado o artificializado.

No se dispone de datos sobre la variación del efecto de isla de calor, por lo que se considera que es el mismo que en el s. XX del orden de 5 grados centígrados en torno a las 23:00 horas en verano y a las 5:00 en invierno.

Tipos de tiempo 2100 en Vitoria-Gasteiz

- **Verano** -clase 1- (consultar apartado 1.3): caracterizada por temperaturas máxima y mínimas elevadas. En olas de calor, el reducido enfriamiento nocturno dificulta la recuperación del estrés térmico del día (caluroso). Esta clase se asocia a situaciones de inestabilidad, con temperatura no demasiado baja en altura pero con entrada de aire africano en la península en las capas bajas. Esta clase es, junto con la clase 0, la que más aumenta, llegando a representar a casi un 40% de los días de verano a final de siglo XXI.
- **Invierno** -clase 3- (consultar apartado 1.3): caracterizada por temperaturas, máximas mínimas elevadas (7 y 14 º C, aproximadamente), dándose una reducción de la amplitud térmica. Sinópticamente, aunque la situación no tiene un patrón fijo, se observa actividad frontal, sobre todo en los casos con



**Informe de resultados de la Etapa 1. Priorización Sectores**

precipitación. La temperatura presenta, en varios casos, una entrada de aire cálido desde latitudes menores. Aproximadamente un 50 % de los días descritos por este tipo, presentan precipitación. Esta clase representa casi un 70 % de los días de invierno en 2100. No hay estrés térmico por bajas temperaturas.



## Anexo 2.1. Descripción de los ECs de los sectores de Vitoria-Gasteiz

La descripción de los sectores de actividad del municipio de Vitoria-Gasteiz se estructuró en torno a tres aspectos:

- **Elementos claves del sector** (columna izquierda en color verde de las fichas), donde se recogen los elementos de este sector que son de especial relevancia para la ciudad de Vitoria-Gasteiz y/o que forman parte fundamental de su identidad.
- **Fuentes de información** (cuadro superior derecho en color azul), donde se indican las fuentes de información que existen en el Ayuntamiento, sobre el sector en general y sobre los elementos claves identificados en particular.
- **Agentes claves o personas de contacto** (recuadro inferior, con fondo blanco); es decir, organismos y/o personas que conocen el sector o los elementos claves del mismo y que pueden ayudar a profundizar y a obtener más información. Es especialmente importante identificar una persona de contacto en cada una de las áreas del Ayuntamiento que tienen relación con el objeto de los estudios.

1. Recursos Hídricos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ríos, arroyos y masas de agua</li> <li>• Humedal de Salburua</li> <li>• Acuífero</li> <li>• Captación, tratamiento y distribución de agua                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• ETAP Araka (potabilizadora)</li> </ul> </li> <li>• Saneamiento y red de drenaje                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• EDAR Crispijana (depuradora)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GEO sobre Hidrología: 4.1.4, 5, 6.1.5 y 6.1.6</li> <li>• Redes del Gobierno Vasco de seguimiento de los cursos de agua superficiales y del acuífero cuaternario (URA)</li> <li>• Investigaciones realizadas por la UPV-EHU sobre el acuífero: Estrategia local para la conservación de la biodiversidad (en redacción, Documento 0, entrega prevista enero 2011).</li> <li>• Plan Territorial Sectorial de Ordenación de Márgenes de los ríos y arroyos de la CAPV (vertiente mediterránea).</li> <li>• EKUIS: Datos aportados anualmente por AMVISA, siguiendo el RD 140 aguas de abastecimiento.</li> <li>• PGOU actual y estudios previos de la revisión</li> <li>• Estudios de inundabilidad del río Errekaleor en los Sectores 12, 13 y 14<sup>11</sup></li> <li>• Declaraciones Medioambientales DMA (Reglamento PRTR s/ RD 508/2007 de la EDAR de Crispijana al GV)</li> </ul>
	<p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>CEA</b> (Fernando de Juana) → Acuífero, ríos</li> <li>• <b>URA</b>: Agencia Vasca del Agua → Ríos</li> <li>• <b>AMVISA</b> (Txaro Muñoz de la Peña) → Suministro, abastecimiento, calidad, ETAP, EDAR, etc.</li> </ul>

<sup>11</sup> Ensanche 21 → Lo han solicitado ellos, pero no creen que sirva al ser muy generalista y carente de rigor.

2. Recursos Naturales	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red de corredores ecológicos</li> <li>• Montes de Vitoria y bosques islas</li> <li>• Anillo Verde</li> <li>• Flora y fauna amenazada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GEO sobre entorno natural: 4.1, 5, 6.1, 7.1 y 8.2</li> <li>• Hábitats de interés comunitario según la Directiva Hábitats</li> <li>• Plan de Ordenación de Recursos Naturales (ordenada su redacción por GV).</li> <li>• Estudios sobre bienes y servicios de los ecosistemas. Aproximación a la valoración de los ecosistemas de Vitoria-Gasteiz (CEA-Galemys, entrega inmediata).</li> <li>• Estrategia local para la conservación de la biodiversidad (en redacción Documento 0, entrega prevista enero 2011).</li> <li>• Planes de gestión de los LIC's (en redacción actualmente por GV) y fichas de cada LIC (pagina Web GV; Ingurumena)</li> <li>• Catalogo vasco de Especies Amenazadas (Ingurumena) y Planes de gestión de las mismas (DFA).</li> </ul> <p><b>Red de corredores ecológicos, Red Natura 2000</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Red de corredores ecológicos del País Vasco (Ingurumena) e informes técnicos del CEA (Web):</li> </ul> <p><b>Montes de Vitoria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montes de Vitoria: Plan Especial (octubre 2007)</li> <li>• Catálogo de Montes de Utilidad Pública (MUP) del T.M. de Vitoria-Gasteiz</li> <li>• Lugares de importancia comunitaria del municipio: robledales isla, río Zadorra, Montes de Vitoria, Salburua</li> <li>• Proyecto de Ordenación de Recursos Forestales en Montes de Vitoria (en redacción, CEA), y Plan Anual de Aprovechamientos Forestales</li> <li>• Plan de Prevención y Lucha contra Incendios</li> <li>• Investigaciones recogidas en la Web del CEA</li> <li>• Propuesta de Parque Natural de los montes de Vitoria</li> </ul> <p><b>Anillo Verde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Información en la Web</li> </ul>
	<p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CEA (Fernando de Juana) → Red de Corredores Ecológicos, Anillo Verde.</li> <li>• ZRM (Juan Vilela) → Montes de Vitoria, etc.</li> </ul>

### 3. Medio Rural

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema agropecuario</li> <li>• Los pequeños núcleos rurales del municipio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario de núcleos rurales (DFA)</li> <li>• PGOU actual</li> <li>• PGOU-EP1_4.2.2 Demografía. Entidades menores</li> <li>• PGOU-EP1_8.3.3 Suelo residencial en las entidades menores</li> <li>• GEO sobre medio rural: 4.3-5, 5, 6.2, 7.2 y 8.3</li> <li>• Estudio sobre el estado del medio agrario en el municipio (en redacción).</li> </ul>
	<p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ZRM</b> (Juan Vilela) → Medio Rural: núcleos, sistema agrario... (Consejo Sectorial de Medio Ambiente y Consejo Territorial de Medio Rural).</li> <li>• <b>Gabinete estudios planificación estratégica</b> (Luis Mendizabal) para los aspectos de demografía y suelo residencial en núcleos rurales.</li> </ul>

### 4. Asentamientos residenciales y EPU

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casco histórico como lugar de residencia y uso de EP</li> <li>• Zonas verdes y espacios públicos: Jardines, parques urbanos</li> <li>• Otras zonas residenciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PGOU-EP1_8 Aspectos urbanísticos</li> <li>• PGOU-EP1_12.2.1-3 Patrimonio arquitectónico: casco histórico, ensanche y barrios</li> <li>• PGOU Revisiones parciales Salburua y Zabalgana</li> <li>• PISU_A01 Ocupación del suelo, PISU_A02 Espacio público y habitabilidad, PISU_A04 Complejidad urbana, PISU_A05 Metabolismo urbano (35 emisión de GEIs), PISU_A06 Biodiversidad urbana, y PISU_A08 Eficiencia del sistema urbano</li> <li>• GEO sobre medio urbano: 4.3-5, 5, 6.3, 7.3 y 8.4</li> <li>• GEO sobre metabolismo urbano: 4.7, 5, 6.7-9, 7.7-9 y 8.8</li> <li>• PGOU actual</li> </ul>
	<p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Urbanismo y Planificación</b> (Alfredo Bengoa) → Asentamientos y EP urbanos.</li> <li>• <b>Vía Pública</b> (Eduardo Rojo) → Parques y jardines.</li> </ul>

5. Infraestructuras Básicas y de Comunicación	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carriles bici y sendas urbanas</li> <li>• Vías urbanas e interurbanas: Carreteras y autopistas</li> <li>• Transporte de mercancías                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Centro de Transportes de Jundiz</i></li> </ul> </li> <li>• Transporte público: Ferrocarril, Tranvía, Buses...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Próxima estación intermodal,</i></li> </ul> </li> <li>• Aeropuerto</li> <li>• Infraestructuras Residuos</li> <li>• Infraestructuras de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PGOU-EP1_9 Infraestructuras de comunicaciones</li> <li>• PGOU-EP1_10 Infraestructuras de servicios (telecomunicaciones, abastecimiento, saneamiento, energía, agua...)</li> <li>• Plan de Movilidad y transporte sostenible (2007) ¿Plan de Movilidad Sostenible y EP?</li> <li>• PISU_A03 Movilidad</li> <li>• PISU_A04 Complejidad urbana</li> <li>• PISU_A05 Metabolismo urbano</li> <li>• GEO sobre movilidad y economía y finanzas</li> <li>• PGOU actual, Plan Integral de Carreteras de Álava –PICA- (DFA), PTS Ferrocarril, PTP Álava Central, Plan Director del Aeropuerto</li> </ul>
	<p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Urbanismo e Infraestructuras</b> (Jesús Marcos) → Infraestructuras de comunicación y energía.</li> <li>▪ <b>Vía Pública</b> (Eduardo Rojo).</li> <li>▪ <b>Medio Ambiente</b> (Andrés Alonso) → Infraestructuras de residuos...</li> </ul>

6. Actividades Económicas	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria: Mercedes-Benz y Michelin</li> <li>• Polígonos industriales (Gamarra, Betoño, Jundiz, Urtiasolo)</li> <li>• Parque Tecnológico de Miñano</li> <li>• Centros comerciales (Boulevard)</li> <li>• Hostelería y pequeño comercio (CV)</li> <li>• Turismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PGOU-EP1_6 Actividad económica</li> <li>• PGOU-EP1_7 Actividad comercial</li> <li>• PGOU-EP1_8.3.3 Suelo industrial</li> <li>• GEO sobre movilidad y economía y finanzas</li> <li>• (PU) PTP Actividades Económicas</li> <li>• (PU) PGOU actual</li> </ul>
	<p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>PE</b> Gabinete estudios planificación estratégica (Luis Mendizabal y María Fernández) → Actividad económica y suelo industrial.</li> <li>▪ <b>Oficina de Turismo</b> (Ana Lasarte) → Turismo en Planificación Económica.</li> <li>▪ <b>PU</b> (Alfredo Bengoa) → grandes superficies (industria, tecnología, comercial...).</li> </ul>

## 7. Sociedad

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultura y ocio:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Patrimonio histórico y cultural (Catedral de Santa María, Muralla medieval)</i></li> <li>• <i>Artium</i></li> <li>• <i>Futuro Centro Internacional de Congresos (BAIC)</i></li> <li>• <i>Deportes</i></li> </ul> </li> <li>• Educación             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Universidad (Campus de Álava UPV-EHU)</i></li> <li>• <i>Centros educativos primaria y secundaria</i></li> </ul> </li> <li>• Asociacionismo             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>cohesión social</i></li> </ul> </li> <li>• Seguridad y Emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PGOU-EP1_4 Demografía</li> <li>• PGOU-EP1_5 Equipamientos educativos, deportivos, culturales</li> <li>• PGOU-EP1_12 Patrimonio cultural (PGOU-EP1_12.2.4 Patrimonio arquitectónico en entidades menores)</li> <li>• PGOU-EP1_12.3 Patrimonio arqueológico: localidades</li> <li>• PISU_A07 Cohesión social</li> <li>• GEO sobre población: 4.2, 5, 6.5, 7.5, 8.6, 8.9</li> <li>• (PU) PGOU actual</li> <li>• (PU) Catálogo Patrimonio del G.V. (Camino Santiago, CH medieval...)</li> </ul>
	<p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>PE</b> Gabinete estudios planificación estratégica (Luis Mendizabal) → demografía, cohesión social, seguridad...</li> <li>▪ <b>Oficina de Turismo</b> (Ana Lasarte) → Ocio, Deporte y Cultura, Turismo</li> <li>▪ Educación</li> <li>▪ <b>UPV-EHU</b> (Eugenio Ruiz Urrestarazu, Vicerrector Campus Alava) → Educación, Universidad.</li> </ul>

## 8. Salud

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Población</li> <li>• Servicios de salud:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>hospitales y centros de atención y salud</i></li> </ul> </li> <li>• Servicios sociales:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Personas mayores</i></li> <li>• <i>Infancia</i></li> <li>• <i>Dependencia</i></li> <li>• <i>Pobreza</i></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PGOU-EP1_5 Equipamientos sanitario y de bienestar social</li> <li>• Memoria del Departamento de Intervención Social del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz [<a href="http://www.vitoria-gasteiz.org/serviciosociales">www.vitoria-gasteiz.org/serviciosociales</a>]</li> </ul>
	<p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Salud y Consumo</b> (Juanjo Estíbalez y Francisco Gómez) → Salud.</li> <li>▪ <b>Intervención Social</b> (Susana Alfonso) → Servicios sociales municipales.</li> <li>▪ <b>PE</b> Gabinete estudios planificación estratégica (Luis Mendizabal) → servicios de salud, sociales, grupos desfavorecidos o sensibles...</li> <li>▪ <b>Servicio de Cooperación al Desarrollo del Ayto</b> (José Luis Pérez), Cruz Roja... → Emergencias.</li> <li>▪ <b>Bomberos</b> y participan diferentes dptos (MA, Vía pública...) → Emergencias (Respuesta ante nevadas).</li> </ul>

9. Gobernanza	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas, Planes, Programas</li> <li>• Participación ciudadana                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foros</li> </ul> </li> <li>• Coordinación institucional:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consejos sectoriales</li> <li>• Consejos territoriales</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PGOU-EP7_Propuesta de participación ciudadana</li> <li>• Reglamento Orgánico de Participación Ciudadana</li> <li>• Plan Director Participación Ciudadana</li> <li>• Agenda Participativa</li> <li>• Consejos Territoriales: Zona Rural (*), Aldabe, Judimendi, Iparralde, El Pilar, Hegoalde, Lakua</li> <li>• Consejos Sectoriales                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salud y Consumo (*)</li> <li>▪ Medio Ambiente (*)</li> <li>▪ Cooperación para el Desarrollo</li> <li>▪ Igualdad</li> <li>▪ Euskera</li> <li>▪ Promoción del Comercio</li> <li>▪ Accesibilidad</li> <li>▪ Mayores</li> <li>▪ Cultura</li> <li>▪ Servicios Sociales</li> </ul> </li> <li>• Consejo asesor Planeamiento Urbanístico (*)</li> <li>• Consejo Social del Municipio (*)</li> <li>• Programas de participación: Infantil y Adolescente: Lagunkide, etc.</li> <li>• Agencia ERDU para la promoción del asociacionismo y voluntariado.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece diferentes servicios a las asociaciones del Territorio Histórico de Álava y colabora con las organizaciones sociales en la promoción del voluntariado.</li> <li>• Es un proyecto que cuenta con la colaboración de la Diputación Foral de Álava, Gobierno Vasco y Caja Vital.</li> </ul> </li> </ul>
	<p>Participantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Servicio de Participación Ciudadana</b> (Juan Carlos Alonso).</li> <li>▪ <b>Secretarías de los diferentes consejos.</b></li> </ul>

En resumen, las principales fuentes de información han sido:

- El **PGOU** actual
- Los Estudios Previos de la revisión del PGOU (**PGOU-EPx**) (asistencia técnica: MECSA)
  - EP1: Fase 1 Análisis de la información y diagnóstico previo (mayo 09)
  - EP2: Fase 2 Conclusiones parciales
  - EP3: Fase 2 Resúmenes sectoriales
  - EP4: Fase 3 Actas de las mesas sectoriales
  - EP5: Fase 4 Conclusiones finales del proceso
  - EP6\_RP revisiones parciales de suelo urbano Zabalzana y Salburua
  - EP7\_Plan de Participación Ciudadana
- El Plan Director 2015
- El Informe-diagnóstico ambiental y de sostenibilidad de Vitoria-Gasteiz –**GEO**-. PNUMA y CEA del Ayuntamiento de Vitoria (asistencia técnica: GEA21), enero 2009.
- El Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz – **PISU**-. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (asistencia técnica: Agencia d’Ecología Urbana de Barcelona), julio 2010 (Borrador).
- El Plan de Lucha contra el CC de Vitoria-Gasteiz (2010-2020) –**PLCC**-. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (asistencia técnica: Agencia d’Ecología Urbana de Barcelona), julio 2010.





**Anexo 2.2.**  
**Fichas de evaluación de la vulnerabilidad**



**Anexo 2.3.  
Fichas de evaluación conjunta**