

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Metodología para la adaptación urbana al cambio climático

Proyecto LIFE Adaptate





METODOLOGÍA PARA LA ADAPTACIÓN
URBANA AL CAMBIO CLIMÁTICO

CONAMA 2020

Autor Principal: Pilar Meseguer Sánchez (EuroVértice Consultores)

Otros autores: José Pablo Delgado Marín (EuroVértice Consultores)

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
1. Título	2
2. Resumen.....	2
3. Introducción. De la acción a la ambición climática	2
4. El Pacto de los Alcaldes y el proyecto LIFE Adaptate	3
5. Metodología cualitativa para desarrollar la adaptación local al cambio climático	5
6. Acciones de preparación y contextualización del municipio en materia de cambio climático	7
7. Mitigación del cambio climático y su integración con la adaptación	8
8. Transición justa y lucha contra la pobreza energética.....	8
9. Escenarios locales de cambio climático	10
10. Proyecciones climáticas locales utilizando las herramientas nacionales	11
11. Análisis de riesgos y vulnerabilidades	12
12. Definición del plan de acción para mitigación y adaptación del municipio.....	18
13. Bibliografía	19

1. TÍTULO

Metodología para la adaptación urbana al cambio climático. Proyecto LIFE Adaptate.

2. RESUMEN

El proyecto LIFE Adaptate ha desarrollado un modelo cualitativo para llevar a cabo la evaluación local de los impactos del cambio climático y, así, desarrollar un plan de acción eficaz para la adaptación de nuestros territorios a este cambio en el clima. Dicha metodología se basa en un análisis cualitativo, sin necesitar datos cuantitativos difíciles de conseguir. De esta manera, las evidencias climáticas y socioeconómicas sufridas en las últimas décadas permiten un tipo de valoración más acorde con las posibilidades de municipios medianos y pequeños, en los que los recursos son siempre limitados, también a la hora de conseguir datos cuantitativos objetivos. Este método se ha desarrollado para ayudar a los municipios firmantes del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía a desarrollar sus Planes de Acción para el Clima y la Energía Sostenible.

El proceso requiere de una participación activa por parte de los agentes involucrados. Es decir, será bienvenida la opinión fundamentada de toda aquella persona, física o jurídica, que tenga algo que aportar a nivel local o regional. Esto se materializa a través de un proceso participativo y de un grupo de trabajo diseñado específicamente a tal fin y en el que se encuentran representados las distintas administraciones competentes en la materia, grupos ecologistas, ONGs, grupos políticos, sindicatos, asociaciones empresariales, sector financiero, sanidad y las asociaciones de vecinos, usuarios, etc.

La metodología parte del análisis de los escenarios de cambio climático, especialmente de la evolución prevista para los indicadores relacionados con la temperatura (temperatura máxima, número de días de las olas de calor, número de noches cálidas, etc.) y las precipitaciones (sequía, nivel de torrencialidad, etc). Además, se tienen en cuenta las previsiones a medio y largo plazo (10 y 50 años de retorno) de posibles inundaciones locales e incendios forestales. Esto permite determinar las principales amenazas climáticas a las que se ve sometido el municipio. A continuación, se analizan los sectores económicos que pudieran estar más afectados junto con los grupos de población más vulnerables, dando lugar a una serie de vulnerabilidades socioeconómicas y medioambientales. Cada una de las vulnerabilidades locales detectadas es valorada mediante tres parámetros: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación local.

Finalmente, la conjunción de las amenazas y vulnerabilidades dan lugar a los impactos locales del cambio climático que se pretenderán mitigar con el diseño de acciones concretas. El método concluye con la priorización de las acciones mediante un método de selección multicriterio.

3. INTRODUCCIÓN. DE LA ACCIÓN A LA AMBICIÓN CLIMÁTICA

El cambio climático representa el mayor reto al que se ha enfrentado la humanidad en toda su historia. El calentamiento de nuestra atmósfera, ocasionado por la utilización masiva de combustibles fósiles a partir de la revolución industrial, da lugar a la proliferación de eventos climáticos extremos cuyas evidencias ya las estamos sufriendo: lluvias torrenciales, sequías, olas de calor o subida del nivel del mar. Este cambio en el clima conlleva importantes impactos negativos sobre el planeta, como el desplazamiento de los ecosistemas, la reducción de la productividad agrícola, afecciones a la salud de los ciudadanos, pérdidas por inundaciones o el incremento de demanda de los servicios de emergencias.

La lucha contra el cambio climático se canaliza a través de dos líneas bien diferenciadas: la que conlleva acciones que pretenden mitigar el riesgo de que suceda el cambio climático y su gravedad, y la que contempla acciones que intentan adaptar nuestro territorio a sus efectos. La mitigación y la adaptación constituyen la base de la acción climática. Sin embargo, cuando esta acción se lleva a nivel local, bajo el liderazgo de la administración más cercana al ciudadano, mediante la involucración y participación de la ciudadanía y utilizando modelos de gobernanza innovadores, dicha acción se convierte en una verdadera ambición climática que acompaña toda acción política local.

4. EL PACTO DE LOS ALCALDES Y EL PROYECTO LIFE ADAPTATE

El Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía, lanzado en 2008, es una agrupación voluntaria de miles de gobiernos locales que se comprometen a alcanzar los objetivos marcados por la Unión Europea en materia de clima y energía, inicialmente para el año 2020, pero ya en la actualidad, fijan sus objetivos en 2030.

Aunque surgido en el seno de la Unión Europea, actualmente agrupa más de 10.000 municipios de 57 países en los 5 continentes, involucrando a múltiples actores. El ya conocido como Pacto Mundial de los Alcaldes para el Clima y la Energía desarrolla los factores clave del éxito de la iniciativa: su gobierno desde las bases, su modelo de cooperación multinivel y su patrón de actuación directamente impulsado por el contexto, estando totalmente en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y con los principios de justicia climática, ocupándose de tres problemas principales: la mitigación del cambio climático, la adaptación a los efectos adversos del cambio climático y el acceso universal a una energía segura, limpia y asequible.

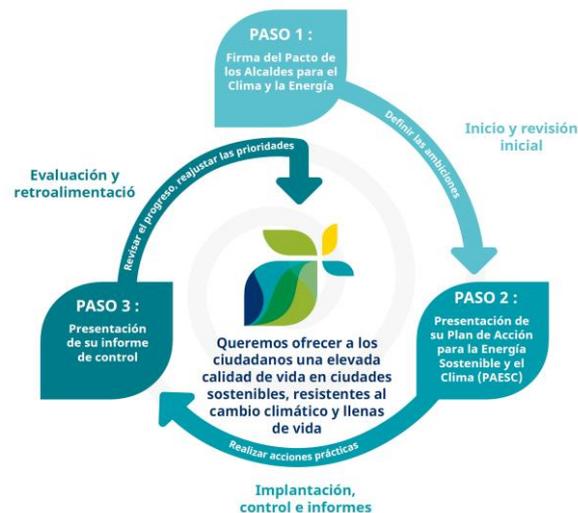


Figura 1. Pasos necesarios para la participación de un municipio en el Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía. Fuente: Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía

Para unirse al Pacto, las autoridades locales deben seguir el siguiente proceso:

1. Aprobar en el Pleno Municipal la adhesión del municipio a la iniciativa.
2. Avanzar en el conocimiento territorial para diagnosticar su situación actual frente al cambio climático, tanto en lo referente a mitigación (inventario de emisiones) como a adaptación (escenarios de cambio climático y análisis de riesgos y vulnerabilidades). Mediante un proceso altamente participativo, en el que se involucra a los principales agentes locales y regionales, se desarrolla el Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES).
3. Con una cadencia bianual, se deben realizar informes de seguimiento del PACES, proponiendo actualizaciones y acciones correctivas en caso de desviaciones importantes con respecto a los objetivos inicialmente previstos.

En el marco de este Pacto de los Alcaldes, surge el Proyecto LIFE Adaptate, titulado “Aplicación de una metodología común para el desarrollo de Planes de Acción para el Clima y la Energía Sostenible en municipios europeos y hacer frente a los efectos del cambio climático”, actuando sobre las zonas urbanas más expuestas a las amenazas del cambio climático, como el intenso calor, la subida del nivel del mar, las precipitaciones extremas, inundaciones, deslizamientos de tierras, contaminación atmosférica, problemas alimentarios o la escasez de agua.

El objetivo principal de LIFE Adaptate es aumentar el compromiso de los municipios europeos con el Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía mediante el desarrollo de planes locales de adaptación que se integrarán en los objetivos de mitigación previos de varios municipios. En el marco del proyecto, se ha desarrollado una metodología común para la elaboración de los Planes de Acción por el Clima y la Energía Sostenible (PACES), que es el objeto de un documento específico y de esta comunicación, para que cualquier municipio europeo que lo desee pueda hacer uso de ella.

La solución principal que aporta LIFE Adaptate frente a la influencia del cambio climático es contribuir al desarrollo de políticas de adaptación a nivel local, así como a la mejora de las políticas europeas orientadas a una adaptación al cambio climático y al cumplimiento de los objetivos de la UE para 2030 con referencia al clima y la energía.

El proyecto lleva a cabo su acción en seis municipios pertenecientes a tres países de la Unión Europea: España (Cartagena, Lorca y Águilas), Portugal (Alfândega da Fé y Mértola) y Letonia (Smiltene). En estos municipios se están desarrollando proyectos piloto demostrativos de adaptación al cambio climático para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.



Figura 2: Ámbito Geográfico del proyecto LIFE Adaptate. Fuente: LIFE Adaptate

5. METODOLOGÍA CUALITATIVA PARA DESARROLLAR LA ADAPTACIÓN LOCAL AL CAMBIO CLIMÁTICO

El diseño de todo plan de acción requiere de un análisis previo de la situación actual y de los aspectos internos y externos que pueden afectar positiva o negativamente a la lucha local contra el cambio climático. El análisis previo para la **mitigación del cambio climático** conlleva la elaboración de un Inventario de Emisiones de Referencia, correspondiente al año 1990 o al más cercano del que se dispongan datos. Los sectores afectados en el plan de mitigación son los siguientes:

- Edificios e instalaciones municipales
- Alumbrado Público
- Sector Terciario

METODOLOGÍA PARA LA ADAPTACIÓN URBANA AL CAMBIO CLIMÁTICO

- Sector Residencial
- Transporte y Movilidad
- Sector Industrial (opcional)
- Sector Agrícola y Ganadero (opcional)

De manera que, en el caso de la mitigación, el indicador de referencia está claro: emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂) generadas por el consumo de energía en un municipio.

De igual forma, la **adaptación al cambio climático** requiere de un análisis previo de las tendencias climáticas locales y del grado de resiliencia local, lo que se refleja en el análisis de riesgos y vulnerabilidades, que será explicado más adelante. Sin embargo, en este caso, no existe un indicador cuantificable de referencia, lo que complica sobremanera dicho diagnóstico.

La nueva guía publicada por la Comisión Europea para la elaboración de los PACES¹ propone un nuevo enfoque más integrador de los tres pilares principales del Pacto de los Alcaldes: mitigación, adaptación y pobreza energética. Esta nueva propuesta se refleja en la Figura 3.

La metodología de referencia para el análisis de la adaptación de las ciudades al cambio climático está basada en la Plataforma Europea de Adaptación al Clima (*Climate-Adapt*²) y en el modelo *UKCIP Adaptation Wizard*³, adoptado por el Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía.

Esta metodología consiste en dos procedimientos clave: identificar los principales riesgos climáticos y las principales acciones de adaptación necesarias y disponibles.



Figura 3. Pasos necesarios para la participación de un municipio en el Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía. Fuente: Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía

¹ Guidebook “How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)”. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/338a9918-f132-11e8-9982-01aa75ed71a1/language-en>

² <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

³ <https://www.ukcip.org.uk/wizard/>

6. ACCIONES DE PREPARACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL MUNICIPIO EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

La participación en el Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía conlleva un nuevo enfoque en la gestión local que involucra a todos los departamentos del ayuntamiento, a agentes externos relacionados con el desarrollo local y el cambio climático y, en definitiva, a todos los ciudadanos.

De este modo, el primer paso es desarrollar las siguientes acciones de preparación:

1. **Definición de las estructuras de coordinación y organizativas:** Se debe especificar la composición del equipo interno de trabajo, designado por la corporación local para el correcto desarrollo del PACES y su implementación y seguimiento a lo largo del tiempo. Entre los miembros del equipo técnico, se debe contar con representantes de los departamentos locales, medio ambiente, energía, movilidad, infraestructuras, servicios sociales, vivienda y economía. También se mostrará la estructura organizativa del equipo de trabajo.
2. **Identificación de las partes interesadas y de los ciudadanos:** Se identifican los actores clave afectados por los distintos aspectos tratados en el PACES. Agentes que, por ejemplo, provean de datos, ayuden en el proceso, provean de información sobre costes o financiera o sean capaces de dar difusión al trabajo realizado. Entre los distintos tipos de agentes involucrados, pueden destacar:
 - Departamentos municipales.
 - Responsables de políticas locales.
 - Asociaciones comerciales e industriales.
 - Entidades educativas.
 - Sectores de finanzas y seguros.
 - Instituciones (universidades, instituciones de investigación, grupos de expertos).
 - Empresas de suministro de agua y gestión de residuos.

También se sugiere la creación de un Panel de Expertos que incluya agentes que provean de información local detallada sobre el municipio y su exposición al cambio climático.

Independientemente de las reuniones del grupo, se aconseja la celebración de al menos tres talleres participativos con estos agentes.

3. **Definición de la estrategia de comunicación interna y externa**
4. **Asignación de los recursos humanos y financieros**
5. **Medidas planificadas de monitorización y seguimiento:** La organización de reuniones periódicas (con una frecuencia al menos semestral) ha de estar debidamente planificada.
6. **Contextualización del municipio:** Analizando la situación geográfica y territorial del municipio. Su estructura urbana, inventario edificatorio, edad de las construcciones, etc.

El análisis de la movilidad urbana ha de ser tenido en cuenta en este apartado. Además, se valorarán los niveles de contaminación ambiental a los que se exponen los ciudadanos y establecer protocolos de medición para su seguimiento. Es necesario analizar la disponibilidad de zonas verdes, su configuración, composición y su uso por parte de los ciudadanos. Finalmente, la gestión eficaz de los residuos también es considerada clave en el proceso de adaptación al cambio climático. Al igual que el abastecimiento universal del agua, su gestión eficaz y los procesos de tratamiento y depuración para una posterior reutilización del efluente. Los puntos más importantes para analizar en este apartado son:

- Situación geográfica del municipio
- Movilidad urbana
- Análisis medioambiental
- Gestión de residuos
- Agua y alcantarillado

7. MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU INTEGRACIÓN CON LA ADAPTACIÓN

En la lucha local contra el cambio climático, su mitigación viene dada por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (cuyo indicador es el CO2 equivalente). Esto se consigue mediante dos líneas principales: la reducción de la demanda de energía por mejora de la eficiencia energética, y el desarrollo de las energías renovables. Las acciones que de aquí se deriven constituyen la estrategia local de mitigación del cambio climático.

Los inventarios, junto con el contexto territorial, darán lugar a una batería de medidas, debidamente cuantificadas en su alcance, coste e impacto, con el que se deben conseguir, como mínimo, los objetivos marcados (40%-55% en 2030).

La metodología para desarrollar este tipo de inventarios y acciones ha sido suficientemente tratada en la bibliografía desde que se inició el Pacto de los Alcaldes en 2008.

8. TRANSICIÓN JUSTA Y LUCHA CONTRA LA POBREZA ENERGÉTICA

Los firmantes del Pacto de los Alcaldes también deben definir acciones que aborden el acceso equitativo a una energía segura, asequible y sostenible, es decir, que luchen contra la pobreza energética. La pobreza energética puede definirse como la falta de acceso de los hogares a servicios energéticos seguros, adecuados para sus necesidades y razonablemente asequibles. El

Observatorio Europeo de Pobreza Energética⁴ ha definido cuatro indicadores primarios de pobreza energética:

- la incapacidad para pagar las facturas de los servicios públicos a tiempo;
- la incapacidad para mantener un hogar a la temperatura adecuada;
- un porcentaje muy bajo de consumo energético;
- un porcentaje muy elevado de gasto energético.

La pobreza energética puede ser causada por bajos ingresos en el hogar, elevados precios de la energía, la ineficiencia energética de los hogares o una combinación de estos tres factores (Figura 4).

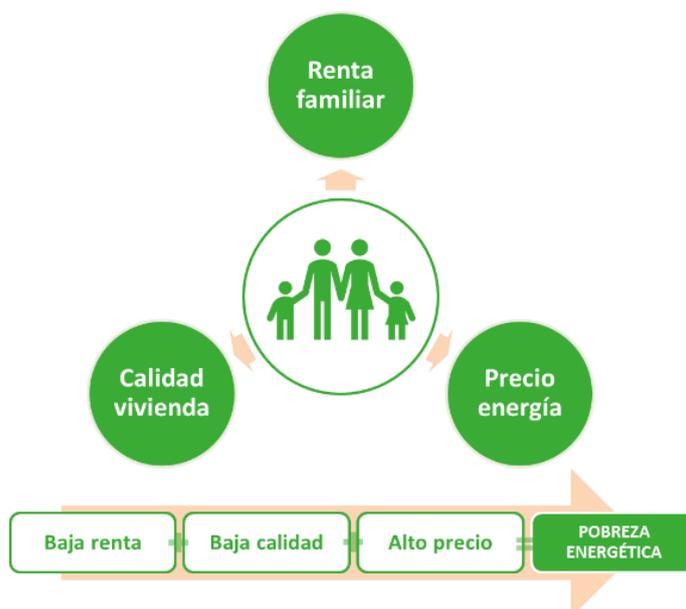


Figura 4. Claves de la pobreza energética. Elaboración propia

Con el fin de facilitar el trabajo de los municipios hacia la integración de las acciones contra la pobreza energética en sus PACES, el Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión Europea, plantea tres preguntas para que sean consideradas por las autoridades:

- **Evaluación de la pobreza energética** - ¿Está mi municipio afectado por la pobreza energética?
- **Identificación de los grupos vulnerables** - ¿Cuáles son los grupos más vulnerables en mi municipio? La identificación de los grupos más vulnerables es un requisito fundamental para poder diseñar políticas de lucha contra el cambio climático.

⁴ <https://www.energypoverty.eu/>

- **Diseño de acciones** - ¿Cómo puedo diseñar acciones efectivas contra la pobreza energética?

9. ESCENARIOS LOCALES DE CAMBIO CLIMÁTICO

Con el fin de poder tomar decisiones relativas a las políticas de adaptación al cambio climático, es fundamental recopilar los datos registrados sobre la evolución de las variables climáticas a nivel local. A partir de ahí, será necesario analizar las potenciales consecuencias de estos escenarios sobre las actividades que se realizan en el territorio afectado.

El primer paso consiste en seleccionar las variables climáticas clave para el municipio, a partir de la observación realizada de los documentos recogidos en el apartado anterior. Una muestra de estas variables podría ser:

- Lluvias (mm)
- Número de días con lluvia
- Duración de los periodos secos
- Eventos de lluvias torrenciales (mm/h)
- Temperatura máxima
- Temperatura mínima
- Número de días cálidos
- Número de noches cálidas
- Número de días con heladas
- Duración de olas de calor
- Grados-día para calefacción
- Grados-día para aire acondicionado
- Vientos
- Otras

Sendas representativas de concentración

El siguiente paso consiste en la selección del horizonte temporal y de la senda representativa de concentración (RCP) que será considerada para la identificación de los riesgos climáticos: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5. Los valores indicativos de estas sendas representan el forzamiento radiactivo total. Es decir, que la evolución del calentamiento global del planeta, de aquí a 2100, se asemeja a un incremento en el nivel de radiación solar que va desde 2,6 hasta 8,5 W/m². Entre los diferentes escenarios, se elige el RCP8.5, ya que refleja de una manera más clara las tendencias climáticas (Figura 5).

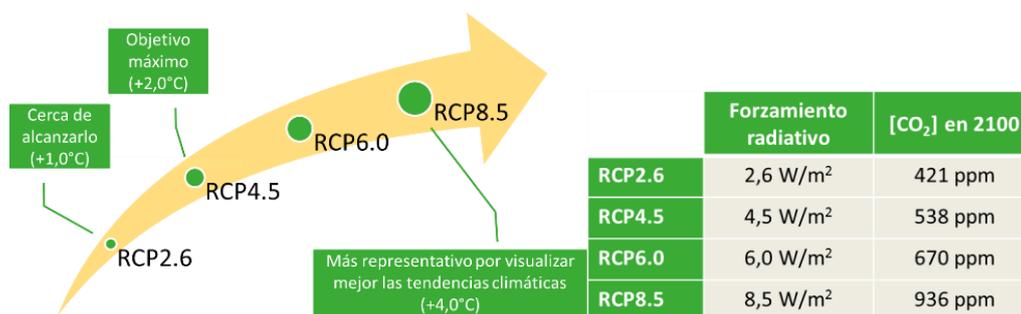


Figura 5. Comparación entre las distintas sendas representativas de concentración (RCP). Datos tomados de la guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC.WGI. “Cambio Climático: Bases Físicas”, 2013. Elaboración propia

10. PROYECCIONES CLIMÁTICAS LOCALES UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS NACIONALES

Todos los estados miembros de la Unión Europea han desarrollado sitios web con herramientas que ofrecen información sobre la evolución esperada para distintas variables climáticas, a nivel regional o incluso local. Existe un portal europeo en el que se recogen todas estas herramientas: Climate Adapt⁵.

En España, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha desarrollado AdapteCCA⁶, la plataforma de intercambio y consulta de información sobre adaptación al cambio climático en España.

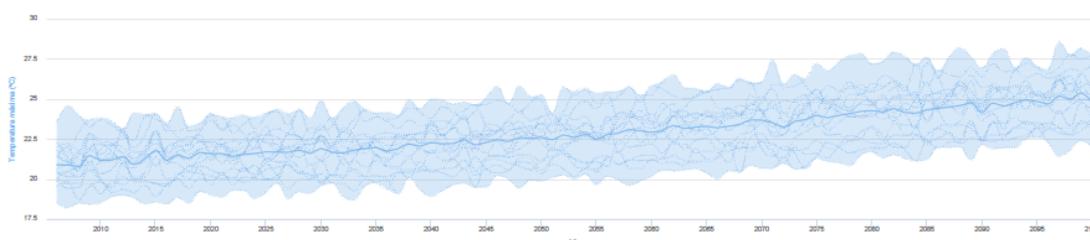


Figura 6. Comparación entre las distintas sendas representativas de concentración (RCP). Datos tomados de la guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC.WGI. “Cambio Climático: Bases Físicas”, 2013. Elaboración propia

⁵ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

⁶ <https://www.adaptecca.es/>

Una vez realizado el análisis, se obtienen los valores históricos (media del periodo base), el valor actual y la proyección hacia 2100, con el valor medio estimado y los máximos y mínimos en función de los distintos análisis llevados a cabo (AdapteCCa utiliza 16 enfoques diferentes provenientes de sendos organismos de investigación internacionales), para cada una de las variables climáticas, lo que da una visión global de la amenaza local que supone el cambio climático.

11. ANÁLISIS DE RIESGOS Y VULNERABILIDADES

El análisis de riesgos y vulnerabilidades se lleva a cabo siguiendo el enfoque propuesto por el IPCC en su informe AR5 (Figura 7). De los escenarios de cambio climático obtenidos con anterioridad, se derivan una serie de amenazas climáticas que, junto a las vulnerabilidades detectadas localmente y a la exposición de distintos sectores de la población o infraestructuras fundamentales, dan lugar a un cierto riesgo de impacto que es necesario evaluar para poder articular acciones concretas capaces de reducirlo.

A continuación, se analiza cómo llevar a cabo el análisis de estas amenazas climáticas. Una valoración cuantitativa de todos los aspectos intervinientes acarrearía una gran complejidad, principalmente por la falta de datos a escala local y por la necesidad de establecer correlaciones complejas entre los distintos valores obtenidos. Ante esto, esta metodología plantea un análisis cualitativo, basado en la evidencia perceptiva, pero que también puede cuantificarse para visualizar la importancia de cada indicador. Esta opción simplifica dicho análisis y facilita la elaboración del PACES por parte de administraciones locales.

Las herramientas nacionales que analizan los escenarios de cambio climático han ido evolucionando y ya ofrecen información geográfica de las variables climáticas. En la medida en que el estudio de vulnerabilidades se pueda georreferenciar de una manera más precisa, todo el análisis comentado a continuación se podría realizar mediante el uso de herramientas de información geográfica GIS, aplicando las correspondientes capas y realizando mediante la propia herramienta GIS, los cálculos necesarios para conocer los riesgos de impacto climático.

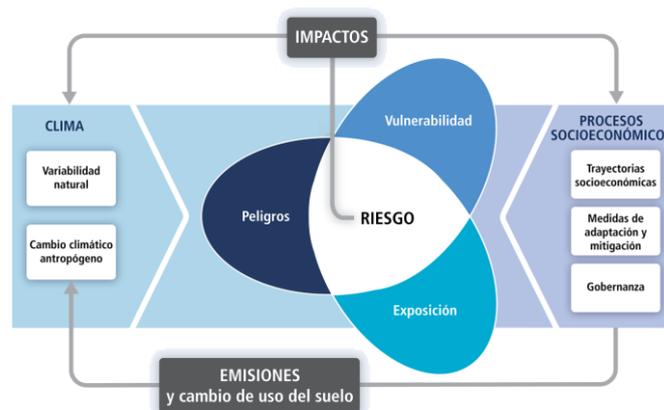


Figura 7. Relación entre las amenazas climáticas, las vulnerabilidades locales y el riesgo de impacto. Fuente: IPCC AR5

Amenazas climáticas locales

Fruto del análisis anterior, se entenderá que el municipio está expuesto a una serie de amenazas climáticas que dependerán de su ubicación geográfica y de las tendencias climáticas expuestas. Las amenazas propuestas por el Pacto de los Alcaldes son las siguientes:

- Calor extremo
- Frío extremo
- Precipitación extrema: lluvia, nieve, niebla o granizo
- Inundaciones y subida del nivel del mar: por lluvia, ríos, mar, aguas subterráneas o inundación permanente
- Sequía y escasez de agua
- Tormentas: viento severo, tornados, ciclones (huracanes y tifones), tormentas tropicales o extra tropicales, mareas extremas, truenos y relámpagos
- Movimiento de tierras: desprendimientos, avalanchas, caída de rocas y hundimientos
- Incendios forestales en árboles y arbustos
- Amenazas químicas: enfermedades transmitidas por el agua, el aire u otros vectores e infestación de insectos
- Otros (especificar)

Cada una de estas amenazas es valorada según cinco criterios que ofrecen información sobre la situación actual y su tendencia, tanto en intensidad como en frecuencia, a lo largo del tiempo. Se adjudica un valor a cada criterio, de la manera siguiente:

- Riesgo actual de la amenaza = Probabilidad x Impacto
 - Probabilidad de la amenaza: 1- Bajo; 2- Moderado; 3- Alto
 - Nivel de impacto de la amenaza: 1- Bajo; 2- Moderado; 3- Alto
- Cambio esperado en la intensidad: 1- Descenso; 2- Sin cambio; 3- Ascenso
- Cambio esperado en la frecuencia: 1- Descenso; 2- Sin cambio; 3- Ascenso
- Marco temporal en el que se espera que cambie la intensidad o frecuencia: 1- Largo plazo; 2- Medio plazo; 3- Corto plazo; 4- Actual

El resultado de este análisis se recoge en forma gráfica (Figura 8).

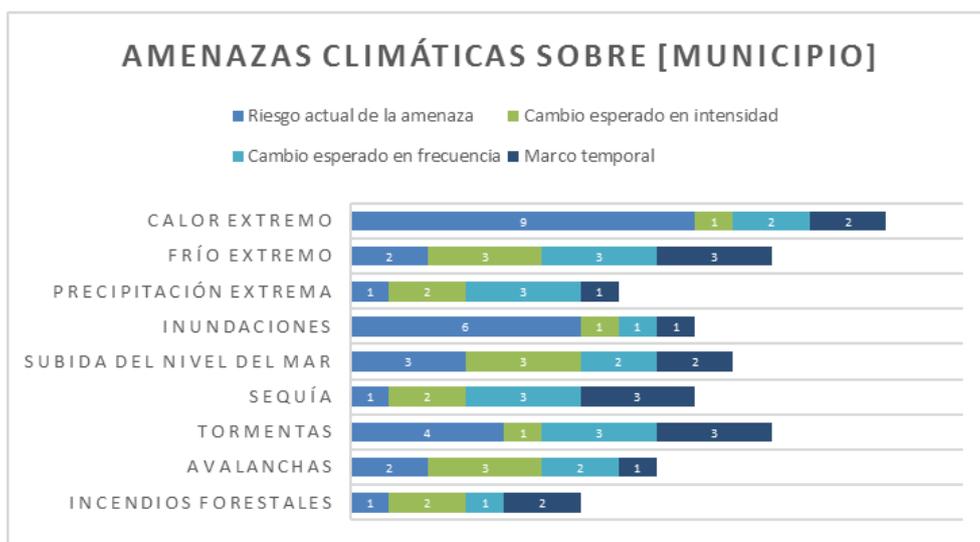


Figura 8. Gráfico ejemplo de la cuantificación de las amenazas climáticas locales, a partir de su valoración cualitativa. Elaboración propia

Evaluación de las vulnerabilidades locales frente a las amenazas climáticas

Las vulnerabilidades se definen como la capacidad que un sistema tiene de enfrentar los efectos adversos del cambio climático, es decir, las amenazas que se han descrito anteriormente. El Pacto de los Alcaldes distingue dos grandes tipos de vulnerabilidades:

- **Vulnerabilidades socioeconómicas:** recoge la falta de resiliencia de un territorio debido a aspectos sociales (relacionados con la población) y económicos (relacionados con la actividad económica). Algunos ejemplos de vulnerabilidades socioeconómicas pueden ser:
 - Crecimiento poblacional
 - Densidad de población
 - Porcentaje de población sensible (personas mayores, jóvenes, que vivan solos, desempleados, etc.)
 - Actividad económica sensible al cambio climático (agricultura, pesca, etc.)
- **Vulnerabilidades físicas y medioambientales:** se trata de la falta de resiliencia provocada por la geografía del territorio, estructura del municipio o aspectos medioambientales. Algunos ejemplos de vulnerabilidades físicas y medioambientales pueden ser:
 - Presencia de ríos afectados
 - Redes de transporte en zonas de riesgo
 - Grado de antigüedad de las edificaciones
 - Contaminación en el aire
 - Presencia de bosques

A continuación, es importante identificar los sectores menos resilientes al cambio climático, que serán el principal objetivo de las acciones de adaptación del municipio:

METODOLOGÍA PARA LA ADAPTACIÓN URBANA AL CAMBIO CLIMÁTICO

- Edificios
- Transporte
- Energía
- Agua
- Residuos
- Planificación y uso del suelo
- Agricultura y bosques
- Medio ambiente y biodiversidad
- Salud
- Protección civil y emergencias
- Turismo
- Educación
- TIC
- Otros, como la industria o el sector financiero

Es necesario justificar la selección de los sectores mediante las amenazas climáticas y nivel de vulnerabilidad actual con respecto a las previamente detectadas. También es interesante identificar los grupos de población más vulnerables a cada amenaza climática. Para ello, el Pacto de los Alcaldes sugiere los siguientes grupos:

- Mujeres y niñas
- Niños
- Jóvenes
- Personas mayores
- Grupos marginados
- Personas con diversidad funcional
- Enfermos crónicos
- Hogares con bajos ingresos
- Desempleados
- Personas que viven en viviendas precarias
- Migrantes y desplazados
- Otros

Exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación de las vulnerabilidades detectadas

Una vez identificadas las vulnerabilidades locales frente a las amenazas climáticas, es necesario evaluarlas de acuerdo con tres parámetros:

- **Exposición:** se trata de obtener información acerca de la ubicación y características de activos locales relevantes. Esto podría dar como resultado un mapa de lugares relevantes y su nivel de exposición a las distintas amenazas.
- **Sensibilidad:** se refiere al grado en el que un sistema (activo local relevante) podría verse afectado o es capaz de responder frente a una amenaza.

- **Capacidad de adaptación:** será determinada por la existencia de conocimientos técnicos y científicos, así como la capacidad financiera y otros factores que facilitan llevar a cabo acciones de adaptación frente a dicha vulnerabilidad.
- **Factores determinantes de esta capacidad de adaptación:** acceso a servicios, factores socioeconómicos, gobernanza e instituciones, factores físicos y medioambientales, conocimiento e innovación.

Este análisis se realizará, bien para cada vulnerabilidad, bien para cada sector (y amenaza) sobre el que se han identificado las vulnerabilidades. Así, para cada criterio, las categorías definidas y su cuantificación son las siguientes:

- Exposición: 1- Muy bajo; 2- Bajo; 3- Medio; 4- Alto; 5- Muy alto.
- Sensibilidad: 1- Muy bajo; 2- Bajo; 3- Medio; 4- Alto; 5- Muy alto.
- Capacidad de adaptación: 5- Muy bajo; 4- Bajo; 3- Medio; 2- Alto; 1- Muy alto.

De esta manera, se pueden clasificar las vulnerabilidades en función de los criterios. El resultado de este análisis se recoge en forma gráfica (Figura 9).

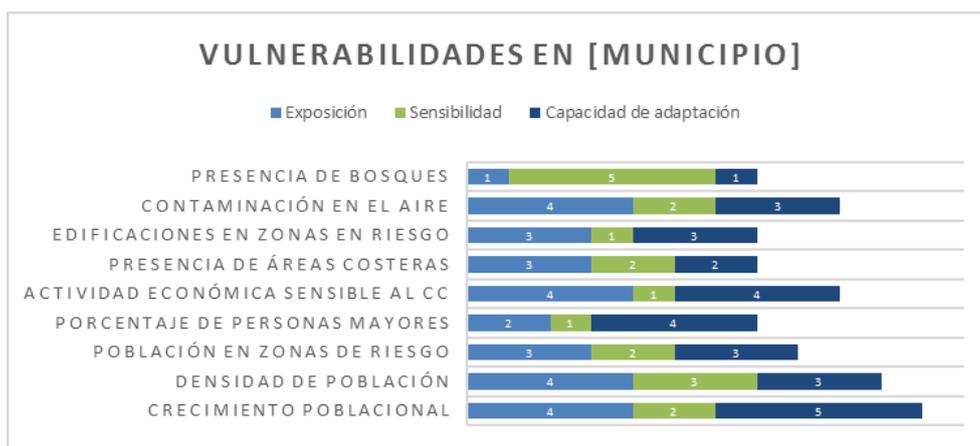


Figura 9. Gráfico ejemplo de la cuantificación de las vulnerabilidades locales a partir de su valoración cualitativa. Elaboración propia

Riesgo de impacto esperado en el municipio

No hay que olvidar que el objetivo de este análisis es valorar el riesgo de impacto que el cambio climático pudiera originar a nivel local. Así, para los sectores identificados, priorizando las amenazas climáticas y las vulnerabilidades valoradas con una calificación más elevada, se determinan los diferentes riesgos de impacto local producidos por el cambio climático. Es decir, la conjunción de una amenaza climática y una vulnerabilidad local da como resultado un riesgo de impacto concreto (Figura 10). De esta manera, se deben asociar las vulnerabilidades identificadas a las amenazas climáticas a las que apliquen, obteniendo un conjunto de posibles impactos producidos por el cambio climático.



Figura 10. Esquema para la obtención de los riesgos climáticos a partir de las amenazas y vulnerabilidades locales. Elaboración propia

Finalmente, con objeto de valorar cada riesgo, el Pacto de los Alcaldes define tres criterios: probabilidad de que ocurra, nivel de impacto esperado y marco temporal. Tras el completo análisis de la situación llevado a cabo hasta el momento, no será difícil valorar cualitativamente cada uno de estos criterios. Y una vez más, con el fin de poder priorizar, se adjudica un valor numérico a cada una de las categorías correspondientes a la valoración cualitativa. Las categorías y sus valores correspondientes son los siguientes:

- Probabilidad de que ocurra: 1- Improbable; 2- Posible; 3- Probable
- Nivel de impacto esperado: 1- Bajo; 2- Moderado; 3- Alto
- Marco temporal: 1- Largo plazo; 2- Medio plazo; 3- Corto plazo; 4- Actual

De esta forma se puede conseguir una primera clasificación de los riesgos de impacto climático en función del conjunto de criterios definidos para priorizarlas en función de su importancia y definir las acciones de adaptación más apropiadas para el municipio. El resultado de este análisis se puede recoger en forma gráfica (Figura 11).

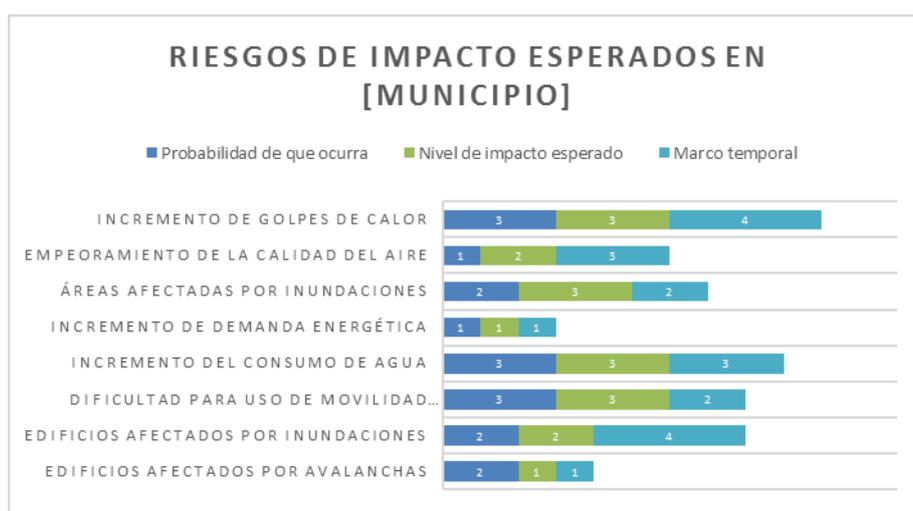


Figura 11. Gráfico ejemplo de la cuantificación de los riesgos de impacto climático en el municipio, a partir de su valoración cualitativa. Elaboración propia

12. DEFINICIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN PARA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MUNICIPIO

El plan de acción contendrá medidas que abarquen los tres pilares que componen el compromiso del Pacto de los Alcaldes: mitigación, adaptación y pobreza energética. Las acciones de mitigación pretenden reducir las emisiones locales con respecto a las inventariadas en el año de referencia. Las acciones de adaptación deben tratar de gestionar los riesgos de impacto climático identificados anteriormente, a un nivel aceptable para el municipio, teniendo en cuenta las vulnerabilidades detectadas y permitiendo aprovechar cualquier oportunidad positiva.

Tanto las acciones de mitigación, como las de adaptación, como las mixtas de mitigación y adaptación, pueden también contribuir a la lucha local contra la pobreza energética, en este proceso de transición energética justa.

El proceso para la selección de estas acciones pasa por la identificación inicial de un conjunto de medidas y la posterior selección multicriterio de entre ellas. De esta manera se concluye la definición del plan de acción, debidamente calendarizado, con una cuantificación económica de las acciones y con la identificación de las posibles líneas de financiación para su desarrollo.

Identificación de un conjunto de medidas

En esta etapa, se deben identificar un conjunto amplio de medidas de mitigación y adaptación (y lucha contra la pobreza energética) que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero generadas localmente y respondan a los principales riesgos climáticos identificados.

Metodología de selección multicriterio de las medidas

A partir de esa primera batería de medidas, es necesario evaluar la capacidad de cada una de ellas para alcanzar sus objetivos estratégicos. Este proceso se lleva a cabo de una manera participativa, en la que los agentes involucrados puedan ofrecer su opinión al respecto. Cada municipio puede disponer de sus propios criterios para la selección de las acciones, aunque en el proyecto LIFE Adaptate se han definido un conjunto: efectividad, eficiencia, equidad, flexibilidad, legitimidad, urgencia, sinergias, coste y financiación.

Cada una de las acciones propuestas ha de ser valorada cuantitativamente en función de estos criterios. Es necesario definir pesos que ponderen la importancia relativa de cada criterio. Para ello se utiliza la metodología TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*) para la toma de decisión multicriterio. Su principio básico es que la alternativa elegida se encuentra a la distancia más corta de la solución ideal positiva, y a la distancia más larga de la solución ideal negativa.

Definición del plan de acción

El plan de acción queda definitivamente constituido por el desarrollo de las acciones que hayan sido preseleccionadas. Cada acción puede definirse mediante una ficha que contenga, al menos, la siguiente información:

- Código de la medida, para poder identificarla
- Nombre de la medida
- Tipo de acción: mitigación, adaptación y pobreza energética
- Origen de la acción: ayuntamiento, nacional, regional, etc.
- Organismo o departamento responsable
- Periodo de actuación: año de inicio y de finalización
- Estado actual de su implementación
- Sector afectado
- Tecnología utilizada (mitigación)
- Herramienta o instrumento político (mitigación)
- Ahorros energéticos, energía renovable generada y reducción de emisiones (mitigación)
- Grupo vulnerable afectado
- Amenaza climática a la que da respuesta (adaptación)
- Riesgo de impacto climático que trata de mitigar (adaptación)
- Descripción de la medida y sus objetivos generales
- Actuación concreta
- Estimación de costes
- Indicador de seguimiento

13. BIBLIOGRAFÍA

- [2] Delgado Marín JP, Meseguer Sánchez, P, Martins S, Jekabsone A. Guía para la elaboración de Planes de Acción para el Clima y la Energía Sostenible. Proyecto LIFE Adaptate. <http://lifeadaptate.eu/wp-content/uploads/LIFE-Adaptate-Gu%C3%ADa-PACES-1.pdf>
- [3] Rivas S., Bertoldi P., Melica, G., Dallemand, JF., Palermo V. (Ed.). (2018a). Guidebook ‘How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP) – Part 1 - The SECAP process, step-by-step towards low carbon and climate resilient cities by 2030. Luxembourg: Publication Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/68327>
- [4] Rivas S., Bertoldi P., Melica, G., Dallemand, JF., Palermo V. (Ed.). (2018b). Guidebook ‘How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP) – Part 2 - Baseline Emission Inventory (BEI) and Risk and Vulnerability Assessment (RVA). Luxembourg: Publication Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/118857>
- [5] Rivas S., Bertoldi P., Melica, G., Dallemand, JF., Palermo V. (Ed.). (2018c). Guidebook ‘How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP) – Part 3 – Policies, key

actions, good practices for mitigation and adaptation to climate change and Financing
SECAP(s). Luxembourg: Publication Office of the European Union.

<https://doi.org/10.2760/58898>

- [6] Bertoldi P., Bornás D., Monni S., Piers de Raveschoot, R. Ed. 2010. Guía “Cómo desarrollar un Plan de Acción para la Energía Sostenible (PAES)”. Luxembourg: Publication Office of the European Union. https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_es-2.pdf
- [7] Rome E., Bogen M., Lückerath D., Ullrich O., Voss H., Voß N., Worst R. Guideline Impact and Vulnerability Analysis of Vital Infrastructures and built-up Areas (IVAVIA). RESIN Project. http://www.resin-cities.eu/fileadmin/user_upload/IVAVIA_Guideline_v3_final_web.compressed.pdf
- [8] Chapman E., Stiff G. Upgrading from SEAP to SECAP for Integrated Climate Action: A Quick Access Guide. Compete4SECAP Project. https://compete4secap.eu/fileadmin/user_upload/D5_4_SECAP_upgrade_guide_191016.pdf
- [9] Proyecto LIFE Veneto ADAPT. <https://www.venetoadapt.it/>